

به نام خدا

مبرد چیست؟

مبرد چیست؟

مبردها موادی هستند که بصورت مایع یا گاز و یا دوفازی بوده و در مبدل سیستم‌های سرمایشی مانند چیلرها و سردخانه‌ها به عنوان ناقل گرما عمل کرده و باعث ایجاد برودت و سرمایش می‌شوند.



گازهای کاربردیترین مبردها

R22 پر مصرف‌ترین گاز خنک کننده است.

R134a مهم‌ترین جایگزین گاز R12 می‌باشد.

R404a از نظر خواص فیزیکی و ترمودینامیکی ساختاری شبیه به گاز R502 دارد.

R407c این گاز برای استفاده در اواپراتور شناور و کمپرسورهای سانتریفوژ توصیه نمی‌گردد.

R410a دارای کارایی بسیار بالاتری نسبت به گاز R22 می‌باشد.



www.ABGINTAHVIEH.com

مبردها موادی هستند که بصورت مایع یا گاز و یا دوفازی بوده و در مبدل سیستم‌های سرمایشی مانند چیلرها و سردخانه‌ها به عنوان ناقل گرما عمل کرده و باعث ایجاد برودت و سرمایش می‌شوند.

در تعیین نوع مبرد سیستم تراکمی می‌بایست به مواردی چون نوع کاربری سیستم سرمایشی تراکمی، شرایط محیطی، دمای عملکردی و قوانین زیست محیطی و کشوری توجه نمود که در زیر به آن‌ها می‌پردازیم:

در اینجا به توضیح مبردهای فریونی و انواع پرکاربرد آن‌ها به همراه خواص و ویژگی‌های فیزیکی و ترمودینامیکی‌شان می‌پردازیم.

در یک سیستم تبرید تراکمی فریونی، از هیدروکربن‌های هالوژنی تحت عنوان تجاری فریون به عنوان مبرد و ناقل و واسطه انتقال گرما از سمتی به سمت دیگر استفاده می‌گردد. عناصر فلور (F)، کلر (Cl)، بروم (Br) و ید (I) تحت عنوان هالوژن‌ها شناخته می‌شوند.

از طرفی هیدروکربن‌های ساده (HC)، ترکیباتی مشتمل بر کربن (C) و هیدروژن (H) می‌باشند. مبردهای تمام هالوژنی آن‌هایی هستند هالوژن‌ها به جای هیدروژن ترکیب HC به صورت کامل جایگزین می‌شوند، در صورتی که سیال شامل فلور و کلر باشد تحت گروه CFC قرار می‌گیرد و اگر فقط شامل فلور باشد تحت گروه FC خواهد بود. گروه HCFC شامل سیالاتی است که در هیدروکربن جایگزینی هیدروژن با هالوژن‌ها به صورت کامل نبوده و ماده شامل عناصر کربن، هیدروژن، فلور و کلر است. با خروج کلر از ترکیب اخیر، گروه جدیدی تحت عنوان HFC خواهیم داشت.

طبق پروتکل مونترال ابتدا مبردهای CFC و سپس در اصلاحیه بعدی آن HCFC مردود شناخته شده و جایگزینی آن‌ها در برنامه کار سازمان بین‌المللی حفاظت محیط زیست (UNEP) قرار گرفت.

مبردهای FC همچون R218 مواد مصنوعی بینهایت پایداری هستند که بسیار آهسته در طبیعت تجزیه می‌شوند و این موضوع محدودیت‌هایی را در استفاده از آن‌ها به وجود می‌آورد. مبردهای HFC با نقطه جوش پایین، هیدروکربن‌های ساده‌ای مانند R170 و R290 بوده که در برخی فرآیندهای سرمایشی در صنایع پتروشیمی تا سال‌ها قابل استفاده می‌باشند. خواص سرمایشی این مواد تا حدودی نیاز به شناخت بیشتر داشته و بزرگترین نقطه ضعف آن‌ها قابلیت اشتعال آن است.



مشخصات و کاربردهای مبردها

مشخصات گاز R22

- در مقایسه با مبرد R12 در حدود 95% تخریب کمتری بر روی لایه ازن دارد.
- پر مصرف ترین گاز خنک کننده است.
- به دلیل مسائل محیط زیستی در حال تعویض با گازهایی از نوع HFC مانند R404a ، R407C و R410 می باشد.
- این مبرد دارای پتانسیل تخریب ازن 0.5 می باشد (ODP=0.5) .
- پتانسیل گرمایش کره زمین آن (که در به وجود آمدن ترکیب CO2 دخالت دارند 1700 می باشد).

- سیستم‌های تهویه مطبوع، چیلرها، کولرهای گازی، سردخانه‌ها و سیستم‌های تبرید صنعتی به کار برده می‌شود.



مشخصات گاز R134a

- از نظر خواص ترمودینامیکی بسیار شبیه به گاز R12 است.
- مهم‌ترین جایگزین گاز R12 می‌باشد.
- این مبرد با رنگ آبی روشن دارای پتانسیل تخریب ازن صفر می‌باشد ($ODP=0$).
- پتانسیل گرمایش کره زمین آن 1300 می‌باشد ($GWP=1300$).
- در مجاورت دمای بالا مثلاً هیترهای برقی تجزیه شده و گاز کشنده‌ای چون فلورید هیدروژن تولید می‌کند و به همین دلیل برای مصارف تهویه مطبوع چندان مناسب به نظر نمی‌رسد.

– در یخچال‌های خانگی، کولر ماشین، کانتینرهای یخچال‌دار، آبسردکن‌ها، چیلرهای صنعتی و تجاری و سوپرمارکت‌ها با تبرید در دمای متوسط به کار برده می‌شود.



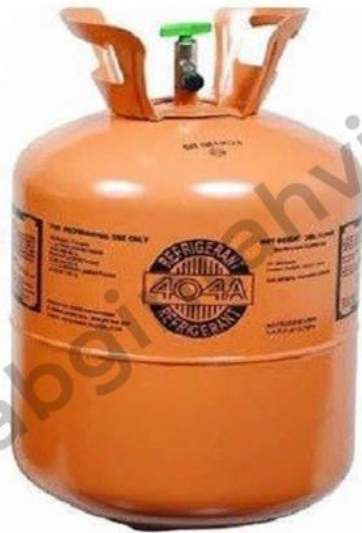
مشخصات گاز R407C

- از لحاظ خواص فیزیکی و ترمودینامیکی بسیار شبیه به گاز R22 می‌باشد.
- این مبرد ترکیب سه گاز R125، R134a و R32 با نسبت وزنی ۲۳ و ۲۵ و ۵۲ درصد می‌باشد.
- برای کارکرد در شرایط دمای تبخیر بین ۲۰ تا ۵۰ درجه فارنهایت مناسب بوده و در یک سیکل با دمای تقطیر، تبخیر، فرو سرمایش و فرا گرمایش معین، ظرفیت تبرید آن مطابق R22 است.
- این مبرد با رنگ قهوه‌ای ملایم دارای پتانسیل تخریب ازن صفر می‌باشد (ODP=0).
- پتانسیل گرمایش کره زمین آن ۱۶۰۰ می‌باشد (GWP=1600).

- این گاز برای استفاده در [اوپراتور](#) شناور و کمپرسورهای سانتریفوژ توصیه نمی‌گردد.
- در جایگزینی این مبرد به جای R22 نیاز به طراحی مجدد سیستم نبوده و فقط روغن کمپرسور، فیلتر درایر و شیر انبساط تغییر می‌کند.
- از آنجا که این مبرد ترکیبی است، در حالت گاز شرایط متغیری داشته و بدین لحاظ پیشنهاد می‌گردد که در فاز مایع شارژ گردد.
- در یونیت‌های تهویه مطبوع، سیستم‌های تبرید صنعتی و چیلرها به کار برده می‌شود.

مشخصات گاز R404a

- از نظر خواص فیزیکی و ترمودینامیکی ساختاری شبیه به گاز R502 دارد.
- ترکیب سه گاز R143a، R125 و R134a با نسبت وزنی ۴۴ و ۵۲ و ۴ درصد می‌باشد.
- این مبرد جایگزین گازهای R22 و R502 در دماهای پایین و متوسط، یعنی دمای تبخیر پایین‌تر از صفر درجه فارنهایت می‌باشد و در این محدوده ظرفیت آن از R22 بیشتر است، به همین دلیل در سردخانه‌ها، دستگاه‌های یخساز، صنایع بستنی‌سازی، غذای منجمد و کانتینرهای یخچال‌دار استفاده می‌شود.
- در دمای تبخیر بالاتر، راندمان این مبرد نسبت به R22 کاهش می‌یابد، به همین دلیل بهتر است در این دامنه جایگزین نشود.
- این مبرد با رنگ نارنجی دارای پتانسیل تخریب ازن صفر می‌باشد (ODP=0).
- پتانسیل گرمایش کره زمین آن ۳۷۵۰ می‌باشد (GWP=3750).



مشخصات گاز R410a

- مبرد R410a حاوی گازهای R32 و R125 با نسبت وزنی مساوی بوده و به عنوان جایگزین بلند مدت گاز R22 تعیین گردیده است.
- این مبرد با رنگ صورتی دارای پتانسیل تخریب ازن صفر می باشد (ODP=0).
- پتانسیل گرمایش کره زمین آن ۱۸۹۰ می باشد (GWP=1890).
- دارای کارایی بسیار بالاتری نسبت به گاز R22 می باشد.
- جهت فشارها و ظرفیت های بالاتری نسبت به R22 مناسب است.
- در یونیت های تهویه مطبوع، سردخانه و سیستم های تبرید صنعتی به کار برده می شود.

- با توجه به کارکرد این گاز در فشار بالا در نظر گرفتن این فشار در انتخاب اجزای سیستم تبرید مهم می باشد. بطور مثال در جایگزینی با سیستم R22، نیازمند طراحی مجدد است. به دلیل کارکرد این گاز در فشار بالاتر، کمپرسوری که برای R22 طراحی می شود مناسب کار با R410a در همان شرایط نیست. این گاز برای کمپرسورهای سانتریفوژ، اواپراتور شناور و سیستم های تبرید پمپی مناسب است. هرچند ظرفیت این مبرد حدود ۵۰٪ بالاتر از R22 است، فشار تقطیر آن نیز تقریباً ۵۰ درصد بالاتر است و به همین دلیل اجزای سیکل تبرید باید برای چنین فشاری طراحی مجدد شوند.



جدول مبردها

جدول انواع مبردهای نسل قدیم و جدید و جایگزین های آنها به همراه فرمول شیمیایی و روغن مناسب شان و مشخصات زیست محیطی آنها در جدول زیر آمده است:



CFC	HCFC	HFC / HC / NH ₃	HFO / HFO based mixtures
R-12 Except automotive AC	R-401A / R-401B R-409A	AB** AB / MN**	R-400A R-513A R-448A R-448A
R-12 Automotive AC		R-134a R-437A	POE AB / POE
	Air Conditioning R-22	R-134a R-407C R-410A R-32 R-427A R-417A R-422D R-408A	POE POE POE POE / PAG POE AB / POE AB / POE POE
	Refrigeration R-22	R-134a R-404A / R-507A R-410A R-437A R-417A R-422E R-509F R-22	POE POE POE POE AB / POE MN / PAG POE MN / PAG
R-114	R-124	MN / AB*	R-1234yf R-1234ze R-400A R-513A R-448A R-448A R-405A
R-502	R-409A R-402A / R-502B R-403B R-22	AB / MN** AB** AB / MN / POE AB / POE	POE POE POE AB / POE MN / PAG POE MN / PAG
R-13B1		R-227ea / R-228fa / R-245fa R-404A / R-507A R-410A R-427A R-422A R-407F NH ₃ R-509F R-22	POE POE POE POE AB / POE MN / PAG POE MN / PAG POE
R-13 R-503		R-134a R-410A R-509F R-22	POE POE POE POE

CO₂ / subcritical or transcritical cooling application - Specific POE / PAG / PAG.

MN = mineral oil
AB = alkyl benzene oil
PAO = poly alpha olefin oil
PAG = polyalkylene glycol oil
POE = polyol ester oil
PVE = polyvinylether oil
* AB for low evaporation temperature.
** or POE oil in compliance with the compressor manufacturer.
Refrigerants GWP > 2500 ban on use in certain applications in 2020 according to F-Gas
Possible in these applications but not used today

Cooling application
High temperature
CFC / HCFC / HFC / NH₃
Freezing application
Very low temperature
(No ban according to F-Gas for temperatures below -50°C)

در جدول زیر نام اختصاری، نام شیمیایی، فرمول شیمیایی و همچنین دسته بندی کلیه مبردها بر اساس استاندارد اشری آمریکا آمده است:

مشخصات تمامی مبردها

مبرد	نام شیمیایی	فرمول شیمیایی
از نوع متان		
R11	Trichlorofluoromethane	CCl ₃ F
R12	Dichlorodifluoromethane	CCl ₂ F ₂
R12B1	Bromochlorodifluoromethane	CBrClF ₂
R13	Chlorotrifluoromethane	CClF ₃
R13B1	Bromotrifluoromethane	CBrF ₃
R14e	tetrafluoromethane (carbon tetrafluoride)	CF ₄
R21	Dichlorofluoromethane	CHCl ₂ F
R22	Chlorodifluoromethane	CHClF ₂
R23	Trifluoromethane	CHF ₃

CH ₂ Cl ₂	dichloromethane (methylene chloride)	R30
CH ₂ ClF	Chlorofluoromethane	R31
CH ₂ F ₂	difluoromethane (methylene fluoride)	R32
CH ₃ Cl	chloromethane (methyl chloride)	R40
CH ₃ F	fluoromethane (methyl fluoride)	R41
CH ₄	Methane	R50
از نوع اتان		
CCl ₂ FCF ₂	trichloro-1,2,2-trifluoroethane-1,1,2	R113
CClF ₂ CClF ₂	dichloro-1,1,2,2-tetrafluoromethane-1,2	R114
CClF ₂ CF ₃	Chloropentafluoroethane	R115
CF ₃ CF ₃	Hexafluoroethane	R116
CHCl ₂ CF ₃	dichloro-1,1,1-trifluoroethane-2,2	R123
CHClFCF ₃	chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane-2	R124
CHF ₂ CF ₃	Pentafluoroethane	R125
CH ₂ FCF ₃	tetrafluoroethane-1,1,1,2	R134a
CH ₃ CCl ₂ F	dichloro-1-fluoroethane-1,1	R141b
CH ₃ CClF ₂	chloro-1,1-difluoroethane-1	R142b
CH ₃ CF ₃	trifluoroethane-1,1,1	R143a
CH ₃ CHF ₂	difluoroethane-1,1	R152a
CH ₃ CHF ₂	difluoroethane-1,1	R152a
CH ₃ CH ₃	Ethane	R170
از نوع اتر		
CH ₃ OCH ₃	Dimethyl Ether	RE170
از نوع پروپان		
CF ₃ CF ₂ CF ₃	Octafluoropropane	R218
CF ₃ CHF ₂ CF ₃	heptafluoropropane-1,1,1,2,3,3,3	R227ea
CF ₃ CH ₂ CF ₃	hexafluoropropane-1,1,1,3,3,3	R236fa
CHF ₂ CH ₂ CF ₃	pentafluoropropane-1,1,1,3,3	R245fa
CH ₃ CH ₂ CH ₃	Propane	R290
از نوع ترکیبات آلی حلقوی		
-(CF ₂) ₄ -	Octafluorocyclobutane	RC318

از نوع هیدروکربن		
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ A3	Butane	R600
CH(CH ₃) ₂ CH ₃ A3	Isobutane	R600a
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Pentane	R601
CH(CH ₃) ₂ CH ₂ CH ₃	Isopentane	R601a
از نوع ترکیبات اکسیژنی		
CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	ethyl ether	R610
HCOOCH ₃	methyl formate	R611
از نوع ترکیبات گوگردی		
–	(Reserved for future assignment)	R620
از نوع ترکیبات نیتروژنی		
CH ₃ NH ₂	methyl amine	R630
CH ₃ CH ₂ (NH ₂)	ethyl amine	R631
از نوع ترکیبات غیر آلی		
H ₂	هیدروژن	R702
He	هلیوم	R704
NH ₃	آمونیاک	R717
H ₂ O	آب	R718
Ne	نئون	R720
N ₂	نیتروژن	R728
O ₂	اکسیژن	R732
Ar	آرگون	R740
CO ₂	کربن دی اکسید	R744
N ₂ O	نیتروژن اکسید	R744A
SO ₂	گوگرد دی اکسید	R764
از نوع ترکیبات آلی اشباع نشده		
CHCl=CHCl	trans-1,2-dichloroethene	R1130(E)
CF ₂ =CH ₂	difluoroethylene-1,1	R-1132a
CH ₂ =CH ₂	ethene (ethylene)	R1150
CF ₃ CH=CHCl	trans-1-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propene	R1233zd(E)
CF ₃ CF=CHCl	1-chloro-2,3,3,3-tetrafluoropropene-(Z)	R-1224yd(Z)

CF ₃ CF=CH ₂	tetrafluoro-1-propene-2,3,3,3	R1234yf
CF ₃ CH=CHF	trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propene	R1234ze(E)
CH ₃ CH=CH ₂	propene (propylene)	R1270
CF ₃ CH=CHCF ₃	trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene	R1336mzz(E)
CF ₃ CHCHCF ₃	cis-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene	R1336mzz(Z)
از نوع زئوتروپ		
–	R-12/114 (must be specified) (50.0/50.0)(60.0/40.0)	R400
–	R-22/152a/124 (53.0/13.0/34.0)	R401A
–	R-22/152a/124 (61.0/11.0/28.0)	R401B
–	R-22/152a/124 (33.0/15.0/52.0)	R401C
–	R-125/290/22 (60.0/2.0/38.0)	R402A
–	R-125/290/22 (38.0/2.0/60.0)	R402B
–	R-290/22/218 (5.0/75.0/20.0)	R403A
–	R-290/22/218 (5.0/56.0/39.0)	R403B
–	R-125/143a/134a (44.0/52.0/4.0)	R404A
–	R-22/152a/142b/C318 (45.0/7.0/5.5/42.5)	R405A
–	R-22/600a/142b (55.0/4.0/41.0)	R406A
–	R-32/125/134a (20.0/40.0/40.0)	R407A
–	R-32/125/134a (10.0/70.0/20.0)	R407B
–	R-32/125/134a (23.0/25.0/52.0)	R407C
–	R-32/125/134a (15.0/15.0/70.0)	R407D
–	R-32/125/134a (25.0/15.0/60.0)	R407E
–	R-32/125/134a (30.0/30.0/40.0)	R407F
–	R-32/125/134a (2.5/2.5/95.0)	R407G
–	R-32/125/134a (32.5/15.0/52.5)	R407H
–	R-32/125/134a (19.5/8.5/72.0)	R407I
–	R-125/143a/22 (7.0/46.0/47.0)	R408A
–	R-22/124/142b (60.0/25.0/15.0)	R409A
–	R-22/124/142b (65.0/25.0/10.0)	R409B
–	R-32/125 (50.0/50.0)	R410A
–	R-32/125 (45.0/55.0)	R410B
–	R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)	R411A

–	R-1270/22/152a (3.0/94.0/3.0)	R411B
–	R-22/218/143b (70.0/5.0/25.0)	R412A
–	R-218/134a/600a (9.0/88.0/3.0)	R413A
–	R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5)	R414A
–	R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5)	R414B
–	R-22/152a (82.0/18.0)	R415A
–	R-22/152a (25.0/75.0)	R415B
–	R-134a/124/600 (59.0/39.5/1.5)	R416A
–	R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4)	R417A
–	R-125/134a/600 (79.0/18.3/2.7)	R417B
–	R-125/134a/600 (19.5/78.8/1.7)	R417C
–	R-290/22/152a (1.5/96.0/2.5)	R418A
–	R-125/134a/E170 (77.0/19.0/4.0)	R419A
–	R-125/134a/E170 (48.5/48.0/3.5)	R419B
–	R-134a/142b (88.0/12.0)	R420A
–	R-125/134a (58.0/42.0)	R421A
–	R-125/134a (85.0/15.0)	R421B
–	R-125/134a/600a (85.1/11.5/3.4)	R422A
–	R-125/134a/600a (55.0/42.0/3.0)	R422B
–	R-125/134a/600a (82.0/15.0/3.0)	R422C
–	R-125/134a/600a (65.1/31.5/3.4)	R422D
–	R-125/134a/600a (58.0/39.3/2.7)	R422E
–	134a/227ea (52.5/47.5)	R423A
–	R-125/134a/600a/600/601a (50.5/47.0/0.9/1.0/0.6)	R424A
–	R-32/134a/227ea (18.5/69.5/12)	R425A
–	R-125/134a/600/601a (5.1/93.0/1.3/0.6)	R426A
–	R-32/125/143a/134a (15.0/25.0/10.0/50.0)	R427A
–	R-125/143a/290/600a (77.5/20.0/0.6/1.9)	R428A
–	R-E170/152a/600a (60.0/10.0/30.0)	R429A
–	R-152a/600a (76.0/24.0)	R430A
–	R-290/152a (71.0/29.0)	R431A
–	R-1270/E170 (80.0/20.0)	R432A

–	R-1270/290 (30.0/70.0)	R433A
–	R-1270/290 (5.0/95.0)	R433B
–	R-1270/290 (25.0/75.0)	R433C
–	R-125/143a/134a/600a (63.2/18.0/16.0/2.8)	R434A
–	R-E170/152a (80.0/20.0)	R435A
–	R-290/600a (56.0/44.0)	R436A
–	R-290/600a (52.0/48.0)	R436B
–	R-290/600a (95.0/5.0)	R436C
–	R-125/134a/600/601 (19.5/78.5/1.4/0.6)	R437A
–	R-32/125/134a/600/601a (8.5/45.0/44.2/1.7/0.6)	R438A
–	R-32/125/600a (50.0/47.0/3.0)	R439A
–	R-290/134a/152a (0.6/1.6/97.8)	R440A
–	R-170/290/600a/600 (3.1/54.8/6.0/36.1)	R441A
–	R-32/125/134a/152a/227ea (31.0/31.0/30.0/3.0/5.0)	R442A
–	R-1270/290/600a (55.0/40.0/5.0)	R443A
–	R-32/152a/1234ze(E) (12.0/5.0/83.0)	R444A
–	R-32/152a/1234ze(E) (41.5/10.0/48.5)	R444B
–	R-744/134a/1234ze(E) (6.0/9.0/85.0)	R445A
–	R-32/1234ze(E)/600 (68.0/29.0/3.0)	R446A
–	R-32/125/1234ze(E) (68.0/3.5/28.5)	R446B
–	R-32/125/1234ze (E) (68.0/8.0/24.0)	R447B
–	R-32/125/1234yf/134a/1234ze(E) (26.0/26.0/20.0/21.0/7.0)	R448A
–	R-32 /125 /1234yf /134a (24.3/24.7/25.3/25.7)	R449A
–	R-32/125/1234yf/134a (25.2/24.3/23.2/27.3)	R449B
–	R-32/125/1234yf/134a (20.0/20.0/31.0/29.0)	R449C
–	R-134a/1234ze(E) (42.0/58.0)	R450A
–	R-1234yf/134a (89.8/10.2)	R451A
–	R-1234yf/134a (88.8/11.2)	R451B
–	R-32/125/1234yf (11.0/59.0/30.0)	R452A
–	R-32/125/1234yf (67.0/7.0/26.0)	R452B
–	R-32/125/1234yf (12.5/61.0/26.5)	R452C

–	R-32/125/134a/227ea/600/601a (20.0/20.0/53.8/5.0/0.6/0.6)	R453A
–	R-32/1234yf (35.0/65.0)	R454A
–	R-32/1234yf (68.9/31.1)	R454B
–	R-32/1234yf (21.5/78.5)	R454C
–	R-744/32/1234yf (3.0/21.5/75.5)	R455A
–	R-32/134a/1234ze(E) (6.0/45.0/49.0)	R456A
–	R-32/1234yf/152a (18.0/70.0/12.0)	R457A
–	R-32/125/134a/227ea/236fa (20.5/4.0/61.4/13.5/0.6)	R458A
–	R-32/1234yf/1234ze(E) (68.0/26.0/6.0)	R459A
–	LTR 11: R-32/1234yf/1234ze(E) (21.0/69.0/10.0)	R459B
–	LTR 10: R-32/125/134a/1234ze(E) (12.0/52.0/14.0/22.0)	R460A
–	LTR4X10: R-32/125/134a/1234ze(E) (28.0/25.0/20.0/27.0)	R460B
–	R-32/125/134a/1234ze(E) (2.5/2.5/46.0/49.0)	R460C
–	R-125/143a/134a/227ea/600a (55.0/5.0/32.0/5.0/3.0)	R461A
–	R-32/125/143a/134a/600 (9.0/42.0/2.0/44.0/3.0)	R462A
–	R-744/32/125/1234yf/134a (6.0/36.0/30.0/14.0/14.0)	R463A
–	R-32/125/1234ze(E)/227ea (27.0/27.0/40.0/6.0)	R464A
–	R-32/290/1234yf (21.0/7.9/71.1)	R465A
از نوع آزنوتروپ		
–	R-12/152a (73.8/26.2)	R500
–	R-22/12 (75.0/25.0)	R501
–	R-22/115 (48.8/51.2)	R502
–	R-23/13 (40.1/59.9)	R503
–	R-32/115 (48.2/51.8)	R504
–	R-12/31 (78.0/22.0)	R505
–	R-31/114 (55.1/44.9)	R506
–	R-125/143a (50.0/50.0)	R507A
–	R-23/116 (39.0/61.0)	R508A
–	R-23/116 (46.0/54.0)	R508B
–	R-22/218 (44.0/56.0)	R509A

–	R-E170/600a (88.0/12.0)	R510A
–	R-290/E170 (95.0/5.0)	R511A
–	R-134a/152a (5.0/95.0)	R512A
–	R-1234yf/134a (56.0/44.0)	R513A
–	R-1234yf/134a (58.5/41.5)	R513B
–	R-1336mzz(Z)/1130(E) (74.7/25.3)	R514A
–	R-1234ze (E)/227ea (88.0/12.0)	R515A
–	R-1234yf/134a/152a (77.5/8.5/14.0)	R516A

مقایسه مبردها

مبردهای R410a و R407c هر دو جایگزین‌های مبرد R22 هستند اما R134a جایگزینی برای مبرد R12 می‌باشد. در برنامه از رده خارج کردن HCFC ها این دو مبرد جایگزین R22 شده‌اند. حال اینکه کدام انتخاب شود بستگی به کاربردها دارد. اولاً مبرد R407c در دماهای بالا به عنوان جایگزین R22 استفاده می‌شود. در کاربردهایی با دمای تبخیر مشابه چیلرهای تهویه مطبوع اما در دماهای پایین‌تر دیگر، R407c جوابگو نبوده و باید به سراغ مبردهای دیگر رفت که مبرد R410a علاوه بر دمای بالا در دمای تبخیر متوسط medium هم می‌تواند جایگزین R22 شود.

مبرد R410a ظرفیت برودتی بیشتری ایجاد می‌کند یا به عبارتی اگر ظرفیت یکسان بخواهیم، کمپرسور با حجم جابجایی کمتری احتیاج است. جدول زیر مقایسه تئوریک دو مبرد و مبرد R22 رو انجام داده است.

مزیت دیگر R410a این است که رفتاری شبیه به ماده خالص از خود نشان می‌دهد و تقریباً جزء مبردهای near-azeotrope می‌باشد و مشکلاتی که در مبردهای zeotrope وجود دارد در مبرد R410a کمتر است. temperature glide در این مبرد نزدیک به صفر است به این معنی که در یک فشار معین، دمای مایع و بخار اشباع بسیار نزدیک به هم برخلاف R407c می‌باشد.

البته R410a معایبی هم دارد که یکی از آن معایب، فشار بالای مبرد می‌باشد که باعث می‌شود احتیاج به کمپرسور فشار بالا و ضخامت لوله بیشتر باشد و مبدل‌ها تحمل فشار بالاتری را داشته باشند.

همچنین اگر مبرد R410a استفاده کنید حتماً باید سیستم جدید ساخته شود و در سیستم R22 قبلی نمی‌شود مبرد R410a را جایگزین کرد.

البته این نکته هم قابل ذکر است که مبرد R407c جایگزین R22 در شرایط آب هوایی مختلف می‌باشد اما گاز R410a با توجه به فشار کندانس و تبخیر بالا محدودیت در محیط‌های گرم را دارد.

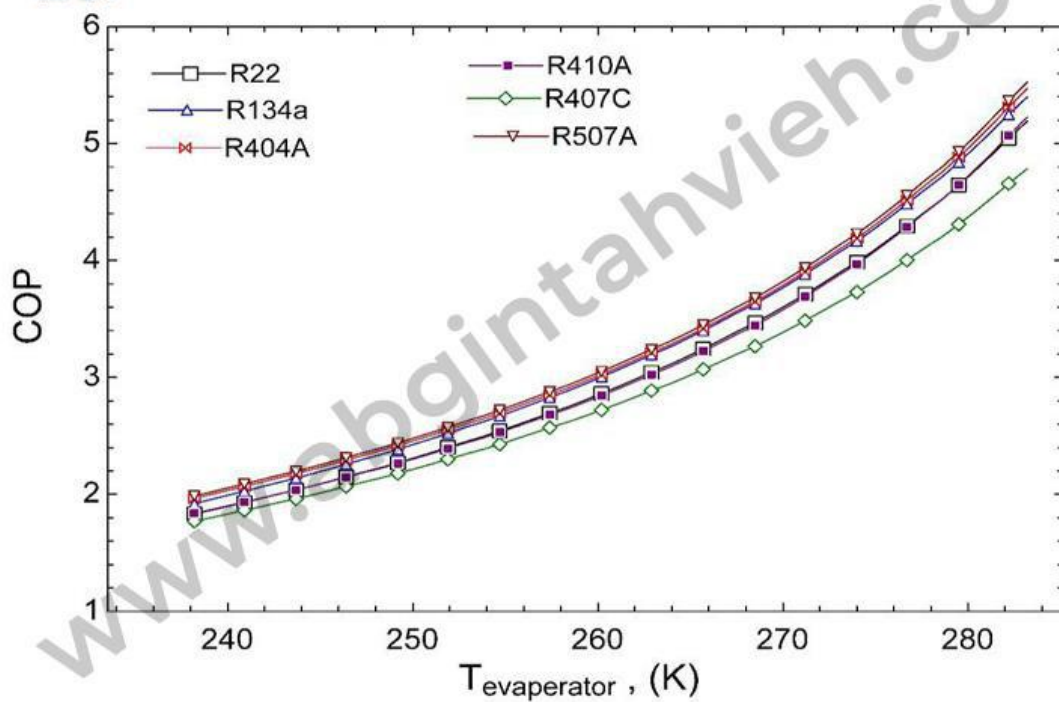
مبردهای R134a و R410a و R407c هم جای خود را کم کم به مبردهای جدیدتر مانند HFO1234ze با $GWP=6$ می‌دهند.

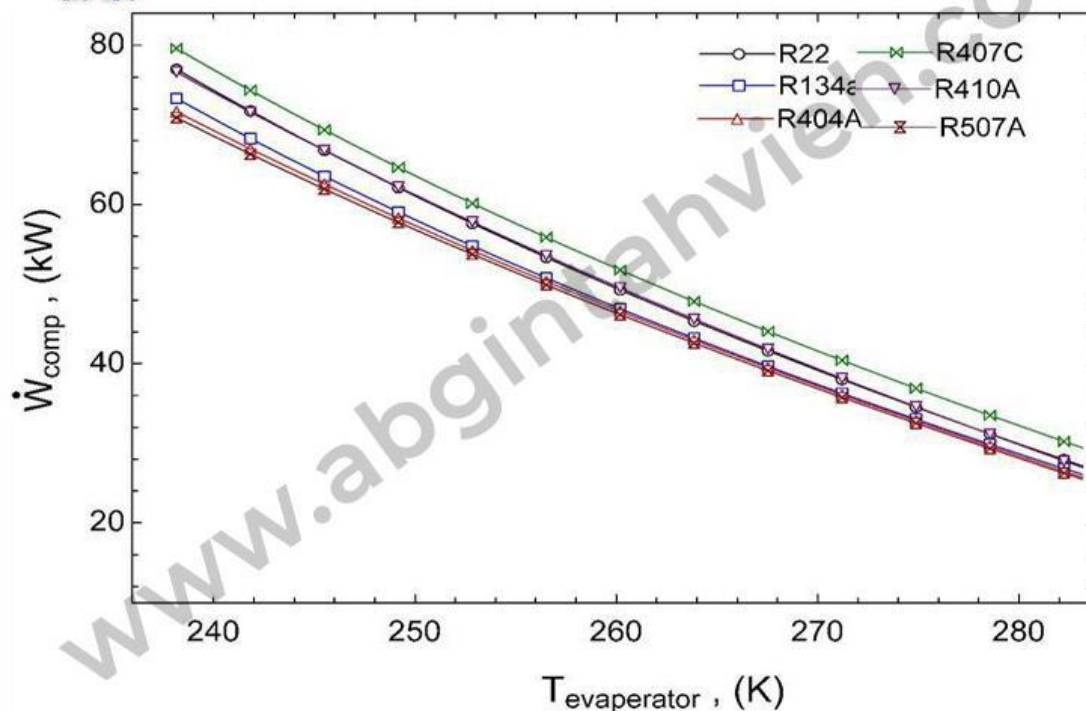
این مبرد که جدیدترین مبرد مورد استفاده در چیلرها به ویژه چیلر اسکرو می‌باشد. جایگزین مبرد R134a شده است. این مبرد علاوه بر $ODP=0$ دارای GWP بسیار پایین می‌باشد GWP . مبرد R134a عدد ۱۶۱۰ می‌باشد که در این چیلر به عدد ۶ رسیده است. در واقع این مبرد را می‌توان به روزترین مبرد دوستدار محیط زیست دانست.

Theoretical Cycle Performance

	HCFC-22	Suva® 407C (R-407C)	Suva® 410A (R-410A)
Refrigeration Capacity (HCFC-22 = 1.0)	1.00	1.00	1.45
Coefficient of Performance	6.43	6.27	6.07
Compression Ratio	2.66	2.83	2.62
Compressor Discharge Temperature, °C (°F)	77.3 (171.2)	75.1 (167.1)	74.6 (166.3)
Compressor Discharge Pressure, kPa abs (psia)	1662 (241.0)	1763 (255.6)	2612 (378.8)
Temperature Glide, °C (°F)	0 (0)	4.9 (8.9)	0 (0)

Conditions: 43.3°C (110°F) condenser/7.2°C (45°F) evaporator/2.8°C (5°F) of subcooling/8.3°C (15°F) of superheat





نامگذاری مبردها

اولین نامگذاری مبردها برای استفاده عمومی در سال ۱۹۵۶ انجام گرفت که بحث در مورد نحوه این نامگذاری در استاندارد ASHRAE 34-1989 ذکر شده است. برخی منابع معتقدند که اینگونه نحوه نامگذاری برای اولین بار توسط کمپانی Dupont پیشنهاد شده است. بر اساس یک قرارداد بین المللی مبردها با حروف R در ابتدای نام آنها شناخته می شوند. در ادامه این حرف R چندین رقم و حرف نیز آورده می شوند که این چند رقم یا حرف معرف ترکیب شیمیایی مولکول مبرد بصورت زیر است:

روش اول نامگذاری

مبردی با نام $Rxyz$ را در نظر بگیرید.

- اگر پارامتر X برابر مقدار صفر باشد به این معنی است که مبرد از سری هیدروکربن متان می باشد.

مانند : ($R012$ یا $R12$) یا ($R022$ یا $R22$)

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۱ باشد به این معنی است که مبرد از سری هیدروکربن اتان می باشد.

مانند : $R114$ یا $R134a$

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۲ باشد به این مفهوم است که مبرد از سری هیدروکربن پروپان است.

مانند : $R290$

در این گروه از مبردها ۱ و ۲ و $X=0$ پارامتر Y معرفی کننده تعداد اتم هیدروژن بعلاوه ۱ و پارامتر Z معین کننده تعداد اتم های فلئور در مولکول مبرد می باشد.

برای نمونه مبرد $R22$ (یا همان $R022$) با فرمول شیمیایی $CHClF_2$ (کلرو دی فلئورو متان)، از سری هیدروکربن متان دارای ۱-۲ یعنی ۱ اتم هیدروژن و ۲ اتم فلئور می باشد.

مبرد $R134a$ با فرمول شیمیایی $C_2H_2F_4$ (تترا فلئورو اتان)، از سری هیدروکربن اتان دارای ۱-۳ یعنی ۲ اتم هیدروژن و ۴ اتم فلئور می باشد.

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۴ باشد، به این مفهوم است که مبرد از نوع مخلوط $Zeotropic$ است.

نمونه ای از این مبردها $R407c$ و $R407a$ می باشند.

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۵ باشد، بدین معناست که مخلوط از نوع $Azeotropic$ می باشد. کل مخلوط رفتاری همانند یک مبرد خالص از خود نشان می دهد و مخلوط دارای یک نقطه جوش معین است.

نمونه ای از این مبردها $R502$ و $R507$ می باشند.

دو پارامتر Y و Z نیز اعداد ترتیبی هستند که تنها جهت شماره گذاری مبرد بکار می روند.

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۶ باشد، به این معناست که مبرد یک ترکیب آلی می باشد. از این نمونه می توان به بوتان R600 ، متیل آمین R630 اشاره کرد.

این دسته از مبردها دارای چندین زیر گروه شامل انواع ترکیبات آلی هیدروکربنی، ترکیبات اکسیژن، ترکیبات سولفوریک و ترکیبات نیتروژنی می باشند.

دو پارامتر Y و Z بصورت دو رقم تعیین کننده شماره زیر گروه این ترکیب آلی است.

- اگر پارامتر X برابر مقدار ۷ باشد، یعنی ترکیب یک ترکیب غیر آلی می باشد. مانند: آمونیاک R717 و آب R718 و یا دی اکسید کربن R744.

دو پارامتر Y و Z نیز در این نامگذاری جرم مولکولی ترکیب را مشخص می کند.

- اگر پارامتر X برابر ۱۱ باشد، ترکیب یک ترکیب اشباع نشده از خانواده اتان ها می باشد. مانند : R1150.

- اگر پارامتر X برابر ۱۲ باشد، بدین مفهوم است که ترکیب یک ترکیب اشباع نشده از خانواده پروپان ها می باشد. مانند : R1270.

دو پارامتر Y و Z نیز سری ترکیب را مشخص می کند.

مبردی با نام Rxyzp را در نظر بگیرید:

- پارامتر X تعیین کننده تعداد پیوندهای دوگانه کربن= کربن مولکول مبرد می باشد (که غالباً این پارامتر برابر مقدار عددی صفر بوده و نوشته نمی شود).

- پارامتر Y تعیین کننده تعداد اتم های کربن موجود در مولکول مبرد منهای یک است.

- پارامتر Z تعیین کننده تعداد اتم های هیدروژن مولکول ترکیب بعلاوه یک است.

- پارامتر P نیز تعیین کننده تعداد اتم های فلئور مولکول ترکیب است.

توجه کنید که این قاعده نامگذاری شامل نامگذاری مبردهای خانواده زئوتروپ ها، R400 آزنوتروپ ها R600، R500 (مبردهای آلی) و R700 (مبردهای غیر آلی) نمی شود.

برای نمونه مبرد R217 (یا R0217) با فرمول شیمیایی C_3F_7Cl (منو کلرو هپتا فلوئورو پروپان) دارای ۷ اتم فلوئور، ۱-۱ یعنی صفر اتم هیدروژن، ۲+۱ یعنی ۳ اتم کربن بوده و دارای هیچ پیوند دوگانه کربن=کربنی نیز نمی باشد.

نکته (۱)

- حروف انتهایی کوچک، تعیین کننده ساختار مولکولی ترکیب (ایزومری ترکیب) است.

برای نمونه R600 بوتان یا R600a ایزوبوتان که در هر دو ترکیب فرمول شیمیایی C_4H_{10} یکسان است ولیکن نحوه قرار گرفتن اتم ها در دو ترکیب متفاوت می باشد که در نتیجه خواص دو ترکیب نیز متفاوت خواهد بود. نمونه دیگر مبرد R216 (دی کلرو هگزا فلوئورو پروپان) با فرمول $C_3F_6Cl_2$ می باشد که دارای چندین ایزومر بصورت زیر است:

$CF_3CCl_2CF_3$

R216

$CF_2ClCF_2CF_2Cl$

R216a

$CF_2ClCFClCF_3$

R216b

$CFCI_2CF_2CF_3$

R216c

نکته (۲)

- حروف انتهایی بزرگ، نیز در نامگذاری تعیین کننده نسبت سهم اجزای تشکیل دهنده مخلوط است. برای نمونه R407a مخلوطی از مبردهای R32 و R125 و R134a است، با این تفاوت که R407a دارای مخلوط (20%) R32 و (40%) R125 و (40%) R134a و مبرد R407c مخلوط (23%) R32 و R125 و (25%) و (52%) R134a می باشند.

نکته ۳)

- در مبردهایی که در آن‌ها عنصر برم (Br) بجای عنصر کلر (Cl) مشاهده می‌شود، همین قاعده نامگذاری نیز صادق است با توجه به این نکته که در انتهای نامگذاری حرف B نیز ذکر می‌گردد بدین معنا که در مولکول ترکیب بجای عنصر کلر عنصر برم موجود است. همچنین رقمی که بعد از حرف B آورده می‌شود مشخص کننده تعداد اتم برم موجود در ترکیب است.

برای نمونه مبرد R13B1 (یا R013B1) با فرمول شیمیایی CF_3Br (برومو تری فلئورو متان)، از سری هیدروکربن متان دارای ۱-۱ یعنی صفر اتم هیدروژن و ۳ اتم فلئور و ۱ اتم برم می‌باشد.

مبرد R22B1 (یا R022B1) با فرمول شیمیایی CHBrF_2 (برومو دی فلئورو متان)، از سری هیدروکربن متان دارای ۱-۲ یعنی ۱ اتم هیدروژن و ۲ اتم فلئور و ۱ اتم برم می‌باشد.

نکته ۴)

- مبردهایی که مولکول آن‌ها یک ترکیب مشتق شده حلقوی شکل می‌باشد، در نامگذاری آن‌ها بعد از حرف R حرف C نیز ذکر می‌گردد، که از این جمله می‌توان به RC316 با فرمول $\text{C}_4\text{Cl}_2\text{F}_6$ (دی کلرو هگزا فلئورو بوتان) اشاره کرد.

بطور کلی مبردها نقش بسیار مهمی در سیستم‌های تولید برودت مانند چیلرها و سردخانه‌ها دارند، تنوع در فشار و دمای کاری مبردها باعث می‌گردد تا دامنه راندمان آن‌ها در تولید برودت بسیار متفاوت و متنوع باشد. نوع و کیفیت مبرد با طول عمر، مصرف برق و راندمان یک سیستم سرمایشی نسبت کاملاً مستقیم دارد. از این رو در هنگام انتخاب نوع مبرد جهت یک سیستم برودتی می‌بایست به این موارد و البته تأثیرات زیست محیطی آن توجه ویژه داشت.

امروزه شرکت‌های بزرگ تولید کننده تجهیزات برودتی اقدام به استفاده از ترکیب‌هایی همچون آب، گاز دی اکسید کربن به عنوان مبرد نموده‌اند تا از آثار مخرب مبردها بر روی محیط زیست بکاهند.

پرسش‌های متداول

آیا همچنان مبرد R22 تولید می‌شود؟

➤ بله، با وجود ممنوعیت استفاده از سیستم‌های شارژ شده با مبرد R22 اما همچنان هم مبرد مذکور تولید می‌شود و هم کمپرسور، درایر و اکسپنشن ولو آن تولید می‌گردد.

آیا می‌توان از مبرد R22 بجای R134a استفاده کرد؟

➤ خیر، این دو مبرد دارای فشار کاری متفاوتی هستند و نمی‌توان از آن‌ها بعنوان جایگزین برای دیگری استفاده نمود.

بهترین مبرد جهت سیستم‌های دما پایین چه مبردی است؟

➤ بهترین مبرد جهت دماهای زیر صفری تا حدود منفی ۴۰ درجه سانتیگراد مبرد R404a است اما با مبرد R22 نیز می‌توان به راحتی تا دمای منفی ۲۰ درجه سانتیگراد رسید.

مهم‌ترین موردی که هنگام تعویض نوع مبرد یک سیستم باید در نظر گرفت چیست؟

➤ مهم‌ترین مورد فشار کاری و دمای اشباع مبرد جایگزین است در صورتیکه این دو مورد یکسان و یا بسیار نزدیک بهم بود با انجام یک سری تمهیدات امکان تعویض دو مبرد بلامانع است.

آیا مبردهای فریونی آتش‌زا هستند؟

➤ خیر، مبردهای فریونی در اثر مجاورت با شعله آتش نمی‌گیرند و از این بابت خطرناک نیستند.