Chapter-12 Oil in Refrigerant Circuits

၁၂.၁ နိဒါန်း

ချောဆီ(oil)များကို compressor များ၏ အစိတ်အပိုင်းများ ချောမွတ်(lubricate)စေရန်၊ sealing ဖြစ်စေရန် နှင့် compressor များ အပူချိန်လျော့နည်းစေရန် ရည်ရွယ်ချက်ဖြင့် အသုံးပြုကြသည်။ Compressor ထုတ်လုပ်သူများ (manufacturers)က သတ်မှတ်ပေးထားသည့် ချောဆီများကိုသာ အသုံးပြုသင့်သည်။ ပုံ(၁၂-၁)တွင် refrigerant အမျိုးအစားကို လိုက်၍ သင့်လျော်သည့် ချောဆီ(oil)များကို ဖော်ပြထားသည်။

Refrigerant type	Traditional mineral oil (MO)	Alkyl-benzine (AB)	MO + AB	Polyolester (POE)	Polyalphaolefin	Poly-alkalene-glycol (PAG)
CFCs and HCFCs	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	
HCFC blends	(✓)	✓	✓	(✓)		
HFCs and HFC blends		(✓)		✓		(✓)
Hydrocarbons	✓	(✓)	(✓)	✓	✓	(✓)
Ammonia	✓	(✓)	(✓)		✓	(✓)
CO_2				(✓)		(✓)

✓ Good suitability　(✓) Applicable with limitations

ပုံ ၁၂-၁ Refrigerant အမျိုးအစားနှင့် သင့်လျော်သည့် ချောဆီအမျိုးအစားများ(lubricant types)

ဘာမျှ ဖော်ပြမထားသည့် ကွက်လပ်များသည် မသင့်လျော်သည်ကို ဖော်ပြသည်။ သင့်လျော်သည့် စေးပျစ်မှု(viscosity)နှင့် မှန်ကန်သည့် အဆင့်(grade)ရှိသည့် ချောဆီများကို အသုံးပြုရန် လိုအပ်သည်။ ဥပမာ-

polyolester(POE) ချောဆီများသည် hydrocarbon refrigerant များနှင့် သင့်လျော်သော်လည်း အဆင့်မြင့်သည့် viscosity grade ဖြစ်ရန်လိုအပ်သည်။

၁၂.၁.၁ Oil in Refrigeration System

(၁) ချောဆီများသည် compressor ၏ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းများ(moving parts)ကို ချောမွတ် (lubricate) စေသည်။ အကြားနေရာများကို ပိတ်ဆို့(sealing)ပေးသည်။

(၂) ချောဆီများသည် refrigerant နှင့် အတူ နေရာ အနှံ့အပြား သို့ရောက်ရှိသည်။

(၃) ချောဆီ နှင့် refrigerant တို့သည် အပြန်အလှန်ရောနှောကြသောကြောင့် လိုက်လျောညီထွေ(compatible) ဖြစ်ရန်လိုအပ်သည်။

(၄) ချောဆီ အမျိုးအစား နှစ်မျိုးကွဲပြားသည်။

(က) Mineral oil (paraffin based) နှင့်

(ခ) Synthetic oil (e.g. Polyol Esters or POE) တို့ဖြစ်သည်။

၁၂.၁.၂ General Classification of Oils

ချောဆီများကို အစုသုံးစု ခွဲနိုင်သည်။

ချောဆီ အမျိုးအစား သုံးမျိုးကွဲပြားသည်။

(က) Mineral oil (paraffin based)

(ခ) Synthetic oil (e.g. Polyol Esters or POE)

(ဂ) Semi-synthetic oils.

Compressor ထုတ်လုပ်သူများ၏ ညွှန်ကြားချက်များကို လိုက်နာသင့်သည်။ တချို့သော ချောဆီ အမျိုးအစားများသည် refrigerant ထဲတွင် ပျော်ဝင်နိုင်သည်။ ပျော်ဝင်လျှင် ချောဆီကို ပြန်ခွဲထုတ်ရန် ခက်ခဲသည်။ မပျော်ဝင်နိုင်သည့် ချောဆီကို အသုံးပြုလျှင် oil recovery rate ပိုကောင်းနိုင်သည်။

Synthetic oil များသည် refrigeration လုပ်ငန်းများအတွက် တီထွင်ထားသည့် ချောဆီများ ဖြစ်သောကြောင့် အားသာချက်များစွာ ရှိသည်။

(၁) ချောဆီကို အချိန်ကြာကြာ အသုံးပြုနိုင်ခြင်း (extending oil change period)

(၂) Oil carry over ဖြစ်ပေါ်မှုနည်းခြင်း

(၃) ချောဆီသုံးစွဲမှု လျော့နည်းခြင်း (reduce oil consumption)

(၄) အပူချိန် နိမ့်ကျခြင်း (lower operating oil temperature)

(၅) Flash point မြင့်ခြင်း

(၆) ချောဆီလွှာ ကြံ့ခိုင်မှုအားကောင်းခြင်း (higher film strength)

(၇) တိုက်စားမှုနည်းခြင်းကြောင့် compressor သက်တမ်းရှည်ခြင်း(reduce compressor wear and longer compressor operating life)

(၈) အမြှုပ်မထခြင်း (non-foaming character.)

(၉) အဆိပ်သင့်မှု နည်းခြင်း(low toxicity)

(၁၀) အပူချိန်အမျိုးမျိုးတွင် ကောင်းစွာ အသုံးပြုနိုင်ခြင်း (good for wide operating temperature range)

Synthetic oil များ၏ အားနည်းချက်မှာ ဈေးကြီးခြင်း၊ seal material များနှင့် ဓာတ်မတည့်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Refrigeration system အတွင်းရှိ ချောဆီများကို ဖောက်ထုတ်၍ ရေပါဝင်မှု(water content)၊ စေးပျစ်မှု(viscosity)၊ အယ်လ်ကာလိုင်းဓာတ်အဆင့်(alkalinity)၊ အက်စစ်ဓာတ်အဆင့်(acidic level)နှင့် ဓာတုပစ္စည်းများ ပါဝင်မှု(chemical element content) စသည့် ပါဝင်မှုများကို ပုံမှန်စစ်ဆေးသင့်သည်။

၁၂.၂ Requirements and Characteristics

ချောဆီ၏ဂုဏ်သတ္တိများ(oil properties) မှာ

(၁) စေးပျစ်မှု(viscosity)

(၂) Refrigerant ထဲတွင် ပျော်ဝင်နိုင်မှု(miscibility and solubility with the refrigerant)

(၃) Pour point

(၄) Floc point နှင့်

(၅) Flash or fire point တို့ဖြစ်သည်။

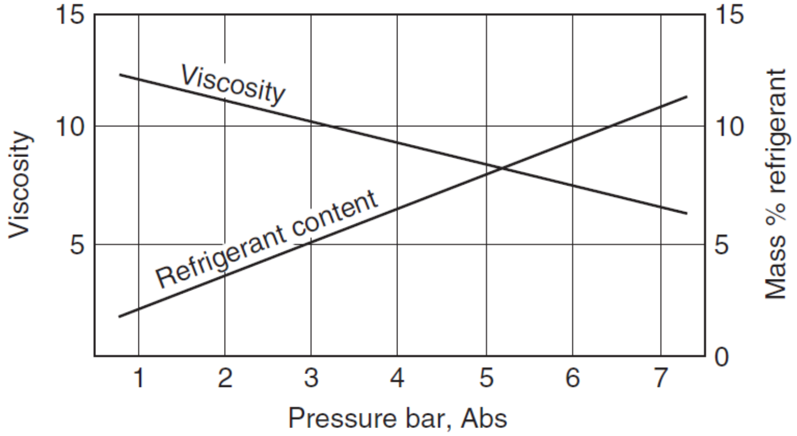
Evaporator နှင့် condenser အတွင်း၌ အပူစီးကူးမှု(heat transfer) အပေါ်တွင် ချောဆီ(oil)၏ အကျိုးသက်ရောက်မှု နှင့် compressor အတွင်းသို့ ချောဆီများ ပြန်ဝင်ရောက်လာခြင်း(oil return) စသည့် အချက်များကို သေချာစွာ ချင့်ချိန်၍ မည်သည့် ချောဆီ အမျိုးအစားကို ရွေးချယ်သင့်သည်ကို ဆုံးဖြတ်ကြသည်။ အသုံးပြုထားသည့် ချောဆီသည် compressor နှင့် system နှစ်ခုစလုံးနှင့် ကိုက်ညီမှု ရှိစေရန် compressor ဒီဇိုင်နာက တာဝန်ယူဆောင်ရွက်ရသည်။

ဖိအား(pressure) နှင့် အပူချိန်(temperature)ပေါ်တွင် မူတည်၍ ပျော်ဝင်နိုင်မှု(solubility characteristics) ကွဲပြားသည်။ Refrigeration machine များထဲတွင် ချောဆီနှင့် refrigerant သည် အမြဲရောနှောလျက် ရှိနေသည်။ CFC ၊ HCFC နှင့် ammonia စသည့် refrigerant များကို ချောဆီ(mineral oil) နှင့် တွဲ၍ လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်းများစွာက စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြသောကြောင့် ချောဆီ(mineral oil)၏ ဂုဏ်သတ္တိများကို လူသိများသည်။

ချောဆီ၏ စေးပျစ်မှု(viscosity)နှင့် ချောကျိုမှု(lubricity) နှစ်မျိုးတို့ကို အချိုးညီပေါင်းစပ်ကာ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းများအတွက် အကောင်းဆုံးဖြစ်အောင် စဉ်းစား တီထွင်ခဲ့ကြသည်။ HFC refrigerant များ ပေါ်ထွက် လာပြီးနောက် ပျော်ဝင်မှု(miscibility)ကြောင့် လုံလောက်သည့် oil return ဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက် mineral oil များမှ synthetic oil များကို ပြောင်းလဲ သုံးစွဲခဲ့ကြသည်။ များသောအားဖြင့် ဂုဏ်သတ္တိများ(properties) ၊ ကုန်ကျစရိတ်(cost) နှင့် ရရှိနိုင်မှု(availability) တို့ကို အခြေခံ၍ POE oils ကို ရွေးချယ်ကြသည်။ POE oil ကို အော်ဂဲနစ် အက်စစ် (organic acids) နှင့် အယ်လ်ကိုဟော(alcohols)တို့မှ ထုတ်လုပ်သည်။ ရေ နှင့် အီစတာ(ester)တို့ ပါဝင်သည်။ အီစတာ(ester) ထဲတွင် ပါဝင်နေသည့် ဓာတ်များသည် original acid structure အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Refrigerant circuit ထဲတွင် ရှိနေသည့် ချောဆီ(lubricating oil)နှင့် refrigerant အပြန်အလှန် ဓာတ်ပြုနိုင်မှု နှင့် ချောဆီ(lubricating oil)၏ အလုပ်လုပ်ဆောင်မှုတို့သည် အဓိက အချက်ဖြစ်သည်။ အမိုးနီးယား (ammonia) ထဲတွင် ချောဆီ၏ ပျော်ဝင်နိုင်မှု(solubility) အလွန်နည်းသည်။

> Refrigerant များ ချောဆီထဲတွင် ပျော်ဝင်နိုင်ခြင်း(solubility)သည် ကောင်းသည့်အချက် ဖြစ်သည်။ Evaporator တွင်း၌ ချောဆီ၏ စေးပျစ်မှု(viscosity) နည်းသွားသောကြောင့် စီးဆင်းမှု ပိုကောင်းစေသည်။ ဘယ်ရင်(bearing)များ အကြားတွင် lubrication ကောင်းစေခြင်းကြောင့် ပျော်ဝင်နိုင်မှု(solubility)သည် အထူးလိုအပ်သည့် ဂုဏ်သတ္တိဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၂-၂ Typical low side sump refrigerant content and mixture viscosity

Low-side ၌ ဖိအား(pressure) ပြောင်းလဲသည့်အခါ၌ evaporator အပူချိန်(temperature) ပြောင်းလဲသောကြောင့် refrigerant ပြင်းအား(concentration) ပြောင်းလဲပြီး စေးပျစ်မှု(viscosity) လည်း ပြောင်းလဲသည်။ Halocarbon refrigerant များ၏ ပုံမှန်ပြုမူပုံ(behavior)ကို ပုံ(၁၂-၂)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

ဥပမာ - low pressure 1 bar သည် evaporator temperature — 40°C ဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ မပြောပလောက်သည့် refrigerantအနည်းငယ်သာ ချောဆီထဲတွင် ပျော်ဝင်နေသည်။ သို့သော် evaporation pressure 6 bar သည် evaporator temperature 10°C ဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ refrigerant ၁၀% သည် ချောဆီထဲတွင် ပျော်ဝင်နေသောကြောင့် စေးပျစ်မှု(viscosity) ထက်ဝက်နီးပါး လျော့ကျသွားသည်။ ထိုအချိန်၌ ဘယ်ရင်(bearing)က သယ်ဆောင်နိုင်သည့် ဝန်ပမာဏ(bearing load carrying capacity)လည်း လျော့နည်း သွားသည်။ စေးပျစ်မှု (viscosity)၊ အပူချိန်(temperature) နှင့် ဖိအား(pressure)တို့ အပြန်အလှန် ဆက်စပ်နေပုံကို Viscosity/ Temperature/ Pressure diagram ဖြင့် လေ့လာနိုင်သည်။ ပုံ(၁၂-၃)တွင် ဖော်ပြထားသည့် diagram သည် refrigerant R134a နှင့် POE oil တို့၏ characteristic ကို ဖော်ပြထားခြင်း ဖြစ်သည်။ ASHRAE refrigeration handbook တွင် အသေးစိတ် လေ့လာနိုင်ပါသည်။

ချောဆီများ(lubricants)သည် အရည်ဖြစ်သောကြောင့် refrigerant အရည်ဖြစ်နေသည့် အချိန်တွင် အတူတကွ ပေါင်းစပ်နိုင်ပြီး homogeneous mixture ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုချိန်တွင် အပြန်အလှန် ပေါင်းစပ်ပျော်ဝင် (miscible) နိုင်သောကြောင့် "**oil-rich solution**" နှင့် "**refrigerant-rich solution**" ဟူ၍ ပျော်ရည်(solution) နှစ်မျိုး ဖြစ်ပေါ်သည်။ ချောဆီထဲတွင် refrigerant ပျော်ဝင်ခြင်းကြောင့် oil-rich solution ဖြစ်ပေါ်သည်။ Refrigerant ထဲတွင် ချောဆီ ပျော်ဝင်ခြင်းကြောင့် refrigerant-rich solution ဖြစ်ပေါ်သည်။ Refrigerant-rich solution သည် ပို၍ လေးသောကြောင့် အောက်ခြေတွင်သာ ရှိနေနိုင်သည်။ အေးသည့် ရာသီဥတု၌ compressor ကို ရပ်နား(shutdown) ထားစဉ် ပြဿနာ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ စမောင်းသည့်အချိန်၌ ဆီပန့်(oil pump) သည် စေးပျစ်မှု(viscosity) နည်းသည့် refrigerant-rich mixture များကို စုပ်ယူလိမ့်မည်။ Crankcase တွင် heater တပ်ဆင်ထားခြင်း နှင့် pump down ပြုလုပ်ခြင်းတို့ဖြင့် ထိုပြဿနာကို တားဆီးနိုင်သည်။

Ammonia သည် ချောဆီများ(lubricants)နှင့် မရောနှောနိုင်သောကြောင့် ထိုပြဿနာများ မဖြစ်ပေါ်နိုင်ပေ။ ချောဆီ အနည်းငယ်သာ evaporator ၏ အောက်ခြေပိုင်းတွင် အနည်ထိုင်နေနိုင်သည်။

ချောဆီ(lubricant)၏ ကောင်းသည့် ဂုဏ်သတ္တိများကို အောက်တွင် အနှစ်ချုပ် ဖော်ပြထားသည်။ Lubricant ၏ ဂုဏ်သတ္တိများသည် refrigerant ပေါ်တွင် မူတည်နေသောကြောင့် ချောဆီ(lubricant)၏ ဂုဏ်သတ္တိများကို သီးခြား ဖော်ပြရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။

(၁) မည်သည့်အပူချိန်၊ မည်သည့် ဖိအား၌ ဖြစ်ပါစေ ဘယ်ရင်(bearing)များတွင် လုံလောက်သည့် lubrication ရရှိရန်

လိုအပ်သည်။

(၂) Compressor အထွက်(discharge)ဘက် တွင် အမြင့်ဆုံးဖိအားနှင့် အပူချိန် ဖြစ်ပေါ်သည်။ ပုံမှန်မောင်းနေသည့် အခြေအနေများတွင် ဓာတုနည်းဖြင့် ဓာတ်ပြုခြင်း(chemical reactions) သို့မဟုတ် ဓာတ်ပြိုကွဲခြင်း (decomposition) မဖြစ်စေရ။

(၃) ချောဆီများသည် အတတ်နိုင်ဆုံး ရေခိုးရေငွေ့ နှင့် အညစ်အကြေး ကင်းစင်ရန် လိုအပ်သည်။

(၄) ချောဆီများသည် system အတွင်းရှိ flexible ၊ seals စသည့် ပစ္စည်းများတွင် သုံးထားသည့် material များနှင့် လိုက်လျောညီထွေ(compatible) ဖြစ်ရန် လိုအပ်သည်။ ကြေး(copper) ကို အမိုးနီးယား(ammonia) နှင့် အတူတကွ အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။

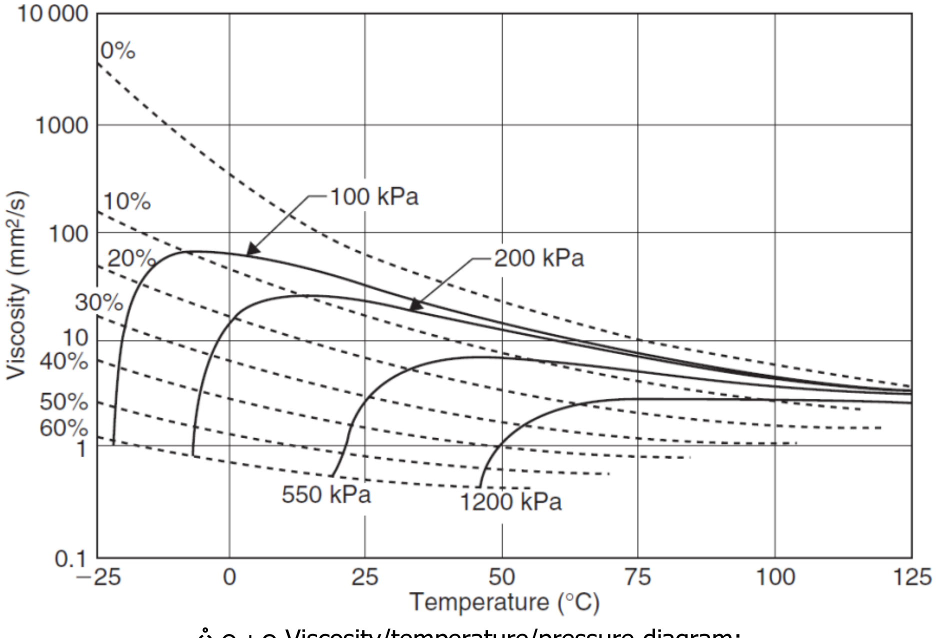
(၅) အပူချိန်နိမ့်သည့်အခါ ချောဆီ၏ စေးပျစ်မှု များလာလိမ့်မည်။ အပူချိန်နိမ့်သည့်အခါ ချောဆီများ compressor အတွင်းသို့ ပြန်ရောက်နိုင်လောက်သည့် စေးပျစ်မှု ဖြစ်နေစေရန် လိုအပ်သည်။

(၆) Mineral oil များသည် အပူချိန် နိမ့်သည့်အခါ ဖယောင်းများ(waxes) အနည်ကျခြင်း(precipitation) ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။ အစိုင်အခဲများ (solids) အနေဖြင့် အနည်ကျခြင်း(precipitate) မဖြစ်စေသင့်ပါ။

(၇) အလုံပိတ်ထားသည့် မော်တာ(enclosed motor) များအတွက် လျှပ်စစ်ခုခံမှုအား(electrical resistance) မြင့်မားရန် လိုအပ်သည်။

(၈) အမြှုပ်ထခြင်း(foaming characteristics)ကို ထည့်သွင်း စဉ်းစားရန် လိုအပ်သည်။

(၉) ဈေးကွက်တွင် အလွယ်တကူ ဝယ်ယူ ရရှိနိုင်မှု(availability)နှင့် ကုန်ကျစရိတ် နည်းခြင်းသည် အဓိက အချက် ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၂-၃ Viscosity/temperature/pressure diagram:
shows percentage refrigerant in solution and corresponding viscosity.

လက်တွေ့ မောင်းနေသည့် အခြေအနေများ နှင့် လက်တွေ့ စမ်းသပ်ချက်များမှ ရရှိသည့် ရလဒ်များမှ lubrication characteristic များကိုသာ စိတ်ချရနိုင်သည်။ ချောဆီနှင့် refrigerant ထဲတွင် ရေငွေ့(moisture) နှင့် လေ(air) ကို လုံးဝမရှိအောင် ပြုလုပ်ကြသော်လည်း လက်တွေ့တွင် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် ချောဆီနှင့် refrigerant ထဲတွင် ရေငွေ့(moisture) ၊ လေ(air) စသည့် အညစ်အကြေး(contaminant)များ ပါဝင်နေသော်လည်း ဓာတုဗေဒနည်းဖြင့် တည်ငြိမ်(chemical stability)ရန် လိုအပ်သည်။

Compressor စမောင်းသည့်အချိန်၌ လွန်ကဲစွာ အမြှုပ်များဖြစ်ပေါ်ခြင်း(foaming)ကြောင့် crankcase pressure ကျဆင်းခြင်းသည် မလိုလားအပ်သည့်အရာ ဖြစ်သည်။ crankcase pressure ကျဆင်းခြင်းကြောင့် system ချောဆီ မလုံလောက်မှု ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ပုံမှန်မောင်းနေချိန်(normal running)တွင် အမြှုပ်များ ဖြစ်ပေါ်ခြင်း (foaming)ကြောင့် ဆူညံသံ(noise) လျော့နည်းသွားနိုင်သည်။

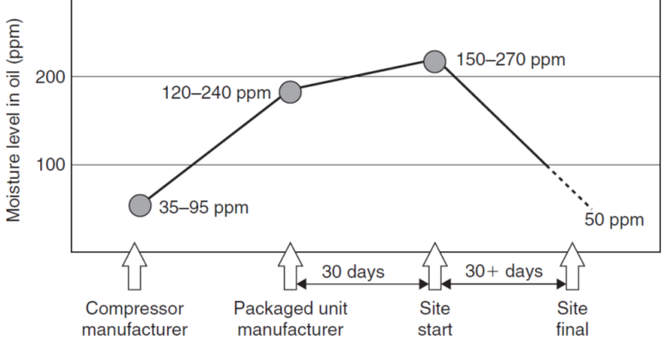
၁၂.၃ ရေခိုးရေငွေ့ နှင့် လေထဲရှိ အညစ်အကြေးများ(Moisture and Air Contamination)

System ထဲတွင် ရေငွေ့များ(moisture) ရှိနေခြင်းကြောင့် expansion valve နေရာတွင် ရေခဲခြင်း(ice formation) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ထို့အပြင် သံချေးတက်ခြင်း(corrosion)နှင့် မော်တာကွိုင်(motor windings) ပျက်စီးခြင်း ဖြစ်နိုင်သည်။ Refrigeration system တစ်ခု၌ contaminant များရှိနေခြင်းကြောင့် ပြဿနာများစွာ ဖြစ်ပေါ်ရာတွင် ချောဆီများ(lubricants)သည် အဓိက နေရာမှ ပါဝင်သည်။ Compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသည့် ချောဆီများသည် သန့်ရှင်းနေရန် လိုအပ်သည်။ System အတွင်းရှိ ချောဆီများ၏ အခြေအနေသည် system ၏ physical နှင့် chemical သန့်စင်မှု(cleanliness) နှင့် တိုက်ရိုက် သက်ဆိုင်သည်။

လေထုထဲမှ ရေငွေ့များ ချောဆီအတွင်းသို့ မဝင်ရောက်စေရန် ချောဆီပုံးများကို လေလုံ(tightly sealed) အောင် ပြုလုပ်ထားရမည်။ Ammonia system များမှ ထုတ်ယူထားသည့် ချောဆီများကို ပြန်လည် အသုံး မပြုသင့်ပေ။ ပြန်လည် အသုံးပြုလိုပါက ခြောက်သွေ့ သန့်စင်အောင်ပြုလုပ်ပြီးမှသာ ပြန်လည်အသုံးပြုသင့်သည်။

Hermetic သို့မဟုတ် semi-hermetic compressor motor များ၌ အပူလွန်ခြင်း(overheating) သို့မဟုတ် လျှပ်စစ်ရှော့ဖြစ်ခြင်း(electrical fault) ဖြစ်ပေါ်သည့်အခါ contaminant များ နှင့် halogen အက်စစ် (acid)များ ထွက်ပေါ်လာသည်။ ဟေလိုဂျင်အက်စစ်(Halogen acid)သည် ဘေးအန္တရာယ် ဖြစ်စေနိုင်သောကြောင့် ကိုင်တွယ်သည့် အခါ၌ မျက်မှန်(eye goggles)နှင့် ရာဘာလက်အိတ် (rubber gloves)များကို အသုံးပြုသင့်သည်။ ချောဆီထဲတွင် အက်စစ်ဓာတ်များ ရှိနေသည်ဟု သံသယရှိပါက စနစ်တကျ စွန့်ပစ်ပြီး၊ system တစ်ခုလုံးကို သေချာစွာ ဆေးကြော ပစ်ရမည်။

ရေငွေ့နှင့် POE lubricant များ ဓာတ်ပြုခြင်းကြောင့် အော်ဂဲနစ် အက်ဆစ်(organic acid) ဓာတ်များ ထွက်ပေါ်လာနိုင်သည်။ အော်ဂဲနစ် အက်ဆစ်(organic acid) ဓာတ်များသည် ဟေလိုဂျင် အက်ဆစ်(halogen acid) ထက် ပြင်းအားလျော့နည်းသောကြောင့် အက်ဆစ်စမ်းသပ်သည့်ကိရိယာ(acid test kit)ကို အသုံးပြု၍ တိုင်းတာ ရသည်။ မည်သို့ပင်ဖြစ်စေ POE lubricant များ ဓာတ်ပြိုကွဲခြင်းသည် မလိုလားအပ်သည့် အရာဖြစ်သည်။ POE lubricant အသုံးပြုထားသည့် system များတွင် ရေငွေ့(moisture) ပါဝင်နေမှုကို 50 ppm ထက် ပိုမများအောင် ထိန်းထားရန် လိုအပ်သည်။ POE lubricant များသည် ရေငွေ့(moisture)နှင့် သဘာဝအတိုင်း အလိုလျောက် ဓာတ်ပြုနိုင်သောကြောင့် ရေငွေ့ နည်းနိုင်သမျှနည်းအောင် ထိန်းသိမ်းသင့်သည်။ လေဟာနယ်(vacuum) ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ချောဆီအတွင်းမှ ရေငွေ့(moisture)များကို လုံးဝ ကုန်စင်အောင် ဖယ်ထုတ်ရန် မဖြစ်နိုင် သောကြောင့် filter–drier များ တပ်ဆင်ထားရန် အထူးလိုအပ်သည်။



ပုံ ၁၂-၄ Typical moisture ingress and subsequent removal by the action of the drier in a POE system

ပုံ(၁၂-၄)တွင် တပ်ဆင်နေစဉ်(installing)အချိန်နှင့် commissioning ပြုလုပ်နေစဉ် လက်ခံနိုင်သည့် ရေငွေ့ပါဝင်မှု ပမာဏ(expected moisture content)ကို ဖော်ပြထားသည်။

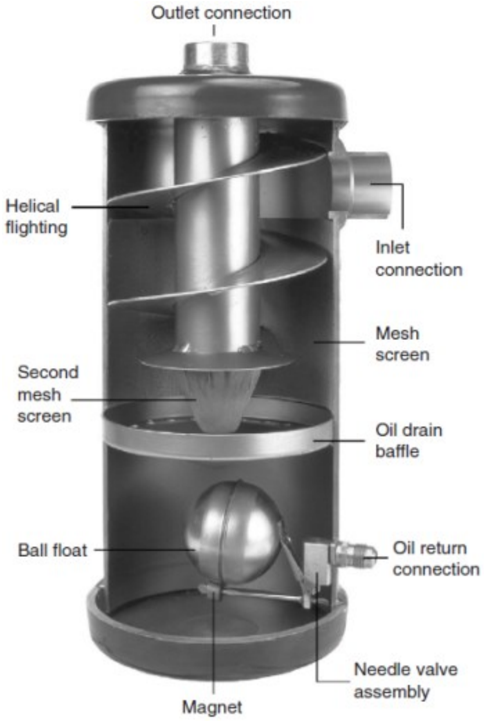
Compressor အတွင်း၌ စက်ရုံမှ ထုတ်လုပ်စဉ်က ထည့်ပေးလိုက်သည့် POE oil တွင် 35-95 ppm ပါဝင်နိုင်သည်။ တပ်ဆင်နေစဉ် နည်းမှန်လမ်းမှန်ဖြင့် evacuation ပြုလုပ်ခြင်း၊ sealing ပြုလုပ်ခြင်းနှင့် drier တပ်ဆင်ထားခြင်း တို့ကြောင့် ရေငွေ့ ပါဝင်မှုကို 50 ppm အထိ လျော့နည်းအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ မှန်သည့် နည်းဖြင့် evacuation ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် လက်ခံနိုင်သည့် ရေငွေ့ပါဝင်မှု အနိမ့်ဆုံးအထိ ကျဆင်းနိုင်သည်။ ရေငွေ့များ ရှိနေခြင်းကြောင့် oxidation ဖြစ်ခြင်းနှင့် အပူချိန်မြင့်မားသည့်အခါ ဓာတ်ပြုခြင်း(chemical reaction) တို့ကြောင့် ပျက်စီးမှုများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

CFCs သို့မဟုတ် HCFCs အသုံးပြုနေသည့် system ကို HFC refrigerants ဖြင့် ပြောင်းလဲအသုံးပြုလိုပါက ချောဆီကို POE ချောဆီ ပြောင်းလဲရန် လိုအပ်သည်။ ထုတ်လုပ်သူ(Original Equipment Manufacturers [OEM]) ၏ ညွှန်ကြားချက်များကို ဂရုတစိုက် လိုက်နာရန် လိုအပ်သည်။

၁၂.၄ Oil Separators

Reciprocating machine များ၌ compression stroke အချိန်တွင် refrigerant gas များ အပူချိန် မြင့်တက်လာသည်။ ဆလင်ဒါနံရံ(cylinder wall) ပေါ်တွင် ရှိနေသည့် ချောဆီများသည် discharge gas နှင့် အတူ ဆလင်ဒါ အပြင်သို့ ထွက်သွားသည်။ ချောဆီလိုအပ်သည့် compressor များတွင် ချောဆီများသည် discharge gas ၏ သယ်ဆောင်သွားခြင်း ခံရလေ့ရှိသည်။ ထိုကဲ့သို့ ချောဆီများ discharge gas ၏ သယ်ဆောင် သွားခြင်း ကို "**oil carry-over**" ဖြစ်သည်ဟု ခေါ်ဆိုသည်။ System အတွင်းရှိ တခြား တစ်နေရာမှ အညစ်အကြေးများကို ချောဆီက compressor ဆီသို့ သယ်ဆောင် လာနိုင်သည်။

အချိန်ကြာမြင့်စွာ ရပ်နားထားပြီးနောက် ပြန်လည် စတင်မောင်းသည့်အခါ အမြှုပ်ထခြင်း(foaming) ကြောင့် အချိန်အခိုက်အတန့် oil carry over ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ရှုပ်ထွေးပြီး ကြီးမားသည့် system များတွင် oil carry over ဖြစ်ပေါ်ခြင်း လျော့နည်းစေရန်အတွက် discharge line တွင် oil separator တပ်ဆင်ထားသင့်သည်။ ပုံ(၁၂-၅)တွင် oil separator တစ်ခုကို ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၁၂-၅ Oil separator (Henry)

ဝင်ရောက်လာသည့် hot gas နှင့် အတူ ပါလာသည့် ချောဆီများသည် spiral ၏ မျက်နှာပြင်နှင့် ထိတွေ့ပြီး centrifugal force ကြောင့် အောက်သို့ ကျဆင်း သွားသည်။ ဝင်လာသည့် ချောဆီများ၏ 95% မှ 98% ခန့်ကို ခွဲထုတ်နိုင်ပြီး crankcase ဆီသို့ ပြန်ရောက် သွားစေသည်။ Oil return line ကို float valve သို့မဟုတ် bleed orifice ဖြင့် control လုပ်သည်။ ထို့အပြင် compressor ရပ်တန့်သည့် အခါတွင် တင်းကျပ်သည့်အားဖြင့် ပိတ်ခြင်း(tight shut-off)မျိုး မဖြစ်အောင် solenoid valve တပ်ဆင်ထားသည်။ ဖိအား(discharge pressure) အောက်တွင် separator တည်ရှိနေပြီး suction pressure အောက်တွင် compressor oil sump ရှိသည်။

ရပ်တန့်(shutdown)လိုက်သည့်အခါ separator အတွင်းရှိ high-pressure gas များသည် အပူချိန် ကျဆင်း သွားပြီး အရည်အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲသွားကာ oil များ အားပျော့(dilute) သွားသည်။ စတင်မောင်းသည့် အခါ diluted oil များကို oil pump က စုပ်ယူသည်။ Dilution ပြဿနာ အတွက် heater တပ်ဆင်ထား လေ့ရှိသည်။

ချောဆီပက်ဖြန်းသည့် (oil-injected) screw compressor များ oil carry-over ပြဿနာ ဖြေရှင်းရန် oil separator မရှိမဖြစ် ပါဝင်သည်။ Separator မှ ခွဲထုတ်ပြီးသား ချောဆီများကို bearing များဆီသို့ injection port မှ တစ်ဆင့် အဆက်မပြတ် ပေးပို့သည်။ Oil carry-over ပြဿနာ လုံးဝ လက်ခံနိုင်သည့် စက်များတွင် two-stage oil separator ကို တပ်ဆင်ထားနိုင်သည်။ 99.7% ခန့် ချောဆီများကို ဖယ်ထုတ်ပေးနိုင်သည်။ သို့သော် oil separator သည် မည်မျှပင် efficient ဖြစ်ပါစေ oil carry-over အနည်းငယ်ခန့် ဖြစ်နိုင်သည်။

Oil Separator for Reciprocating Compressors

Discharge oil separator များကို reciprocating compressor များတွင် အသုံးပြုသည့် wire mesh သို့မဟုတ် demister type များဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ ဈေးနှုန်းချိုသာသည့် wire mesh သို့မဟုတ် demister oil separator ၏ efficiency သည် 99.99% အထိ ကောင်းနိုင်သည်။ Oil carryover သည် 30 to 400PPM by weight ဖြစ်သည်။

Oil Separator for Screw Compressors

Screw compressor များ မောင်းနေစဉ် ချောဆီ အမြောက်အမြားကို လည်ပတ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။ Oil separator ကို screw compressor တွင် မဖြစ်မနေ အသုံးပြုရသောကြောင့် oil separator သည် screw compressor ၏ အဓိက အစိတ်အပိုင်း ဖြစ်သည်။ Mists နှင့် droplet များကို ရာနှုန်းပြည့်နီးပါး သန့်စင်ပေး ခွဲထုတ် ပေးနိုင်သည်။

Oil Still and Oil Recovery

ချောဆီများသည် refrigerant အတွင်း၌ ပျော်ဝင်နိုင်လျှင် compressor အတွင်းသို့ refrigerant နှင့် အတူ ချောဆီများ အလိုအလျောက် ပြန်လည်ဝင်ရောက် လာနိုင်သည်။ ချောဆီများ refrigerant အတွင်း မပျော်ဝင်နိုင်လျှင် compressor အတွင်းသို့ ချောဆီများ ရောက်ရှိရန်အတွက်နည်း တစ်နည်းနည်းဖြင့် ဝင်ရောက်အောင် ပြုလုပ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။

Discharge Oil Separator ၊ Oil Still and Oil Return

Compressor များတွင် discharge oil separator များကို အသုံးပြုကြသည်။ Oil mist နှင့် droplet များကို ဖယ်ရှားရန်အတွက် refrigeration system များ၏ discharge line တွင် oil separator တပ်ဆင်ထားသည်။ Centrifugal compressor discharge များ၌ carryover ဖြစ်သည့် ချောဆီပမာဏသည် အနည်းဆုံးဖြစ်သောကြောင့် centrifugal system များတွင် discharge oil separator ကို အသုံးပြုလေ့မရှိပေ။ Reciprocating compressor များတွင် discharge oil separator များကို အများဆုံး အသုံးပြုကြသည်။ Discharge oil separator များသည် compressor များ၏ အဓိက အစိတ်အပိုင်းများ ဖြစ်ကြသည်။

၁၂.၅ Oil Circulation

Compressor မှ ထွက်လာသည့် discharge line ကို အောက်ဘက်သို့ စောင်းထားပေးရမည်။ ထို့သို့ စောင်းထားပေးသောကြောင့် compressor idle ဖြစ်နေစဉ် ချောဆီနှင့် refrigerant အရည်များ စုဝေးနေခြင်း မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။ Condenser ကို compressor ၏ အပေါ်ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် အခါမျိုး၌ compressor မှ အထွက်တွင် velocity လုံလောက်အောင် များရန် လိုအပ်သည်။

ချောဆီများ နောက်ပြန်စီးခြင်း(flowing back) မဖြစ်ပေါ်စေရန် non-return valve ကို ကာကွယ်သည့် အနေဖြင့် တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။ Horizontal line များကို အောက်ဘက်သို့ စောင်းထား ပေးရမည်။

Condenser အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်သွားသည့် ချောဆီများသည် အေးနေသည့် မျက်နှာပြင်နှင့် ထိတွေ့၍ အောက်ဘက်သို့ ကျဆင်းသွားပြီး refrigerant အရည်ထဲတွင် ပျော်ဝင်သွားသည်။ ချောဆီအရည်နှင့် refrigerant အရည်တို့သည် expansion valve ကို ဖြတ်ကျော်၍ evaporator အတွင်းသို့ ရောက်ရှိသွားသည်။

Evaporator အတွင်း၌ refrigerant အရည်များသည် အပူကို စုပ်ယူလိုက်သောကြောင့် အငွေ့ အဖြစ်သို့ ရောက်ရှိသွားပြီး ချောဆီများသည် အရည်အနေဖြင့်သာ တည်ရှိနေလိမ့်မည်။ ချောဆီအနည်းငယ်သာ low-pressure vapor အဖြစ် suction gas နှင့် ရောနှောပါသွားလိမ့်မည်။ Evaporator အတွင်း ချောဆီအရည်များ များစွာ စုဝေးနေခြင်းကြောင့် heat transfer လျော့နည်းခြင်း၊ ပုံမှန်အလုပ်မလုပ်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် evaporator အတွင်း ချောဆီအရည်များ အမြောက်အမြား စုဝေးနေခြင်း မဖြစ်ပေါ်အောင် ကန့်သတ်ထားရန် လိုအပ်သည်။

> ချောဆီများလည်ပတ်နေအောင် တွန်းပေးမည့် refrigerant အရည်များ၏အား လျော့နည်းသွားခြင်း အလွန်အရေးကြီးသည့်အချက် ဖြစ်သည်။ Suction line ကို compressor သို့ စောင်းထားပေးသင့်သော်လည်း compressor အတွင်း refrigerant အရည်များ မဝင်ရောက်နိုင်အောင် သေချာစွာ တားဆီးသင့်သည်။ အနိမ့်ဆုံး gas velocity သည် 3.5 m/s ထက် မနည်းစေရ။
>
> Evaporator သည် compressor ၏ အောက်တည့်တည့်တွင် ရှိနေလျှင် ချောဆီအစက်များ(oil droplets)ကို ခြောက်သွေ့နေသည့် refrigerant gas က compressor သို့ သယ်ဆောင်သွားနိုင်ရန်အတွက် gas velocity သည် 7 m/s ထက် မနည်းစေရ။

Evaporator မှ compressor ဆီသို့ အနိမ့်ဆုံး fluid velocity ဖြင့် ချောဆီများ အဆက်မပြတ် ပြန်လာစေသည့်နည်းသည် အသုံးအများဆုံးနည်း ဖြစ်သည်။

Compressor ကို စတင်မောင်းနေချိန်တွင် ပမာဏအလွန်များသည့် ချောဆီ၊ refrigerant သို့မဟုတ် နှစ်မျိုးစလုံး compressor အတွင်း ဝင်ရောက်လာခြင်း မဖြစ်စေရန် suction accumulator ကို တပ်ဆင်ထားသည်။ ထိုသို့ compressor အတွင်းသို့ ရုတ်တရက် refrigerant အရည်များ ဝင်ရောက်လာခြင်းကို "liquid slugging" ဟုခေါ်သည်။ Compressor ကို အသင့်အတင့် "liquid slugging"ဖြစ်သည့်ဒဏ်ကို ခံနိုင်အောင် ဒီဇိုင်း လုပ်ထားရန် လိုအပ်သည်။

Compressor ၏ မြန်နှုန်းကို လျော့ချ၍ capacity control လုပ်သည့်အခါ အနည်းဆုံး velocity ထက် မနည်းအောင် ထိန်းထားရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ အနိမ့်ဆုံး velocity ထက် နည်းသည့်အခါ compressor အတွင်းသို့

လုံလောက်သည့် ချောဆီပမာဏ ဝင်ရောက်ရန် မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။ Compressor ၏ မြန်နှုန်းကို လျှော့ချနိုင်သော်လည်း လုံလောက်သည့် ချောဆီ ပမာဏ compressor အတွင်းသို့ ရောက်ရှိရန် စီမံထားရမည်။

၁၂.၆ Lubricating Oils and Their Effects

Compressor ၏ crankcase အတွင်း၌ ရှိနေသည့် ချောဆီ(lubricating oil)သည် refrigerant နှင့် ထိတွေ့နေသည်။ ချောဆီများ refrigerant အတွင်း၌ ပျော်ဝင်သွားသည့်အခါ refrigerant ၏ thermodynamic property များ ပြောင်းလဲသွားသည်။

ပျော်ဝင်သွားသည့် ချောဆီ၏ သဘာဝနှင့် ပမာဏကို လိုက်၍ vapor pressure ကျဆင်း သွားခြင်းသည် အဓိက အချက်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ချောဆီများ refrigerant အတွင်း၌ ပျော်ဝင်သွားသည့်အခါ ချောဆီနှင့် refrigerant နှစ်မျိုးလုံး၏ ဓာတုဗေဒနှင့်သက်ဆိုင်သည့် ဂုဏ်သတ္တိများ(chemical properties) နှင့် ရူပဗေဒနှင့်သက်ဆိုင်သည့် ဂုဏ်သတ္တိများ(physical properties) တည်ငြိမ်(stable)နေရန် လိုအပ်သည်။

ဥပမာ - ammonia system များတွင် အမိုးနီးယားအတွင်း၌ ချောဆီများ ပျော်ဝင်နေခြင်းကြောင့် ဂုဏ်သတ္တိများ ပြောင်းလဲခြင်း မဆိုစလောက်သာ ဖြစ်ပေါ်သည်။ သို့သော် HC refrigerants များထဲတွင် ချောဆီများ ပျော်ဝင် နေခြင်းကြောင့် ဂုဏ်သတ္တိများ ပြောင်းလဲသွားလိမ့်မည်။ တချို့သော HC refrigerant ထဲတွင် ချောဆီများ ပျော်ဝင် နေခြင်းကြောင့် ဓာတ်ပြုခြင်းများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။

ပြောင်းလဲသွားသည့် ဂုဏ်သတ္တိများ၏ ပမာဏသည် မောင်းနေသည့်အခြေအနေ(operating condition) ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ ပုံမှန်အခြေအနေတွင် ရေငွေ့ကင်းစင်ပြီး သန့်ရှင်းနေသည့်အဆင့်မြင့်ချောဆီ(high-quality oil) ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် ဓာတ်ပြုခြင်း မဆိုစလောက်သာ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ သို့သော် လေနှင့် ရေငွေ့များ ပါဝင်နေသည့် အရည်အသွေးမကောင်းသည့် ချောဆီကြောင့် ပြဿနာများစွာဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ဓာတ်ပြိုကွဲခြင်း(decomposition)များ၊ corrosive acids များနှင့် sludge များ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ Discharge temperature မြင့်မားခြင်းကြောင့်လည်း ထိုအချက်များ ပိုဆိုးရွားစေနိုင်သည်။

အမျိုးမျိုးသော refrigerant များ၏ characteristic များတွင် oil miscibility သည် အဓိက အချက်ဖြစ်သည်။ Oil miscibility ဆိုသည်မှာ refrigerant သည် ချောဆီအတွင်း၌ ပျော်ဝင်နိုင်ခြင်း သို့မဟုတ် ချောဆီသည် refrigerant အတွင်း၌ ပျော်ဝင်နိုင်ခြင်း ဖြစ်သည်။

Refrigerant နှင့် ချောဆီ တစ်သားတည်းဖြစ်အောင် ပျော်ဝင်နိုင်မှု(oil miscibility)ကို အခြေခံ၍ refrigerant များကို အောက်ပါအတိုင်း အုပ်စု သုံးမျိုး ခွဲခြားနိုင်သည်။

(၁) Refrigerating system ၌ ချောဆီထဲတွင် လုံးဝ အကုန်အစင် ပျော်ဝင်နိုင်သည့် refrigerant အုပ်စု

(၂) Condensing section တွင် ချောဆီအတွင်း၌ ပျော်ဝင်နိုင်ပြီး evaporator section တွင် ပြန်လည် ခွဲထုတ်နိုင်သည့် refrigerant အုပ်စု

(၃) Refrigerating system ၌ အနည်းငယ်သာ ပျော်ဝင်နိုင်သည့် refrigerant အုပ်စု သို့မဟုတ် လုံးဝ မပျော်ဝင်နိုင်သည့် refrigerant အုပ်စု

Lubricating oil ၏ စေးပျစ်မှု(viscosity)သည် thermophysical သဘောအရ အရေးကြီးသည့် အချက်ဖြစ်သည်။ ပွတ်တိုက်နေသည့် မျက်နှာပြင်များ(rubbing surfaces)အကြားတွင် ခုခံကာကွယ်သည့် အလွှာ (protective film) ဖြစ်စေရန် နှင့် မျက်နှာပြင်နှစ်ခု မထိတွေ့စေရန် အတွက် လုံလောက်သည့် စေးပျစ်မှု(viscosity) ဖြစ်ပေါ်ရန် လိုအပ်သည်။

စေးပျစ်မှု(viscosity) နည်းလွန်းပါက အထက်ပါ အခြေအနေများ မဖြစ်နိုင်ပါ။ စေးပျစ်မှု(viscosity) များလွန်းပါက အစိတ်အပိုင်းများ အကြားသို့ စီးဝင်၊ စိမ့်ဝင်ခြင်း(penetration) မဖြစ်နိုင်ပေ။ Refrigerant အတွင်း၌ ချောဆီများ

လည်ပတ်ခြင်း(circulation) လျော့နည်းစေရန်အတွက် compressor ၏ အထွက်ပိုက်(discharge line)တွင် oil separator သို့မဟုတ် oil trap တပ်ဆင်ထားလေ့ရှိသည်။

HFC refrigerants နှင့် HFC blend refrigerant များထဲတွင် mineral oil များ ပျော်ဝင်ခြင်း မဖြစ်နိုင်ပေ။

HFC refrigerant များ ဖြင့် မောင်းသည့် system တွင် mineral oil ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် အောက်ပါ အကျိုးကျေးဇူးများ ရရှိနိုင်သည်။

(၁) ချောဆီအတွက် ကုန်ကျစရိတ် သက်သာသည်။ (lower lubricant cost)

(၂) တိုက်ရိုက် refrigerant လဲလှယ်ခြင်း ပြုလုပ်နိုင်သည်။ (direct refrigerant replacement)

(၃) Refrigerant ပျော်ဝင်မှု နည်းသည်။ (lower refrigerant solubility)

(၄) စေးပျစ်မှု ပိုကောင်းစေနိုင်သည်။ (improved working viscosity)

(၅) ထည့်သွင်းရမည့် refrigerant ပမာဏ လျော့ချနိုင်သည်။ (reduced refrigerant charge)

(၆) စမောင်းလျှင် မောင်းခြင်း refrigeration effect လျှင်မြန်စွာ ရနိုင်သည်။ (faster refrigeration on start)

(၇) Slugging ဖြစ်ခြင်း နှင့် oil carry-over ဖြစ်ခြင်းကို လျော့နည်းစေနိုင်သည်။ (reduced slugging and oil carry-over on start)

(၈) Refrigerant blend များ၏ တည်ဆောက်ထားမှု(composition) မပြိုကွဲနိုင်ခြင်း(distortion) သို့မဟုတ် အနည်းငယ်သာ ပြိုကွဲနိုင်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်သည်။

(၉) Oil separator တွင် ချောဆီများ ပြည့်လျှံနေခြင်းကို လျော့နည်းစေနိုင်သည်။ (reduced oil separator flooding)

(၁၀) Hygroscopicity လျော့နည်းစေသည်။ (reduced hygroscopicity)

(၁၁) ဓာတ်ပြုခြင်း လျော့နည်းစေနိုင်သည်။ (reduced chemical reactivity)

(၁၂) Electrical resistivity လျော့နည်းစေနိုင်သည်။ (reduced electrical resistivity)

(၁၃) အညစ်အကြေးများ သယ်ဆောင်မှု လျော့နည်းစေနိုင်သည်။ (reduced dirt transfer)

Mineral oil များကို HFC refrigerant များနှင့် တွဲ၍ အသုံးပြုသည့်အခါ polyolester lubricant များထက် ပိုကောင်းသည့် အချက်များကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

(က) စေးကပ်ခြင်း ဖြစ်နေရန် မလိုအပ်ပေ။ (non-sticking suction need)

(ခ) ယိုစိမ့်မှုကို အလွယ်တကူ မြင်နိုင်သည်။ (better visual detection)

(ဂ) ရေများပျော်ဝင်နိုင်မှု(water solubility) ပိုကောင်းသည်။ Environmental impact ဖြစ်ပေါ်မှု နည်းသည်။

(ဃ) အမြှုပ်ထခြင်း(foaming characteristics) ပိုများသောကြောင့် bearing lubrication ပိုကောင်းသည်။ ဆူညံသံ လျော့နည်းသည်။

၁၂.၇ Oil System for Compressor

Compressor ၏ အမျိုးအစားကို လိုက်၍ ချောဆီ စနစ်များ ကွဲပြားသည်။

၁၂.၇.၁ Reciprocating Compressors

Reciprocating compressor များတွင် ချောဆီများကို ပက်ဖြန်းခြင်း(splash system) နှင့် ဖိအားဖြင့် ချောဆီများကို တွန်းပို့ခြင်း (oil pressure system) ဟူ၍ lubricating system နှစ်မျိုးကို အသုံးပြုသည်။

Splash system တွင် crankshaft ၏ လည်ပတ်အားကို အသုံးပြု၍ ချောဆီများကို ပက်ဖြန်းပေးခြင်း ဖြစ်သည်။ ဘယ်ရင်ရှိ ချောဆီလမ်းကြောင်းများ(bearing channels)မှ တစ်ဆင့် ချောဆီများသည် main bearing သို့ရောက်ရှိသည်။ Bearing များမှ ဆူညံသံ ထွက်ပေါ်နိုင်သည်။

Oil pressure system များတွင် crankcase မှ ဂီယာဖြင့် မောင်းပေးသည့် ချောဆီပန့်(oil pump)ပါရှိသည်။ ချောဆီပန့်သည် ချောဆီများကို connecting rods၊ main bearings နှင့် piston pin များဆီသို့ တွန်းပို့သည်။ ပိုကောင်းသည့် lubrication ရရှိနိုင်ပြီး အသံဆူညံခြင်း မဖြစ်ပေါ်ပေ။ Compressor lubrication circuit အတွင်း၌ ဖိအား အလွန်မြင့်တက်ခြင်း မဖြစ်ပေါ်အောင် ချောဆီပန့်တွင် overload relief valve ပါရှိရန် လိုအပ်သည်။ ချောဆီဖိအား(oil pressure)သည် သတ်မှတ်ထားသည့် တန်ဖိုး(safe level)ထက် နည်းသွားပါ compressor ကို ရပ်တန့်(shut down)သွားစေရန် safety switch တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။

၁၂.၇.၂ Rotary Compressors

Rotary compressor များ cylinder, blades နှင့် roller တို့၏ မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ချောဆီအလွှာ(film of oil) ရှိနေရန် လိုအပ်သည်။ တချို့ rotary compressor များတွင် oil pump ကို အသုံးပြုသည်။ တချို့ rotary compressor များတွင် sliding action ကိုအသုံးပြုသည်။

၁၂.၇.၃ Centrifugal Compressors

Centrifugal compressor များ၏ မြန်နှုန်း(speed) အလွန်မြင့်မားသောကြောင့် oil control system ဒီဇိုင်းကို အထူးဂရုစိုက်ရန် လိုအပ်သည်။ Oil control system တွင် pump ၊ oil separator ၊ reservoirs to lubricate bearings during cast-down ၊ oil filter ၊ relief valve နှင့် oil cooler စသည်တို့ ပါဝင်သည်။

၁၂.၇.၄ Helical Screw Compressors

လည်နေသည့် rotor အပူချိန်မမြင့်တက်စေရန်၊ seal ဖြစ်စေရန် နှင့် ဆူညံသံနည်းစေရန် တို့အတွက် ချောဆီ လိုအပ်သည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် forced lubrication system ကို အသုံးပြုသည်။ Compressor စမောင်းသည့်အခါ လုံလောက်သည့် lubrication ရရှိရန်အတွက် သီးသန့် positive displacement pump ထားရှိသည်။ ချောဆီများကို ခွဲထုတ်ပြီးနောက် oil sump (reservoir) သို့ရောက်သွားစေရန် ပိုက်ဖြင့် ဆက်ထားပေးသည်။ အအေးခံပြီးနောက် bearing များဆီသို့ injection port မှ တစ်ဆင့် တွန်းပို့သည်။ ရပ်နားထားချိန်(off-cycle)တွင် refrigerant များ ချောဆီထဲတွင် ပျော်ဝင်နေပြီး ချောဆီကျဲခြင်း(oil dilution) မဖြစ်စေရန်အတွက် oil sump (reservoir)တွင် heater တပ်ဆင်ထားသည်။

၁၂.၇.၅ Scroll Compressors

Scroll နှစ်ခု အေးစေရန် နှင့် ပတ်လမ်းကြောင်း(orbiting) အတွင်း seal ဖြစ်စေရန်အတွက် ချောဆီ လိုအပ်သည်။ မော်တာမှ လည်ပတ်နေသည့် ဝင်ရိုးမှ centrifugal အားဖြင့် ချောဆီများကို scroll နှစ်ခု ပတ်လမ်းကြောင်း(orbiting) အတွင်းသို့ ထည့်ပေးသည်။

Industrial refrigeration system များတွင် ချောဆီပေးပို့မှုစနစ်ကို control လုပ်ရန်အတွက် oil separator ၊ oil level regulator နှင့် oil reservoir ဟူ၍ အဓိကကြသည့် ကိရိယာ(device) (၃)မျိုး ပါဝင်သည်။ ထို့အပြင် oil strainers ၊ solenoid နှင့် isolating valve များ တို့ဖြင့် ပြည့်စုံသည့် system တစ်ခု ဖြစ်စေသည်။ ချောဆီများကို စစ်ဆေးခြင်း(oil test)ဖြင့် compressor ၏ အခြေအနေကို သိနိုင်သောကြောင့် ပုံမှန် စစ်ဆေးမှု(oil test) လုပ်သင့်သည်။

၁၂.၈ Promoting Oil Return

Direct expansion နှင့် dry evaporator system များတွင် ချောဆီများသည် refrigerant များနှင့် အတူ compressor အတွင်းသို့ပြန်လည် စီးဝင်လာသည်။ Evaporator tube များသည် refrigerant နှင့်အတူ ချောဆီများကို ပါ သယ်ဆောင်ရမည်ဖြစ်သောကြောင့် လုံလောက်အောင်ကြီးမားရန် လိုအပ်သည်။ အလျားလိုက်ပိုက်များ(horizontal

lines)တွင် အလျင်(velocity) 700FPM(တစ်မိနစ်လျှင် 700 feet) ရရှိရန်လိုသည်။ ဒေါင်လိုက်ပိုက်များ(vertical lines) တွင် အလျင်(velocity)တစ်မိနစ်လျှင် 1500 feet (457m) ရရှိရန် လိုအပ်သည်။

Compressor အတွင်းသို့ ချောဆီများ ကောင်းမွန်စွာ ပြန်လည်ဝင်ရောက်လာစေရန် refrigeration ပိုက်များကို compressor ဘက်သို့ စောင်းထားပေးရမည်။ Suction line ကို သင့်လျော်သည့် အရွယ်အစား ပြုလုပ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။ ချောဆီ၏ စေးပျစ်မှု မြင့်မားနေခြင်းကြောင့် စီးဆင်းမှု အားလျော့နည်းစေနိုင်သည်။

Refrigerant ထဲတွင် ပျော်ဝင်နေသည့် ချောဆီသည် မပျော်ဝင်သည့်ချောဆီထက် ပို၍လျှင်မြန်စွာ ဆင်းနိုင်သည်။ ချောဆီများ refrigerant အတွင်း၌ ပျော်ဝင်နိုင်မှုသည် ဖိအား(pressure)နှင့် အပူချိန်(temperature) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Low-temperature evaporator များတွင် ကောင်းမွန်သည့် oil return ရရှိရန် ခက်ခဲသည်။ အဘယ်ကြောင့် ဆိုသော် အပူချိန်(temperature)နှင့် ဖိအား(pressure)နိမ့်သည့်အခြေအနေတွင် ချောဆီများသည် ပို၍ ပျစ်ခဲ နိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။

Compression ratio မြင့်သောကြောင့် suction gas များ၏ သိပ်သည်းဆ ကျဆင်းကာ oil return ပိုဆိုးရွားနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် low-temperature evaporator များတွင် suction line velocity လုံလောက်ရန် အထူးအရေးကြီးသည်။ Flooded evaporator များတွင် ချောဆီများသည် compressor အတွင်းသို့ ပြန်ရောက်လာရန် မဖြစ်နိုင်သောကြောင့် oil return line လိုအပ်သည်။

-End-