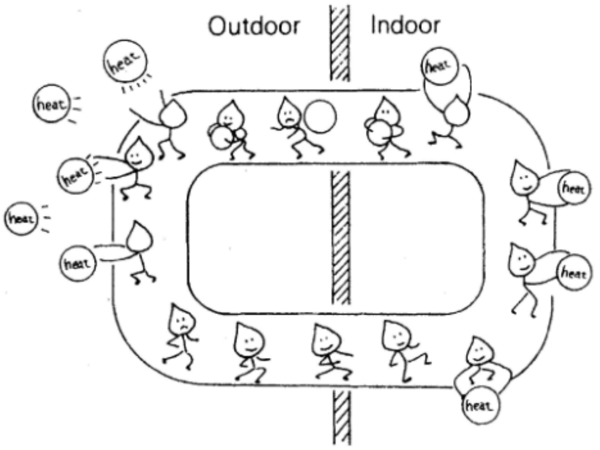
Refrigerant



Refrigerant သည် Heat Cycle များနှင့် Vapor Compression cycle များတွင် အသုံးပြုသည့် substance တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ Heat Carrier (သို့) အပူကိုသယ်ဆောင်သူများဟုလည်းခေါ်ဆိုနိုင်သည်။

Chiller များနှင့် Refrigeration Machine များတွင် မရှိမဖြစ်လိုအပ်သည့် substance (အရည်ဖြစ်နှင့်သော်လည်းကောင်း အငွေ့ အဖြစ်သော်လည်းကောင်းတည့်ရှိနိုင်သည့်) တစ်မျိုးဖြစ်သည်။

လူ၏ခန္ဓာကိုယ်အတွင်းတွင် သွေးတွေလည်ပတ်နေသကဲ့သို့ Chiller သို့ Refrigeration Machineများ၌လည်း Refrigerant ကသွေးများကဲ့သို့ လည်ပတ်နေသည်။ လူ့နှလုံး(Heart) သည် သွေးများကို လည်ပတ်အောင် တွန်းပေး(Pump) နေသလို Chiller တစ်လုံးအတွင်းရှိ Compressorသည် Refrigerant များ လည်ပတ်နေအောင် တွန်းပေး(Pump) နေသည်။

လူခန္ဓာအတွက်သွေးအမျိုးအစားများကွဲပြားသလို Chiller တစ်လုံး အတွက်လည်း Refrigerant အမျိုးအစားများစွာကွဲပြားနိုင်ပါသည်။ အသုံးများသော Refrigerant များမှာ R11, R12, R22, R123, R134a စသဖြင့်များစွာကွဲပြားသည်။ နာမည် များစွာကွဲပြားသကဲ့သို့ Refrigerant တစ်မျိုးခြင်းကိုလိုက်၍ Chemical Properties, Thermal Properties, Environmental Effect, စသည် အကျိုးအပြစ် များစွာလည်း ကွဲပြားကြသည်။

ထို Gas များကို Refrigerant အဖြစ်အသုံးပြုသောကြောင့် “R” ဟုသတ်မှတ်ပြောဆိုကြခြင်းဖြစ်သည်။ Refrigerant အားလုံးကို ဓါတု ဖွဲ့ စည်းပုံအရ အစု (Group) လေးခု ခွဲခြား ထားသည်။

၁) CFC အစု (R11 သည် CFC gas ဖြစ်သည်။) CFC သည် chlorofluorocarbon ဖြစ်ပြီး carbon, chlorine, and fluorine ပေါင်းစပ်ထားသည့် organic compound ဖြစ်သည်။ methane and ethane ဓါတ်ငွေ့ အမျိုးအစား တို့နှင့် အနီးစပ်ဆုံးတူညီကြသည်။

၂) HCFC အစု (R22 သည် HCFC gas ဖြစ်သည်။)

HCFC သည် hydrochlorofluorocarbons ဖြစ်ပြီး carbon, chlorine, fluorine and hydrogen ပေါင်းစပ်ထားသည့် organic compound ဖြစ်သည်။ chlorine သည် အဆိပ်ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်သည်။ DuPont ကုမ္ပဏီမှ Freon နာမည်နှင့် R22ထုပ်လုပ်သည် ။ Freon 22 သည် DuPont နှင့်သာသက်ဆိုင်သည့် ကိုယ်ပိုင်နာမည်ဖြစ်သည်။ common name များမဟုတ်ပါ။

၃) HFC အစု (R134a သည် HFC gas ဖြစ်သည်။) HFC သည်Hydrofluorocarbons ဖြစ်ပြီး carbon, fluorine and hydrogen ၃ မျိုး ပေါင်းစပ်ထားသည့် organic compound ဖြစ်သည်။HFCတွင် chlorine မပါသောကြောင့် HFC သည့်အဆိပ်ဓါတ်ငွေ့ မဟုတ်ပေ။

၄) HC အစု

TYPES OF REFRIGERANTS			
Prefix	**Stands For**	**Atoms in the Molecule**	**Example**
CFC	chlorofluorocarbon	Chlorine (Cl), Fluorine (F), Carbon (C)	CFC-11
HCFC	hydrochlorofluorocarbon	Hydrogen (H), Chlorine (Cl), Fluorine (F), Carbon (C)	HCFC-22
HFC	hydrofluorocarbon	Hydrogen (H), Fluorine (F), Carbon (C)	HFC-134a

Prefix	Meaning	Atoms in the Molecule
CFC	chlorofluorocarbon	Cl, F, C
HCFC	hydrochlorofluorocarbon	H, Cl, F, C
HFC	hydrofluorocarbon	H, F, C
HC	hydrocarbon	H, C

R11 သည် Air Con သို့မဟုတ် Refrigeration သမားများ၏ အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။ CFC-11 သည် ပိုမိုမှန်ကန်သည့် အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။

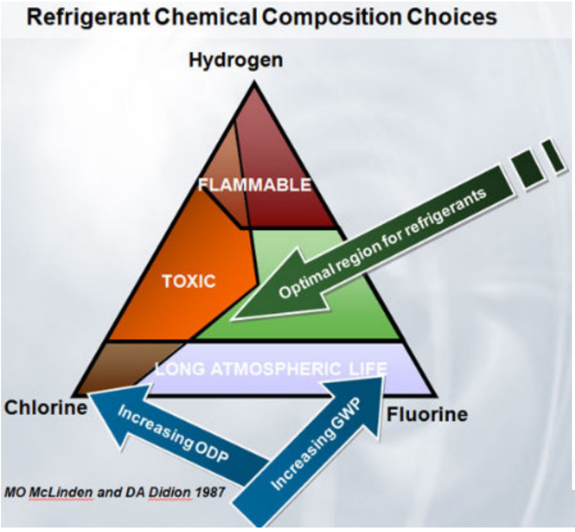
R22 သည် Air Con သို့မဟုတ် Refrigeration သမားများ၏ အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။ HCFC-22 သည် ပိုမိုမှန်ကန်သည့် အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။

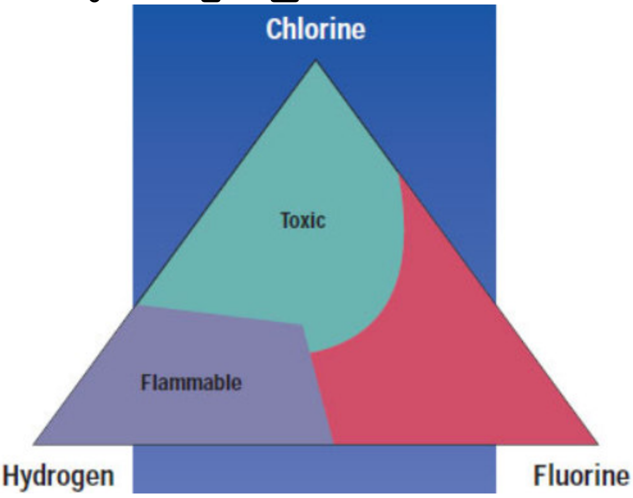
R134a သည် Air Con သို့မဟုတ် Refrigeration သမားများ၏ အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။ HFC-134a သည် ပုမိုမှန်ကန်သည့် အခေါ်အဝေါ်ဖြစ်သည်။

CFC Refrigerant များကို တကမ္ဘာလုံးအတိုင်းအတာဖြင့် မထုပ်လုပ်ကြရန် နှင့် အသုံးမပြုကြရန် နိုင်ငံအားလုံးနီးပါး သဘောတူညီပြီးဖြစ်သည်။ HCFC Refrigerant များကို မထုပ်လုပ်ကြရန် နှင့် အသုံးမပြုကြရန် နိုင်ငံအားလုံးနီးပါးကြိုးစားနေချိန် (transition period) ဖြစ်သည်။ HFC Refrigerant များကို သူထက်ကောင်းသည့် Refrigerant မပေါ်ပေါက်ချိန်အထိသုံးစွဲကြလိမ့်မည်ဖြစ်သည်။

Refrigerant များသည် အခြေခံ ဖြင့် ဓါတ်ငွေ့ ၃ မျိုးဖြင့် ဖွဲ့ စည်းထားခြင်းဖြစ်သည်။ Chlorine, Hydrogen, Fluorine ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်သည်။ Refrigerant များသည်အမျိုးအစားကိုလိုက်၍ ထို ဓါတ်ငွေ့ ၃ မျိုး၏ ပါဝင်မှုအချိုးအစားများမှာ ကွဲပြားကြသည်။

အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်ပုံတွင် Chlorine နှင့် Fluorine တို့ သည့် လေထုထဲတွင် ကြာရှည်စွာတည်ရှိနိုင်သည်ဖော်ပြထားသည်။ Chlorine ပါဝင်မှုများသည့် Refrigerant သည် အိုဇုန်းလွှာကိုပိုမိုထိခိုက်စေသည် (Ozone depletion potential- ODP များသည်)သည်။Fluorine ပါဝင်မှုများသည့် Refrigerant သည် ကမ္ဘာကြီးပူနွေးလာမှုကို(Global Warming Potential-GWP) ပိုမိုဖြစ်စေသည်။ Hydrogen ပါဝင်မှုများသည့် Refrigerant သည် မီးလောင်လွယ်(Flammable)သည်။ Chlorine ပါဝင်မှုများသည့် Refrigerant သည် အဆိပ်ဓါတ်ငွေ့ (Toxic)ဖြစ်သည်။





အပူကို စုပ်ယူနိုင်စွမ်းရှိသည့် မည်သည့် substance ကို မဆို Refrigerant အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်သည်။ မိမိ အသုံးချလိုသည့် (application) အပူချိန် ခြားနားချက် အတွင်း (Temperature range) တွင် Substance တစ်ခုသည် Phase ပြောင်းလဲမှု မရှိပါက Secondary Refrigerant (သို့) Heat Transfer Media အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်သည်။

ရေ (water) ကို အဆောက်အဦးများ၏ Chilled water system များတွင် Secondary Refrigerant (သို့) Heat transfer media အဖြစ် အသုံးပြုကြသည်။ အဆောက်အဦးများရှိ Chilled water system များ၏ အပူချိန် သည် 6°C (F) မှ 20°C (F) အတွင်းဖြစ်သည်။ သို့သော် 3°C ထက်နိမ့်သော (သို့) 0°C ထက်နိမ့်သော အပူချိန်များတွင် အလုပ်လုပ်သော Industrial application များအတွက် ရေ ကို အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် Brine ၊ Glyco mixture (ရေ နှင့် Glyco အရော) ကို အသုံးပြုရသည်။ ရေခဲအမှတ် သည် 0°C ဖြစ်သော ကြောင့် 0°C အောက် တွင် အလုပ်လုပ်သော System များအတွက် ရေမှာ မသင့်လျော်ပေ။ Brine ၊ Glyco mixture တို့၏ freezing Point မှာ 0° C ထက် နိမ့်သော ကြောင့် အသုံးပြုရန် သင့်လျော် သည်။

Refrigeration Machine များသည် Vapor compression cycle ကို အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားကြသည်။ Vapor compression cycle တစ်ခုအတွင်းတွင် Refrigerant အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် အောက်ပါ ဂုဏ်သတ္တိများ ပေါ်တွင် အခြေခံသည်။

(က) Non poisonous and Non toxic (or low toxicity)

လူကို အန္တရယ် ပြုနိုင်သော ဓါတုဗေဒ ပစ္စည်းများ မပါဝင်ရ။ အဆိပ်သင့် စေမည့် ဓါတ်ငွေ့များ ပါဝင်မှု မရှိစေရ။

(ခ) Chemically stable in both liquid and vapor state

မည့်သည့် အခြေအနေ (Liquid or Vapor) တွင်ဖြစ် ပါစေ ဓါတုဗေဒ နည်းအရ ပြိုကွဲမှု မရှိစေရ။ Stable ဖြစ်ရမည်။

(ဂ) Non Flammable

မီးလောင်လွယ်သည့် ဓါတ်ငွေ့ မဖြစ်စေရ။ ကိုယ်တိုင် လည်း မီးမလောင်နိုင် (သို့) မီးလောင်ခြင်း ကိုလည်း အားပေးသည့် ဓါတ်ငွေ့ မဖြစ်စေရ။

(ဃ) Non Corrosive

သတ္တုများနှင့် ဓါတ်ပြုခြင်း ၊ သံချေးတက်ခြင်း၊ ကြေးချေးတက်ခြင်း တို့ မဖြစ်နိုင်သည့် ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ် ရမည်။

(င) Low Boiling Point

ဆူမှတ် (Boiling Point) နိမ့်သည့် ဓါတ်ငွေ့ မျိုးဖြစ်ရမည်။ Boiling Point နိမ့် သည့် ဓါတ်ငွေ့ သည် သူနှင့် သက်ဆိုင်သည့် pressure (corresponding pressure) နိမ့်သည့် အတွက် အလွယ်တကူ compress လုပ်နိုင်သည်။

(စ) High Latent Heat

Latent Heat ပမာဏ တန်ဘိုးများသည့် ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်ရမည်။ Latent Heat ပမာဏများသော ကြောင့် ဓါတ်ငွေ့ပမာဏ အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သည်။

[တူညီသော Refrigerant Effect (သို့) Cooling Capacity ရရှိရန် အတွက်]

(ဆ) Small Specific Volume

Specific Volume (ft^3/lb) တန်ဘိုးနည်းသည့် ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်ရမည်။ Specific Volume နည်းလေ လိုအပ်သည့် ဓါတ်ငွေ့ အလေးချိန် နည်းလေ ဖြစ်သည်။

(Same cooling capacity ရရန်အတွက်)

(ဇ) Low leak tendency and easy to detect

ယိုစိမ့် နိုင်စွမ်းနည်းသည့် ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်ရမည်။ ဓါတ်ငွေ့ ယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်သည့်အခါ အလွယ်တကူ သိနိုင်စွမ်း၊ စစ်ဆေးနိုင်စွမ်း ရှိသည့် ဓါတ်ငွေ့ဖြစ်ရမည်။

(ဈ) Low price and commonly available

ဈေးနှုန်း ချိုသာရမည်။ အလွယ်တကူ ဝယ်ယူနိုင်ရမည်။ အချို့သော နိုင်ငံများတွင် ထုတ်လုပ်၊ ရောင်းချ၊ သယ်ပို့ခွင့် မပြုသည့် ဓါတ်ငွေ့များရှိသည်။

၁၉၂၀ နှင့် ၁၉၃၀ နှစ်များတွင် Chlorofluorocarbons (CFCs) အုပ်စုတွင် ပါဝင်သော R-11 ,R-12 , R-503 Refrigerant တိုကို တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ Stable ဖြစ်ပြီး အလွန် efficient ဖြစ်သော ဓါတ်ငွေ့များ

ဖြစ်သည်။ သို့သော် ထို ဓါတ်ငွေ့များ လေထုအတွင်းသို့ လွှင့်ထုတ်လိုက်ပါက ၊ (သို့) စွန့်ပစ်လိုက်ပါက လေထုထဲတွင် နှစ်ပေါင်း ရာချီ၍ ရှိနေနိုင်သည်။ (Long- lived in atmosphere)

နိမ့်သည့် လေထုလွှာ တွင် ရှိနေသည့် CFC မော်လီကျူးများသည် infrared radiation စုပ်ယူပြီး Global worming ကို ဖြစ်စေသည်။ ကမ္ဘာကြီးကို ပူနွေးစေသည်။ လေထုလွှာ၏ အထက်ပိုင်းသို့ ရောက်ရှိသွားလျှင် CFC မော်လီကျူးများသည် ပြိုကွဲသွားကာ Chlorine ဓါတ်ငွေ့ ထွက်လာသည်။ ထို ထွက်လာသည့် Chlorine ဓါတ်ငွေ့ သည် အိုဇုန်းလွှာ (Ozone Layer) ကို ပျက်စီးစေသည်။ အိုဇုန်းလွှာ သည် ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည်များ(Ultra Violet) ကမ္ဘာမြေပေါ်သို့ မကျရောက်စေရန် ကာကွယ်ပေးသည်။ အိုဇုန်းလွှာ ပျက်စီးခြင်းကြောင့် ခရမ်းလွန် ရောင်ခြည်များ အတားအဆီးမဲ့ ကမ္ဘာ့မြေပေါ်သို့ ကျရောက်ကာ ဘေးအန္တရာယ် များစွာကို ဖြစ်စေနိုင်သည်။

CFC ဓါတ်ငွေ့ များအတွင်းသို့ Hydrogen atom ၁လုံး ကို ထည့်သွင်းခြင်းဖြင့် (HCFC ဓါတ်ငွေ့ဖြစ်စေကာ) CFC မော်လီကျူးများ လေထုထဲ တွင်ရှိနေနိုင် သည့် သက်တမ်းကို များစွာလျော့ချနိုင်ကြောင်းကို သုတေသနပညာရှင်များက ရှာဖွေတွေ့ ရှိခဲ့ သည်။

ထိုကြောင့် သဘာဝ ပတ်ဝန်းကျင်ထိခိုက်မှုများ (Environmental impact) ကို လျော့ ချနိုင်သည်။ Hydrochlorofluro carbon (HCFC) ဓါတ်ငွေ့များဖြစ်သော R-22 နှင့် R123 Refrigerant များကို တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုလာကြသည်။ HCFC ဓါတ်ငွေ့ များသည် ကမ္ဘာ ကြီးကို ပူနွေးစေမှု (Global Warning Potential) ကို နည်းစေသောလည်း အိုဇုန်းလွှာပျက်စီးမှု (Ozone Depletion potential) ကို ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သောကြောင့် 2020 နောက်ပိုင်းတွင် HCFC Refrigerant ကို အသုံးပြုသည့် Equipment များအား တပ်ဆင်ခွင့် ပြုလိမ့်မည် မဟုတ်တော့ပေ။

Hydrofluorocorbons (HFCs) Refrigerant များကို အသုံးပြုလာကြသည်။ Environmental ရှုထောင့်မှ ကြည့်လျှင် လက်ရှိအကောင်းဆုံးသော Refrigerant ဖြစ်သည်။ R134a သည် အလွန်အသုံးများသော HFCs Refrigerant ဖြစ်သည်။

R123 (HCFC) သည် Negative- pressure compressor များတွင် အသုံးပြုပြီး R134a (HFC) သည် Positive Pressure Compressor များတွင် အသုံးပြုသည်။

Refrigerant များကို ASHRAE Standard 34-1989 အရ အဆိပ်သင့်မှု (Toxicity) အုပ်စု နှင့် မီးလောင်လွယ်မှု (Flammability) အုပ်စု ဟူ၍ အုပ်စု ၂ မျိုး ခွဲခြားသတ်မှတ်ထားသည်။

Toxicity Group	**Flammability Group**
A= nontoxic အဆိပ်သင့်ပစ္စည်းများလုံးဝ မပါဝင်	1= No flame propagation (မီးမလောင်နိုင်)
B= evidence of toxicity indentified အဆိပ်သင့်နိုင်သော ပစ္စည်းများ ပါဝင်သည်။	2= Low flammability (မီးလောင်နိုင်သည်။)
	3= High Flammability (မီးလောင်လွယ်သည်။)

Refrigerant Safety Group

Refrigerant	Type	Safety Group
R-22	HCFC	A1
R-123	HCFC	B1
R-134a	HFC	A1
R-407C	HFC Blend	A1
R410 A	HFC Blend	A1
R-717	Ammonia	B2
R-718	Water	A1

Group	**Refrigerant Name**
Group 1	R-113,R-11, R-21, R-114, R-12, R-22-R-30 ,R-22 R-774, R-13, R-14, R-500
Group 2	R-40, R-160, R-717, R-764, R-1130
Group 3	R-50, R-170, R-290, R-600, R-601, R-1150

Refrigerant များ၏ ဂုဏ်သတ္တိများ နှိုင်းယှဉ်ချက်

Refrigerant	ODP	GWP-100	COP	KW/RT	ASHRAE
HCFC –123	0.0012	93	6.52	0.54	A1
HFC-134a	0.000	1320	6.24	0.56	A1
HCFC-22	0.055	1780	6.18	0.57	A1
HFC- 245ca	0.000	560	6.47	0.54	-
HFC-152a	0.000	140	6.35	0.55	A2
R-407C	0.000	1610	5.56	0.61	A1
R-410a	0.000	1975	5.86	0.60	A1
R-290	0.000	20	6.14	0.57	A3

Refrigerant များအား နှိုင်းယှဉ်ရာတွင်

(က) Environmental impact (သဘာဝ ပတ်ဝန်းကျင် ကို ထိခိုက်မှု ရှိ မရှိ)

(ခ) Performance (စွမ်းဆောင်ရည် ကောင်းမကောင်း)

(ဂ) Hazard (အန္တရာယ် ရှိမရှိ)

Environmental Impact တွင် အိုဇုန်းလွှာထိခိုက်ပျက်စီးစေနိုင်မှု (Ozone Depletion potential-ODP) နှင့် ကမ္ဘာ ကြီး ပူနွေးစေမှု (Global Warning Potential- GWP) ဟူ၍ နှစ်ပိုင်း ရှိသည်။

ODP နှင့် GWP တန်ဘိုးများလေလေ ထို Refrigerant သည် ကမ္ဘာ ကြီး ကို ပို၍ မြန်မြန်နှင့် ပို၍ထိရောက်စွာ ပျက်စီးစေနိုင်လေ ဖြစ်သည်။

အထက်ဖေါ်ပြပါ ဇယားတွင် ရှိသော တန်ဘိုးများအရ R-22 သည် အဆိုးဆုံးသော Refrigerant ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် နိုင်ငံအားလုံးက R-22 အသုံးပြုခြင်းကို တားမြစ်ကြခြင်း ဖြစ်သည်။

ဒုတိယ အဆိုးဆုံးမှာ HCFC-123 ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် HCFC-123 ကို ၂၀၃၀ ပြည့်နှစ် ကျော်လွန်ပါက အသုံးပြု ခွင့် မရနိုင်တော့ပေ။

ထို HCFC-22 နှင့် HCFC-123 တို့သည် ODP နှင့် GWP တို့ အရ ဆိုးဝါးသော်လည်း Performance (သို့) COP (Coefficient Of Performance) အကောင်းဆုံးသော Refrigerant များဖြစ်သည်။

Refrigerant ၏ Performance တွင် ရူပဗေဒဆိုင်ရာ ဂုဏ်သတ္တိများ(Physical properties) နှင့် သာမိုဒိုင်းနမစ် ရူပဗေဒဆိုင်ရာ ဂုဏ်သတ္တိများ (Thermodynamic Properties) ပါဝင်သည်။ Latent heat တန်ဘိုးများခြင်း၊ Specific volume နည်းခြင်း၊ ဆူမှတ် (Boiling Point) နိမ့်ခြင်း စသည်တို့ သည် Refrigerant ၏ Performance ကို ကောင်းစေသည်။

COP ၏ တန်ဘိုး 6.52 ဆိုသည်မှာ တစ်Unit စွမ်းအား (Power) ကို အသုံးပြုလျှင် 6.52 unit ရှိသော cooling (သို့) Refrigerant effect ရနိုင်သည်ဟု ဆိုလိုသည်။

ထို့ကြောင့် COP တန်ဘိုးများသည် Refrigerant သည် performance ကောင်းသည့် Refrigerant ဖြစ်သည်။ Direct expansion စက်များ၏ performance ကောင်းမကောင်းကို COP ဖြင့်ဖေါ်ပြလေ့ ရှိသည်။ kW/RT ဖြင့် Chiller များ ၏ performance ကောင်းမကောင်းကို ဖေါ်ပြကြသည်။ R-123 အသုံးပြုသည့် chiller သည် 0.54 kW/RT ရနိုင်သည်။ အဓိပ္ပါယ်မှာ Refrigeration Ton ရရန်အတွက် 0.54 kW/RT လျှပ်စစ်ဓါတ်အား လိုအပ်သည် ဟု ဆိုလိုသည်။ KW/RT နည်းလေ ထို Refrigerant သည် performance ကောင်းလေ ဖြစ်သည်။ COP နှင့် kW/RT သည် ပြောင်းပြန်ဆက်စပ်မှု ရှိသည်။ 3.517 ကို COP ဖြင့် စားလျှင် kW/RT ဖြစ်သည်။ 3.517 kW သည် 1 RT နှင့် ညီမျှသည်။

Toxicity နှင့် Flammability ကို အထက်တွင် ဖေါ်ပြခဲ့ ပြီး ဖြစ်သည်။

Refrigeration Machine များနှင့် Refrigerant တို့ကို အသုံးပြုမည့် Application ၏ အပူချိန်ကို လိုက်၍ အုပ်စုများ ခွဲထားသည်။

အုပ်စု	အပူချိန် Range
Low Temperature application	- 40˚C to –25˚C
Medium Temperature Application	-25˚C to – 5˚C
High Temperature Application	- 5˚C to + 10˚C

Ideal Properties of A Refrigerant

a. High Latent Heat of Vaporization
b. High suction gas density
c. Positive pressure at evaporation and condensing condition
d. Critical temperature and triple point well outside
e. The working range
f. High dielectric strength
g. Environmentally friendly
h. Low cost

Properties of refrigerants

Refrigerant	Composition	Application	Boiling point (°C)	Vapour pressure at 50°C (bar abs)
HCFCs low chlorine				
R22	$CHClF_2$	HT, MT, LT	−41	19.4
R22 Blends	R22 + HFCs	MT	−33 to −35	13 to 14
R22 Blends	R22 + HFCs	LT	−44 to −51	20 to 25
HFCs chlorine free				
R134a	CF_3CH_2F	HT, MT	−26	13.2
R404A	R143a/125/134a	LT	−47	23.0
R407C	R32/125/134a	HT	−44	19.8
R410A	R32/125	HT	−51	30.5
Other R32 blends	R32 + HFCs	LT	−46 to −48	21 to 23
Other R125 blends	R125 + HFCs	HT, MT, LT	−43 to −48	18 to 25
HCs halogen free				
R290	C_3H_8 propane	HT, MT	−42	17.1
R1270	C_3H_6 propylene	LT	−48	20.6
R600a	C_4H_{10} isobutane	MT	−12	6.8
R290 blends	R290 + HCs	HT, LT, MT	−30 to −48	10 to 18
Other halogen free				
R717	NH_3 ammonia	LT (MT, HT)	−33	20.3
R744	CO_2 carbon dioxide	HT, MT, LT	−57*	74**

Nomenclature

Refrigerant များကို အင်္ဂလိပ် အက္ခရာ "**R**" ဖြင့် သတ်မှတ်သည်။ ပုံစံမှာ R နောက် တွင် ဂဏန်းသုံးလုံး ရှိပြီး အင်္ဂလိပ် အက္ခရာငယ် ပါဝင်သည်။

ဥပမာ R 134a

R = သည် Refrigerant ကို ဆိုလိုသည်။

1 = သည် the number of carbon (c) atom – 1 ဖြစ်သည်။ (သုံည) ဖြစ်လျှင် ဖော်ပြရန် မလိုပေ။ Refrigerant တွင် ပါဝင်သည့် carbon (c) atom အရေအတွက်မှ ၁ လျော့၍ ဖော်ပြခြင်း ဖြစ်သည်။

3 = သည် the number of Hydrogen (H) atom + 1 ဖြစ်သည်။ Refrigerant တွင် ပါဝင်သည့် Hydrogen (H) atom အရေအတွက်မှ ၁ တိုး၍ ဖော်ပြခြင်း ဖြစ်သည်။

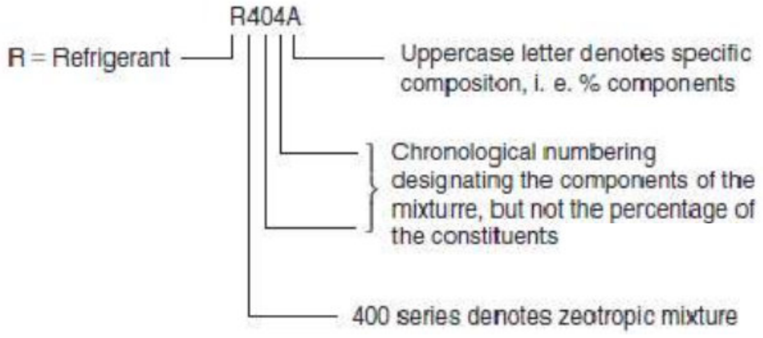
4 = သည် the number of fluorine (F) atom ဖြစ်သည်။ Refrigerant တွင် ပါဝင်သည့် fluorine (F) atom အရေအတွက်ကို ဖော်ပြခြင်း ဖြစ်သည်။

a = သည် specific isomer (molecular formation) ဖြစ်သည်။

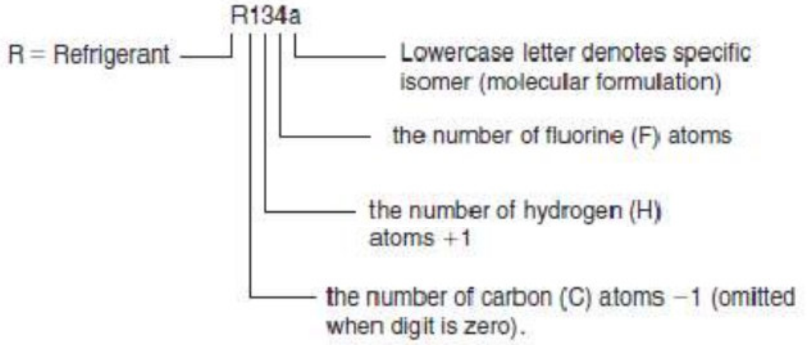
R	No. of carbon atom - 1	No. of Hydrogen atom+1	No of Fluorine atom	Isomer

Classification of Halogen refrigerant များဖြစ်သည်။

The classification of halogen refrigerants derived from saturated hydrocarbons and consisting of only one substance is illustrated by the example below:



Mixtures are designated by their respective refrigerant numbers and mass proportions. For example



Refrigerant များတွင် Halogen refrigerant နှင့် Zerotropic mixture refrigerant ဟူ၍ ခွဲထားသည်။

Halogen Refrigerant များသည် gas (ဓါတ်ငွေ့) တမျိုးတည်းသာဖြစ်သည်။

Zeotropic mixture များသည် ဓါတ်ငွေ့ ၂ မျိုး သို့ ၃မျိုး ကို အချိုးအစား တိကျစွာ ရောနှောထားသော Mixture များဖြစ် သည်။

400 Series များသည် Zentropic mixture များဖြစ်ကြသည်။

500 Series များသည် Azentropic mixture များဖြစ်ကြသည်။

600 Series များသည် Organic Compound များဖြစ်ကြသည်။

700 Series များသည် Inorganic mixture များဖြစ်ကြသည်။ molecular mass နှင့်သက်ဆိုင်သည်။

R407 A သည် R32 (20%) + R125 (40%) + R134a (40%) တို ပေါင်းစပ်ထား သည့် Zentropic Mixture များဖြစ်ကြသည်။

R407A သည် R32 (23%) + R125 (25%) + R134a (52%) တို့ ပေါင်းစပ်ထား သည့် Zentropic Mixture ဖြစ်သည်။

R507 သည် R125 (50%) နှင့် R143a (50%) တို့ ပေါင်းစပ်ထား သည့် Azentropic Mixture ဖြစ်သည်။

R600a သည် isobutane ဖြစ်သည်။ (Organic Compound ဖြစ်သည်။)

R717 သည် ammonia (Inorganic compound) ဖြစ်ပြီး မော်လီကျူလာ mass မှာ 17 ဖြစ်သည်။

R404A

R= သည် Refrigerant ကို ဆိုလိုသည်။

4= သည် 400 series – zentropic mixture ကို ဆိုလိုသည်။

04= သည် compound of mixture ကို ဆိုလိုသည်။ (ပါဝင်သည့် ရာခိုင်နှုန်းများ ကို မဆိုလိုပါ)

A= သည် ရာခိုင်နှုန်း % compound ကို ဆိုလိုသည်။ (page 36 Hundy)

HFC Refrigerant အများစုသည် ဓါတ်ငွေ့ ၂မျိုး သို့မဟုတ် ၂မျိုးထက်များသော ဓါတ်ငွေ့ များကို ပေါင်းထား သည့် Mixture သို့ Blend များဖြစ်ကြသည်။ Mixture များသည် azeotropes များ ၊ near azeotropes များ သို့မဟုတ် zeotrope များဖြစ်ကြသည်။ Mixture ဆိုသည်မှာ ရေ နှင့် ငံပြာရည် ပေါင်းသကဲ့သို့ ရောနှောပြီး တသား တည်း ဖြစ်သွားခြင်းမျိုး ဖြစ်သည်။ Blend များသည် တစ်သားတည်း ရောနှောသွားခြင်းမျိုး မဟုတ်ဘဲ အတူတကွ ရှိနေ ခြင်းမျိုး ဖြစ်သည်။ ဥပမာ- ရေနှင့် ဆီ ပုလင်းတစ်ခု အတွင်းတွင် အတူရှိနေခြင်းမျိုး ဖြစ်သည်။

Azeotropes များသည် တစ်သားတည်း ရောနှောနေသောကြောင့် substance တစ်ခု အနေဖြင့် သတ်မှတ် သည်။ Boiling point တစ်ခုတွင် သာရှိသည်။ ပထမဦးဆုံး Azeotropes မှာ CFC, R502 ဖြစ်သည်။ Constant pressure boiling presure ဖြစ်စဉ် တစ်လျှောက်လုံးတွင် Boiling point သည် ပြောင်းလဲနေသည်။ ထိုကြောင့် phase change ဖြစ်သည့် evaporating temperature နှင့် condensing temperature တို့ လည်း ပြောင်းလဲနေသည်။

Blend များတွင် ပါဝင်နေသော ဓါတ်ငွေ့ များအချင်းချင်း တစ်သားတည်း မရောနှောသောကြောင့် ယိုစိမ့် သည့် အခါ (leak) မည်သည့် ဓါတ်ငွေ့က ယိုစိမ့်သွားသည့် ရာခိုင်နှုန်း (%) မည်မျှ ယိုစိမ့်သွားသည် ကို မသိနိုင်သောကြောင့် ရှိသမျှ Blend Refrigerant အားလုံးကို ထုတ်ပစ်ကာ Refrigerant အသစ်ပြန်ထည့်ယူရသည်။

Refrigerant ကို Equipment အတွင်းသို့ ထည့်သည့်အခါ အရည်အခြေအနေ(Liquid phase) တွင်သာ ထည့်ရသည်။ အငွေ့ အခြေအနေ(Liquid phase)တွင် Equipment အတွင်းသို့ထည့်ပါက ဓါတ်ငွေ့တစ်ခုခြင်းစီ၏ပါဝင်နှုန်းမှာ မမှန်ကန်တော့ပေ။ Ingress of air must be avoided .

Blend အမျိုးအစား Refrigerant တွင် ပါဝင်သည့် gas များ တစ်ခုနှင့် တစ်ခု၏ temperature glide သည် 5°K ထက် ကျော်လျှင် flooded type evaporator များတွင် အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်ပေ။

အချို့သော mixture များ၏ glide သည် 2°K ထက်နည်းသည်။ ထိုကဲ့သို့ Mixture မျိုးကို " near azeotrope " ဟုခေါ်သည်။ လက်တွေ့ လုပ်ငန်းခွင်များတွင် Single substance ကဲ့သို့ သဘောထားကာ အသုံးပြု ကြသည်။ R404A နှင့် R410A တို့သည် near azeotrope များဖြစ်ကြသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ပျက်စီးစေမှု မရှိသလောက် နည်းသော (Virtually zero ODP) နှင့် ပူနွေးစေမှု မဖြစ်စေသော (zero GWP) Refrigerant ကို " Natural Refrigerant " ဟုခေါ်ဆိုကြသည်။

အသုံးများသည့် Refrigerant အချို့၏ ဂုဏ်သတ္တိများနှင့် ထူးခြားသည့်အချက်များကို အောက်တွင်အနစ်ချုပ် ဖေါ်ပြထားသည်။

R134 a နှင့် R407C

R134 a နှင့် R407C တို့သည် R22 ကို အစားထိုးလဲလှယ် အသုံးပြုနိုင်သည့် ဓါတ်ငွေ့များ ဖြစ်သည်။ R134a သည် R22 နှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် pressure နိမ့် သောကြောင့် compressor displacement 50% ပိုများရန် လိုအပ် သည်။ ထိုကြောင့် ပိုကြီးမားသည့် compressor ကို အသုံးပြုရ၍ ပိုဈေးကြီးသည်။ ပိုကြီးမားသည့် Tube များကို အသုံးပြုရသောကြောင့်လည်း ဈေးပိုကြီးသည်။

R407C သည် R32 (23%) , R125 (25%) နှင့် R134a (52%) တို့ပေါင်းစပ်ထားသည့် zeatropic mixture ဖြစ်သည်။ R407C ၏ ဂုဏ်သတ္တိများ (Properties) သည် R-22 နှင့် အတူညီဆုံး ဖြစ်သည်။ R407C ၏ glide နှင့် heat transfer ဂုဏ်သတ္တိ အနည်းငယ် (မဆိုစလောက်) မကောင်းသောကြောင့် R22 ၏ System performance ကို မမှီနိုင်ပေ။

R410A

R410A သည် poor theoretical performance ရှိခြင်း ၊ critical temperature နိမ့်ခြင်း နှင့် High pressure ဖြစ်ခြင်းတို့ကြောင့် Refrigerant ကောင်းမဟုတ်ဟု ထင်ရသော်လည်း၊ Refrigerant side heat transfer တွင် R22 ထက် 35% ကျော် ပိုကောင်းသည်။ သုတေသန တွေ့ရှိချက်များအရ R410A သည် R22 equipment system ထက် COP 5% ပိုညံ့သည်။

R404A

R404A ကို commercial refrigerant များတွင် တစ်စထက်တစ်စ ပိုမိုကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုလာကြသည်။ Low Temperature Application (-40C ˚ to -25C ˚) များတွင် superior performance (သာလွန်သော စွမ်းဆောင် ရည်) ကို ပေးနိုင်သည်။ Compressor discharge temperature နိမ့်သောကြောင့်လည်း single stage compression ဖြင့် အလုပ်ပြီးမြောက်နိုင်သည်။ inter-stage cooling ကိုလည်း အသုံးပြုရန် မလိုအပ်ပေ။

R717 (Ammonia)

Ammonia ဓါတ်ငွေ့ ကို refrigerant အဖြစ် Industrial refrigerant အဖြစ် နှစ်ပေါင်းများစွာကတည်းက စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ High toxicity ဖြစ်ခြင်း၊ မီးလောင်နိုင်ခြင်း (Low flammability) တို့ကြောင့် safety precaution များစွာလိုအပ်သည်။ Ammonia ကို copper ကြေး၊ ကြေးပိုက်များ coppery alloys များဖြင့် အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်သောကြောင့် Refrigerant piping များကို Steel များ Aluminum များဖြင့် ပြုလုပ်ကြရသည်။ Ammonia ၏ သိပ်သည်းဆ (Density) သည် လေထက် နည်းသောကြောင့် ပိုက်များ Equipment များ Leak ဖြစ်လျှင် Ammonia သည် လေထုထဲသို့ ရောက်သွားသည်။ ထိုကြောင့် အနီးပတ်ဝန်းကျင် ရှိ လူများကို အန္တရယ် ဖြစ်စေနိုင် သည်။ Ammonia ၏ အနံ့ဆိုးကြောင့် leak ဖြစ်ခြင်းကို အလွယ်တကူ သိနိုင်သည်။

R290 Propane

Hydrocarbon ဖြစ်သည့် R290 propane ကို Low-charge system များတွင် အောင်မြင်စွာ အသုံးပြုကြ သည်။ Flammable ဓါတ်ငွေ့ဖြစ်သည်။ အိမ်သုံးရေခဲသေတ္တာများတွင် အသုံးပြုကြသည်။

R744 Carbon Dioxide ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် (CO_2)

ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ်ဓါတ်ငွေ့သည် High Latent Heat တန်ဘိုးရှိခြင်း၊ High Heat Transfer Coefficient ရှိခြင်း၊ High Pressure ရှိခြင်းနှင့် High Density ရှိခြင်းတို့ကြောင့် Smaller compressor displacement နှင့် Smaller pipe diameter သာ လိုအပ်ပြီး Large amount of cooling effect ကိုပေးနိုင်သည်။ CO_2 ၏ အားနည်းချက်မှာ critical temperature နိမ့်ခြင်းဖြစ်သည်။ Condensing Temperature သည် Critical temperature အနီးသို့ ရောက်သွားချိန်တွင် Vapour Compression cycle တစ်ခုလုံး၏ လုပ်ဆောင်မှုမှာ ညံ့ဖျင်း သွားသည်။ HFC Refrigerant များသည်လည်း ဤကဲ့သို့ ဖြစ်တတ်သည်။ သို့သော် CO_2 လောက် မဆိုးပေ။

Equivalent R-11 ၏ အဓိပ္ပါယ်

ODP ကိုတိုင်းတာသည့် အခါ တန်ဘိုးများကို ဖေါ်ပြသည့်အခါ R-11 Refrigerant ကို စံအဖြစ် ထား၍ ဖေါ်ပြလေ့ရှိသည်။ R-11 သည် ODP အများဆုံးဖြစ်သည့်အတွက် စံထားခြင်းဖြစ်သည်။ R-11 သည် အိုဇုန်းလွှာ ကို အထိခိုက်ဆုံးသော Refrigerant ဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် R-11 ၏ ODP တန်ဘိုး ကို ၁ (တစ်) ဟုသတ်မှတ်သည်။ R-22 ၏ ODP တန်ဘိုး မှာ 0.034 ဖြစ်သည်။ R-11 သည် 100% အိုဇုန်းကို ထိခိုက်စေလျှင် R-22 သည် 3.4% သာ ထိခိုက်စေသည်။ ထိုကြောင့် R-11 (1kg) ထိခိုက်စေမှုသည် R-22 (29.4 kg) ထိခိုက်စေမှုနှင့် တူညီသည်။ R-22 (29.4 kg) ကို equivalent weight of R-11 ဟုခေါ်သည်။ R-123 (83.3 kg) ထိခိုက်စေမှုသည် R-11 (1kg) ထိခိုက်စေမှုနှင့် ညီသည်။ R-123 ၏ ODP တန်ဘိုးမှာ 0.012 ဖြစ်သည်။

	R-11	R141lb	R22	R123	R-134a
ODP တန်ဘိုး	1.00	0.110	0.034	0.012	0.000015
Equivalent weight of R11	1.00	9.10 kg	0.034kg	0.012kg	

Virgin Refrigerant and Reconditioning Refrigerant

Virgin Refrigerant ဆိုသည်မှာ စက်ရုံမှ အသစ်ထုတ်လုပ်လိုက်သည့် Refrigerant အသစ်စက်စက်ဖြစ် သည်။ (တစ်ခါမျှ မသုံးရသေးသည့်) Reconditioning Refrigerant ဆိုသည်မှာ အသုံးပြုပြီး Refrigerant ကို ပြန်လည် သန့်စင် ပြုပြင်ထားသော Refrigerant ဖြစ်သည်။

2020 ပြည့်နှစ်နောက်ပိုင်းတွင် R22 ထုတ်လုပ်မှု ရပ်ဆိုင်းရန် သဘောတူထားပြီးဖြစ်သည်။ ထုတ်လုပ်မှု ရပ်ဆိုင်းသော် လည်း R22 အသုံးပြုနေသည့် Equipment ပေါင်းများစွာ ကမ္ဘာ ပေါ်တွင် ရှိနေဦးမည် ဖြစ်သည်။ လက်ရှိစက်များတွင် ထပ်ဖြည့်ရန်လိုအပ်သော Refrigerant များအတွက် အဟောင်းများကိုပြန်၍ re-conditioning ပြုလုပ်၍ အသုံးပြုနိုင် သည်။ Virgin R-22 Refrigerant ကို 2020 နောက်ပိုင်းတွင် ဝယ်ယူရန်မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။

2030 ပြည့်နှစ်နောက်ပိုင်းတွင် HCFC Refrigerant အမျိုးအစား ထုတ်လုပ်မှု ကို ရပ်ဆိုင်းကြမည်ဖြစ်သည်။ 2030 ကျော်လွန်ပါက Virgin HCFC Refrigerant ကို မရနိုင်တော့ပေ။ (ဉပမာ R-123) ။ Reconditioning Refrigerant ကို Recycle Refrigerant ဟုလည်း ခေါ်ကြသည်။

EU နိုင်ငံများတွင် Refrigerant ကို လေထဲသို့ ဖေါက်ထုတ်ပြစ်ခြင်းကို ခွင့်မပြုပေ။ ထိုသို့ ဖေါက်ထုတ်ပြစ်ခြင်း (Dispose) ကိုတွေ့ရှိပါက ဥပဒေ အရ အရေးယူခြင်းခံရသည်။

Refrigerant Color Codes

Chiller များ သို့ Refrigeration Machine များ အတွင်းသို့ Refrigerant များ လွဲမှားစွာထည့်သွင်းခြင်း ကို ကာကွယ်ရန်အတွက် Refrigerant များထည့်ထားသည့် cylinder များကို အရောင်များ ဖြင့်ခွဲခြားထားသည်။

CFCs ဓါတ်ငွေ့ များ

Refrigerant နံပါတ်	Cylinder ၏ အရောင်	ဓါတုဗေဒအမည်	အသုံးပြုမှုများ
R-11	Orange	Trichloromonofluoromethane	Centrifugal Chillers
R-12	White	Dichlorodifluoromethane	Reciprocating and rotary equipments
R-13	Light Blue	Monochlorotrifluoromethane	Used in low stage of cascade systems
R-13B1	Coral	Bromotrifluoromethane	Low to Medium temperature applications
R-113	Purple	Trichlorotrifluoroethane	Low capacity centrifugal chillers
R-114	Dark Blue	Dichlorotetrafluoroethane	High capacity Chillers
R-500	Yellow	Refrig. 152A/12	Industrial and commercial reciprocating

			compressors
R-502	Light Purple	Refrig. 22/115	Reciprocating and rotary equipments
R-503	Aquamarine	Refrig. 23/13	Low temperature commercial refrigeration

HCFCs ဓါတ်ငွေ့ များ

Refrigerant နံပါတ်	Cylinder ၏ အရောင်	ဓါတုဗေဒအမည်	အသုံးပြုမှုများ
R-22	Light Green	Monochlorodifluoromethane	Residential, commercial and industrial
R-123	Light Gray	Dichlorotrifluoroethane	R-11 replacement for centrifugal chillers
R-124	Deep Green	Chlorotetrafluoroethane	Medium pressure chillers
R-401A	Coral Red	R-22 + R-152a + R-124	Medium temperature systems
R-401B	Mustard Yellow	R-22 + R-152a + R-124	Transport refrigeration, domestic refrigerators
R-402A	Light Brown	R-22 + R-125 + R-290	Ice machine, vending, supermarket and food service
R-402B	Green Brown	R-22 + R-125 + R-290	Supermarket, food service and transport

HFCs ဓါတ်ငွေ့ များ

Refrigerant နံပါတ်	Cylinder ၏ အရောင်	ဓါတုဗေဒအမည်	အသုံးပြုမှုများ
R-23	Light Gray	Trifluoromethane	Low temperature refrigerant
R-134a	Light Sky Blue	Tetrafluoroethane	Automotive industry and refrigeration systems
R-404A	Orange	R-125 + R-143a + R-134a	Medium and low temperature

R-407C	Chocolate Brown	R-32 + R-125 + R-134a	R-22 Replacement
R-410A	Rose	R-32 + R-125	Replacement for residential air conditioning
R-507	Light Brown	Refrig. 125/143a	Replacement for low-temp commercial refrigerant.

Refrigerant - HFC-134a အကြောင်း

HFC-134a ကို လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်း ၆၀ ကျော်ခန့်ကတည်းက စတင်အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ chlorofluorocarbons (CFCs) ဓါတ်ငွေ့ များကို အစားထိုးအသုံးပြုရန် ရည်ရွယ်၍စတင် စမ်းသပ်ခဲ့ကြခြင်းဖြစ်သည်။

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ တွင်တခြားသော ဓါတ်ငွေ့ များထက်ထူးခြားကောင်းမွန်သည့်အချက်များမှာ အဆိပ်မသင့်ခြင်း (low toxicity), မီးလောင်မလွယ်ခြင်း (nonflammable), သံချေး ကြေးချေးမတက်စေခြင်း (noncorrosive) နှင့် တခြားသော သတ္တုများနှင့် တွဲ၍အသုံးပြုနိုင်ခြင်း (compatible with other materials) စသည့် တို့ ဖြစ်သည်။ ထိုအပြင် သာလွန်သည့် thermodynamic နှင့် physical properties များကြောင့် လည်းပို၍ အသုံးများသော Refrigerant ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်လာသည်။

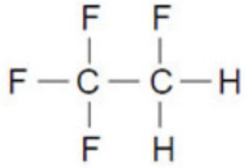
HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ တစ်မျိုးသာလျှင် single compound ပုံစံမျိုးဖြင့်အသုံးပြုနိုင်သည့် Refrigerant ဖြစ်သည်။ တခြားသော Refrigerant များသည် azeotropes သို့ zeotropes (နှစ်မျိုး သို့နှစ်မျိုးထက်ပိုသော ဓါတ်ငွေ့ များကို ရောစပ်ကာ ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။) ထို့ကြောင့် HFC-134a သည် chiller အတွက်ကောင်းဆုံးသော Refrigerant တစ်မျိုး ဖြစ်သည်။

CFCs ဓါတ်ငွေ့ များကို refrigerants အဖြစ်သာမက- ဆားကစ်ပြားများထုပ်လုပ်မှုတွင် အညစ်ကြေးများ၊ မလိုအပ်သည့်အရာများ သန့်စင်ရန်အတွက် blowing agents အဖြစ်သော်လည်းကောင်း၊ သတ္တုပစ္စည်းများ နှင့် အီလက်ထရောနစ်ပစ္စည်းများထုပ်လုပ်ခြင်းတွင် cleaning agents သော်လည်းကောင်း အသုံပြုကြသည်။ သို့သော် CFCs ဓါတ်ငွေ များတွင် ကလိုရင်းပါဝင်မှု (chlorine content) ကြောင့် အိုဇုန်းလွှာပါးခြင်း (Ozone Depletion) ကိုဖြစ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် CFCs ဓါတ်ငွေ များထုပ်လုပ်ခြင်း။ အသုံးပြုခြင်းတို့ကို ရပ်တန့်ပြီး (phased out production of CFCs) သဘာဝပတ်ဝန်းကျင် ကို မထိခိုက်သော hydrofluorocarbon (HFC) ဓါတ်ငွေ့ များ (R134a)ဖြင့် အစားထိုးအသုံးပြုရန်ကြိုးစားလာကြသည်။

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ တွင် ကလိုရင်း(chlorine) မပါဝင်သောကြောင့် ozone depletion potential (ODP) မှာ zero ဖြစ်သည်။ တနည်း HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ အသုံးပြုခြင်းကြောင့် အိုဇုန်းလွှာ ကို မထိခိုက်စေပါ။

HFC-134a ကို Hydrofluorocarbon-134a သို့ R 134a ဟုလည်းခေါ်ဆိုကြသည်။
HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ chemical properties များမှာ

HFC-134a

Chemical Name	1,1,1,2-tetrafluoroethane
Molecular Formula	CH_2FCF_3
CAS Registry Number	811-97-2
Molecular Weight	102.0
Chemical Structure	

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ ကို CFC-11, CFC-12 ဓါတ်ငွေ့ များနေရာတွင် အစားထိုးအသုံးပြုသည်။ Refrigerant များ ကို polymer foam များအား blowing လုပ်ရန်အတွက်လည်းကောင်း၊ aerosol products အတွက်လည်းကောင်းအသုံးပြုကြသည်။ သို့ရာတွင် CFC-11, CFC-12 မှ HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ များ ကို ပြောင်းလဲအသုံးပြုခြင်းကြောင့် ပိုမိုကောင်းရန် အတွက် (optimize the performance) equipment ဒီဇိုင်များ ပြောင်းလဲရန် တစ်ခါတစ်ရံလိုအပ်သည်။

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သည် အဆိပ်မသင့် (low toxicity) သောကြောင့် refrigeration industry တွင် စိတ်ချရသော၊ အန္တရာယ်ကင်းသော safe refrigerant အဖြစ်အသုံးပြုကြသည်။ ရေခဲသေတ္တာနှင့် ကားအဲယားကွန်းများတွင်လည်းကောင်း၊ supermarket များတွင် အပူချိန် နိမ့်အောင်ထားရမည့်ပစ္စည်းများ သိမ်းဆည်းရန်၊ ပြသရန်အတွက် show cases သို့ Display cases များအတွင် လည်းကောင်း၊ commercial chillers တွင် လည်းကောင်း အသုံးပြုကြသည်။

အောက်ပါဇယားသည် CFC-12 နှင့် HFC-134a တို့၏ medium-temperature conditions အတွက် theoretical performance နိုင်းယှည်ချက်ကို ဖော်ပြထားသည်။

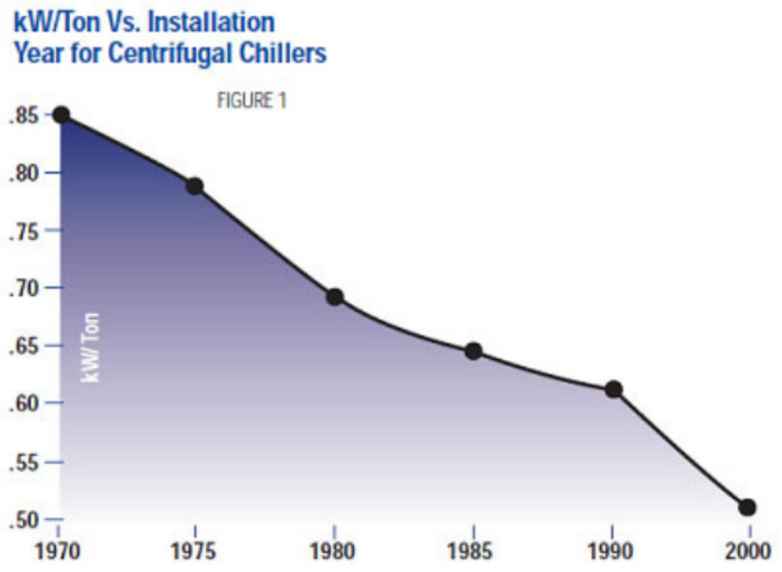
Theoretical Cycle Comparison of CFC-12 and HFC-134a*

	CFC-12	HFC-134a
Capacity (as % CFC-12)	100	99.7
Coefficient of Performance (COP)	3.55	3.43
Compressor		
Exit Temperature, °C (°F)	86.8 (188.2)	83.1 (181.5)
Exit Pressure, kPa (psia)	1349 (195.6)	1473 (213.7)
Compression Ratio	4.1	4.7

* Temperatures were as follows: Condenser, 54.4°C (130.0°F); Evaporator, 1.7°C (35.0°F); Compressor Suction, 26.7°C (80.0°F); Expansion Device, 51.7°C (125.0°F).

HFC-134a သည် CFC-12 ထက် theoretical performance တွင် မပြောပလောက်သည် ရာခိုင်နှုန်းအနည်းငယ်သာ လျော့နည်းသည်။

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သည် အကောင်းဆုံးသော သာမိုဒိုင်းနမစ် သတ္တိ(excellent thermodynamic) ကို ပိုင်ဆိုင်သည်။ ထိုကြောင့် HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သုံးသော Refrigeration စက်သည် efficiency ကောင်းသည့် အမျိုးအစားတွင်ပါဝင်သည်။
ယနေ့ထုပ်လုပ်နေသည် HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ အသုံးပြုသည့် centrifugal chiller များသည် လွန်ခဲ့သော နှစ် ၁၉၇၀ နှစ်များ နှင့် ၁၉၈၀ နှစ်များတွင်ထုပ်လုပ်သော centrifugal chiller များထက် efficiency ၃၅% ပိုကောင်းသည်။



အထက်ပါပုံသည် kW/Ton (chiller efficiency) ကောင်းလာပုံကို ဖော်ပြထားသော ဂရပ်ဖြစ်သည်။ Chiller တစ်လုံးအတွက် kW/Ton နည်းလေ ထို Chiller မှာ ပို၍ efficient ဖြစ်လေဖြစ်သည်။

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သည် ozone depletion ပြဿနာများကို ဖြေရှင်းပေးရုံသာမက global climate ပြောင်းလဲမှုများကိုလည်း လျှော့နည်းစေနိုင်သည်။

Positive pressure refrigerant

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သည် အပေါင်းဖိအား (positive pressure) refrigerant ဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် အပေါင်းဖိအား (positive pressure) ဖြစ်အောင်မောင်းနှင်နိုင်သော Refrigeration equipment များတွင်သာ အသုံးပြုနိုင်သည်။ ထိုကြောင့် Positive Pressure chillers များကို American Society of Mechanical Engineers (ASME) မှ national pressure vessel code မှ သတ်မှတ်ညွှန်ကြားထားသည့်အတိုင်းဆောက်လုပ်ရမည်။ ASME code အရ Chiller များသည် မောင်းနှင်မည့် ဖိအား(normal operating pressure) ၏ ၇ဆ(seven times) ပိုများသော ဖိအားကို ခံနိုင်အောင်ပြုလုပ်ထားရမည်။ ထိုကြောင့် Chiller များ၏ Refrigerant ယိုစိမ့်မှု (leak rates) ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်သည်။

လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်းများစွာ ဆောက်ခဲ့သည့် chiller များ၏ ယိုစိမ့်မှု နှုန်း(leak rates) မှာ နှစ် စဉ် ၁၇% ထက်များသည်။ chiller များ၏ vessels များကို ခိုင်ခံအောင်တည်ဆောက်ထားမှုကြောင့် Chiller

များအတွင်းတွင် Refrigerant ကို ထည့်သွင်းပြီး (Charged လုပ်ပြီး) တစ်နေရာမှ တစ်နေရာသို့ သယ်ယူပို့ဆောင်နိုင်သည်။

Smaller Footprint

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ ၏ molecular mass သည် CFC and HCFC refrigerants တို့၏ molecular mass ထက်သေးငယ်သည်။

ထို့ကြောင့် HFC-134a အတွက် လိုအပ်သော ထုထည်(volume) မှာ CFC and HCFC refrigerants တို့၏ လိုအပ်သော ထုထည်(volume) ထက် လျော့နည်းသည်။ ထို့ကြောင့် HFC-134a chiller ၏ အရွယ်အစားမှာ ၃၅ မှ ၄၀% အထိသေးငယ်နိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် chillerထုပ်လုပ်မှု စရိတ်၊ အသုံးပြုသည့် ပစ္စည်းစရိတ်လည်းသက်သာသည်။ သယ်ဆောင်ရန်၊ တပ်ဆင်ရာတွင်လည်းလွယ်ကူသည်။ chiller ချမည့်နေရာကို လည်း အရမ်းခိုင်ခံအောင်လုပ်ရန်မလိုအပ်ပေ။

နေရာကျဉ်းကျဉ်းတွင်တပ်ဆင်မောင်းနှင်နိုင်သည်။

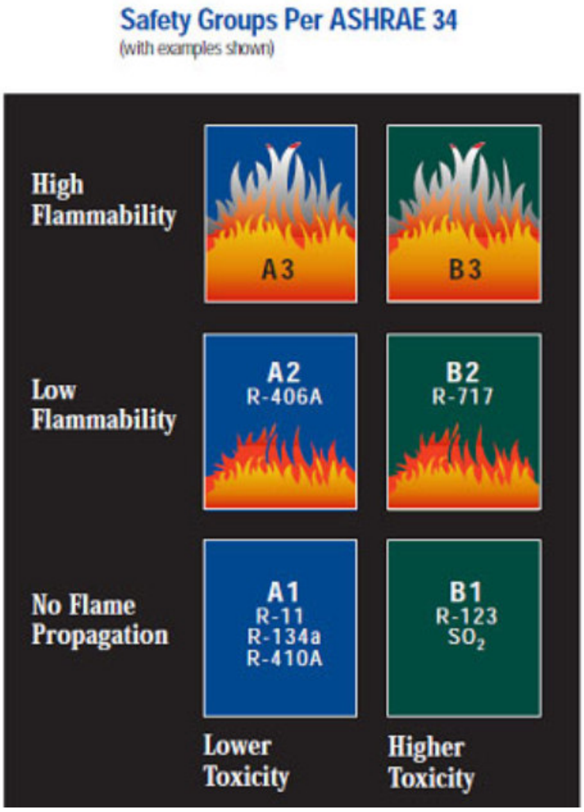
Less Oil Waste

chiller ထဲတွင်းအသုံးပြုထားသော oil မှာ အမြဲလဲပေးနေမည်ဖြစ်သည်။ oil အဟောင်းကိုလည်းသဘာဝပတ်ဝန်းကျင်မထိခိုက်အောင် စွန့်ပြစ်ရမည်ဖြစ်သည်။ HFC-134a နှင့်မောင်းသည် chiller ထဲတွင်းအသုံးပြုထားသော oil ၏ သက်တမ်း မှာCFC နှင့် HCFC မောင်းသည့် chillersတွင်သုံးသော oil ၏ သက်တမ်းထက် ၄ သို့၅ နှစ်ပိုကြာကြာခံသည်။ HFC refrigerant ထဲတွင် chlorine မပါဝင်မှုကြောင့် mineral oil များထည့်သွင်းအသုံးပြုရန်မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် synthetic lubricant ကို သာ HFC-134a နှင့်မောင်းသည် chiller ထဲတွင်းအသုံးပြုရသည်။ synthetic lubricant ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် superior performance ရနိုင်ပြီး chiller သက်တမ်းပိုရှည်သည်။ နောင် တွင် refrigerant ကို lubricant အဖြစ် chiller များတွင်အသုံးပြုရန်မှာ သုတေသနပြုဆဲအဆင့်တွင်သာရှိသေးသည်။

Increased Safety

အဆောက်အဦးပိုင်ရှင်များအတွက် မီးဘေးသည် အကြီးမားဆုံးသော အန္တရာယ်ဖြစ်သည်။ HFC-134a သည် ယနေ့ ထုပ်လုပ်နေသော chiller များအတွက် ဘေးအကင်းဆုံးသော refrigerant ဖြစ်သည်။

ASHRAE 34 Safety Classification အရ HFC-134a သည် A1 compound အဖြစ်သတ်မှတ်ခြင်းခံရသည်။ အောက်ပုံတွင်ပြထားသည်။



HFC-134a သည် လူများ ရှုမိသည့်တိုင် မည့်သည့် ဘေးအန္တရာယ်ကိုမျှမဖြစ်စေနိုင်ပါ။ ကျန်းမာရေးကိုလည်း မထိခိုက်စေနိုင်ပါ။ ထိုကြောင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းသူများ (Maintenance Technicias)နှင့် မောင်းနှင်သူများ (Operator) အတွက် အလွန်အန္တရာယ်ကင်းသည်။

အဆောက်အဦးပိုင်ရှင်များသို့ ဆုံးဖြတ်ချက်ချမည့်သူများသည် refrigerant compound များ၏ အခြေခံဓါတုဗေဒ အချက်အချိူကို ကောင်းစွာနားလည်ခြင်းဖြင့် Chiller (သို့) refrigerant ကို ရွေးချယ်ရာတွင် ပိုမိုမှန်ကန်သည့် ဆုံးဖြတ်ချက်များပြုလုပ်နိုင်သည်။ Periodic Table အရ ကမ္ဘာပေါ်တွင် ဒြပ်စင် ၁၀၀ကျော်ရှိသော်လည်း အများစုမှာ refrigerant compound အဖြစ် အသုံးပြုရန် မသင့်လျှော်ပေ။

nitrogen အက်တမ် နှင့် hydrogen အက်တမ်တို့ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသော အမိုးနီးယားammonia (NH3) မှာ အဆိပ်ဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်ခြင်း (Toxicity)နှင့် မီးလောင်လွယ်ခြင်း(Flammability)ကြောင့် လူနေအဆောက်အဦးများတွင် သုံးခွင့်မပြုပေ။ စက်ရုံများ(industrial process refrigeration)တွင်သာ အသုံးပြုနိုင်သည်။

SO2

Sulfur အက်တမ် နှင့် oxygen အက်တမ်ပေါင်းသည့် sulfur dioxide (SO2) ကို ရှေးက refrigerant compound အဖြစ်အသုံးပြုသော်လည်း ယခုအခါ higher-toxicity compound ဖြစ်သောကြောင့် သုံးခွင့်မပြုတော့ပါ။

ရေ- water (H2O) နှင့် (R-718) ကို လည်း refrigerant အဖြစ် absorption chiller applications များတွင် အသုံး ပြုသည်။

Thermal Decomposition

HFC-134a ဓါတ်ငွေ့ သည် အပူချိန်မြင့်မားသည်အခြေအနေတွင် ပြိုကွဲ(decompose) သွားသည်။ ပြိုကွဲခြင်း(Decomposition) ကြောင့် hydrogen fluoride ကဲ့သို့ ကိုင်တွယ်မိလျှင်၊ ထိမိလျှင်ယားယံစေတတ်သော ဓါတ်များ (irritating compounds) ထွက်လာနိုင်သည်။ ထိုကြောင့် အပူချိန်မြင့်မားသည်အခြေအနေတွင် ပြိုကွဲခြင်း(decompose) မဖြစ်အောင်ကာကွယ်တားဆီးရန်လိုအပ်သည်။

Physical Properties of HFC-134a

Physical Properties	Unit	HFC-134a
Chemical Name	—	Ethane, 1,1,1,2-Tetrafluoro
Chemical Formula	—	CH_2FCF_3
Molecular Weight	—	102.03
Boiling Point at 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	°C °F	–26.1 –14.9
Freezing Point	°C °F	–103.3 –153.9
Critical Temperature	°C °F	101.1 213.9
Critical Pressure	kPa lb/in² abs	4060 588.9
Critical Volume	m³/kg ft³/lb	1.94×10^{-3} 0.031
Critical Density	kg/m³ lb/ft³	515.3 32.17
Density (Liquid) at 25°C (77°F)	kg/m³ lb/ft³	1206 75.28
Density (Saturated Vapor) at Boiling Point	kg/m³ lb/ft³	5.25 0.328
Heat Capacity (Liquid) at 25°C (77°F)	kJ/kg·K or Btu/(lb) (°F)	1.44 0.339
Heat Capacity (Vapor at Constant Pressure) at 25°C (77°F) and 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	kJ/kg·K or Btu/(lb) (°F)	0.852 0.204
Vapor Pressure at 25°C (77°F)	kPa bar psia	666.1 6.661 96.61
Heat of Vaporization at Boiling Point	kJ/kg Btu/lb	217.2 93.4
Thermal Conductivity at 25°C (77°F)		
Liquid	W/m·K Btu/hr·ft°F	0.0824 0.0478
Vapor at 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	W/m·K Btu/hr·ft°F	0.0145 0.00836
Viscosity at 25°C (77°F)		
Liquid	mPa·S (cP)	0.202
Vapor at 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	mPa·S (cP)	0.012
Solubility of HFC-134a in Water at 25°C (77°F) and 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	wt%	0.15
Solubility of Water in HFC-134a at 25°C (77°F)	wt%	0.11
Flammability Limits in Air at 1 atm (101.3 kPa or 1.013 bar)	vol %	None
Autoignition Temperature	°C °F	770 1,418
Ozone Depletion Potential	—	0
Halocarbon Global Warming Potential (HGWP) (For CFC-11, HGWP = 1)	—	0.28
Global Warming Potential (GWP) (100 yr ITH. For CO_2, GWP = 1)	—	1,200
TSCA Inventory Status	—	Reported/Included
Toxicity AEL* (8- and 12-hr TWA)	ppm (v/v)	1,000

* AEL (Acceptable Exposure Limit) is an airborne inhalation exposure limit established by DuPont that specifies time-weighted average concentrations to which nearly all workers may be repeatedly exposed without adverse effects.

Note: kPa is absolute pressure.

End