

جدول تخصصی معادل سازی روغن و مبرد

راهنمای سریع تکنسین های تبرید و تهویه

مرجع سریع سازگاری روغن های تبرید با مبردهای رایج بازار

آریز دما

این فایل برای انتخاب سریع روغن مناسب، جلوگیری از خطاهای رایج و کاهش ریسک خرابی کمپرسور تهیه شده است.

مقدمه

سازگاری روغن و مبرد، یکی از پایه های ترین اصول در طراحی، سرویس و تعمیر سیستم های تبرید و تهویه است.

روغن نامناسب می تواند باعث اختلال در بازگشت روغن به کمپرسور، کاهش انتقال حرارت در اواپراتور و کندانسور، افزایش اسیدی شدن سیستم، تشدید سایش قطعات متحرک و در نهایت خرابی کمپرسور شود.

در بسیاری از خرابی های تکراری، مشکل اصلی نه خود مبرد، بلکه انتخاب نادرست روغن یا آلودگی ناشی از اختلاط روغن ها و رطوبت است.

با این حال، انتخاب نهایی روغن باید همیشه با کاتالوگ سازنده کمپرسور، نوع مبرد، نوع کمپرسور و شرایط کاری واقعی سیستم تطبیق داده شود.

معرفی فشرده انواع روغن ها

1) Mineral Oil (MO) — روغن معدنی

روغن معدنی از روغن های کلاسیک و رایج در سیستم های قدیمی تبرید است و بیشتر در کنار مبردهای قدیمی هالوژنه مانند R12 و برخی کاربردهای سنتی دیده می شود.

مزیت مهم: پایداری مناسب در سیستم های قدیمی و قیمت پایین تر نسبت به روغن های سنتتیک.

محدودیت مهم: سازگاری ضعیف تر با بسیاری از مبردهای جدید HFC/HFO و بازگشت روغن

نامطلوب در بعضی مدارها.

نکته احتیاطی در سرویس: در تبدیل سیستم‌ها، باقی‌ماندن MO می‌تواند با روغن جدید ناسازگاری ایجاد کند و عملکرد را مختل کند.

(2) Alkylbenzene (AB) — آلکیل‌بنزن

روغن AB بیشتر به‌عنوان گزینه‌ای بهتر از MO در برخی سیستم‌های قدیمی و در تبدیل‌های جزئی به کار می‌رود، به‌ویژه جایی که نیاز به سازگاری بهتر و حلالیت مناسب‌تر وجود دارد. مزیت مهم: عملکرد خوب در سیستم‌های قدیمی و کمک بهتر به بازگشت روغن نسبت به MO. محدودیت مهم: برای همه مبردهای جدید گزینه ایده‌آل نیست و جایگزین عمومی برای POE محسوب نمی‌شود. نکته احتیاطی در سرویس: در تبدیل سیستم، میزان باقیمانده روغن قبلی و نوع مبرد جدید باید دقیق بررسی شود.

(3) Polyol Ester (POE) — پلی‌آل‌استر

POE روغن استاندارد و رایج در بسیاری از سیستم‌های HFC و بخشی از مبردهای جدید است و به دلیل سازگاری وسیع، در تعمیرات و سرویس‌های مدرن بسیار استفاده می‌شود. مزیت مهم: سازگاری بالا با بسیاری از مبردهای رایج و کمک مناسب به بازگشت روغن در مدار. محدودیت مهم: جذب رطوبت بسیار بالا دارد و در تماس با هوا سریع‌تر آلوده می‌شود. نکته احتیاطی در سرویس: ظرف POE باید کاملاً بسته نگه داشته شود؛ ورود رطوبت می‌تواند به تشکیل اسید، افت عملکرد و آسیب کمپرسور منجر شود.

(4) Polyalkylene Glycol (PAG) — پلی‌آلکیلن گلیکول

PAG عمدتاً در سیستم‌های تهویه خودرو و برخی کاربردهای خاص استفاده می‌شود و ویژگی‌های آن با روغن‌های رایج برودتی تفاوت دارد. مزیت مهم: عملکرد مناسب در سیستم‌های خودرویی و سازگاری با برخی مبردهای خاص این حوزه. محدودیت مهم: در بسیاری از سیستم‌های تبرید ثابت، انتخاب عمومی و جایگزین مستقیم برای POE یا MO نیست. نکته احتیاطی در سرویس: اختلاط PAG با روغن‌های دیگر می‌تواند مشکل‌ساز شود؛ همچنین انتخاب آن باید دقیقاً مطابق مشخصات سازنده باشد.

جدول تخصصی معادل سازی روغن و مبرد

مبرد	روغن های سازگار/رایج	توضیح فنی مهم	هشدار سرویس
R22	AB، MO، در برخی شرایط خاص POE	R22 از مبردهای قدیمی و بسیار رایج در سیستم های سنتی است. در بسیاری از تجهیزات قدیمی، MO یا AB انتخاب متداول بوده است. در تبدیل به مبردهای جدید، رفتار روغن باید دوباره ارزیابی شود.	در تبدیل سیستم، باقی ماندن روغن قدیمی می تواند کیفیت عملکرد را پایین بیاورد. بررسی سازگاری و شست و شوی مدار در صورت نیاز الزامی است.
R134a	PAG، POE در کاربردهای خودرویی، در برخی سیستم ها AB	R134a معمولاً با POE به خوبی کار می کند و در بسیاری از سیستم های تهویه و تبرید سبک استفاده می شود. در خودروها، PAG بسیار رایج است.	POE رطوبت پذیر است؛ در زمان سرویس، باز بودن طولانی ظرف یا مدار خطر تشکیل اسید را بالا می برد.
R404A	POE	R404A به دلیل ماهیت HFC، عموماً به روغن POE نیاز دارد تا بازگشت روغن و روانکاری مناسب تأمین شود.	از اختلاط با روغن های معدنی یا AB بدون بررسی دقیق پرهیز شود؛ عدم رعایت می تواند به افت راندمان و آسیب کمپرسور منجر شود.
R407C	POE	R407C نیز در اغلب کاربردها با POE استفاده می شود. این مبرد در سیستم های تهویه و سرمایش تجاری بسیار رایج بوده و انتخاب روغن صحیح در پایداری مدار حیاتی مهم است.	به دلیل حساسیت سیستم به ترکیب روغن و رطوبت، فیلتر درایر و وکیوم اصولی بسیار مهم است.
R410A	POE	R410A به دلیل فشار کاری بالا و ماهیت ترکیب مبرد، معمولاً با POE یا روغن با ویسکوزیته استفاده می شود. این روغن باید ویسکوزیته مناسب و کیفیت بالا داشته باشد.	به هیچ وجه از روغن نامشخص یا روغن با ویسکوزیته غیرتوصیه شده استفاده نشود؛ فشار بالا، خطا را سریع تر آشکار می کند.
R507	POE	R507 مشابه بسیاری از HFC ها، به روغن POE متکی است و در سیستم های برودت صنعتی و تجاری کاربرد دارد.	به آلودگی رطوبتی و اسیدی شدن در این سیستم ها می تواند آسیب زار باشد؛ کنترل کیفیت روغن ضروری است.
R600a			

مبرد	روغن‌های سازگار/رایج	توضیح فنی مهم	هشدار سرویس
	Mineral Oil، AB در برخی طراحی‌ها	R600a در یخچال‌ها و سیستم‌های کوچک بسیار رایج است و معمولاً با MO سازگاری دارد. این مبرد از نظر طراحی، رفتار متفاوتی نسبت به HFCها دارد.	ملاحظات ایمنی بسیار مهم است؛ R600a قابل اشتعال است. شارژ، نشت‌یابی و سرویس باید با دقت و تجهیزات مناسب انجام شود.
R290	Mineral Oil، AB در برخی موارد	R290 (پروپان) در سیستم‌های خاص و کم‌شارژ استفاده می‌شود و معمولاً با روغن‌های سنتی در برخی طراحی‌ها قابل استفاده است.	مبرد قابل اشتعال است؛ تهویه محیط، حذف منابع جرقه و رعایت دستورالعمل سازنده الزامی است.
R1234yf	PAG، POE در برخی سامانه‌ها	R1234yf عمدتاً در تهویه خودرویی و سامانه‌های جدید کم‌GWP دیده می‌شود. نوع روغن باید دقیقاً مطابق سیستم انتخاب شود.	ناسازگاری روغن می‌تواند عملکرد کمپرسور و مدیریت رطوبت را مختل کند؛ از ترکیب روغن‌ها بدون تأیید سازنده پرهیز شود.
R32	POE	R32 در سیستم‌های جدید تهویه مطبوع بسیار رایج شده و معمولاً با POE به‌کار می‌رود. این مبرد فشار و افزایش دما و فشار کمپرسور دمای کاری خاصی دارد.	شارژ بیش‌ازحد یا انتخاب روغن نامناسب می‌تواند به منجر شود.
R12	Mineral Oil، AB	R12 از مبردهای کلاسیک و قدیمی است که در تجهیزات نسل قبل استفاده می‌شد و با روغن‌های معدنی به‌خوبی کار می‌کرد.	در سیستم‌های قدیمی یا تبدیل‌شده، بررسی دقیق باقی‌مانده روغن و وضعیت اورینگ‌ها و آب‌بندی‌ها ضروری است.

نکات کلیدی در تبدیل مبرد و تعویض روغن

- با تعویض مبرد، همیشه نمی‌توان روغن قبلی را حفظ کرد. سازگاری شیمیایی، حلالیت و رفتار بازگشت روغن در مبرد جدید ممکن است کاملاً متفاوت باشد.
- در برخی تبدیل‌ها، فلش سیستم ضروری است. اگر روغن قبلی با روغن جدید یا مبرد جدید ناسازگار باشد، باقی‌مانده آن می‌تواند راندمان و دوام کمپرسور را کاهش دهد.

- تعویض فیلتر درایر اهمیت حیاتی دارد.
فیلتر درایر آلوده یا اشباع شده، رطوبت و اسید را در سیستم نگه می‌دارد و خطر خرابی را بالا می‌برد.
- کنترل رطوبت و اسید باید جدی گرفته شود.
به‌ویژه در سیستم‌های POE، جذب رطوبت می‌تواند منجر به تشکیل اسید و آسیب داخلی شود.
- اختلاط روغن‌ها خطرناک است.
ترکیب POE، AB، MO یا PAG بدون بررسی تخصصی می‌تواند ویسکوزیته، حلالیت و بازگشت روغن را مختل کند.
- ویسکوزیته روغن باید مطابق توصیه سازنده باشد.
حتی اگر نوع روغن درست باشد، ویسکوزیته نامناسب می‌تواند باعث افت فیلم روغن، سایش یا تاقان‌ها و افزایش دمای کمپرسور شود.

خطاهای رایج تکنسین‌ها

1. استفاده از POE در ظرف باز و رطوبت گرفته
POE به شدت رطوبت‌پذیر است و خیلی سریع کیفیت خود را از دست می‌دهد.
2. فرض اشتباه اینکه هر روغن سنتتیک با هر مبرد سازگار است
سنتتیک بودن به معنای سازگاری عمومی نیست.
3. بی‌توجهی به بازگشت روغن در مدار
انتخاب روغن بدون توجه به سرعت گاز، طراحی لوله‌کشی و اختلاف ارتفاع، نتیجه مطلوب نمی‌دهد.
4. انتخاب روغن صرفاً بر اساس موجودی بازار
موجود بودن روغن، معیار فنی انتخاب نیست.
5. نادیده گرفتن نوع کمپرسور
اسکرال، پیستونی، روتاری و اسکرو ممکن است نیازهای متفاوتی داشته باشند.
6. ترکیب روغن‌های مختلف بدون ارزیابی
اختلاط روغن‌ها می‌تواند خواص روانکاری و پایداری شیمیایی را به هم بزند.
7. عدم تعویض فیلتر درایر بعد از تعمیر یا تبدیل مبرد
این کار یکی از شایع‌ترین علت‌های برگشت خرابی است.

8. وکیوم ناقص و باقی ماندن رطوبت در مدار
رطوبت، دشمن اصلی روغن و کمپرسور است؛ به خصوص در سیستم‌های POE.
9. عدم توجه به فشار کاری مبرد جدید
بعضی مبردها مانند R410A فشار کاری بالاتری دارند و روغن و قطعات باید متناسب انتخاب شوند.
10. شارژ یا سرویس در محیط نایمن برای مبردهای قابل اشتعال
در R290 و R600a، رعایت نکات ایمنی کاملاً ضروری است.

چک‌لیست سریع قبل از شارژ یا راه‌اندازی

- [] نوع مبرد سیستم به‌طور دقیق مشخص شده است.
- [] روغن توصیه‌شده سازنده کمپرسور بررسی شده است.
- [] روغن قبلی از نظر نوع و مقدار ارزیابی شده است.
- [] در صورت نیاز، فلش یا تخلیه روغن قدیمی انجام شده است.
- [] فیلتر درایر تعویض شده است.
- [] وکیوم کامل و کنترل رطوبت انجام شده است.
- [] احتمال وجود اسید یا آلودگی بررسی شده است.
- [] ویسکوزیته روغن با کاربرد سیستم تطابق دارد.
- [] سازگاری مبرد با نوع کمپرسور تأیید شده است.
- [] در مبردهای قابل اشتعال، شرایط ایمنی محیط کنترل شده است.
- [] شارژ مبرد مطابق وزن و دستورالعمل سازنده انجام می‌شود.

سلب مسئولیت فنی

این فایل یک راهنمای سریع و کاربردی است و جایگزین مستندات فنی سازنده کمپرسور، مبرد و تجهیزات نمی‌شود.
مرجع نهایی در هر سرویس، اطلاعات سازنده، پلاک تجهیز، شرایط واقعی سیستم و استانداردهای اجرایی معتبر است.

آریز دما | مرجع تخصصی آموزش، تحلیل فنی و محتوای حرفه‌ای تبرید و تهویه

برای دریافت فایل‌های تخصصی بیشتر، صفحه آریز دما را دنبال کنید.