Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

بررسی و مقایسه ترمودینامیکی مبردهای جایگزین R22 در یک سیکل تبرید دما بالا

حسن خانی hasan.khani1365@yahoo.com
محمد پرویز m.parviz.2014@gmail.com

چکیده

در دهه اخیرمسائل زیست محیطی مرتبط با گازهای گلخانه ای وتخریب لایه ازون سبب شده است تا تلاشهای گسترده ای به منظور یافتن جایگزین های مناسب برای مبردهای مصنوعی فعلی صورت می‌پذیرد امروزه مبردهای طبیعی به علت سازگار بودن با محیط زیست مورد توجه محققین قرارگرفته است درمیان مواد طبیعی موجود هیدروکربن ها به علت فراوانی ارزان بودن و خواص مناسب ترموفیزیکی بیش ازسایرمواد طبیعی شانس مطرح شدن درآینده صنعت تبرید را دارند. یکی از علل تخریب لایه ازون و افزایش گرما ی زمین استفاده از ترکیبات هیدروکربورها[1] در مبرد[2]هاست که به دنبال کشف این موضوع تلاش های زیادی برای جایگزینی مبردهایی که در سیستم های برودتی استفاده می شود، صورت گرفت.. در این مقاله به بررسی ویژگی‌های مبرد R22 و معایب آن پرداخته شده و سپس به تحلیل عملکرد یک سیستم تبرید تراکم با مبردهای جایگزین مبرد R22 انجام پذیرفته و نتایج آن با مبرد R134 - R404- R407 - R410- R507 به عنوان مبرد جایگزین R22 مقایسه گردیده است.

کلمات کلیدی: مبرد های جایگزین - مبرد هیدروکربنی، چرخه تبرید تراکمی بخار، عملکرد ترمودینامیکی، مبرد سازگار با محیط زیست

مقدمه

در دهه اخیر، مسائل زیست محیطی مربوط به گرم شدن زمین و انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب شده تا استفاده از سیستم‌های مبرد سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار گیرد. در چهارمین گردهمایی کشورهای امضا کننده ی پروتکل مونترآل که سال ۱۹۹۲ در کوپنهاک برگزار گردید، تصویب شد که استفاده از گروه مبرد HCFC که در مولکول های آن ها اتم کلر وجود دارد و حتی آن هایی که دارای اتم هیدروژن هستند و تا حدی تاثیر کمتری بر لایه ازون دارند باید ممنوع اعلام شوند. دسته ای از این مبردها ، عبارتند از : R22، R124b، R142b، R141b . در نشست هفتم که در سال ۱۹۹۵ و در وین برگزار گردید، مقرر شد که استفاده از R22 و دیگر مبردهای HCFC در بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۴۰ به‌طور کامل منتفی شود. اما کشورهای صنعتی محدوده ی زمانی حذف این مبردها را بسیار زودتر در نظر گرفته اند ؛ برای مثال سوئیس تاریخ بین سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ را تعیین کرده است. آلمان استفاده از HCFC را در سیستم های برودتی جدید از سال ۲۰۰۰ ممنوع اعلام کرده است. سوئد از سال ۲۰۰۵ و آمریکا اجتناب از R141b را سال ۲۰۰۳ و R22 را سال ۲۰۱۰ و R123 را سال ۲۰۲۰ تعیین کرده است.اتحادیه اروپا نیز از سال ۲۰۰۰ خواهان ممنوعیت R22 و R502 است.

مبرد ماده ای است که با جذب گرما از سیکل و انتقال آن به جای دیگر، باعث ایجاد برودت می‌شود که این انتقال گرما توسط تقطیر و تبخیر پی در پی مبردها اتفاق می‌افتد. این مواد، سیال عامل سیکل تبرید، تهویه مطبوع و پمپ های گرمایی هستند. تغییر فازهای ذکر شده، در هر دو سیستم تراکمی و جذبی اتفاق می‌افتند. اما در سیکل گازی که با سیال عاملی مانند هوا کار کند، با تغییر فاز روبه رو نخواهیم شد. طراحی تجهیزات تبرید کاملا وابسته به مشخصات مبرد انتخاب شده می‌باشد. در انتخاب مبرد نیز مواردی مانند گرمای نهان تبخیر زیاد، گرمای ویژه کم، عدم اثرات زیان بار زیست محیطی، سمی نبودن، عدم خوردگی، عدم جذب رطوبت، قابلیت اختلاط با روغن سیستم، عدم قابلیت اشتعال و انفجار، کمترین اختلاف فشار بین تبخیر و تقطیر و سهولت ردیابی به هنگام نشست احتمالی تأثیر گذارند. همچنین راندمان یک سیستم تبرید به تمام اجزای آن مثل کمپرسور، اواپراتور، کندانسور ، اکسپنشن ولو و ... بستگی دارد. اما لازمه کار کردن سیستم با راندمان مورد نظر، انتخاب مبردمناسب می باشد.

مبرد R22 از مبردهای سری HCFC هیدرو کلرو فلورو کربن می‌باشد که میزان ODP آن ۰.۰۵ و میزان شاخص GWP آن ۱۷۰۰ می‌باشد. این مبرد که از مبردهای پرکاربرد در ایران می‌باشد معمولا در کپسول‌های ۱۳.۵ کیلویی در بازار موجود می‌باشد. R22 در چیلرهای تهویه مطبوع ،سردخانه ، یخساز وسپیلت یونیت ها مورد استفاده بوده و در رنج دمایی زیر صفر و بالای صفر مورد استفاده قرار گرفته است.

امروزه مبردهای R22، R12 و R134a به دلیل خواص ترمودینامیکی مناسب و غیرقابل اشتعال بودن، کاربردهای بسیای در صنایع برودتی، چیلرها و یخچال‌های خانگی دارند. اما به دلیل اثرات مخرب آنها بر روی لایه اوزون از ابتدای قرن حاضر تحقیقات بسیاری برای جایگزینی این مبردها با مبردهای طبیعی نظیر هیدروکربن‌ها و آمونیاک انجام شده است. عملکرد حالت ماندگار سیستم های تهویه مطبوع مسکونی با استفاده ازR22 و جایگزین های R290,R407C,R410Aدر دمای محیط بالا

[1] HCFC
[2] Refrigerant

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

توسط قاسر [1] و همکاران مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات نشان می دهد که R290 کاندیدای بهتری برای جایگزینی R22 زیر دمای هوای محیط بالا می باشد. همچنین R407C عملکرد نزدیک تری به R22 ، پس از R410A دارد[21].

توکلی و امانی با معرفی مبرد R600a به عنوان جای‌گزین R134a در یخچال‌ها و فریزرها به بررسی و مقایسه ترمودینامیکی این دو مبرد پرداختند [۳].

سال ۱۹۹۷ ریفات [2] و همکاران یک مطالعه تجربی در مورد جایگزینی چندین مبرد طبیعی در سیستم‌های تهویه مطبوع و تبرید با مبرد های موجود انجام دادند. در مطالعات آن‌ها آمده است که فهم آسیب هایی که CFCها به محیط زیست وارد می‌کنند، علاوه بر کاهش شدید استفاده از آن‌ها، باعث توجه خیلی افراد به یافتن جایگزینی برای این مبردها شد. همچنین مشخص شد که در بین مبردها، آن‌هایی که کمترین ضرر را به محیط زیست وارد می‌کنند، مبردهای طبیعی هستند [4].

بسکاران و کوشی ماتیوس [۵] در مقاله‌ای به بررسی عملکرد مبردهای سازگار با محیط زیست نظیر R1270، R290 پرداخته و نتایج آن را R134a مقایسه کرده‌اند.

غالب تحقیقات انجام شده بر روی یافتن جایگزینی مناسب مبرد R22 میباشد، که در اغلب تحقیقات انجام شده مبرد R410a و R407C را بعنوان جایگزین مناسب معرفی کرده اند .

در این مقاله، مبردهای R134 - R404 - R407- R410 -R507 با مبرد R407 که به عنوان جایگزین R22 استفاده می‌گردد، مقایسه شده است.

مبردهای جای‌گزین R22

جدول۱، مبردهایی که برای جایگزینی R22 وR502 پیشنهاد شده است ارایه می دهد. R143a، R134a، R32، از بقیه مبردها بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند:

جدول ۱: مشخصات مبردهای جای‌گزین R22

مبردهای ساده بدون خطر برای ازن	فرمول	درجه حرارت تبخیر	GWP
R134a	CF_3-CH_2F	-۲۶.۲	۴۰۰
R143a	CF_3-CH_2	-۴۷.۳	۱۰۰۰
R290	C_3H_8	-۴۲.۱	۳
R600a	$(CH_3)_3$-CH	-۲۳.۸	۳
R717	NH3	-۳۳	<۱
R1270	C_2H4	-۴۷.۷	۰
R1150	C_3H6	-۱۰۳.۷	۰
R32	CH_2F_2	-۴۷.۳	۱۰۰۰

از بین مبردهای فوق، r32 و R143a از لحاظ قابلیت اشتعال و مبرد R134 - R404 - R407- R410 از نظر مصرف انرژی و ضرایب اشتعال حرارت نزدیک به R22 هستند.

به عنوان جایگزین R22، از مبردهای طبیعی (خالص) در درجه ی اول آمونیاک معرفی شده است. تولید آمونیاک در دنیا حدود ۱۲۰ میلیون تن است که فقط حدود ۵ درصد آن در صنایع برودتی مورد استفاده قرار می گیرد ، اما آنچه جلب توجه می کند ، قیمت پایین ، بازدهی بالای سیکل و ضریب انتقال حرارتی و دمای بحرانی این ماده است . ضمن این که بی تاثیر بودن نسبت به نفوذ آب به سیستم و تشخیص سریع محل نشست در سیستم و حل نشدن روغن در آمونیاک از مزایای دیگر این ماده ی خالص است. به خصوص که اثر مخرب بر ازن ندارد واثر گرمازایی نیز ندارد. نکته های منفی در مورد آمونیاک بوی تند، سمی بودن و قابلیت اشتعال و انفجار و سبک تر از هوا بودن است. مبردهایی که عملکرد آن‌ها در تغییر پارامترهای مورد مطالعه، از جمله توان مصرفی کمپرسور، ضریب عملکرد سیکل تبرید و دمای گاز خروجی از کمپرسور ، نزدیک مبرد R22 است، عبارتند از: مبرد R410A و R407C. حال بنا به اهمیت توان مصرفی کمپرسور یا دمای گاز خروجی از کمپرسور و ضریب عملکرد مبرد جایگزین انتخاب می‌شود.

مشخصات سیکل مورد بررسی

شکل ۱، چرخه تبرید تراکمی بخار را نشان می‌دهد. هر سیکل تبرید تراکمی مطابق شکل از چهار قسمت اصلی تشکیل شده است که این قسمت‌ها عبارتند از: تبخیر کننده [3]، کمپرسور [4]، کندانسور [5] و شیر انبساط [6].

اساس کار سیکل های تبرید به این گونه است که ماده مبرد قبل از شیر انبساط به صورت مایع با فشار زیاد و در دمای محیط است . پس از عبور از شیر انبساط، فشار و دمای آن کاهش یافته در فشار ودمای پایین شروع به تبخیر می نماید. عمل تبخیر در طول اواپراتور ادامه یافته از مقدار مایع کم شده و به مقدار بخار افزوده می شود تا در خروج از اواپراتور ماده مبرد کاملا تبخیر شده و به صورت بخار خواهد بود . گرمای لازم برای تبخیر ماده مبرد از محیط اطراف اواپراتور گرفته می شود بنابراین در صورتیکه محیط اطراف هوا باشد هوا سرد شده و ایجاد برودت می گردد. بخار خروجی از اواپراتور وارد کمپرسور می شود در کمپرسور طی عمل تراکم، فشار و دمای آن افزایش می یابد و وارد کندانسور می شود ، مبرد در کندانسور ، با از دست دادن حرارت تغییر فاز داده و تقطیر می شود که با توجه به اندازه کندانسور ممکن است بصورت مایع اشباع یا مایع مادون سرد از آن خارج شود .. در خروج از کندانسور ماده مبرد به صورت مایع تحت فشار زیاد به پشت شیر انبساط می رسد و سیکل تبرید تکرار می

[1] Qusar R. Al-Amir
[2] S. B. Riffat

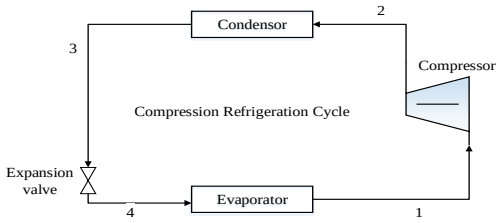
[3] evaporator
[4] compressor
[5] condenser
[6] Expansion valve

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

شود. ظرفیت سیستم تبرید برابر با ظرفیت اواپراتور آن است که از حاصل ضرب دبی جرمی در تغییر آنتالپی ورودی و خروجی آن محاسبه می شود



شکل ۱: سیکل تبرید تراکمی بخار

مشخصات ترمودینامیکی سیکل مورد بررسی در جدول ۲ بیان شده است:
جدول ۲: مشخصات ترمودینامیکی سیکل تبرید تراکمی بخار

جدول (۲): مشخصات سیکل تبرید تراکمی

ظرفیت تبرید	141.0 kW
دمای بخار اشباع در اواپراتور	5.00 °C
دمای مایع اشباع در کندانسور	50.0 °C
میزان مادون سرد شدن مبرد	5.00 K
میزان فوق گرم شدن مبرد	7.00 K
بازده ایزنتروپیک کمپرسور	1
بازده حجمی کمپرسور	1
بازده موتور الکتریکی	1
افت فشار در suction line	0
افت فشار در خط تخلیه	0

در این مقاله، ضمن بررسی ترمودینامیکی یک سیکل تبرید تراکمی، سعی شده است که مبرد مناسب جایگزین برای مبرد R22 از بین مبردهای سازگار با محیط زیست از جمله R-134a، R-404A، R-407C، R-410A و R507A انتخاب شود. با مدل¬سازی انجام شده ، پارامترهای عملیاتی سیستم از جمله توان مصرفی کمپرسور، دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیستم در شرایط مختلف دمایی محیط ("۲۰-۵۵°C") و دمای اواپراتور ("۵°C+ - ۳۵-") بررسی و مطالعه شده اند.

نتایج

شکل (۱۱) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می¬دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد ثابت می¬ماند . در شکل(۱۱) دمای هوا "۵۰°C" و در شکل (۱۰) دمای اواپراتور "۵°C" در نظر گرفته شده است.). همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای اواپراتور هم ضریب عملکرد و هم دبی جرمی مبرد افزایش پیدا می¬کند، هرچند سرعت افزایش متفاوتی با هم خواهند داشت. با افزایش دمای اواپراتور، توان مصرفی کمپرسور کم شده و ضریب عملکرد آن با افزایش روبه¬رو خواهد بود. شکل (۱۰) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می¬دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا، ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد ثابت می¬ماند.

شکل (1) تاثیر تغییر دمای اواپراتور بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می-دهد(در شکل(1) دمای هوا "۵۰°C" و در شکل (2) دمای اواپراتور "۵°C" در نظر گرفته شده است.). همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای اواپراتور هم ضریب عملکرد و هم دبی جرمی مبرد افزایش پیدا می¬کند، هرچند سرعت افزایش متفاوتی با هم خواهند داشت. با افزایش دمای اواپراتور، توان مصرفی کمپرسور کم شده و ضریب عملکرد آن با افزایش روبه¬رو خواهد بود. شکل (2) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می¬دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا، ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد افزایش ملایمی خواهد داشت. شکل (۳) تاثیر تغییر دمای اواپراتور بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می-دهد(در شکل(3) دمای هوا "۵۰°C" و در شکل (4) دمای اواپراتور "۵°C" در نظر گرفته شده است.). همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای اواپراتور هم ضریب عملکرد و هم دبی جرمی مبرد افزایش پیدا می¬کند، هرچند سرعت افزایش متفاوتی با هم خواهند داشت. با افزایش دمای اواپراتور، توان مصرفی کمپرسور کم شده و ضریب عملکرد آن با افزایش روبه¬رو خواهد بود. شکل (5) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می¬دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا، ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد افزایش ملایمی خواهد داشت. شکل (۶) تاثیر تغییر دمای اواپراتور بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می-دهد(در شکل(۶) دمای هوا "۵۰°C" و در شکل (۷) دمای اواپراتور "۵°C" در نظر گرفته شده است.). همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای اواپراتور هم ضریب عملکرد و هم دبی جرمی مبرد افزایش پیدا می¬کند، هرچند سرعت افزایش متفاوتی با هم خواهند داشت. با افزایش دمای اواپراتور، توان مصرفی کمپرسور کم شده و ضریب عملکرد آن با افزایش روبه¬رو خواهد بود. شکل (۷) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می¬دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا، ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد افزایش ملایمی خواهد داشت. شکل (۸) تاثیر تغییر دمای اواپراتور بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می‌دهد(در شکل(۸) دمای هوا ۵۰°C و در شکل (۹) دمای اواپراتور ۵°C در نظر گرفته شده است.). همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای اواپراتور هم ضریب عملکرد و هم دبی جرمی مبرد افزایش پیدا می‌کند، هرچند سرعت افزایش متفاوتی با هم خواهند داشت. با افزایش دمای اواپراتور، توان مصرفی کمپرسور کم شده و ضریب عملکرد

www.SID.ir

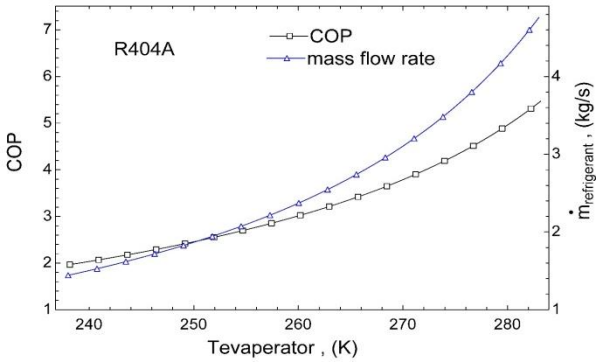
Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

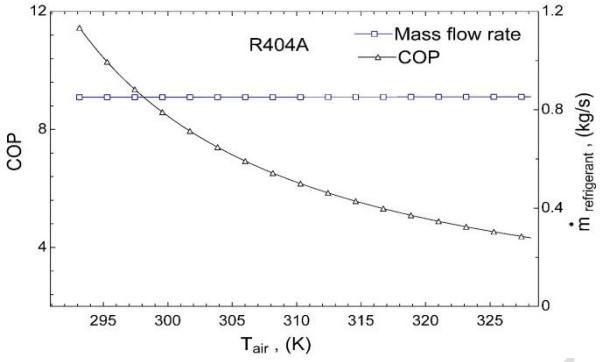
آن با افزایش روبه‌رو خواهد بود. شکل (۹) نیز تاثیر تغییر دمای هوای محیط بر روی دبی جرمی مبرد و ضریب عملکرد سیکل تبرید را نشان می‌دهد. همانطور که نشان داده شده است با افزایش دمای هوا، ضریب عملکرد افزایش و دبی جرمی مبرد نیز افزایش خواهد داشت.

. در این بین بعضی مبردها عملکرد نزدیک به مبرد R22 را از خود نشان دادند که عبارتند از مبرد R410A و R407C. برای تصمیم گیری در مورد مبرد جایگزین، میانگین مقادیر مربوط به توان مصرفی کمپرسور، ضریب عملکرد سیکل تبرید تراکمی و دمای گاز خروجی از کمپرسور محاسبه و در قالب جدول (۳-۸) ارائه شده است. میانگین ضریب عملکرد مبردها به ترتیب ارائه شده در جدول(۳-۸)، ۲۶/۸۳٪ بیشتر، ۲۹/۱۵ ٪بیشتر، ۳/۸۶٪ کم‌تر ، ۱/ . ٪ بیشتر و ۳۱/۱۷٪ بیشتر نسبت به مبرد R22 می‌باشند. همچنین نتایج مربوط به میانگین توان مصرفی کمپرسور، به ترتیب ۲/۴۵٪ کمتر، ۳/۸٪ کمتر، ۱۲/۵۸ بیشتر، ۱۹/۴۶٪ بیشتر و ۴/۵۱٪ کمتر نسبت به مبرد R22 می‌باشند. نتایج مربوط به دمای گاز خروجی از کمپرسور نیز برای مبردها به ترتیب ۴٪ کمتر، ۴/۸۳٪ کمتر، ۲/ . ٪ کمتر، ۱/۱٪ کمتر و ۵/۱٪ کمتر نسبت به مبرد R22 می‌باشند.

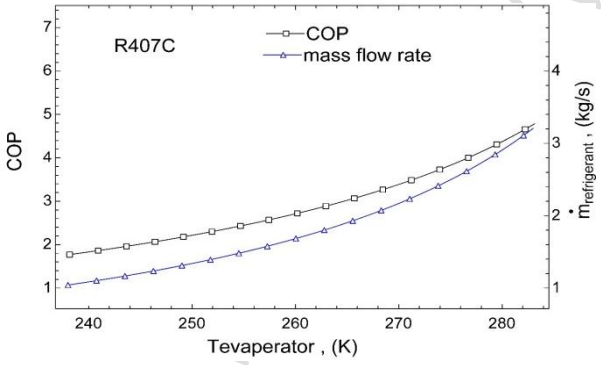
با توجه به داده‌های موجود، مبردهایی که عملکرد آن‌ها در تغییر پارامترهای مورد مطالعه، از جمله توان مصرفی کمپرسور، ضریب عملکرد سیکل تبرید و دمای گاز خروجی از کمپرسور ، نزدیک مبرد R22 است، عبارتند از: مبرد R410A و R407C. حال بنا به اهمیت توان مصرفی کمپرسور یا دمای گاز خروجی از کمپرسور و ضریب عملکرد مبرد جایگزین انتخاب می‌شود. اگر توان مصرفی کمپرسور و دمای گاز خروجی از کمپرسور معیار جایگزینی انتخاب شود، مبرد R407C مبرد مناسب جایگزینی و اگر ضریب عملکرد معیار جایگزینی انتخاب گردد، مبرد R410A مبرد مناسب جایگزین R22 انتخاب خواهد شد. حال با درنظر گرفتن تمامی معیار های به صورت همزمان مناسبترین انتخاب، مبرد R407C خواهد بود، بدون آنکه در عملکرد نهایی سیستم و مهم‌تر از همه محیط زیست تأثیر نامطلوبی داشته باشد. همانطور که قبلا هم اشاره شد، مبردهای مطالعه شده برای جایگزینی با مبرد R22 از دسته مبردهای HFC هستند. بایستی در انتخاب این مبردها هم محتاطانه عمل نمود؛ به دلیل اینکه این مبردها تحت پروتکل کیوتو شامل محدودیت هایی می‌باشند.



شکل (1) تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای اواپراتور



شکل 2 تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط

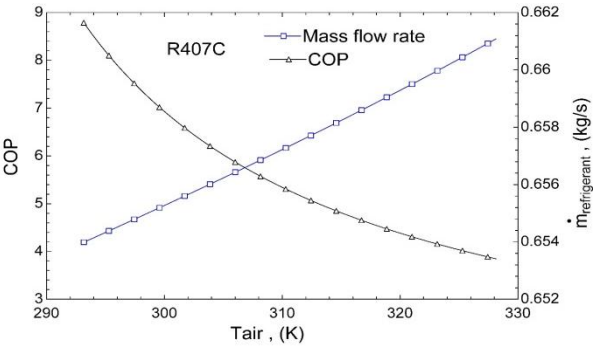


شکل 3 تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای اواپراتور

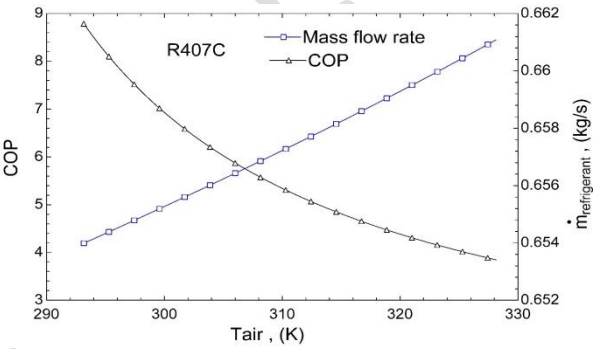
www.SID.ir

Archive of SID

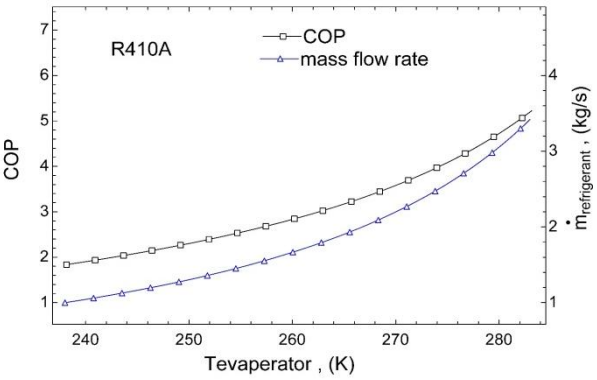
مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir



شکل (4): تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط

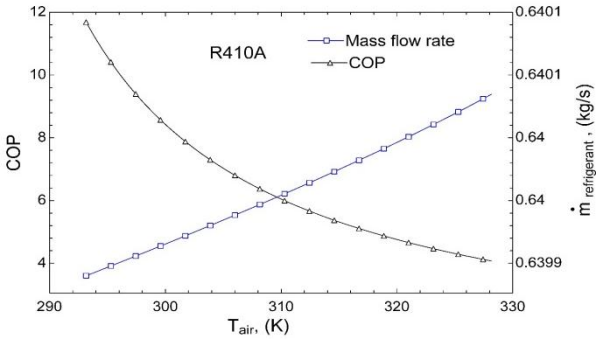


شکل 5 تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط

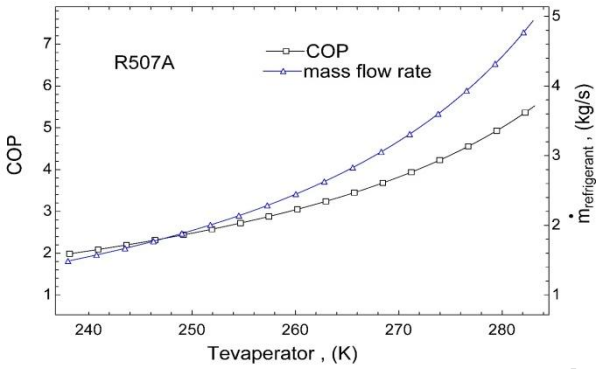


شکل ۶ تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای اواپراتور

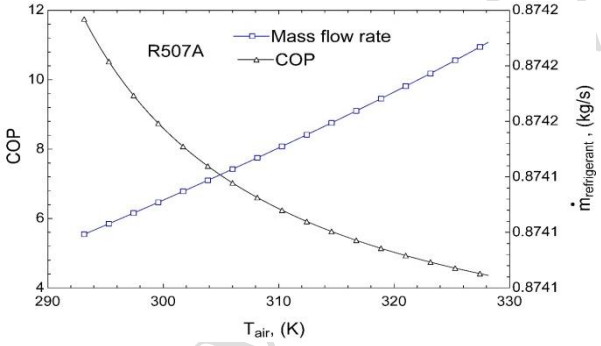
شکل ۹ ظرفیت تبرید حجمی برحسب دمای بخار



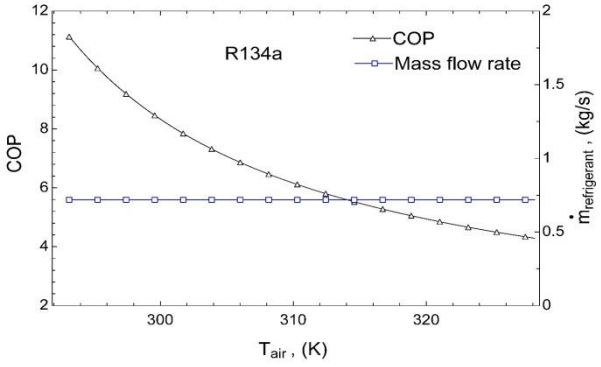
شکل ۷ **تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط**



شکل ۸ **تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای اواپراتور**



شکل ۹- تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط

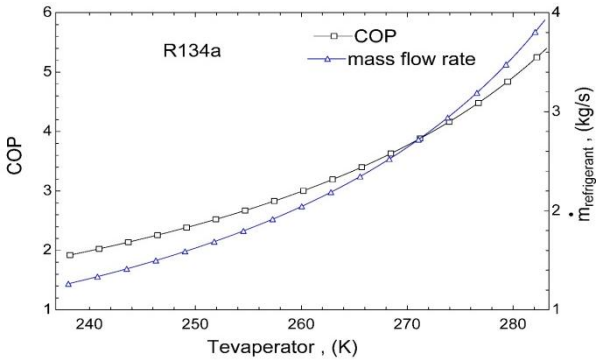


www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Scientific and Research Publications, Volume 2, Issue 9,

شکل ۱۰ تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای هوای محیط



شکل ۱۱ تغییر ضریب عملکرد و دبی جرمی مبرد با تغییر دمای اواپراتور

فهرست علائم

اتمسفر	*atm*
کلرو فلورو کربن	*CFCS*
ضریب عملکرد	*COP*
هیدروکربن	*HCs*
فشار (کیلوپاسکال)	*P*
اثر تبریدی	*RE*
دبی جرمی (کیلوگرم بر ثانیه)	*MFR*
دما (درجه سانتی‌گراد)	*T*

مراجع

[۱] مافی مصطفی و شمالی مرتضی،" *توسعه چرخه‌های تبرید تراکمی ساده با استفاده از مبردهای هیدروکربنی سازگار با محیط زیست، فصلنامه علمی- تخصصی انرژی تجدیدپذیر و نو*، شماره اول، ۱۳۹۳

[2] *Granryd,E., 2001,"Hydrocarbons as refrigerant-an overview", International Journal of Refrigeration, 24, June, pp.15-24.*

[۳] *توکلی، احمد رضا و امانی، سعید، ۱۳۹۱،" مطالعه و بررسی فنی،اقتصادی و تجربی استفاده از مبرد R600a به جای R134a در سیکل تبرید یخچال و فریزر"، بیست و هفتیمن کنفرانس بین المللی برق*

[4] Lee, Y.S and Su, C.C., 2002, "Experimental studies of isobutene (R600a) as the refrigerant in domestic refrigerant system", Applied Thermal Engineering, 22.

[5] A.Baskaran, P.Koshy, 2012, "A Performance Comparison of Vapor Compression Refrigeration System Using Eco Friendly Refrigerants of Low Global Warmaing Potential", nternational

www.Mobadel.ir
www.SID.ir