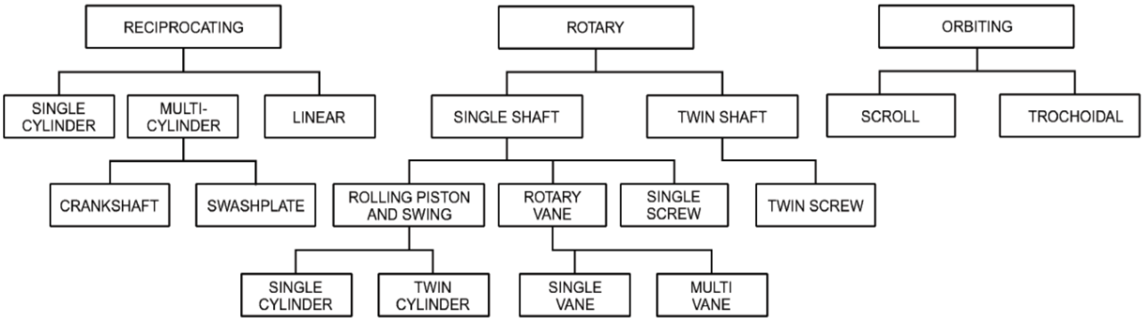
Chapter-9 Refrigeration Compressors

Compressor များသည် refrigeration system များ၏ နှလုံး(heart)များ ဖြစ်ကြသည်။ လူခန္ဓာကိုယ်တွင် သွေးများ လည်ပတ်အောင် နှလုံး(heart)က အလုပ်လုပ်ပေးသကဲ့သို့ refrigeration system တွင် refrigerant များ လည်ပတ် နေအောင် compressor က တွန်း(pump) ပေးသည်။ Compressor များကို vapor pump များအဖြစ် ယူဆနိုင်သည်။ Compressor များသည် ဖိအားနိမ့်သည့် suction pressure မှ ဖိအားမြင့်သည့် discharge pressure သို့ရောက်အောင် ဖိသိပ်ပေးသည်။ Compressor များသည် refrigerant များကို system အတွင်း၌ လည်ပတ်စေပြီး ဖိအားမြင့်အောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။

ဥပမာ - low-temperature system တစ်ခု၌ R-12 refrigerant ၏ အဝင်ဖိအား(suction pressure) သည် 3 psig ဖြစ်ပြီး အထွက်ဖိအား(discharge pressure)သည် 169 psig ဖြစ်သည်။ Compressor သည် ဖိအား 166 psig(169 - 3) ပိုများလာအောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။ ဥပမာ - medium-temperature system တစ်ခုတွင် refrigerant ၏ suction pressure သည် 21 psig ဖြစ်ပြီး discharge pressure သည် 169 psig ဖြစ်သည်။ Compressor သည် pressure 148 psig(169 - 21) ပိုများလာအောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။

Compressor များသည် vapor compression refrigeration system များတွင် မရှိမဖြစ် ပါဝင်သည့် အစိတ်အပိုင်း(essential component) လေးခုတွင် တစ်ခုအဖြစ် ပါဝင်သည်။ ဤအခန်း(chapter)၌ ဈေးကွက်တွင် ရရှိနိုင်သည့် refrigerant compressor များ၏ ဒီဇိုင်း ဝိသေသများ(design features)ကို ဖော်ပြထားသည်။ Positive displacement compressor နှင့် dynamic compressor ဟူ၍ နှစ်မျိုး ခွဲပြားသည်။



ပုံ ၉-၁ Positive displacement compressor အမျိုးအစားများကို mechanism design ဖြင့် ခွဲခြားထားသည်။

Refrigerant compressor များကို displacement compressor များ နှင့် dynamic compressor များ ဟူ၍ နှစ်မျိုး ခွဲခြားထားသည်။ ထိုနှစ်မျိုးလုံး အတွက် hermetic ၊ semi-hermetic သို့မဟုတ် open type စသည်ဖြင့် မော်တာတည်ဆောက်ပုံကို မူတည်၍ ထပ်မံ ခွဲခြားထားသည်။

Compression Ratio

Compression ratio သည် ဖိအားကွာခြားချက်(pressure difference)ကို ဖော်ပြသည့် နည်းပညာဝေါဟာရ ဖြစ်သည်။ မြင့်သည့် ဖိအားကို နိမ့်သည့် ဖိအားဖြင့် စားထားသည့် အချိုး(high-side absolute pressure divided by the low-side absolute pressure)ဖြစ်သည်။ Absolute pressure ဖြင့် တွက်လျှင် compression ratio သည် အပေါင်း တန်ဖိုး ဖြစ်ကြသည်။

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{Absolute Discharge Pressure}}{\textbf{Absolute Suction Pressure}}$$

ဥပမာ- R-12 ဖြင့် မောင်းနေသည့် compressor တစ်လုံး၏ အထွက်ဖိအား(discharge pressure)သည် 169 psig (125°F) ဖြစ်ပြီး အဝင်ဖိအား(suction pressure)သည် 2 psig(-16°F) ဖြစ်လျှင် compression ratio ကို ရှာပါ။

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{169 psig} + \textbf{14.7 psig (atmosphere)}}{\textbf{2 psig} + \textbf{14.7 psig (atmosphere)}}$$

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{183.7}}{\textbf{16.7}} = \textbf{11}$$

Compression ratio သည် 11:1 ဆိုသည်မှာ အထွက်ဖိအား(absolute discharge pressure)သည် အဝင် ဖိအား(absolute suction pressure)ထက် (၁၁)ဆ ပိုများသည်။ ထို system အတွင်း၌ R-12 ကို အသုံးမပြုဘဲ R-134a ကို refrigerant အဖြစ် အသုံးပြုလျှင် တူညီသည့် condensing temperature 125°F(184.6 psig) နှင့် evaporating temperature -16°F(0.7 in. Hg vacuum)ရရန်တွက် compression ratio သည် 13.89 ဖြစ်ရမည်။

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{Absolute Discharge}}{\textbf{Absolute Suction}}$$

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{184.6 psig} + \textbf{14.7 psig (atmosphere)}}{\textbf{(29.92 in.Hg} - \textbf{0.7 in.Hg)/ 2.036}}$$

$$\textbf{Compression Ratio} = \frac{\textbf{199.3}}{\textbf{14.35}} = \textbf{13.89}$$

R-134a system ၏ suction (evaporating) pressure သည် 0.7 in. Hg vacuum ဖြစ်သည်။ 0.7 in. Hg vacuum ကို psig သို့ ပြောင်းရမည်။

Condensing temperatures 125°F နှင့် evaporating temperatures -16°F ရရန်အတွက် R-134a ဖြင့် မောင်းသည့် system ၏ compression ratio သည် 13.89:1 ဖြစ်ရမည်။ R-12 ဖြင့် မောင်းသည့် system ၏ compression ratio သည် 11:1 ဖြစ်ရမည်။ R-134a ဖြင့် မောင်းသည့် system ၏ compression ratio သည် R-12 ဖြင့် မောင်းသည့် system ထက် ပိုများသည်။

Compression ratio မြင့်မြင့် ရရှိရန်အတွက် စွမ်းအင်များများ လိုအပ်သည်။ Compressor သုံးစွဲလိုက်သည့် စွမ်းအင်များမှ တချို့သည် အပူ(heat)အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲသွားသည်။ Compressor သို့ ထည့်ပေးလိုက်သည့် စက်စွမ်းအား(mechanical power)များ အပူအဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲခြင်းကို heat of compression ဟုခေါ်သည်။

Discharge pressure များလျှင်သော်လည်းကောင်း ၊ suction pressure နည်းသွားလျှင် သော်လည်းကောင်း compression ratio မြင့်လာလိမ့်မည်။ Compression ratio 12:1 ထက် ပိုများသည့် system အတွက် compressor ၏ discharge temperature ကို ပြန်ဆန်းစစ်ရန် လိုအပ်သည်။ Compression stroke တွင် ဖိသိပ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့်အပူ(heat of compression) ပိုများနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။

Compressor များ၏ တွန်းအား(pumping power)ကို နှိုင်းယှဉ်ရာတွင် compression ratio ကို အသုံးပြုသည်။ Hermetic reciprocating compressor များအတွက် compression ratio 12:1 သည် အလွန်များသည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။ Compressor မှ ထွက်သွားသည့် refrigerant gas ၏ အပူချိန်(temperature) သည် ချောဆီအား အပူလွန်ကဲမှု(overheating)ကို ဖြစ်စေနိုင်သည်။ ချောဆီများ အပူလွန်ကဲမှုကြောင့် ကာဗွန်(carbon) အဖြစ်နှင့် အက်စစ်များအဖြစ် ဓာတ်ပြောင်းလဲသွားနိုင်သည်။

အဆင့်နှစ်ဆင့်ခွဲ၍ ဖိသိပ်ခြင်း(two-stage compression)ဖြင့် တစ်ဆင့်ချင်းစီ၌ compression ratio နိမ့်သွားအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ ဥပမာ - ပထမအဆင့်(first-stage)တွင် compressor ၏ compression ratio သည် 3.2:1 (114.7 psia - 35.7 psia) ဖြစ်သည်။ ဒုတိယအဆင့်(second-stage) compressor ၏ compression ratio သည် 1.6:1 (183.7 psia - 114.7 psia) ဖြစ်သည်။ Compression ratio နှစ်ခုစလုံးသည် လက်ခံနိုင်သည့် (acceptable) အဆင့်တွင် ရှိပြီး compressor အထွက် အပူချိန်(discharge temperatures) နိမ့်သောကြောင့် compressor efficiency ကောင်းသည်။ Compressor တစ်လုံးတည်းသုံးလျှင် compression ratio သည် 5.14:1 ဖြစ်သည်။ Compression ratio 5.14:1 သည် လက်ခံနိုင်သည့်အဆင့်တွင် ရှိသော်လည်း compressor အထွက် အပူချိန် (discharge temperature) မြင့်သောကြောင့် compressor efficiency ညံ့နိုင်သည်။ နားလွယ်အောင် ရှင်းပြထားသည့် ဥပမာ တစ်ခုသာ ဖြစ်သည်။

Compression ratio 10:1 ထက် နည်းလျှင် two-stage သို့မဟုတ် compound compression ကို အသုံးပြုလေ့ မရှိပေ။ အေးနေသည့် refrigerant များသည် compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ရန်အတွက် suction valve ကို ဖြတ်သွားရသည်။ Compressor မှ ထွက်လာသည့် gas များသည် အနည်းငယ် ပူနွေး နေသည်။ တချို့သော discharge line များ၏ အပူချိန်သည် 200°F အထိ မြင့်နိုင်သောကြောင့် ကိုင်မိ၊ ထိမိလျှင် အပူလောင်နိုင်သည်။

၉.၁ Positive-Displacement Compressors

Positive-displacement compressor များသည် စက်စွမ်းအား(mechanical power)ကို အသုံးပြု၍ compression chamber ၏ ထုထည်ကို လျှော့ချခြင်းဖြင့် refrigerant vapor ၏ ဖိအား(pressure)ကို မြင့်တက်စေသည်။ Positive-displacement compressor များသည် reciprocating ၊ rotary (rolling piston ၊ rotary vane ၊ single screw ၊ twin screw) နှင့် orbital (scroll ၊ trochoidal) စသည်ဖြင့် အမျိုးမျိုး ရှိကြသည်။

Compression mechanism ဒီဇိုင်းကို လိုက်၍ positive displacement compressor များကို အမျိုးအစား ခွဲခြားထားသည်။ Reciprocating compressor များကို

(၁) Piston ၏ အလုပ်လုပ်ပုံကို အခြေခံ၍ single acting နှင့် double-acting ဟူ၍ ခွဲခြားထားသည်။

(၂) Compress လုပ်သည့် အဆင့်(stage)များ ကို အခြေခံ၍ single stage configuration နှင့် multistage configuration ဟူ၍ ခွဲခြားထားသည်။

(၃) မြန်နှုန်း(speed)ကို အခြေခံ၍ single speed ၊ variable speed ၊ multi steps speed ဟူ၍ ခွဲခြားထားသည်။

(၄) Drive enclosure ကို အခြေခံ၍ hermetic ၊ semi-hermetic နှင့် open ဟူ၍ ခွဲခြားထားသည်။

Refrigeration လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည့် compressor အမျိုးအစား သုံးမျိုးမှာ

(၁) Open
(၂) Semi-hermetic (bolted hermetic) နှင့်
(၃) Hermetic (welded-shell hermetic) တို့ဖြစ်သည်။

၉.၂ Dynamic Compressors

Dynamic compressor များသည် refrigerant vapor ထဲသို့ kinetic energy ကို အဆက်မပြတ် ထည့်ပေး (continuous transfer)သည်။ ထို kinetic energy များကို ဖိအား မြင့်တက်စေအောင် ပြောင်းလဲ ပေးသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ထို kinetic energy များကို potential energy အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲပေးခြင်း ဖြစ်သည်။

၉.၂.၁ Centrifugal Compressors Function Based on Principles

Compressor တစ်ခု ရွေးချယ်ရာတွင် အချက်များစွာကို စဉ်းစားရန် လိုအပ်သည်။ တပ်ဆင်မည့်နေရာတွင် အရွယ်အစား ကန့်သတ်ချက်ရှိသောကြောင့် အရွယ်အစားသေးငယ်သည့် compressor များကို ရွေးချယ်ရသည်။ အသံဆူညံခြင်း(noise)နှင့် efficiency ညံ့ဖျင်းခြင်းကြောင့် ရွေးချယ်သင့်သည့် compressor မဖြစ်နိုင်တော့ပေ။ Compressor တိုင်းတွင် designer များ ဆန်းစစ်ရန်အတွက် refrigerant ၊ cost ၊ performance ၊ sound ၊ capacity သည့် ဒီဇိုင်းအချက်အလက်များ(design parameter)များ ရှိသည်။ ထို compressor characteristics များကို လေ့လာ ဆန်းစစ်ပြီး အသင့်လျော်ဆုံးသော၊ မိမိလုပ်ငန်းနှင့် အကိုက်ညီဆုံးသော compressor ကို ရွေးချယ်ရန် ဖြစ်သည်။

Centrifugal compressor ၏ ထုထည်စီးနှုန်း(volumetric flow rate)သည် ဖိအားကွာခြားချက် (differential pressure) အပေါ်တွင် မူတည်နေသည်။ ဖိအားကွာခြားချက်(differential pressure)ဆိုသည်မှာ အထွက်ဖိအား(discharge pressure)မှ အဝင်ဖိအား(suction pressure)ကို နုတ်ထားသည့် တန်ဖိုးဖြစ်သည်။ Positive displacement compressor များသည် ဖိအားကွာခြားချက်(differential pressure) မည်သို့ပင် ပြောင်းလဲစေကာမူ ထုထည် စီးနှုန်း(volumetric flow rate)ကို ပုံသေ(relatively constant)ဖြစ်အောင်၊ တည်ငြိမ်အောင် ထိန်းထားနိုင်သည်။

Positive-displacement compressor များသည် chamber အတွင်းသို့ ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားသည့် ထုထည်(predetermined volume of vapor)ကို စုပ်ယူပြီးနောက် ထုထည်ကို လျှော့ချကာ ဖိအားမြင့် တက်စေခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် မည်သည့် အခြေအနေတွင် ဖြစ်ပါစေ compressor သည် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည့် capacity ကို ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်း ရှိသည်။

Centrifugal compressor များသည် suction gas များကို အဆက်ပြတ် ဖိသိပ်နေပြီး(dynamically compress) velocity energy များအောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။ ထို့နောက် velocity energy မှ pressure energy အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲပေးသောကြောင့် centrifugal compressor များသည် ထုထည်စီးနှုန်း ပုံသေ(constant volumetric flow rate) ထုတ်ပေးရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် ဖိအားအချိုး(pressure ratio) ပြောင်းလဲလျှင် centrifugal compressor ၏ capacity လိုက်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။

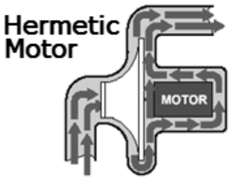
၉.၃ Open Compressors ၊ Hermetic Compressors နှင့် Semi-hermetic Compressors

၉.၃.၁ Open Compressors

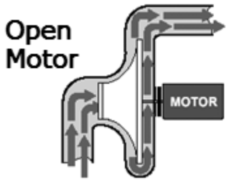
Open compressor များတွင် compressor နှင့် compressor ကို မောင်းမည့် စက်(external drive) တစ်မျိုးမျိုးကို သီးခြားဖြစ်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ ဥပမာ-compressor နှင့် compressor ကို မောင်းမည့် အင်ဂျင် သို့မဟုတ် မော်တာသည် အခွံ(enclosure)တစ်ခုတွင်း၌ အတူတကွ မတည်ရှိပေ။ အမိုးနီးယား(Ammonia) compressor များကို open design အဖြစ်သာ ထုတ်လုပ်ကြသည်။ Ammonia refrigerant သည် တချို့သော သတ္တု ပစ္စည်းများ နှင့် အခွံ(enclosure)တစ်ခုတွင်း၌ အတူတကွ တည်ရှိလျှင် ဓာတ်ပြုနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ကား air conditioning unit များသည် open-drive အမျိုးအစားများ ဖြစ်ကြသည်။

2 MW capacity အထိ ကြီးမားသည့် open reciprocating compressor များကို ရနိုင်သည်။ Compressor ၏ crankshaft ကို မော်တာနှင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ Compressor housing မှ shaft သည် အပြင်သို့ ထွက်နေ

သောကြောင့် refrigerant gas များ မယိုစိမ့်စေရန် ထိုနေရာတွင် shaft seal ကို အသုံးပြုရန် လိုအပ်သည်။ Crankcase pressure သည် atmospheric pressure ထက် နိမ့်သည့်အခါ ပြင်ပမှ လေများ၊ ရေခိုးရေငွေ့များနှင့် အမှုန်များ compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်နိုင်သည်။ Crankcase pressure သည် atmospheric pressure ထက် ပိုမြင့်သည့်အခါ compressor အတွင်းမှ refrigerant gas များ အပြင်သို့ ယိုစိမ့်သွားလိမ့်မည်။ Open-type reciprocating compressor များကို အမိုးနီးယား(NH_3) အပါအဝင် refrigerant အားလုံးနှင့် အတူတွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။



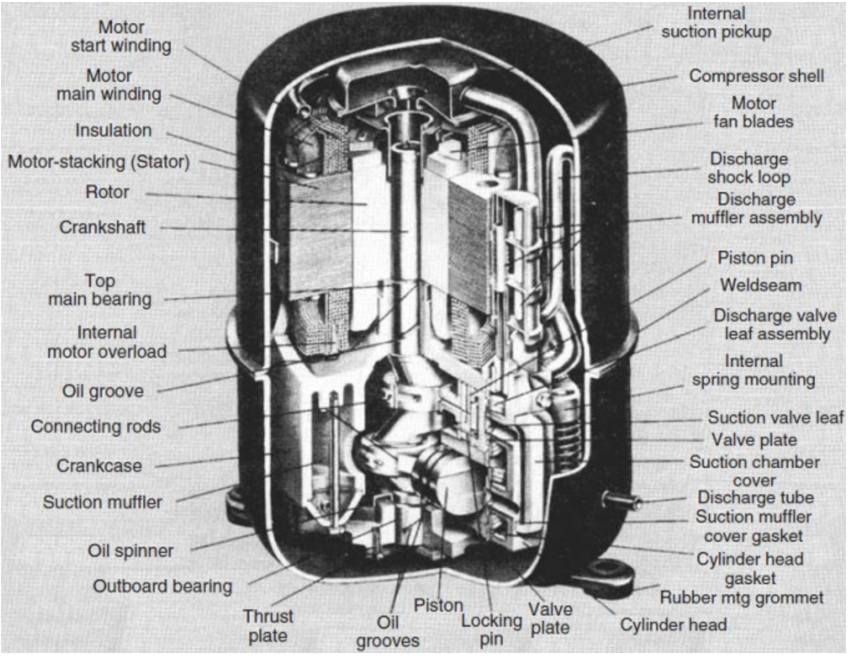
ပုံ ၉-၂(က) Centrifugal compressor hermetic motor



ပုံ ၉-၂(ခ) Centrifugal compressor open motor

၉.၃.၂ Hermetic Compressors

Hermetic compressor များတွင် compressor နှင့် compressor ကို မောင်းမည့် စက်(external drive) တစ်မျိုးမျိုးကို ဓာတ်ငွေ့လုံသည့် အခွံ(gas tight housing) တစ်ခုတွင်း၌ အတူတကွ ထည့်သွင်းထားသည်။ အသေပိတ်ထား(permanently sealed)သောကြောင့် compressor crank shaft နှင့် မော်တာကို မမြင်တွေ့နိုင်ပေ။ မထိတွေ့နိုင်ပေ။ စတီးအခွံ(steel shell) အတွင်း၌ ထည့်သွင်းထားပြီး အပြင်မှ ဂဟေဆော်၍ ပိတ်ထား သောကြောင့် မည်သည့်နည်းဖြင့်မျှ ဖွင့်ရန်၊ ကြည့်ရန်၊ ပြုပြင်ရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။



ပုံ ၉-၃ Typical hermetic reciprocating compressor

မော်တာနှင့် compressor တွဲလျက် တပ်ဆင်ပြီးသားဖြစ်သောကြောင့် အလွန် အဆင်ပြေသည်။ Seal မပါရှိသောကြောင့် ယိုစိမ့်ခြင်း မဖြစ်ပေါ်နိုင်ပေ။ Refrigerant နှင့် ချောဆီများသည် အခွံ(housing) တစ်ခုအတွင်း အတူရှိနေကြသည်။ အိမ်သုံးရေခဲသေတ္တာများ(domestic refrigerators)၊ freezer များနှင့် air conditioner များတွင် hermetic အမျိုးအစား compressor များကိုသာ အသုံးများသည်။ ပုံ(၉-၃)တွင် hermetic compressor တစ်လုံး၏ အတွင်းပိုင်းပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

ထို compressor များ၏ capacity ကို မော်တာ၏ capacity ဖြင့် ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။ ထို compressor များ၏ လည်ပတ်နှုန်း(rpm)သည် 1450 rpm သို့မဟုတ် 2800 rpm ဖြစ်သည်။ သေးငယ်သည် refrigeration system များတွင် hermetic compressor များသည် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု ပြုလုပ်ရန် မလိုအပ်ရုံသာမက gas ယိုစိမ့်မှု မရှိဘဲ ကြာရှည်စွာ မောင်းနိုင်သည်။ သို့သော် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား မတည်ငြိမ်ခြင်း(voltage fluctuation)ကို ခံနိုင်ရည် မရှိပေ။ မော်တာကွိုင် လောင်ကျွမ်းသွားနိုင်သည်။

Fully Welded Hermetic Compressors

Hermetic compressor ထုတ်လုပ်စဉ်က motor နှင့် compressor နှစ်ခုစလုံးကို shell တစ်ခုအတွင်း၌ ဂဟေဆော်(welded)၍ ထည့်ထားသည်။ "Tin can compressor" ဟူ၍လည်း ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။

Fully welded hermetic compressor များ၏ characteristics များကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

(၁) Hermetic compressor အတွင်းသို့ ကြည့်ရှုစစ်ဆေးရန်အတွက် အပြင်ဘက်မှ အခွံ(shell) ကို ခွဲပစ်ရန် လိုအပ်သည်။

(၂) Hermetic compressor များသည် ပျက်လျှင် လွှင့်ပစ်ရသည့် အမျိုးအစားဖြစ်သည်။

(၃) မော်တာဝင်ရိုး(shaft) သည် compressor crank shaft ပင် ဖြစ်သည်။

(၄) သေးငယ်သည် compressor များတွင် ချောဆီ ပက်ဖြန်းသည့်နည်း(splash-type lubricating)ကို အသုံးပြုပြီး၊ ကြီးမားသည့် compressor များတွင် ဖိအားဖြင့် ချောဆီကို တွန်းပို့သည့်နည်း(pressure lubricating)ကို အသုံးပြုသည်။

(၅) Compressor များတွင် လေဖြင့် အေးအောင်ပြုလုပ်ရန် fin များ တပ်ဆင်ထားသည်။

၉.၃.၃ Semi-hermetic Compressors

Semi-hermetic compressor များတွင် compressor နှင့် compressor ကို မောင်းမည့် စက်(external drive)တစ်မျိုးမျိုးကို ဓာတ်ငွေ့လုံသည့်အိမ်(gas tight housing)တစ်ခုတွင်း၌ အတူတကွ ထည့်သွင်းထားသော်လည်း ပြုပြင်(accessible or serviceable)ရန်အတွက် ဖွင့်နိုင်အောင် bolt ဖြင့် ပိတ်ထားသည်။ ဓာတ်ငွေ့များ မယိုစိမ့်စေရန် gasketed joint ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ တပ်ဆင်ထားသည့်နေရာမှ bolt များကို ဖြုတ်၍ မော်တာကို သော် လည်းကောင်း၊ compressor မှ အစိတ်အပိုင်းများကို သော်လည်းကောင်း ပြုပြင်နိုင်သည်။

ကြီးမားသည့် refrigeration compressor များကို semi-hermetic အမျိုးအစားအဖြစ် ထုတ်လုပ်လေ့ ရှိသည်။ မော်တာနှင့် compressor ကို casing တစ်ခုအတွင်း၌ အတူရှိသော်လည်း refrigerant များ မော်တာကွိုင် (motor windings) အတွင်းသို့ မဝင်ရောက်နိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ Semi-hermetic များသည် hermetic များထက် ပိုဈေးကြီးသည်။ ကြီးမားသည့် compressor များ၏ efficiency သည် သေးငယ်သည် compressor များထက် ပိုကောင်းသည်။ Overall efficiency 70% ထက် ပိုကောင်းနိုင်သည်။ Hermetic compressor ၏ အားနည်း ချက်မှာ ချို့ယွင်းခဲ့လျှင် ပြုပြင်ရန် မဖြစ်နိုင်ခြင်းဖြစ်သည်။ Semi-hermetic compressor များသည် ထိုအားနည်း ချက်ကို ကျော်လွှားနိုင်အောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ နှစ်မျိုးစလုံးတွင် ယိုစိမ့်သည် ပြဿနာ မဖြစ်ပေါ်ပေ။

Medium and low-temperature commercial refrigeration လုပ်ငန်းများ(applications)တွင် semi-hermetic reciprocating compressor များကို အသုံးပြုကြသည်။ R-22 ၊ R-134a ၊ R-404A ၊ R-507 စသည့် refrigerant များဖြင့် တွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။

Semi-hermetic မော်တာ၏ အားသာချက်များမှာ

(၁) Semi-hermetic မော်တာသည် စက်ခန်း(mechanical room)အတွင်းသို့ အပူများကို မစွန့်ထုတ်ပေ။

(၂) Open motor များတွင် ပြုလုပ်ရသည့် shaft seal maintenance ၊ ဖြစ်ပေါ်သည့် တုန်ခါမှုများ(vibration) နှင့်

alignment ချိန်ရခြင်းတို့ကို ရှောင်လွှဲနိုင်သည်။

(၃) Semi-hermetic မော်တာများတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် inrush current သည် open motor တွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် inrush current ထက် ပိုနည်းသည်။

Compressor အမျိုးအစား

အသုံးများသည့် compressor (၅) မျိုးမှာ

(၁) Reciprocating (Piston & Cylinder)
(၂) Rotary
(၃) Screw type
(၄) Scroll type နှင့်
(၅) Centrifugal တို့ဖြစ်သည်။

၉.၄ Performance

Compressor တစ်လုံး၏ performance သည် refrigerant characteristics ၊ compression mechanism ၊ မော်တာ စသည့်အချက်များစွာ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Compressor တစ်လုံးကို ရွေးချယ်ရန်အတွက် အဓိက အချက်များမှာ

(က) အသုံးပြုနိုင်သည့် သက်တမ်း(greatest trouble-free life expectancy)

(ခ) စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု နည်းပြီး refrigeration effect များများရနိုင်ခြင်း

(ဂ) ကုန်ကျစရိတ် သက်သာခြင်း(lowest cost)

(ဃ) အခြေအနေ အမျိုးမျိုးတွင် မောင်းရန် အဆင်ပြေခြင်း(wide range of operating conditions)နှင့်

(င) လက်ခံနိုင်သည့် တုန်ခါမှု(vibration) နှင့် ဆူညံသံ(sound level)အဆင့် ရှိခြင်း တို့ ဖြစ်သည်။

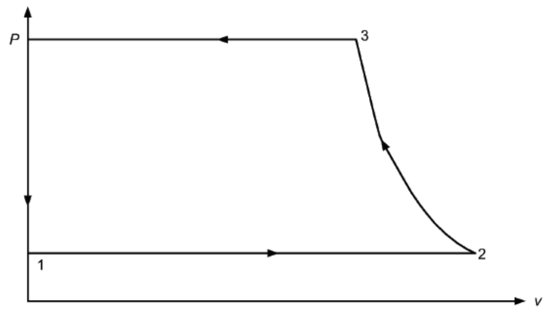
Coefficient of Performance (COP)သည် compressor တစ်လုံး၏ performance ကောင်း၊ မကောင်းကို ဆန်းစစ်ရမည့်အချက် ဖြစ်သည်။ Coefficient of Performance(COP)သည် compressor တစ်လုံး၏ refrigerating capacity ကို input power နှင့် စားထားသည့် အချိုးဖြစ်သည်။ Hermetic သို့မဟုတ် semi-hermetic compressor တို့၏ Coefficient of Performance(COP) ကို တွက်ယူရန် ပုံသေနည်းများကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

$$\textbf{COP (hermetic or semi hermetic)} = \frac{\textbf{Capacity (watt)}}{\textbf{Input power to motor (watt)}}$$

Open type compressor များ၏ COP ကို တွက်ရာတွင် motor efficiency ကို ထည့်တွက်ရန် မလိုပေ။

$$\textbf{COP (Open)} = \frac{\textbf{Capacity (watt)}}{\textbf{Input power to shaft (watt)}}$$

မောင်းနေသည့်အခြေအနေ(operating condition)ကို လိုက်၍ capacity နှင့် မော်တာပါဝါ(motor power) သို့မဟုတ် shaft power တို့ ပြောင်းလဲနေသည်။ ထို့ကြောင့် COP သည် မောင်းနေသည့်အခြေအနေ(operating condition)ကို လိုက်၍ ပြောင်းလဲ နေသည်။



ပုံ ၉-၄ Ideal compressor cycle

Power input per unit of refrigerating capacity (watt/watt)သည် အမျိုးအစား မတူညီသည့် compressor များကို တူညီသည့် operating condition များအောက်တွင် နှိုင်းယှဉ်ရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။ အထူးသဖြင့် open-drive compressor များ၏ performance ကို ဆန်းစစ်ရန်အတွက် ဖြစ်သည်။

$$\frac{\mathbf{W_{in}}}{\mathbf{W_{0ut}}} = \frac{\textbf{Power input to shaft (watt)}}{\textbf{Compressor capacity (watt)}}$$

၉.၅ Ideal Compressor

ပုံ(၉-၄)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း မောင်းနေစဉ်အတွင်း(during operation) compression chamber အတွင်းရှိ ဖိအား(pressure)နှင့် ထုထည်(volume)သည် ပြောင်းလဲနေသည်။ Refrigerant ကို compression ပြုလုပ်ရာတွင် process လေးခုသည် အစီအစဉ်အတိုင်း တစ်ခုပြီးတစ်ခု ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ် နေသည်။

(၁) Suction process (point 1 မှ point 2)

ဓာတ်ငွေ့(gas)များကို compression chamber အတွင်းသို့ စုပ်ယူသည့် ဖြစ်စဉ်

(၂) Compression process (point 2 မှ point 3)

Compression လုပ်သည့် ဖြစ်စဉ်

(၃) Discharge process (point 3 မှ point p)

ဖိအားမြင့်သည့် ဓာတ်ငွေ့(higher-pressure gas)များကို compressor အပြင်သို့ ထုတ်ပစ်သည့် ဖြစ်စဉ်

(၄) Cycle အသစ်တစ်ခုပြန်စရန် (Next cycle)

သတ်မှတ်ထားသည့် operating condition တစ်ခုတွင် compressor တစ်လုံး၏ capacity သည် compress လုပ်လိုသည့် ဓာတ်ငွေ့၏ ဒြပ်ထု(mass)နှင့် ဆက်စပ်သည်။ Mass flow သည် compressor displacement per unit time နှင့် သိပ်သည်းဆ(gas density)တို့ မြှောက်၍ရသည့် ရလဒ်ဖြစ်သည်။

$$\dot{\mathbf{m}} = \boldsymbol{\rho}_\mathbf{s} \,.\, \mathbf{V_d} (\mathbf{4-1})$$

where

$\dot{m}$= ideal mass flow of compressed gas (kg/s)

ρ_s = density of gas entering compressor at suction port (kg/m^3)

V_d= geometric displacement of compressor (m^3/s)

ပုံ(၉-၅)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ideal refrigeration cycle တွင် process လေးခုပါဝင်သည်။

Process 1–2 သည်

Isentropic (reversible and adiabatic) compression ဖြစ်သည်။

Process 2–3 သည်

ပုံသေဖိအား(constant pressure)အောက်တွင် de-superheating ၊ condensingနှင့် subcooling ဖြစ်သည်။

Process 3–4 သည်

Adiabatic expansion ဖြစ်သည်။

Process 4–1 သည်

ပုံသေဖိအား(constant pressure)အောက်တွင် boiling နှင့် superheating ဖြစ်သည်။

အထက်ပါ ညီမျှခြင်းမှ *m* သည် gas ၏ mass flow ဖြစ်သည်။

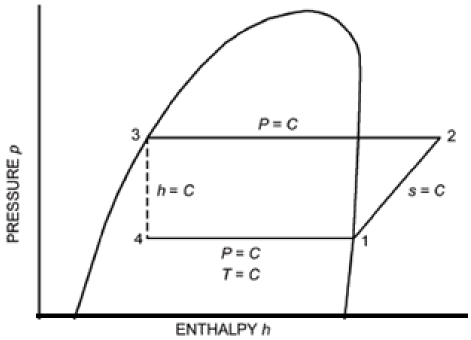
$$\mathbf{Q_o} = \mathbf{m\,Q_{refrigeration\ effect}} = \mathbf{m\,(h_1 - h_4)}$$

$$\mathbf{P_o} = \mathbf{m\,Q_{work\ of\ compression}} = \mathbf{m\,(h_2 - h_1)} = \mathbf{m\ \ w_{oi}}$$

where w_{oi}= specific work of isentropic compression (J/kg)

Q_o = ideal capacity (W)

P_o = ideal power input (W)



ပုံ ၉-၅(က) Pressure-Enthalpy diagram for ideal refrigeration cycle

၉.၆ Actual Compressor

Compressor အမျိုးအစား(type) အပေါ်တွင်မူတည်၍ အချက်များစွာ ကွာခြားခြင်းကြောင့် capacity လျော့နည်းခြင်း နှင့် စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုများခြင်း(increased power input)တို့ ဖြစ်ပေါ်သည်။

ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)များ ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် actual compressor performance သည် ideal performance မှ ကွာခြားခြင်း ဖြစ်သည်။ အောက်တွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ဖြစ်စေသည့်အချက် သို့မဟုတ် actual compressor performance သည် ideal performance မှ ကွာခြားစေသည့် အချက်များကို ဖော်ပြ ထားသည်။

(၁) ဖိအားကျဆင်းမှုများ(pressure drops)

- (က) Compressor ကြောင့် ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (ခ) Shutoff valve များကို ဖြတ်သွားစဉ် ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (ဂ) Suction accumulator ကို ဖြတ်သွားစဉ် ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (ဃ) Suction strainer/filter အကြားတွင် ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (င) Motor (hermetic compressor) ကို ဖြတ်သွားစဉ် ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (စ) Manifolds (suction and discharge) အတွင်း၌ ဖိအားကျဆင်းခြင်း
- (ဆ) Valve နှင့် valve ports (suction and discharge) များ အတွင်း၌ ဖိအားကျဆင်းခြင်း

(၂) Refrigerant မှ အပူများကို စုပ်ယူခြင်း(heat gain)

- (က) Hermetic motor မှ အပူများကို စုပ်ယူခြင်း(heat gain)
- (ခ) Compressor နှင့် suction gas တို့ အပူဖလှယ်ခြင်း

(၃) Power ဆုံးရှုံးမှု ဖြစ်ပေါ်သည့် အချက်များ

- (က) ပွတ်တိုက်မှု(friction)ကြောင့် စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးခြင်း
- (ခ) Lubricant pump က စွမ်းအင်သုံးစွဲခြင်း(power consumption)
- (ဂ) မော်တာကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် စွမ်းအင် ဆုံးရှုံးမှုများ(motor losses)

(၄) Valve inefficiencies caused by imperfect mechanical action

(၅) အတွင်း၌ ဓာတ်ငွေ့ ယိုစိမ့်ခြင်း(internal gas leakage)

(၆) ချောဆီလည်ပတ်ခြင်း(oil circulation)

(၇) Re expansion ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် clearance loss များ ဖြစ်ပေါ်ခြင်း

Compression chamber အတွင်း၌ ကျန်ရှိနေသည့် ဓာတ်ငွေ့များသည် suction cycle အတွင်း ပြန်၍

ကျယ်ပြန့်ခြင်း(re expansion) ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် အသစ်ဝင်ရောက်လာမည့် ဓာတ်ငွေ့များ နေရာမရနိုင်ခြင်း ကြောင့် ထုထည်ဆုံးရှုံးမှုအချို့ ဖြစ်ပေါ်သည်။

(၈) ဖိအားလွန်ကဲခြင်းနှင့် ဖိအားမလုံလောက်ခြင်း(Over and under compression)

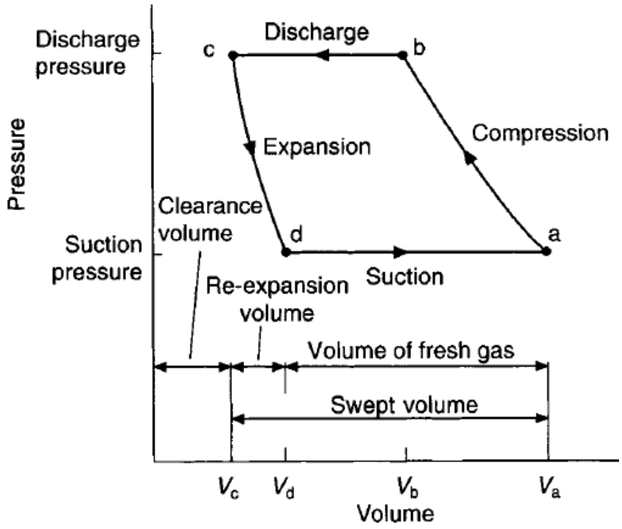
Compressor မှ ထုတ်ပေးသည့် ဖိအားသည် discharge pressure ထက် ပိုများလျှင် ဖိအားလွန်ကဲခြင်း (over compression) ဖြစ်ပေါ်သည်။ Compressor မှ ထုတ်ပေးသည့် ဖိအားသည် discharge pressure ထက် နည်းလျှင် ဖိအား မလုံလောက်ခြင်း(under pressure) ဖြစ်ပေါ်သည်။

(၉) Isentropic compression မှ သွေဖီခြင်း။

လက်တွေ့အခြေအနေတွင် compression process များသည် IE နှင့် မတူညီနိုင်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် compression chamber ၌ heat transfer ဖြစ်ပေါ်ခြင်းနှင့် fluid friction ၊ mechanical friction များကြောင့် ဖြစ်သည်။

Actual compression process နှင့် work of compression တို့၏ တန်ဖိုးများကို တိုင်းတာမှုများ (measurements)မှ ရရှိနိုင်သည်။

၉.၇ Volumetric Efficiency



ပုံ ၉-၅(ခ) Pressure-volume relationship for an ideal compression cycle.

Refrigeration compressor ၏ capacity သည် mass flow rate နှင့် အချိုးကျသည်။ ဘေးအန္တရာယ်ကင်းဝေးစေရန်နှင့် ထိခိုက်ပျက်စီးမှုနည်းစေရန် piston ၏ ထိပ်ဘက်တွင် နေရာလွတ်အနည်းငယ်ခန့် ချန်ထား ပေးရန်လိုအပ်သည်။

လက်တွေ့အခြေအနေတွင် အမှန်တကယ် ဖိသိပ်လိုက်သည့် ဓာတ်ငွေ့ပမာဏသည် သီအိုရီအရ တွက်ယူထားသည့် ပမာဏထက် ပို၍လျော့နည်းသည်။ ထို့ကြောင့် volumetric efficiency ကို တွက်ရန် လိုအပ်သည်။

$$\eta_c = \frac{\textbf{Actual Volume of Fresh Gas}}{\textbf{Swept Volume}} \times 100$$

$$\eta_c = \frac{V_a - V_d}{V_a - V_c} \times 100$$

Table 9.5 some typical, approximate volumetric efficiencies

Compression ratio	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Volumetric efficiency	78%	74%	70%	66%	62%

Fresh gas ၏ ထုထည်(volume)နှင့် swept volume တို့ မတူညီရသည့် အဓိက အချက်နှစ်ချက်မှာ

(၁) ဆလင်ဒါ နံရံ(cylinder wall) များသည် evaporator မှ ထွက်လာသည့် gas အပူချိန်ထက် ပိုမြင့်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။ ဆလင်ဒါ အတွင်းမှ gas များ ကျယ်ပြန့်သွားသည်အခါ suction port မှ နောက်ထပ်ဝင်ရောက်လာမည့် gas များ ကို တွန်းခံထားသည်။

(၂) Cylinder အတွင်းရှိ gas သိပ်သည်းဆ(density)သည် ဝင်ရောက်လုဆဲဆဲ gas ၏ သိပ်သည်းဆ(density) ထက် ပိုနည်းသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် suction valve ကို gas များဖြတ်သန်းသည့်အခါ ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop) ဖြစ်ပေါ်သည်။

၉.၈ Compressor Efficiency ၊ Subcooling နှင့် Superheating

Compressor တစ်လုံးချင်းစီ၏ ideal performance နှင့် actual compressor performance တို့၏ ကွာခြားချက်များကို အတိအကျ ဆန်းစစ်ရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ သို့သော် efficiency အမျိုးအစားများ ခွဲခြား၍ ဆန်းစစ်နိုင်သည်။ Ideal compressor performance ကို အောက်ပါ efficiency များဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

Volumetric Efficiency (η_v)

Volumetric efficiency (η_v)သည် actual volumetric flow နှင့် ideal volumetric flow တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။ Ideal volumetric flow သည် compressor ၏ geometric displacement ကိုဆိုလိုသည်။

$$\textbf{Volumetric efficiency } (\eta_v) = \frac{\textbf{Actual volumetric flow}}{\textbf{Ideal volumetric flow}}$$

Compression Isentropic Efficiency (η_{oi})

Compression isentropic efficiency (η_{oi}) သည် isentropic compression ဖြစ်မြောက်ရန် အတွက် လိုအပ်သည့် work (W_{io}) နှင့် compression volume အတွင်းသို့ gas များ ဝင်ရောက်သွားရန်အတွက် ထည့်ပေးရမည့် work (W_a) တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။

$$\eta_{oi} = \frac{\textbf{Work required for isentropic compression of the gas } (W_{io})}{\textbf{Work delivered to the gas within the compression volume } (W_a).}$$

Multi-cylinder သို့မဟုတ် multi-stage compressor များအတွက် အထက်ပါ ညီမျှခြင်းသည် ဆလင်ဒါ (cylinder) တစ်ခုချင်းစီ သို့မဟုတ် တစ်ဆင့်ချင်းစီ(stage) အတွက် အသုံးပြုရန် ဖြစ်သည်။

Mechanical Efficiency (η_m)

Mechanical efficiency သည် gas များဆီသို့ ရောက်ရှိသွားသည့် အလုပ်(work) နှင့် compressor shaft မှ ထည့်ပေးလိုက်သည့် အလုပ်(work) (w_m) တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။

$$\eta_m = \frac{\textbf{Work delivered to thegas } (\textbf{measured})(w_a)}{\textbf{Work input to the compressor shaft}(w_m)}$$

Isentropic (Reversible Adiabatic) Efficiency (ηi)

Isentropic (reversible adiabatic) efficiency သည် isentropic compression ဖြစ်မြောက်ရန် အတွက် လိုအပ်သည့် work (w_{oi}) နှင့် compressor shaft သို့ ထည့်ပေးရသည့်အလုပ်(w_m) တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။

$$\eta_i = \frac{\textbf{Work required for isentropic compression of the gas } (w_{oi})}{\textbf{Work input to the compressor shaft } (w_m)}$$

Motor Efficiency (η_e)

မော်တာ efficiency သည် compressor shaft သို့ ထည့်ပေးရသည့်အလုပ်(w_m) နှင့် မော်တာ သို့ ထည့်ပေးရသည့် အလုပ် (w_e)တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။

$$\eta_e = \frac{\textbf{Work input to the compressor shaft } (w_m)}{\textbf{Work input to the motor } (w_e)}$$

Total Compressor Efficiency (η_{com})

Total compressor efficiency သည် isentropic compression ဖြစ်မြောက်ရန် အတွက် လိုအပ်သည့် work (w_{oi}) နှင့် မော်တာ သို့ ထည့်ပေးရသည့် အလုပ် (w_e) တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။

$$\eta_{com} = \frac{\textbf{Work required for isentropic compression } (w_{oi})}{\textbf{Work input to the motor } (w_e)}$$

$$P_e = \frac{P_{ov}\ \eta_v}{\eta_{com}} = \frac{P_{ov}\ \eta_v}{\eta_e\ \eta_i} = \frac{P_{oi}\ \eta_v}{\eta_{oi}\ \eta_m\ \eta_e}$$

$$P_e = \frac{P_{ov}\ \eta_v}{\eta_{com}} = \frac{P_{ov}\ \eta_v}{\eta_e\ \eta_i} = \frac{P_{oi}\ \eta_v}{\eta_{oi}\ \eta_m\ \eta_e}$$

Actual shaft compressor power သည် compressor တစ်လုံး၏ compression ၊ mechanical နှင့် volumetric efficiency စသည်တို့ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ အောက်ပါညီမျှခြင်းများဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

$$P_e = \frac{P_m}{\eta_e} = \frac{P_a}{\eta_m\ \eta_e} = \frac{P_{oi}}{\eta_{oi}\ \eta_m\ \eta_e}$$

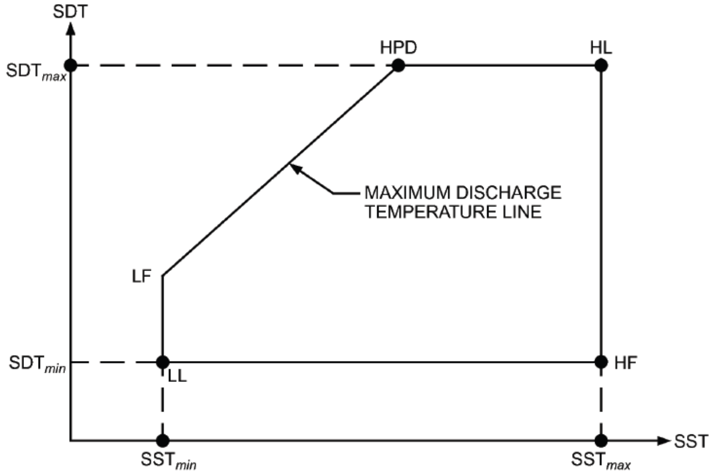
where P_e = power input to motor

P_m = power input to shaft

P_{oi} = power required for isentropic compression

Actual capacity သည် compressor ၏ ideal capacity နှင့် volumetric efficiency တို့ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

$$Q = Q_o \eta_v$$



ပုံ ၁၇-၆ Example of compressor operating envelope

၉.၉ Total Heat Rejection

Total heat rejection သည် refrigeration effect နှင့် compressor သို့ထည့်ပေးရသည့် power ကို ညီမျှသည့် အပူပမာဏအဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲထားသည့်တန်ဖိုး(heat equivalent of power input to the compressor) တို့ကို ပေါင်းထားသည့် တန်ဖိုးဖြစ်သည်။

$$\textbf{Total heat rejection} = \textbf{Refrigeration effect} + \textbf{Heat equivalent of power input to the compressor}$$

Condenser ၏ အရွယ်အစား(size)ကို ရွေးချယ်ရန်အတွက် chiller မှ အပူစွန့်ထုတ်သည့်ပမာဏ(heat rejection)ကို သိရန် လိုအပ်သည်။ Compressor capacity သည် superheating နှင့် sub-cooling တို့အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Saturation Suction Temperature (SST) ဆိုသည်မှ suction pressure အောက်တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသည့် two-phase liquid/gas refrigerant ၏ အပူချိန် ဖြစ်သည်။ Evaporator temperature ဟုလည်း ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။ လက်တွေ့ အခြေအနေတွင် SST နှင့် evaporator temperature တို့ မတူညီနိုင်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် compressor နှင့် evaporator အကြားတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှုကြောင့် ဖြစ်သည်။

Saturated Discharge Temperature (SDT) ဆိုသည်မှာ discharge pressure အောက်တွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် two-phase liquid/gas refrigerant အပူချိန်ဖြစ်သည်။ Condensing temperature ဟုလည်း ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။ လက်တွေ့ အခြေအနေတွင် SDT နှင့် condensing temperature တို့ မတူညီနိုင်ပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် compressor နှင့် condenser အကြားတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှုကြောင့် ဖြစ်သည်။

Liquid Subcooling

တချို့သော ထုတ်လုပ်သူများသည် liquid subcooling ကို compressor rating တွင် ထည့်သွင်း ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။ Air-Conditioning and Refrigeration Institute (ARI) Standard 540 နှင့် European Committee for Standardization(CEN)၊ European Norm(EN) 12900 တို့တွင် sub cooling နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်များကို ဖော်ပြ မထားပေ။

Suction Superheat

Compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသည့် suction gas များတွင် refrigerant များ အရည် အနေဖြင့် မပါဝင်နေစေရ။ ပါဝင်ခဲ့သော် ချောဆီကျဲသွားနိုင်သည်။ ဓာတ်ပြိုကွဲ၍ တခြား gas များ ထွက်ပေါ်လာနိုင်သည်။ Liquid carry over ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဆလင်ဒါ၊ valve ၊ piston နှင့် ring တို့တွင် ပွန်းတီးမှုများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ ချို့ယွင်း ပျက်စီးမှုများ ဖြစ်နိုင်သည်။ Liquid suction super heat ကို တိုင်းတာရန် ခက်ခဲသည်။ Superheat 5°C ခန့် ဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် အရည်(liquid)များ အဖြစ် ရှိနေနိုင်သည်။

တချို့သော compressor များကို suction super heat မဖြစ်ပေါ်ဘဲ မောင်းနိုင်အောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည်။ Liquid များ suction valve အတွင်းသို့ မဝင်ရောက်နိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ Hermetic compressor တွင် suction superheat အပူချိန်မြင့်မားသောကြောင့် discharge အပူချိန်လည်း မြင့်မားလိမ့်မည်။ မော်တာ အပူချိန်လည်း မြင့်မားလိမ့်မည်။

၉.၁၀ Compressor Protection

Compressor များ မပျက်စီးစေရန်နှင့် ဘေးအန္တရာယ် မဖြစ်ပေါ်စေရန် အကာအကွယ် ပေးမည့် ကိရိယာ(protection device)များ တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။ ထို protection device များအတွက် စည်းမျဉ်း စည်းကမ်း(code)များ ရေးဆွဲပြဋ္ဌာန်းထားသည်။

High Pressure Protection

Underwriters Laboratories (UL) ၊ AHRI standards နှင့် ASHRAE *Standard* 15 ပါ အချက်အလက်များအရ high pressure protection ပြုလုပ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။

High pressure protection ပြုလုပ်ရန်

(က) High-pressure cutout တစ်ခုနှင့်

(ခ) High to low side internal relief valve ၊ external relief valve သို့မဟုတ် rupture member တို့ ပါဝင်သည်။

(ဂ) ဖိအားကွာခြားချက်(differential pressure) setting သည် အသုံးပြုထားသည့် refrigerant နှင့် operating

condition အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(ဃ) တချို့သော welded hermetic compressor များ အတွင်း၌ high to low-pressure relief valve ပါဝင်သည်။ အမြင့်ဆုံး ဖိအား (maximum pressure)ထက် ပိုမများအောင် ကန့်သတ်ထားရန် လိုအပ်သည်။

High Temperature Control

အပူလွန်ခြင်း(overheating) နှင့် oil break down ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်ရန်အတွက် high temperature control device များ လိုအပ်သည်။

Lubrication

Lubricant နှင့် refrigerant များ break down ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်ရန်အတွက် temperature sensor ကို အသုံးပြု၍ compressor ကို ရပ်တန့်စေသည်။ Discharge temperature သည် သတ်မှတ်ထားသည့် တန်ဖိုး(safe value)ထက် ကျော်လွန်သည့်အခါ compressor ကို ရပ်တန့်စေသည်။ Sensor ကို compression chamber သို့မဟုတ် discharge လိုင်း အနီးတွင် တပ်ဆင် ထားလေ့ရှိသည်။

ကြီးမားသည့် compressor များတွင် ချောဆီ အပူချိန် မြင့်တက်လာပါက ရပ်တန့်(shutdown) သွားအောင် ပြုလုပ် ထားသည်။ ချောဆီ၏ အနိမ့်ဆုံး အပူချိန်မကျဆင်းအောင် thermostat မှ တစ်ဆင့် အပူပေး၍ control လုပ်ထားသည်။

Suction Pressure

Compressor များတွင် သတ်မှတ်ထားသည့် အနိမ့်ဆုံး ဖိအား(minimum suction pressure)ထက်ပို မနည်းအောင် pressure switch ဖြင့် ကာကွယ်ထားသည်။

Compressor များတွင် ချောဆီမလုံလောက်မှု မဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက် ချောဆီဖိအား(lubricant pressure)၊ အနည်းဆုံး စီးဆင်းမှု(minimum flow) စသည်တို့ကို ထိန်းထားပေးသည်။

Time Delay

အချိန်အနည်းငယ်အတွင်း compressor မော်တာ ရပ်တန့်ခြင်း၊ စတင်မောင်းခြင်း မဖြစ်အောင် ကာကွယ် ထားရန် လိုအပ်သည်။ မြန်နှုန်းပုံသေ(fixed speed)ဖြင့် မောင်းသည့် compressor များ စတင်မောင်းသည့် အချိန်၌ အလွန်များသည့် inrush current ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် မော်တာအပူချိန် မြင့်တက်လာ လိမ့်မည်။ ခဏအတွင်း ရပ်တန့်ခြင်း၊ ပြန်လည် စတင်မောင်းခြင်း ပြုလုပ်လျှင် အပူလွန်ကဲကာ လောင်ကျွမ်း ပျက်စီး နိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် သင့်လျော်သည့် time delay ထားရှိရန် လိုအပ်သည်။

ဗို့အားနည်းခြင်း(Low-voltage)၊ phase-loss ဖြစ်ခြင်း သို့မဟုတ် phase reversal protection များကြောင့် တချို့သော system များတွင် ချို့ယွင်းမှု(fault) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ Multiple device ကို အသုံးပြု၍ phase reversal မဖြစ်အောင် ကာကွယ်နိုင်သည်။

Suction Line Strainer

တချို့သော compressor များ၏ suction inlet တွင် strainer တပ်ဆင်ထားသည်။ Strainer သည် အမှုန်များ၊ အမှိုက်များကို ဖယ်ရှားပေးနိုင်သည်။ Field-assembled system များတွင် suction line strainer များ တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။

Slugging

Slugging ဆိုသည်မှာ liquid refrigerant များ သို့မဟုတ် ချောဆီ(lubricant)များ အချိန်အခိုက်အတန့်မျှ pump လုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ စမောင်းလျှင် မောင်းခြင်း စက်ရပ်နားထားစဉ်က evaporator အတွင်း၌ စုဝေး နေသည့် refrigerant များ compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Operating condition ပြောင်းလဲသည့် အခါမျိုး၊ (ရုတ်တရက်)တွင် ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။ Compressor load ရုတ်တရက် ပြောင်းလဲ

သည့်အခါတွင် ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

Floodback

Floodback ဆိုသည်မှာ liquid refrigerant များ ပြန်ရောက်ရှိလာပြီး suction gas နှင့် အဆက်မပြတ် ရောနှောခြင်း ဖြစ်သည်။ Compressor ကို ဒုက္ခရောက်စေနိုင်သည့်အရာ ဖြစ်သည်။ ဘယ်ရင်များ၏ အပေါ်ယံ မျက်နှာပြင်(bearing surfaces)တွင် ချောဆီများရှိနေရန် လိုအပ်သည်။ Liquid refrigerant များကြောင့် ချောဆီများ ရှိနေရန် ခက်ခဲလိမ့်မည်။ ထိုသို့ ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်အတွက် အရွယ်အစား မှန်ကန်သည့် accumulator တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။

Flooded Start

Flooded start ဆိုသည်မှာ compressor ရပ်နားထားစဉ် refrigerant များ compressor အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ခွင့်ပြုခြင်းကို ဆိုလိုသည်။ Compressor ကို crankcase heater ကို အသုံးပြု အပူပေးခြင်းဖြင့် ကာကွယ်နိုင်သည်။ အလိုလျောက် pumpdown cycle ပြုလုပ်နိုင်သည်။

Suction Pulsations

Suction လိုင်း၌ ဖိအားအနည်းငယ် ကျဆင်းလျှင်သော်လည်းကောင်း၊ ရုတ်တရက် စီးဆင်းမှု ဖြစ်ပေါ်လျှင် သော်လည်းကောင်း ဖိအားဆောင့်တက်ခြင်း(sudden pulsation) ဖြစ်ပေါ်သည်။ Sudden pulsation ဖြစ်ပေါ်သည့် အကြိမ်အရေအတွက်(frequency)သည် compression အကြိမ်အရေအတွက်ပေါ်တွင် မူတည် သည်။ အကယ်၍ compression chamber သည် resonator ကဲ့သို့ ဖြစ်ခဲ့သော် pulsation ၏ amplitude သည် 10 kPa အထိ ရောက်နိုင်သည်။ Suction pulsation ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် volumetric efficiency ညံ့ဖျင်းသွားနိုင်သည်။ Compression wave များ ပျံ့နှံ့(propagating)သွားပြီး suction လိုင်းနှင့် evaporator တွင် တုန်ခါမှုများ ဖြစ်ပေါ်ကာ ထိခိုက် ပျက်စီးနိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် suction pulsation ဆိုသည်မှာ suction gas များ ဆောင့်တွန်းခြင်း ဖြစ်သည်။

Suction pulsation ကြောင့် တုန်ခါမှုများ ဖြစ်ပေါ်ပြီး ဆူညံသံများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ Suction buffer များ တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် pulsation မဖြစ်အောင် ကာကွယ်နိုင်သည်။ Suction လိုင်း၌ ရှိနေသည့် accumulator နှင့် compressor အတွင်း၌ gas ထုထည် ပမာဏ များစွာ ရှိနေခြင်းကြောင့် pulsation ဖြစ်နိုင်ခြေ လျော့နည်း လိမ့်မည်။

Discharge Pulsation

Compressor ၏ အထွက်ပိုင်း(discharge)တွင် ဖိအားမတည်ငြိမ်ခြင်း(pressure fluctuation) နှင့် ရုတ်တရက် စီးဆင်းခြင်း(sudden flow)ကို discharge pulsation ဖြစ်သည်ဟုသတ်မှတ်သည်။ Compressor အထွက် ဖိအားသည် condensing pressureထက် ပိုများခြင်း(over compression) သို့မဟုတ် ပိုနည်းခြင်း (under compression)ကြောင့် pulsation ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ Discharge pulsation ဖြစ်ပေါ်သည့် အကြိမ် အရေအတွက်သည် compression cycle ၏ အကြိမ် အရေအတွက်နှင့် စပ်ဆက်နေသည်။ Pulsation amplitude သည် 100 kPa အထိ ဖြစ်နိုင်သည်။ Discharge pulsation သည် compressor တုန်ခါမှုနှင့် ဆူညံသံ ဖြစ်ပေါ်စေသည့် အဓိက အချက်ဖြစ်သည်။ Discharge pulsation ကြောင့် အစိတ်အပိုင်းများနှင့် sensor များ ထိခိုက်ပျက်စီးနိုင်သည်။ Discharge muffler တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် ဖြေရှင်းနိုင်သည်။

Noise

မောင်းသည့်အခါ အသံတိတ်ဆိတ်ခြင်းသည် compressor တစ်လုံး၏ အားသာချက်ဖြစ်သည်။ Compressor အတွင်း၌ turbulence ဖြစ်ခြင်း၊ friction ဖြစ်ခြင်း၊ valve နှင့် မော်တာတို့ကြောင့် ဆူညံသံများ ဖြစ်ပေါ် နိုင်သည်။ အသံ ဆူညံမှု နည်းအောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်သည့်အခါ sound shield နှင့် sound blanket များဖြင့် ဖုံးအုပ်ထားနိုင် သည်။ Chapter 47 of the 2007 ASHRAE Handbook—HVAC Applications တွင်

design criteria များကို အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။

Vibration

ဖိအားဆောင့်တက်ခြင်း(gas-pressure pulses)နှင့် လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းများ(moving parts)၏ inertia ကြောင့် တုန်ခါမှု(vibration)များ ဖြစ်ပေါ်သည်။ Compressor ၏ axial ၊ radial နှင့် torsional အတိုင်း တုန်ခါမှု ဖြစ်ပေါ်သည်။ Discharge ဘက်နှင့် suction ဘက် တို့၏ ဖိအားကွာခြားချက်(pressure differential) မြင့်တက်လာခြင်းကြောင့် axial နှင့် radial အစိတ်အပိုင်းများတွင် တုန်ခါမှု ပိုများလာလိမ့်မည်။ မြန်နှုန်းပုံသေ(fixed speed)ဖြင့် မောင်းနေချိန်တွင် suction နှင့် discharge ဖိအား မပြောင်းလဲနိုင်သောကြောင့် တုန်ခါမှုနည်းသည်။ မြန်နှုန်းနေးသည့်အခါ torsional component များတွင် vibration amplitude များလာလိမ့်မည်။ အောက်ပါနည်းများဖြင့် တုန်ခါမှု ပြဿနာများကို ဖြေရှင်းနိုင်သည်။

(က) Isolation

Isolation လုပ်သည့်နည်းဖြင့် တုန်ခါမှုနည်းအောင် ပြုလုပ်ခြင်းသည် အသုံးများသည့်နည်း ဖြစ်သည်။ Compressor ကို စပရိန်(spring) သို့မဟုတ် ရာဘာပြား(rubber pad)ပေါ်တွင် တင်၍ တပ်ဆင်ထားနိုင်သည်။ Hermetic reciprocating compressor များ၌ အတွင်းအစိတ်အပိုင်းများ(internal compressor assembly)ကို စပရိန်ပေါ်တွင် တင်၍ တပ်ဆင်(spring-mounted)ထားသည်။ Suction နှင့် discharge လိုင်းများကို compressor တစ်ခုလုံး၏ အပြင်ဘက်(external)မှလည်း isolate လုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ ပိုက်များ၌ flexible များသုံးရန် တုန်ခါမှုများ ပျံ့နှံ့ မသွားအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။

(ခ) Amplitude Reduction

Compressor သို့မဟုတ် chiller ကို အလေးချိန် ပိုများအောင် ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် တုန်ခါမှု လျော့နည်းသွားစေနိုင်သည်။ Solid foundation ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့်လည်း တုန်ခါမှု လျော့နည်း သွားစေနိုင်သည်။

(ဂ) Balancing

တုန်ခါမှု လျော့နည်းသွားစေရန် internal force များကို သင့်လျော်မှန်ကန်စွာ balancing ပြုလုပ်၍ counter weight ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ Rotary နှင့် scroll compressor များ၌ balancing ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ Chapter 47 of the 2007 ASHRAE Handbook—HVAC Applications တွင် အသေးစိတ် လေ့လာနိုင်သည်။

Shock

Shock မဖြစ်ပေါ်အောင် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ရန်အတွက် dynamic load သုံးမျိုးခွဲ၍ လေ့လာနိုင်သည်။

(က)Suddenly applied loads of short duration

(ခ) Suddenly applied loads of long duration နှင့်

(ဂ) Sustained periodic varying loads တို့ဖြစ်သည်။

Internal force များခြင်းသည် shock ဖြစ်ခြင်း၏ အခြေခံ အကြောင်းအရင်း ဖြစ်သည်။ Shock မဖြစ်ပေါ်စေရန် equipment ဒြပ်ထုထည်(mass)ကို နည်းနိုင်သမျှ နည်းအောင် ပြုလုပ်ခြင်းနှင့် structure များကို ကြံ့ခိုင်မှု (strength) ကောင်းသည့် ပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ခြင်း တို့ဖြင့် ကာကွယ်နိုင်သည်။

၉.၁၁ Testing and Operating Requirements

Compressor များနှင့် ပတ်သက်သည့် စမ်းသပ်ချက်(test) နှစ်မျိုး ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ Rating (performance) test နှင့် reliability test တို့ ဖြစ်သည်။

Standard Rating Condition

Standard rating condition များ တွင် အောက်ပါ အချက်အလက်များ ပါဝင်ရမည်။ Compressor ထုတ်လုပ်သူများက standard rating condition ကို ဖော်ပြပေးရမည်။ ဖြစ်နိုင်သည့် အမြင့်ဆုံး(maximum possible)

compression ratio၊ အမြင့်ဆုံး(maximum) operating pressure differential၊ အမြင့်ဆုံးဖြစ်နိုင်သည့် အထွက်ဖိအား(maximum permissible discharge pressure)၊ အမြင့်ဆုံး အဝင်အပူချိန်(inlet temperature) နှင့် အထွက်အပူချိန်(discharge temperature) စသည်တို့ ဖြစ်သည်။

Full-load compressor rating နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်များ

(၁) Raising suction pressure increases compressor capacity.
(၂) Lowering discharge pressure decreases power.
(၃) In all cases, raising suction or lowering discharge pressure improves BHP/TR.

Part-load compressor rating နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်များ

(၁) Compressor efficiency degrades as the compressor operates at decreasing percentages of full load.
(၂) Speed control provides the best part-load performance for screw compressors.

$$\textbf{Power consumption} = \frac{\textbf{Ideal compressor work}}{\textbf{Compressor efficiency}}$$

$$\textbf{Power consumption} = \frac{\mathbf{m}\,(\mathbf{h_2} - \mathbf{h_1})}{\boldsymbol{\eta}_{\mathbf{c}} \times \boldsymbol{\eta}_{\mathbf{m}}}$$

For any compressor, $\boldsymbol{\eta}_c$ ≈ volumetric efficiency

$\boldsymbol{\eta}_m$ = mechanical efficiency

Lubrication Requirements

Compressor ထုတ်လုပ်သူများက compressor နှင့် ကိုက်ညီသည့် ချောဆီအမျိုးအစား(type)၊ စေးပျစ်မှု (viscosity) နှင့် characteristics များ၊ ချောဆီနှင့် တွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည့် refrigerant များကို ဖော်ပြ ပေးရမည်။

Power Requirements

Compressor starting ၊ pulldown နှင့် operation စသည့် အခြေအနေများတွင် စွမ်းအင်(power) လိုအပ်ချက် ပြောင်းလဲသည်။ Compressor အမျိုးမျိုးတွင် နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် unloading လုပ်ခြင်းကြောင့် စွမ်းအင် (power) လိုအပ်ချက် ပြောင်းလဲသည်။ Compressor ထုတ်လုပ်သူများက လျှပ်စစ်ဓာတ်အားနှင့် သက်ဆိုင်သည့် power လိုအပ်ချက် နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်အလက် အပြည့်အစုံကို ဖော်ပြပေးရမည်။ ASHRAE Standard 23 အရ စမ်းသပ်မှုများ ပြုလုပ်ရမည်။ Compressor ထုတ်လုပ်သူများက AHRI Standard 520 ၊ AHRI Standard 540 သို့မဟုတ် တခြားသော industry standard များတွင် ဖော်ပြထားသည့် test condition များအတိုင်း စမ်းသပ်ပြီး performance data များကို ဖော်ပြပေးရမည်။

အောက်ပါ characteristics များ ရရှိရန်အတွက် သီးခြား စမ်းသပ်မှုများ ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။

(၁) Compressor performance over a range of conditions (performance curves)
(၂) Sound level
(၃) Durability or reliability
(၄) Operational limits (operating envelope)
(၅) Lubrication requirements (oil type, viscosity, amount, etc.)
(၆) Electrical power requirements (start-up current draw, running current measurements, etc.)

Compressor တစ်လုံး၏ envelope ကို အောက်ပါ အမှတ်(extreme condition points)များဖြင့် သတ်မှတ်ထားသည်။

(၁) **Operating Envelope**

Operating envelope သည် compressor တစ်လုံး၏ operating range ဖြစ်သည်။ Saturation Suction temperature (SST) သို့မဟုတ် Saturation Suction Pressure (SSP) နှင့် Saturation Discharge

Temperature (SDT) သို့မဟုတ် Saturation Discharge Pressure (SDP) တို့ဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။ ပုံ(၉-၆)တွင် operating envelope ကို ဥပမာ အဖြစ်ပေါ်ပြထားသည်။

High Load (HL) သည် အမြင့်ဆုံး(maximum) operating SDT သို့မဟုတ် SDP နှင့် အမြင့်ဆုံး(maximum) operating SST သို့မဟုတ် SSP တို့ ဖြတ်သွားသည့်အမှတ်(intersection point) ဖြစ်သည်။ ထိုဖြတ်မှတ်တွင် compressor သည် အမြင့်ဆုံး power input ၊ အမြင့်ဆုံး average torque နှင့် အမြင့်ဆုံး average bearing load တို့ ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။

High Flow (HF) သည် အနိမ့်ဆုံး(minimum) operating SDT သို့မဟုတ် SDP နှင့် အမြင့်ဆုံး(maximum) operating SST သို့မဟုတ် SSP တို့၏ ဖြတ်မှတ်(intersection point) ဖြစ်သည်။ ထိုဖြတ်မှတ်တွင် compressor သည် refrigerant စီးနှုန်းအများဆုံးဖြစ်ပေါ်ပြီး cooling capacity အများဆုံးရနိုင်သည်။

High Pressure Differential (HPD) သည် အမြင့်ဆုံး(maximum) operating SDT သို့မဟုတ် SDP နှင့် အမြင့်ဆုံး (maximum) discharge temperature line တို့၏ ဖြတ်မှတ်ဖြစ်သည်။ Compressor သည် discharge နှင့် suction အကြားတွင် အလွန်မြင့်မားသည့် အမြင့်ဆုံး ဖိအားကွာခြားမှု(pressure differential) ဖြစ်ပေါ်စေပြီး အမြင့်ဆုံး ဖြစ်နိုင်သည့် အထွက် အပူချိန်(highest allowable discharge temperature)တို့ ဖြစ်ပေါ်သည်။

Low Flow (LF) သည် အမြင့်ဆုံး(maximum) discharge temperature line နှင့် အနိမ့်ဆုံး(minimum) operating SST သို့မဟုတ် SSP တို့ ဖြတ်မှတ် ဖြစ်သည်။ အမြင့်ဆုံး pressure ratio နှင့် refrigerant flow အနည်းဆုံးဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် compressor မှ ထုတ်ပေးသည့် cooling capacity နည်းခြင်း နှင့် oil stability မတည်ငြိမ်ခြင်းတို့ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုဖြတ်မှတ်တွင် မောင်းနေသည့်အခါ အနည်းဆုံး cooling capacity သာ ရနိုင်သည်။

Low Load (LL) သည် အနိမ့်ဆုံး(minimum) operating SDT သို့မဟုတ် SDP နှင့် အနိမ့်ဆုံး(minimum) operating SST သို့မဟုတ် SSP တို့ ဖြတ်မှတ် ဖြစ်သည်။ ထိုဖြတ်မှတ်တွင် compressor ၏ torque နှင့် စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု နည်းသည်။

Air-conditioning ၏ operating range သည် SST သည် –10 မှ 15°C အတွင်း ဖြစ်သည်။ SDT သည် 25 မှ 70°C အတွင်း ဖြစ်သည်။

Refrigerant အမျိုးအစား တူညီကြလျှင် compressor တစ်လုံး၏ capacity သည် SST ၊ SDT ၊ superheating နှင့် subcooling တို့ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Chiller compressor များသည် အောက်ပါလိုအပ်ချက်များကို ဖြည့်ဆည်းပေးနိုင်ရမည်။

(၁) ယုံကြည်စိတ်ချရမှု(reliability) မြင့်မားခြင်း

(၂) သက်တမ်း ကြာရှည်ခံခြင်း(long service life)

(၃) ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန် လွယ်ကူခြင်း(easy maintenance)

(၄) လွယ်ကူစွာ capacity control လုပ်နိုင်ခြင်း

(၅) မောင်းသည့်အခါ ဆူညံသံနည်းခြင်း(quiet operation)

(၆) အရွယ်အစား ကျစ်လျစ်ခြင်း(compactness) နှင့်

(၇) ဈေးနှုန်းချိုသာခြင်း(cost effectiveness) တို့ဖြစ်သည်။

၉.၁၂ Compressor Selection Criteria

သင့်လျော်သည် refrigerant compressor, တစ်လုံးကို ရွေးချယ်ရာတွင် အောက်ပါအချက်များ ပါဝင်သင့်သည်။

(၁) Refrigeration capacity
(၂) Volumetric flow rate
(၃) Compression ratio နှင့်
(၄) Thermal and physical properties of the refrigerant တို့ဖြစ်သည်။

၉.၁၃ Comparison Between Four Common Type of Refrigeration Compressors

Advantages	Disadvantages
Rotary Vane	
• Good efficiency as booster:equal to screw and better than piston type • Handles low pressure conditions • Mechanically reliable	• Discharge pressure limitation • Overall pressure ratio limited to about 7:1 • Poor part load power characteristics
Reciprocating Compressor	
• Basic industry work horse • Full range of sizes & capacities • Efficient part load operation • Relatively inexpensive • Requires minimum amount of support infra-structure	• Volumetric efficiency drops at high overall pressure ratios • Requires frequent maintenance • Not tolerant of liquid • Water cooling necessary for ammonia systems
Rotary Screw	
• Good efficiency at full load • Large capacity units available • Low maintenance costs • Reliable • Tolerant to liquid • Liquid injection cooling option • Infinitely variable capacity control • High operating flexibility	• Poor power performance at low part load conditions • Small sizes expensive • Repairs expensive in remote locations
Centrifugal	
• Efficient at full load • Large capacity units require small space	• Very high speed precision equipment • Useable only with freon type refrigerants • Inefficient at part load • Severe operating restrictions

-End-