Chapter-14 Screw Compressors and Chillers

၁၄.၁ Screw Compressors

၁၈၇၈ခုနှစ်ကတည်းက screw compressor များကို တီထွင်နိုင်ခဲ့ကြသော်လည်း screw နှစ်ခုကို တိကျသည့် tolerance ဖြင့် ထုတ်လုပ်နိုင်သည့် နည်းပညာ အားနည်းမှုကြောင့် စီးပွားဖြစ် မထုတ်လုပ်နိုင်ခဲ့ပေ။ Screw compressor ဒီဇိုင်းကို Dr Willis Carrier က ပထမကမ္ဘာစစ် ပြီးခါစတွင် တီထွင်ခဲ့သည်။

ယခုအခါ chiller ထုတ်လုပ်သူများသည် reciprocating chiller များ အစား screw chiller ကို ထုတ်လုပ်လာကြသည်။ Screw compressor များတွင် reciprocating compressor ထက် စွမ်းဆောင်ရည်(performance) သာလွန်ခြင်း နှင့် efficiency ပိုကောင်းခြင်း ၊ ယုံကြည်စိတ်ချရမှု(reliability) မြင့်မားခြင်း စသည့် အားသာချက်များစွာ ရှိသည်။ Screw compressor များသည် နောင်တွင် အလွန်အသုံးများမည့် compressor အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။

Screw compressor များသည် positive displacement compressor များ ဖြစ်ကြသည်။ Refrigeration လုပ်ငန်းများတွင် single screw နှင့် twin screw compressor နှစ်မျိုးလုံးကို တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ Reciprocating compressor များကို အသုံးပြုလျှင် အပူချိန် −35°C အထိသာရရှိနိုင်သော်လည်း screw compressor များကို အသုံးပြုလျှင် အပူချိန် −40°C မှ −50°C အထိ ရရှိနိုင်သည်။ အငယ်ဆုံး 15 HP screw compressor များကို ဝယ်ယူ ရရှိနိုင်သည်။

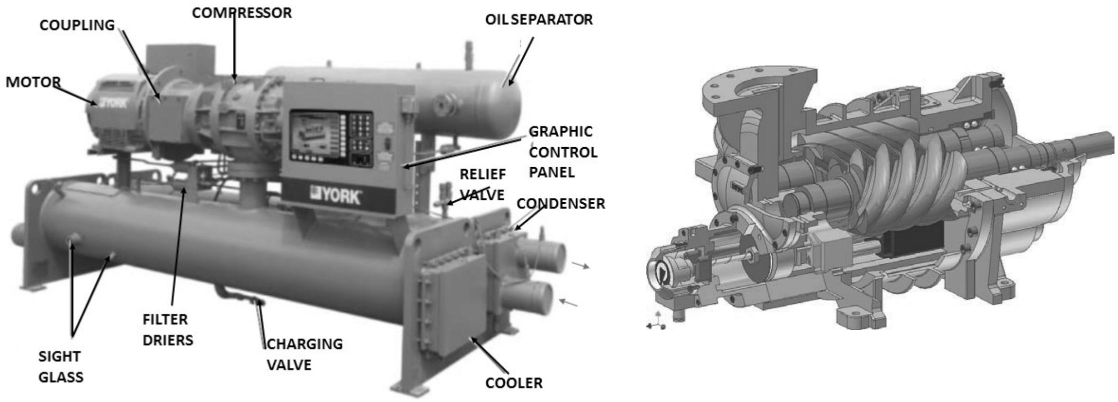
Refrigeration လုပ်ငန်းခွင် screw compressor နည်းပညာများ တိုးတက်လာခြင်းကြောင့် အောက်ပါ အကျိုးကျေးဇူးများ ရရှိနိုင်သည်။

(၁) စွမ်းဆောင်ရည်(performance) နှင့် efficiency ပိုကောင်းခြင်း
(၂) ယုံကြည်စိတ်ချရမှု(reliability) မြင့်မားခြင်း
(၃) ဈေးနှုန်း ချိုသာခြင်း၊ ကုန်ကျစရိတ်(costs) နည်းခြင်း
(၄) လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်း (moving parts) အနည်းငယ်သာ ပါဝင်ခြင်း
(၅) တုန်ခါမှု(vibration) နည်းခြင်း နှင့်
(၆) Refrigerant ဆုံးရှုံးမှု(loss) နည်းခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

Screw compressor များသည် reciprocating compressor များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်း(moving parts) အနည်းငယ်သာ ပါဝင်သောကြောင့် ယုံကြည်စိတ်ချရမှု(reliability) အလွန် မြင့်မားသည်။ သက်တမ်းကြာရှည်ခံသည်။

ပုံ ၁၄-၁ Screw compressor open motor ပုံ ၁၄-၂ Screw compressor semi-hermetic motor

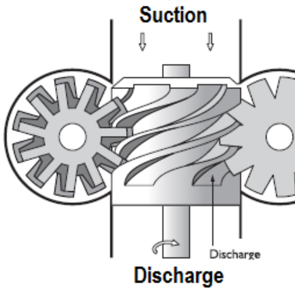
Industrial refrigeration လုပ်ငန်းများတွင် process chiller များအဖြစ်၊ high-temperature screw compressor များ အဖြစ် အသုံးပြုရန် အသင့်လျော်ဆုံးဖြစ်သည်။ Oil separator နှင့် oil reservoir တို့ကို အတူတကွ တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် တပ်ဆင်ချိန် လျော့နည်းပြီး အချိန်ကုန်သက်သာခြင်း၊ ဈေးနှုန်း ချိုသာခြင်းနှင့် နေရာယူမှု နည်းခြင်း စသည့် အကျိုးများ ရရှိနိုင်သည်။ 50 မှ 140 HP အထိ ကြီးမားသည့် screw compressor များကို ဈေးကွက်တွင် ရရှိနိုင်သည်။ Screw compressor များကို R-134a ၊ R-407C နှင့် R-22 ဖြင့် တွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။ R-404A ၊ R-507A တို့ကို special application များတွင် အသုံးပြုကြသည်။

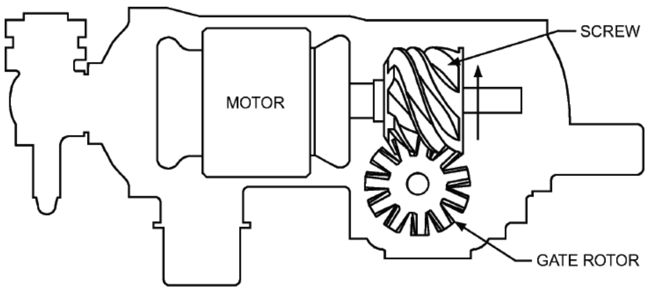


ပုံ ၁၄-၃ Screw compressor (York YS model)

၁၄.၁.၁ Single Screw Compressors

Single screw နှင့် multiple screw ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ Single screw တွင် main rotor တစ်ခုနှင့် ချိတ်ထားသည့် gate rotor တစ်စုံပါဝင်သည်။ Gate rotor ကို main rotor shaft မှ မောင်းပေးသည်။ မော်တာ လည်သည့်အခါ gate rotor မှ အသွားများက screw ကို ရွေ့လျားစေပြီး ဝင်ရောက်လာသည့် refrigerant များသည် အသွား ကြားတွင် ပိတ်မိသွားသည်။ ထို့နောက် ထုထည်(groove volume)လျော့နည်းသွားပြီး refrigerant များ ဖိသိပ် ခံရသည်။ Gate rotor နှစ်ခုပါရှိ သောကြောင့် screw တစ်ခုနှင့် တစ်ခု လွတ်လပ်စွာ လှုပ်ရှားနိုင်သည်။ Single screw compressor များတွင် သက်တမ်း ကြာရှည်ခံသည့် ဘယ်ရင်(bearing) နှင့် centrifugal economizer ပါရှိသည်။

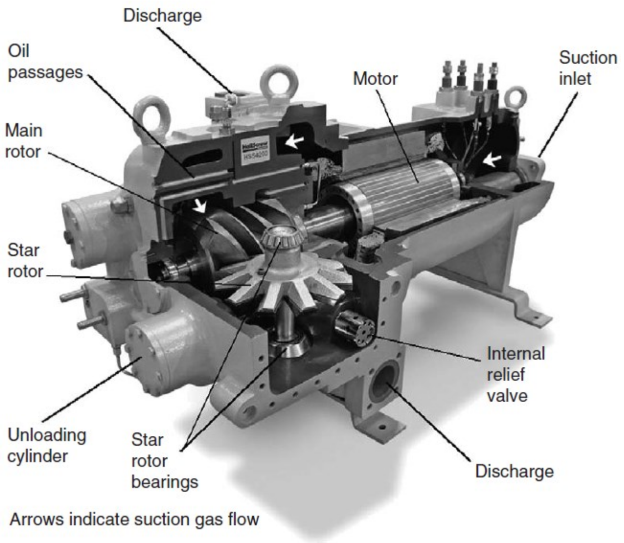


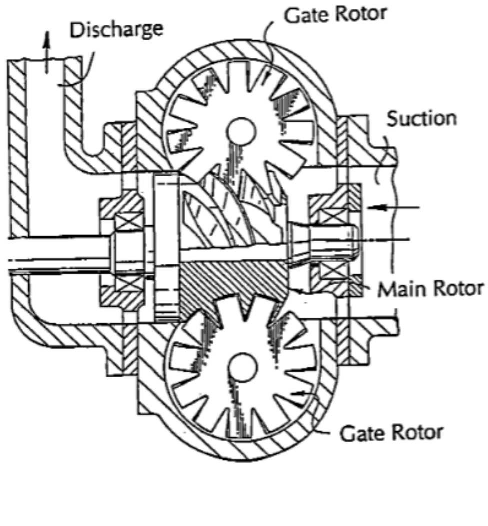


ပုံ ၁၄-၄ Single screw ပုံ ၁၄-၅ Gate rotor တစ်ခုပါသည့် semi-hermetic single screw compressor

Economizer တွင် intermediate pressure chamber ပါဝင်သည်။ Centrifugal separator ကြောင့် ခွဲထုတ်ခြင်းခံရသည့် flash gas များသည် pressure chamber အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်သွားသောကြောင့် efficiency ပိုကောင်းလာသည်။

Single screw compressor များတွင် slide valve ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် groove volume လျော့နည်းနိုင်သည်။ ထို့အပြင် compressor displacement ပြောင်းလဲနေသောကြောင့် ဖိသိပ်နိုင်သည့် ထုထည်(volume of gas compressed)ပြောင်းလဲနေသည်။ Single screw များတွင် သီးခြားအလုပ်လုပ်နိုင်သည့် slide valve တစ်ဖက်တစ်ချက်စီတွင် ပါရှိသောကြောင့် part-load energy performance ပိုကောင်းသည်။

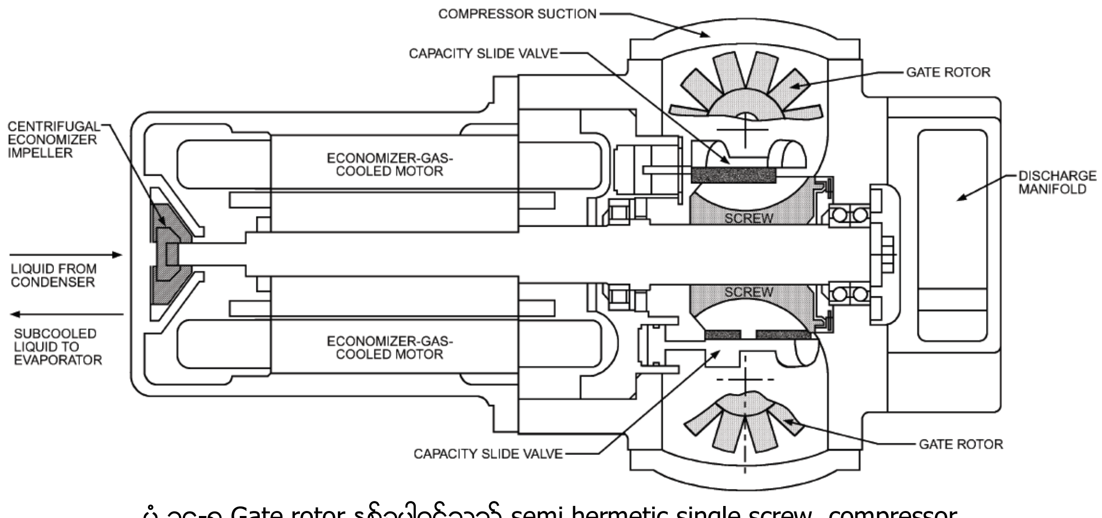




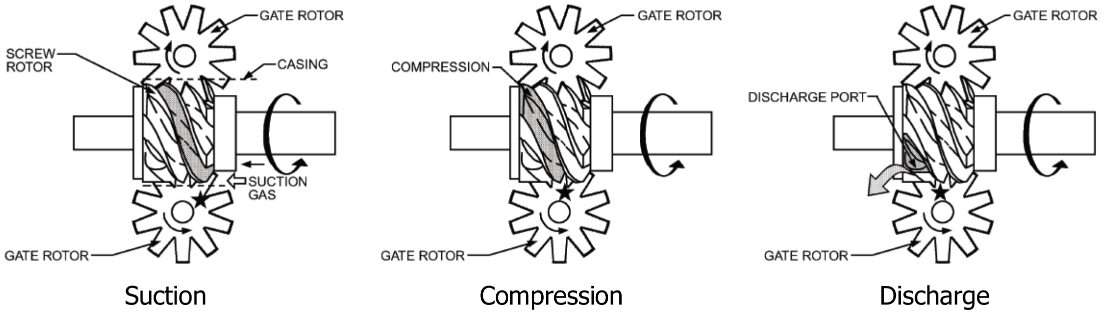
ပုံ ၁၄-၆ Gate rotor တစ်ခုသာပါဝင်သည့် single screw   ပုံ ၁၄-၇ Gate rotor နှစ်ခု ပါဝင်သည့် single screw

ပုံ(၁၄-၆)တွင်ပြထားသည့် single screw compressor တွင် screw တစ်ခုနှင့် ကြယ်ပုံသဏ္ဍာန်လည်နေသည့် ခွေးသွားစိတ်များပါသည့် ဂီယာ(star gear or gate rotor)တစ်ခုတို့ ပါဝင်သည်။ Star gear ကို star rotor သို့မဟုတ် gate rotor ဟုလည်း ခေါ်သည်။

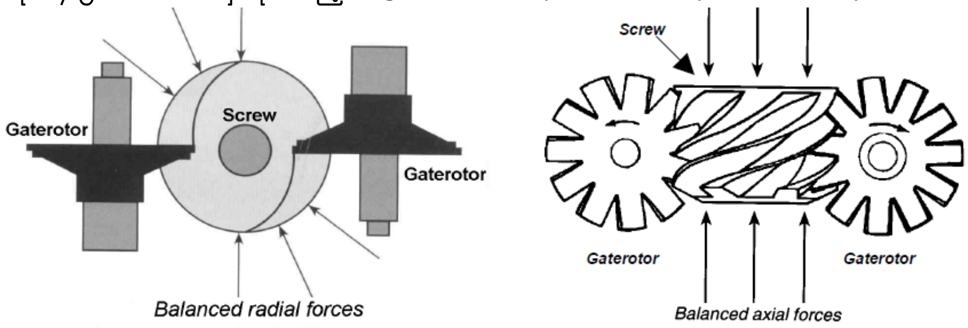
Screw အသွားများကို ပုံသဏ္ဍာန်(geometry) အမျိုးမျိုးဖြင့် တည်ဆောက်နိုင်သော်လည်း လက်ရှိ ထုတ်လုပ်နေသည့် စက်များတွင် flute ခြောက်ခု ပါရှိသည့် rotor နှင့် ခွေးသွားစိတ်(၁၁)ခု ပါရှိသည့် ကြယ်ပုံသဏ္ဍာန်ဂီယာတို့ ပါဝင်သည်။ ပုံ(၁၄-၇) နှင့် (၁၄-၈)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း screw ဘေးတစ်ဖက်စီတွင် ကြယ်ပုံသဏ္ဍာန်ဂီယာနှစ်ခု ပါရှိသည့် screw ဒီဇိုင်း မျိုးလည်း ရှိသည်။ ကြယ်ပုံသဏ္ဍာန်ဂီယာများက screw ကို မောင်းပေးသည်။ Screw compressor များ တည်ဆောက်ပုံ ကွဲပြားကြသော်လည်း ချောဆီပတ်လမ်း(oil circuit)များ အလုပ်လုပ်ပုံ တူညီကြသည်။



ပုံ ၁၄-၈ Gate rotor နှစ်ခုပါဝင်သည့် semi hermetic single screw compressor

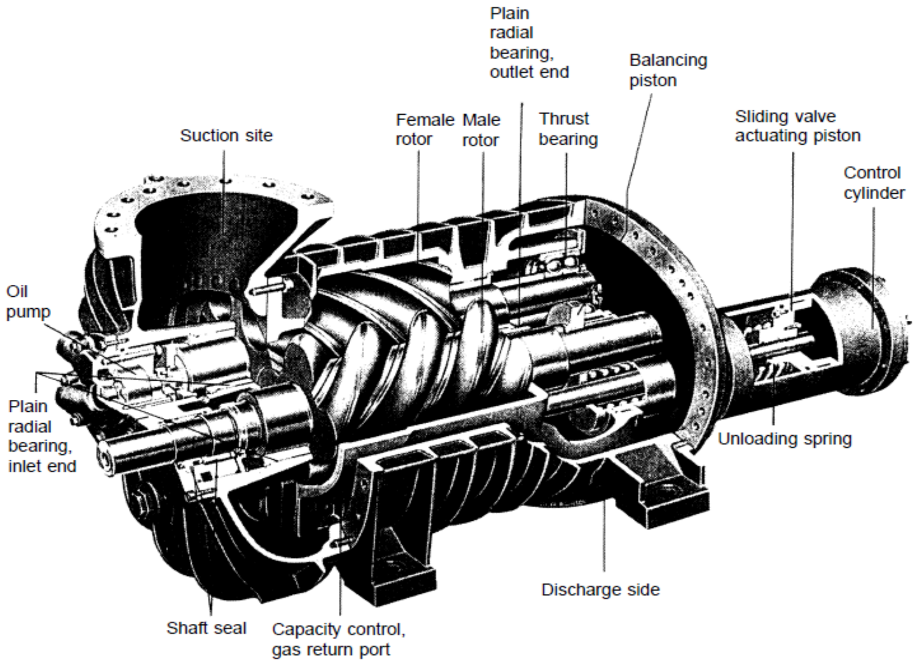


ပုံ ၁၄-၉ Gate rotor နှစ်ခုပါသည့် single screw compressor ၏ sequence of compression



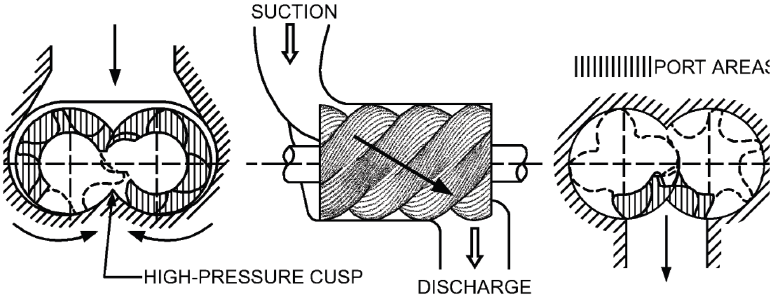
ပုံ ၁၄-၁၀ Gate rotor နှစ်ခု ပါဝင်သည့် single screw ၏ radial forces နှင့် axial forces ညီမျှပုံ

၁၄.၁.၂ Twin Screw Compressors

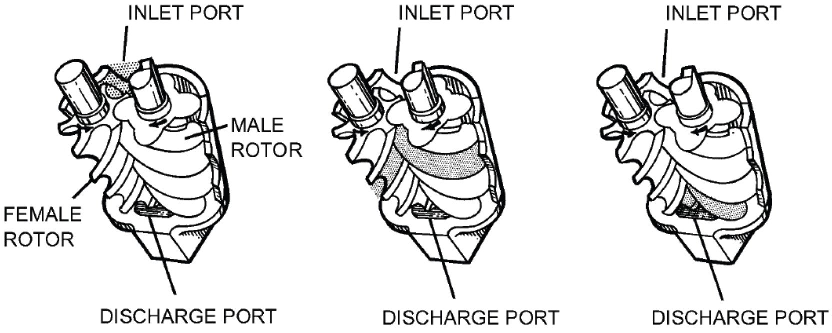


ပုံ ၁၄-၁၁ Twin screw compressor

Twin screw အမျိုးအစားသည် multiple screw compressor အမျိုးအစားတွင် ပါဝင်ပြီး အသုံးအများဆုံးသော compressor များ ဖြစ်ကြသည်။ Twin screw များသည် double helical rotary screw compressor များ ဖြစ်ကြသည်။ Male နှင့် female ဟူ၍ အတူတကွ တွဲချိတ်ထားသည့် helical grooved rotor နှစ်ခု ပါဝင်သည်။ Male screw သို့မဟုတ် female screw ကို မော်တာဝင်ရိုးနှင့် ချိတ်ဆက်ထားပြီး တခြားတစ်ခုမှာ အမောင်းခံ(driven) ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၄-၁၂ Twin screw compressor



Intake   Compression   Discharge

ပုံ ၁၄-၁၃ Twin screw compressor compression process

Compressor ၏ အဝင်ဘက်(suction side)တွင် male rotor နှင့် female rotor အကြား ဟ,နေသည့် နေရာသို့ gas များ ဝင်ရောက်လာသည်။ Rotor လည်ပတ်ခြင်းကြောင့် လိမ်နေသည့် screw အသွား အကြားတွင် gas များ ပိတ်မိသွားသည်။ Rotor အဆက်မပြတ်လည်ပတ်နေမှုကြောင့် screw အသွားနှစ်ခုအကြား လွတ်နေသည့် နေရာ တဖြည်းဖြည်း ကျဉ်းမြောင်းလာသည်။ ထို့နောက် ဖိအားမြင့်သည့် gas များသည် rotor ၏ အဆုံးမှ ထွက်သွားသည်။

Twin screw များတွင် capacity control ပြုလုပ်ရန်အတွက် rotor ၏ အထွက်(discharge)ဘက်အနီးတွင် တပ်ဆင်ထားသည့် slide valve ပါဝင်သည်။ Slide valve သည် gas တချို့ကို compressor ၏ suction ဘက်သို့ ပြန်ပို့ပေးသည့်နည်းဖြင့် bypass ပြုလုပ်ပေးသည်။ Twin screw compressor တွင် helical grooved rotors (a pair of inter-meshing screws) ပါဝင်ပြီး gear pump ကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်သည်။

Male screw ကို မော်တာနှင့် ချိတ်ဆက်ထားပြီး compressor ကို မောင်းသည်။ Suction သို့မဟုတ် discharge valve များ မပါရှိပေ။ ဂီယာသွားနှင့် ဆလင်ဒါနံရံ(gear teeth and cylinder wall)အကြားရှိ compression chamber အတွင်းသို့ gas များ စုပ်ယူခြင်းခံရသည်။ Helical movement မှ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် တွန်းအားကြောင့် gas များသည် rotor တစ်လျှောက် ရွေ့လျားသွားသည်။ Oil flooding နည်းဖြင့် ချောမွတ်(lubricating)အောင် ပြုလုပ်သည်။ ချောဆီများသည် refrigerant gas များ မယိုစိမ့်အောင် seal အနေဖြင့် ကာကွယ် တားဆီးပေးသည်။

၁၄.၂ Screw Chillers

Screw chiller များတွင် အောက်ပါ subsystem များ ပါရှိသည်။

(၁) Screw Compressor
(၂) Driving Motor & Power Supply System
(၃) Oil Reservoir & Oil Separation System
(၄) Oil Cooling & Filtering System
(၅) Microprocessor Control Panel and Control System
(၆) Suction and Discharge Valves and Strainer
(၇) Hydraulic System
(၈) Lubrication System

Table 14-1 screw compressor ၏ အားသာချက်များ(advantages) နှင့် အားနည်းချက်များ(disadvantages)

Advantages	Disadvantages
ထိန်းသိမ်းမှု အကြိမ်အရေအတွက် နည်းနည်းသာလိုသည်။	အစဦးကုန်ကျစရိတ် များသည်။
Capacity များသည့် စက်များ ဝယ်ယူ ရရှိနိုင်သည်။	စက်ရုံမှ သင်ကြားထားသူများသာ ပြုပြင်နိုင်သည်။
Slide valve ဖြင့် ကောင်းစွာ control လုပ်နိုင်သည်။	Unloading လုပ်သည့်အခါ efficiency ညံ့ဖျင်းသည်။
လှုပ်ရှားနေသည့်အစိတ်အပိုင်းအနည်းငယ်သာပါဝင်သည်။	အရွယ်အစားကြီးမားသည်။

Screw compressor များသည် positive displacement compressor များ ဖြစ်ကြသည်။ Refrigerant vopor များကို ဖိသိပ်(compress) ရန်အတွက် "Helical" ပုံသဏ္ဍာန် rotor ကို အသုံးပြုသည်။ အပြန်အလှန် ချိတ်ဆက် (inter-mesh)ထားသည့် rotor များ အကြားနေရာ(inter lobe space)၌ ပိတ်ခြင်း(closing off)နှင့် ပွင့်ခြင်း (exposing) ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ပွင့်သွားသည့်အခါ refrigerant များကို စုပ်ယူသွားသည်။ Rotor သည် အဆက်မပြတ် လည်နေ သောကြောင့် refrigerant သည် အကြားနေရာ(inter lobe space) အတွင်း၌ ပိတ်မိပြီး ဖိသိပ်ခြင်းခံရသည်။ အကြား နေရာ(inter lobe space)၏ ထုထည် (volume) တဖြည်းဖြည်း ကျဉ်းလာသောကြောင့် ဖိအား မြင့်တက်လာသည်။ Rotor ၏ အဆုံးတစ်ဖက်သို့ ရောက်ချိန်တွင် ဖိအားမြင့်သည့် refrigerant များ ထွက်သွားသည်။

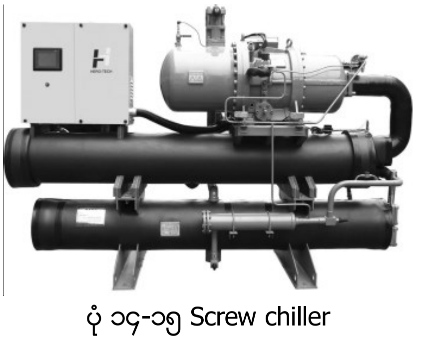
Single configuration နှင့် twin configuration ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။

(က) Single screw compressor တွင် main screw rotor နှင့် gate rotor တစ်ခု သို့မဟုတ် နှစ်ခု ပါဝင်သည်။ Main screw rotor ကို လျှပ်စစ်မော်တာ(electric motor)ဖြင့် မောင်းလေ့ရှိသည်။

(ခ) Twin screw compressor တွင် သေချာစွာ ချိန်သားကိုက်အောင် ပြုလုပ်ထားသည့် male rotor နှင့် female rotor ပါဝင်သည်။ အခွံ(enclosure)တစ်ခု အတွင်း၌ တိကျမှု ကောင်းစွာ အံဝင်ခွင်ကျ ဖြစ်အောင် တပ်ဆင် ထားပြီး ဆန့်ကျင်ဘက်သို့ လည်စေ(counter rotating)သည်။ Rotor တစ်ခုသည် မောင်းခြင်းခံရပြီး တခြား rotor တစ်ခုသည် မောင်းသည့် rotor ဖြစ်သည်။ Twin screw compressor များသည် control လုပ်နိုင်စွမ်း ပိုကောင်းကြသည်။ Operating efficiency မကျစေဘဲ suction pressure အမျိုးမျိုးဖြင့် မောင်းနိုင်သည်။ Air cooled နှင့် water cooled နှစ်မျိုးလုံး ရနိုင်သည်။ Refrigeration capacity 750RT အထိ ရနိုင်သည်။

ဖိအားမြင့်မြင့် ရနိုင်ခြင်း၊ လှုပ်ရှားနေသည့်အစိတ်အပိုင်း(moving port) အနည်းငယ်သာ ပါရှိခြင်း၊ အရွယ်အစား ကျစ်လစ်ခြင်း(compact) သေးငယ်ခြင်း၊ ပေါ့ပါးခြင်းတို့သည် အားသာချက်များဖြစ်သည်။ တူညီသည့် cooling capacity ရရှိရန်အတွက် reciprocating compressor နှင့် centrifugal compressor များထက်စာလျှင် ဆူညံသံ နိမ့်ခြင်း၊ တုန်ခါမှု ကင်းခြင်း၊ ရိုးရှင်းခြင်း(simplicity)၊ ယုံကြည်စိတ်ချမှု(reliability) မြင့်မားခြင်း၊ robust ဖြစ်ခြင်း တို့ကြောင့် လူကြိုက်များသည်။ အချိန်ကြာမြင့်စွာ မရပ်နားဘဲ မောင်းနိုင်ခြင်း၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု အနည်းငယ်သာ လိုအပ်ခြင်း စသည့် အားသာချက်များ ရရှိအောင် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည်။

ပုံ ၁၄-၁၄ Screw chiller



ပုံ ၁၄-၁၅ Screw chiller

Screw compressor များသည် unload လုပ်သည့်အခါ surge ဖြစ်ပေါ်လေ့မရှိပေ။ မြန်နှုန်း(speed) လျော့ကျ သွားသည့်အခါတွင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် အလွန်မြင့်သည့် lift ကိုလည်း ခံနိုင်ရည်ရှိသည်။ အားနည်းချက်များမှာ ဈေးနှုန်း မြင့်မားခြင်းဖြစ်သည်။ Screw chiller များသည် cooling load နည်းလျှင် reciprocating chiller များထက်

ပိုဈေးကြီးသည်။ Cooling load အလွန်များလျှင် screw chiller များသည် centrifugal chiller များထက် ပို၍ ဈေးကြီးသည်။

၁၄.၃ Rotary Compressor (Helical-Rotary Compressor) အလုပ်လုပ်ပုံ

Screw compressor များတွင် အထူးပြုလုပ်ထားသော helical rotor တစ်စုံကို အသုံးပြုကြသည်။ စက်ဖြင့် အတိအကျ ခုတ်စားထားသည့် compressor cylinder အတွင်း လည်ပတ်နေသည်။ Compressor များကို မောင်းရန် external drive တစ်မျိုးမျိုးကို အသုံးပြုသည်။ Hermetic type အမျိုးအစားများ ဖြစ်ကြသည်။

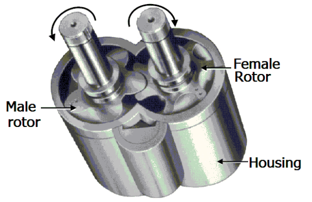
Rotor တစ်ခုသည် "male screw" ဖြစ်၍ ကျန်တစ်ခုသည် "female screw" ဖြစ်သည်။ Male screw rotor ကို မော်တာဖြင့် မောင်းပေးသည်။ Lobe လေးခု ပါရှိသည်။ Female screw rotor သည် male screw rotor ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ Inter lobe ခြောက်ခု ရှိပြီး ဆလင်ဒါအတွင်း rotor နှစ်ခု စလုံးကို တပ်ဆင်ထားသည်။

Rotary compressor များကို နှစ်မျိုးနှစ်စား ခွဲခြားနိုင်သည်။ Blade များသည် shaft နှင့်အတူ လိုက်လည်သည့် rotating blade အမျိုးအစားနှင့် တည်ငြိမ်နေသော blade အမျိုးအစားဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ Suction line မှ အပူချိန်နိမ့်သော အငွေ့များကို စုပ်ယူပြီး blade ၏ ပွင့်နေသော နောက်ဘက်နေရာမှ ဝင်ရောက်သည်။ Blade များ အဆက်မပြတ် လည်ပတ်နေခြင်းကြောင့် အငွေ့များကို ဖိသိပ်ပေးပြီး exhaust port သို့ ရောက်သည့်တိုင် တွန်းပေးသည်။

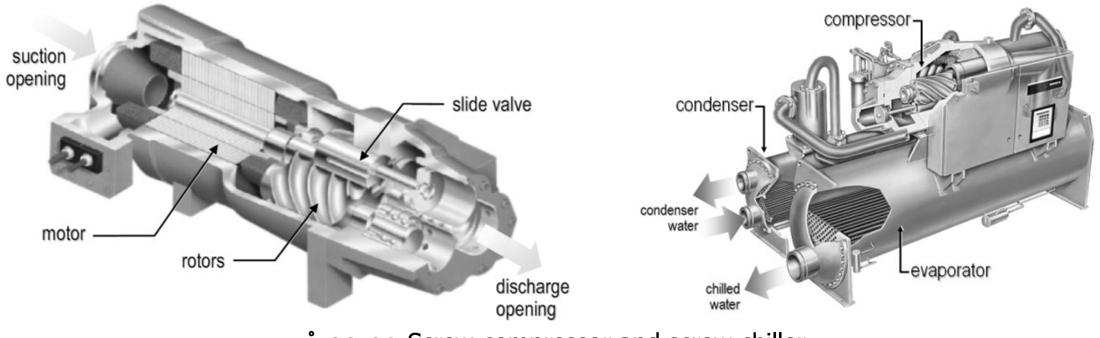
ဖိအား နိမ့်သည့်(low side)ဘက်မှ ဓာတ်ငွေ့များသည် compressor အတွင်းသို့ စုပ်ယူခြင်း ခံရသည်။ Intake stroke တွင် ဓာတ်ငွေ့များကို စုပ်ယူခြင်း ခံရသည်။ ထို့နောက် exhaust stroke တွင် အလိုရှိသည့် ဖိအားအထိ ရောက်အောင် ဖိသိပ်ခြင်း ခံရသည်။ ထို့ကြောင့် compressor ၏ စွမ်းအင် သုံးစွဲမှုနည်းသည်။

Impeller(roller)သည် အဆက်မပြတ် လည်ပတ်နေသည်။ Blade အကြားရှိနေရာ၏ ထုထည်သည် ဝင်ရောက်လာသည့် ဓာတ်ငွေ့များ၏ ထုထည်နှင့် ညီမျှသည်။ ဓာတ်ငွေ့များပိတ်မိနေသည့် blade အကြားရှိ နေရာ သေးငယ်သွားသောကြောင့် ဖိသိပ်ခံပြီး ဖိအားနှင့် အပူချိန် မြင့်တက်လာသည်။ နောက်ဆုံးတွင် ဓာတ်ငွေ့များသည် exhaust port ကို ဖြတ်၍ compressor ၏ ဖိအားမြင့်သည့်(high pressure side)ဘက်သို့ တွန်းပို့ခြင်းခံရသည်။ ဖိသိပ်နေစဉ်(during compression) ထွက်လာသည့် ဓာတ်ငွေ့ ထုထည်ပမာ တူညီကြသောကြောင့် "constant volume machine" ဟု သတ်မှတ်သည်။

ပုံ ၁၄-၁၆ Helical-rotary screw



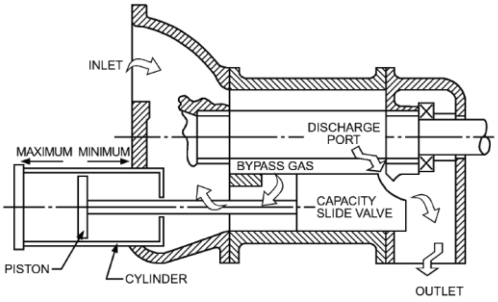
ပုံ ၁၄-၁၇ Helical-rotary screw



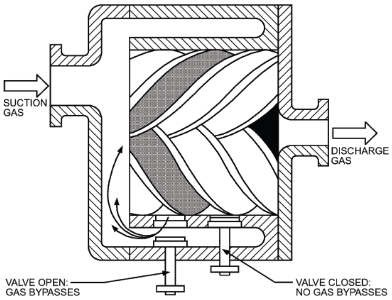
ပုံ ၁၄-၁၈ Screw compressor and screw chiller

သေးငယ်သည့် အိမ်သုံး compressor မှ ကြီးမားသည့် industrial plant များအထိ တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုကြသည်။ စက်ရုံသုံး compressor များမှ rotor နှင့် vane များ ပျက်သည့်အခါ ပြန်လည်ပြုပြင်(repair)ရန် ဖြစ်နိုင်

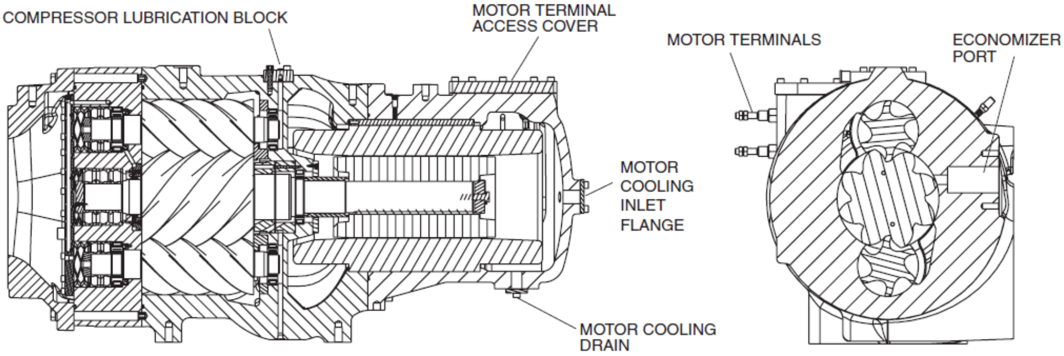
သော်လည်း တိကျမှုနှင့် သေချာမှု ရရှိရန် အထူး လိုအပ်သည်။ Screw compressor တွင် ပြဿနာ ဖြစ်ပေါ်ပါက ကုန်ကျစရိတ် များသောကြောင့် ပြုပြင်လေ့မရှိပေ။ Rotary compressor ၏ အဓိက အားသာချက်များမှာ လည်ပတ်ရာတွင် ငြိမ်သက်မှုရှိခြင်းနှင့် ဖိသိပ်ခြင်း(compression)ပြုလုပ်ရာတွင် ဖိအားဆောင့်တက်မှု(pulsation) မဖြစ်ပေါ်ခြင်းတို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၄-၁၉ Slide valve unloading mechanism



ပုံ ၁၄-၂၀ Lift valve unloading mechanism



ပုံ ၁၄-၂၁ 23XRV screw compressor (Variable Speed Drive) twin screw အသွားများ

Rotary ဆလင်ဒါများကို cast iron ဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ တစ်ခုချင်း၏ အတွင်းဘက် မျက်နှာပြင်များနှင့် အပိတ်မျက်နှာပြင်များကို စက်ဖြင့် "သ" ထားသည်။ ဆလင်ဒါတိုင်းတွင် ဝင်ပေါက် (intake) နှင့် ထွက်ပေါက်(exhaust)များ ပါရှိပြီး တချို့မော်ဒယ်များတွင် ချောဆီလိုင်းများ ပါရှိသည်။ Hermetic compressor ဖြစ်ပြီး ရေခဲသေတ္တာနှင့် လေအေးပေးစက် နှစ်ခုလုံးတွင် အသုံးပြုသည်။

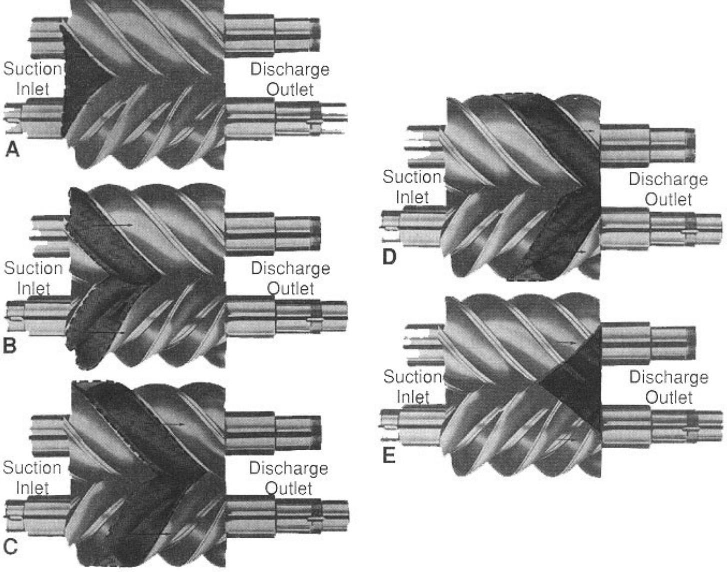
Rotating blade compressor တို့တွင် blade နှစ်ခုထက် ပိုများနိုင်သည်။ ထို blade များကို သွန်းသံ(cast-iron)၊ စတီး(steel)၊ အလူမီနီယံ(aluminum)၊ ကာဗွန်(carbon) စသည်တို့ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ Compressor ၏ စွမ်းရည်မှာ blade ၏ နှုတ်ခမ်းအစွန်းများနှင့် ဆလင်ဒါတို့ ပွတ်တိုက်ခြင်းအပေါ် မူတည်သည်။ Blade များသည် မြောင်းများအတွင်း အတိအကျ အံဝင်ခွင်ကျ ရှိနေလျှင် ဆလင်ဒါမျက်နှာပြင်နှင့် တစ်သားတည်းကဲ့သို့ ဖြစ်နေလိမ့်မည်။

၁၄.၃ Screw Chiller Refrigerant Circuit

၁၄.၄ Screw Compressor အလုပ်လုပ်ပုံ

Screw compressor များကို ဂီယာပန့်(gear pump)များအဖြစ် ယူဆနိုင်သည်။ ဓာတ်ငွေ့(gas)များကို တွန်းပို့(pump)ရန် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည့်အတွက် swept volume အများဆုံးရရှိအောင် နှင့် clearance volume မရှိဘဲ rotor နှစ်ခု အံဝင်ခွင်ကျ ချိတ်ဆက်မိနေစေရန် rotor profile ကို ပြုလုပ်ထားသည်။ Inlet valve နှင့် outlet valve များ မလိုအောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည်။

ပုံ(၁၄-၂၅)တွင် ပြထားသကဲ့သို့ refrigerant အငွေ့များသည် တစ်ဖက်စွန်းမှ ဝင်လာပြီး အတွင်းတွင် ဖိညှစ်ခံရပြီး အခြားဘက်အစွန်းမှ ထွက်သွားသည်။ အဖို rotor ၌ lobe လေးခုရှိ၍ အမ rotor မှ lobe ခြောက်ခု ရှိသဖြင့် အဖို screw ၏ လည်ပတ်နှုန်း ပိုမြန်သည်။ Rotor ၏ helix များသည် အငွေ့များကို စဉ်ဆက်မပြတ် reciprocating compressor ကဲ့သို့ ဖိအားပေးသည်။ မောင်းနေချိန်တွင် တုန်ခါမှု အနည်းငယ်သာ ဖြစ်ပေါ်သည်။



ပုံ ၁၄-၂၂ Screw compressor အလုပ်လုပ်ပုံ

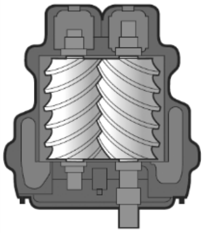
A - Compressor inter lobe spaces being filled

B - Beginning of compression

C - Full compression of trapped vapor

D - Beginning of discharge of compressed vapor

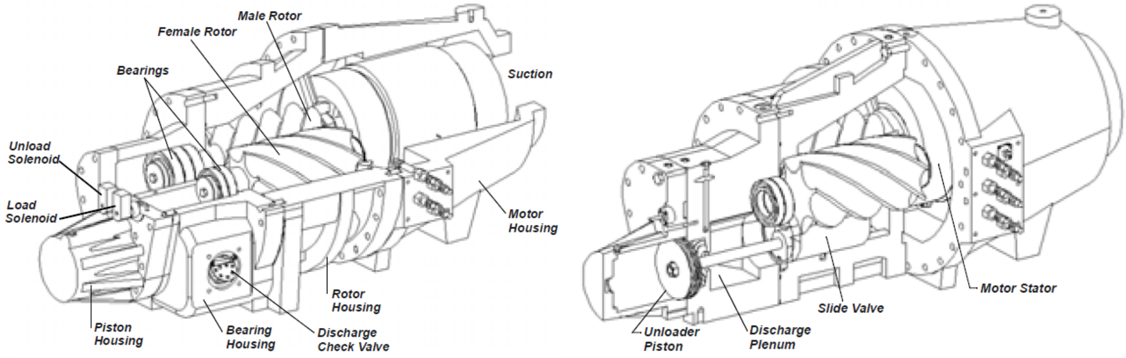
E - Compressed vapor fully discharged from inter lobe spaces



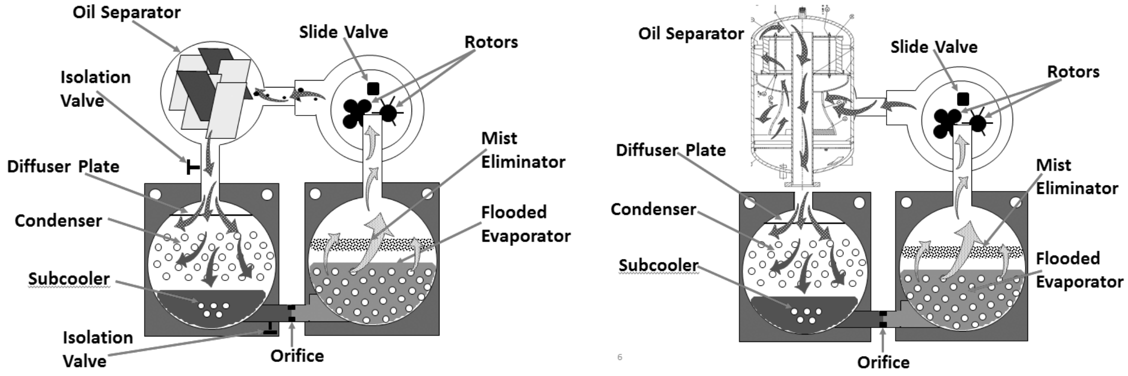
ဝင်ပေါက်(inlet port)နှင့် ထွက်ပေါက်(outlet port)ကို ဘေးဘက်တွင် မထားဘဲ ထိပ်ဘက်တွင် တည်ရှိအောင် helix pitch ကို ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည်။ ဝင်ပေါက်(inlet port) သို့မဟုတ် gas port ကို solid portion ဖြင့် stroke တစ်ခု နှင့်နောက်ထပ် stroke တစ်ခု သီးခြားဖြစ်အောင် ပြုလုပ်ထားသောကြောင့် inlet သို့မဟုတ် outlet valve မလိုအပ်ပေ။

ပုံ(၁၄-၂၃)တွင် screw compressor rotor ကို ဖော်ပြထားသည်။ ဘယ်ဘက်ရှိ rotor သည် male rotor ဖြစ်ပြီး ညာဘက်ရှိ rotor သည် female rotor ဖြစ်သည်။ အပြိုင် shaft နှစ်ချောင်းဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည့် ပုံစံတူ meshing rotor နှစ်ခုဖြစ်သည်။ ပုံ(၁၄-၁၆)တွင် အပြိုင် shaft နှစ်ချောင်းပေါ်တွင် profile တူသည့် screw အသွား ပြုလုပ်ထားသည်။ Meshing rotor နှစ်ခုက casing အတွင်း၌ အံဝင်ခွင်ကျ ဖြစ်အောင် ပြုလုပ် တပ်ဆင်ထားသည်။

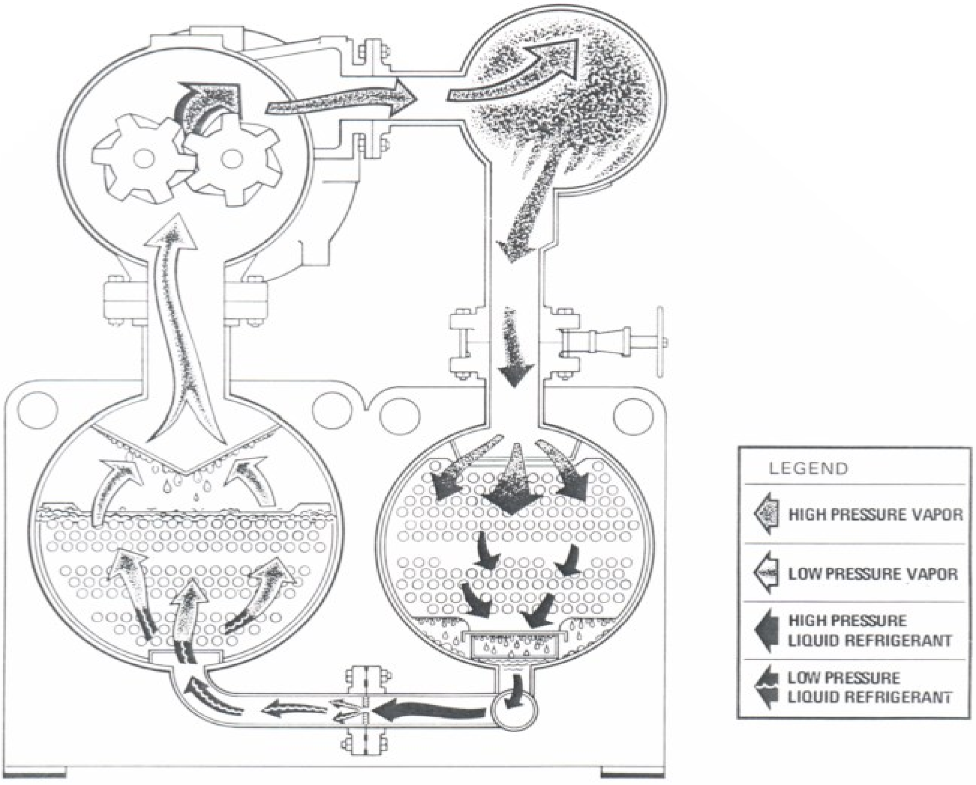
ပုံ ၁၄-၂၃ Twin screw compressor rotors



ပုံ ၁၄-၂၄ Screw compressor ၏ တစ်လုံး၏ အစိတ်အပိုင်းများ



ပုံ ၁၄-၂၅ Water-cooled screw chiller

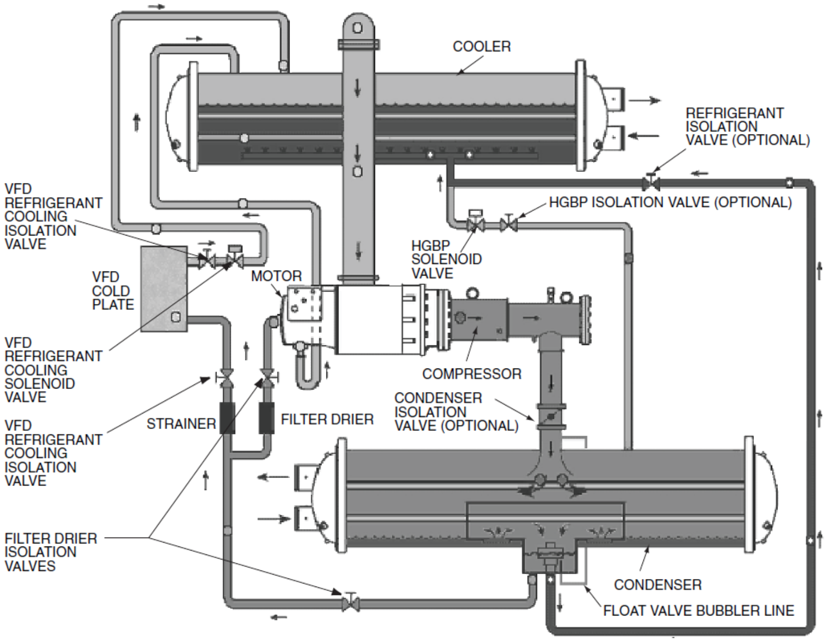


ပုံ ၁၄-၂၆ Screw chiller refrigerant circuit

Groove နှစ်ခုအကြား လွတ်နေသည့် နေရာမှ gas များ ဝင်ရောက်လာသည်။ ဝင်ရိုး(shaft)လည်သည့်အခါ ဝင်ပေါက်(inlet port)နှင့် screw အသွား(profile)အကြားတွင် ဝင်ရောက်လာသည့် gas များ ပိတ်မိသွားသည်။ ဆက်လက်၍ male rotor လည်ပတ်သည့်အခါ pocket ၏ ထုထည် လျော့နည်းသွားပြီး gas များကို ဖိသိပ်လိုက်သည်။ နောက်ဆုံးတွင် rotor လည်ပတ်နေခြင်းကြောင့် အထွက်ပေါက်(exhaust port) ပွင့်သွားပြီး တခြား ထိပ်တစ်ဖက်မှ ဖိအားမြင့်သည့် gas များ ထွက်သွားသည်။ Rotor အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးနှင့် lobe အရေအတွက် အမျိုးမျိုးကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ Male rotor သည် မော်တာနှင့် ဆက်နေပြီး female rotor ကို မောင်းပေးသည်။

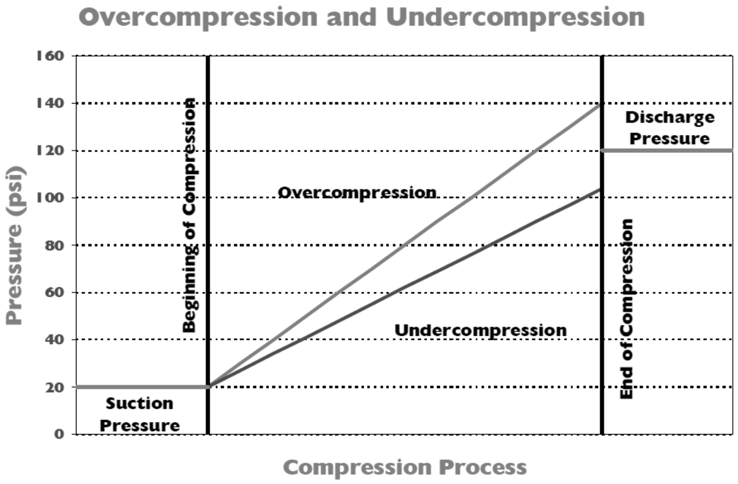
ချောဆီ(lubrication)လုံလောက်အောင် ရရှိရန် အလွန် အရေးကြီးသည်။ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းများ ချောမွတ်(lubrication)နေရန်၊ အအေးစေရန်(cooling) နှင့် sealing ဖြစ်စေရန်အတွက် ချောဆီများကို barrel တစ်လျှောက် ထည့်သွင်း(inject)ပေးသည်။ Discharge gas နှင့် အတူ ရောပါလာသည့် ချောဆီများကို ခွဲထုတ်ရန်

လိုအပ်သည်။ ခွဲထုတ်ပြီးနောက် အအေးခံ၊ သန့်စင်ပြီး lubrication circuit အတွင်းသို့ ပြန်ထည့်ပေးရသည်။ ချောဆီများ နှင့် lubrication အကြောင်းကို အခန်း(၁၂)တွင် အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။

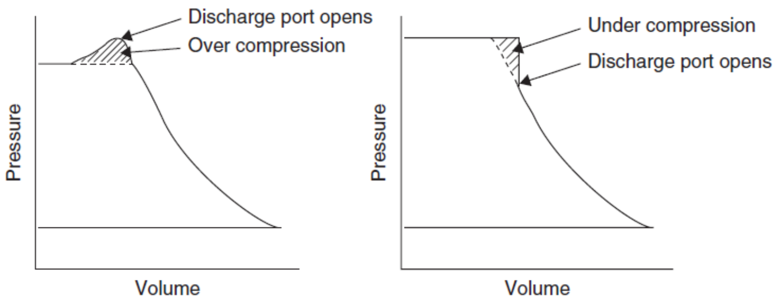


ပုံ ၁၄-၂၇ Refrigerant flow schematic (without optional flash economizer)

Volumetric Efficiency



ပုံ ၁၄-၂၈ Diagram of over compression and under compression



ပုံ ၁၄-၂၉ Compressor ၏ over compression နှင့် under compression

ဖိအားအချိုး(pressure ratio)များလာလေ volumetric efficiency လျော့နည်းလေ ဖြစ်သည်။ သို့သော် screw compressor ဖြစ်ပေါ်သည့် volumetric loss သည် reciprocating compressor များတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် volumetric loss ထက် နည်းသည်။

Screw compressor များတွင် clearance volume မရှိသောကြောင့် volumetric loss မရှိပေ။ Reciprocating compressor များ၌ ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသော re-expansion မရှိသောကြောင့် volumetric loss မရှိပေ။ Suction ဘက်သို့ refrigerant များ ယိုစိမ့်ခြင်း(leakage)ကြောင့်သာ volumetric loss အနည်းငယ် ဖြစ်ပေါ်သည်။ Sealing အတွက် ချောဆီကို အသုံးပြုသည်။ ချောဆီထဲတွင် refrigerant များ ပျော်ဝင်နေသောကြောင့် ချောဆီများ ယိုစိမ့်သွားသည့်အခါ refrigerant များ ပါသွားသောကြောင့် volumetric loss ဖြစ်ပေါ်သည်။ Compressor အတွင်းသို့ ဝင်လာသည့် gas များ၏ အပူချိန် မြင့်မားသောကြောင့်လည်း volumetric loss ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

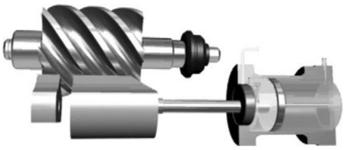
ယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် ထုထည်လျော့နည်းမှု(leakage loss) သည် tip speed နှင့် တိုက်ရိုက် အချိုးကျသည်။ သေးငယ်သည့် compressor များ၏ efficiency ကောင်းစေရန်အတွက် မြန်နှုန်း(speed)မြင့်မြင့် ဖြင့် လည်ပတ်ရန် လိုအပ်သည်။

Screw compressor များအားလုံးအတွက် built-in volume ratio ဟူသည့် သီးသန့် ဝေါဟာရ တစ်မျိုး ရှိသည်။ Built-in volume ratio ဆိုသည်မှာ ဝင်ရောက်လာသည့် ဓာတ်ငွေ့များအားလုံးကို ကြိုတင် သတ်မှတ် ထားသည့် ထုထည်သို့ လျော့ချလိုက်သည့် အချိုးဖြစ်သည်။

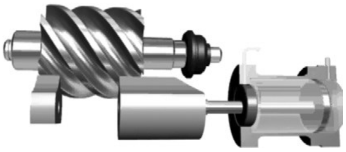
Gas များ ထွက်ပေါက်(discharge port)သို့ ရောက်သည့်အခါတွင် condenser pressure ထက် ပိုများလျှင် compressor အပြင်ဘက်သို့ ထွက်သွားလိမ့်မည်။ Condenser pressure ထက် နိမ့်နေလျှင် screw compressor အတွင်းသို့ ပြန်ရောက်လာ လိမ့်မည်။

Built-in volume ratio နှင့် working pressure ratio တို့ ကိုက်ညီနေချိန်တွင် screw compressor မှ သုံးစွဲသည့် စွမ်းအင်(absorbed power)သည် အနည်းဆုံး(optimum) ဖြစ်သည်။ ပုံ(၄-၁၈)တွင် ဖိအား လွန်ကဲခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဆုံးရှုံးမှုများ(over compression losses) နှင့် ဖိအား မလုံလောက်မှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဆုံးရှုံးမှုများ(under compression loss)ကို ဖော်ပြထားသည်။

Screw compressor များ၌ ဖိအားလွန်ကဲခြင်း(over compression) နှင့် ဖိအား မလုံလောက်ခြင်း(under-compression) တို့ကြောင့် efficiency ကျဆင်းနိုင်သည်။ ဖိအားမလုံလောက်ခြင်း(under compression) ဖြစ်သည့်အခါ အထွက်ပေါက်(discharge port)သည် ပွင့်နေသောကြောင့် compression pocket အတွင်းသို့ gas များ နောက်ပြန်စီးခြင်း(back flow) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ထွက်ပေါက်(discharge port)၏ အရွယ်အစား ပြောင်းလဲလျှင် peak efficiency ဖြစ်ပေါ်သည့်နေရာ ပြောင်းလဲသွားလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့် အသုံးပြုလိုသည့် လုပ်ငန်းနှင့် ကိုက်ညီသည့် screw compressor ၏ volume ratio ကို မှန်ကန်စွာ ရွေးချယ်ရန် လိုအပ်သည်။



ပုံ ၁၄-၃၀ Full load တွင် side valve ပိတ်နေပုံ



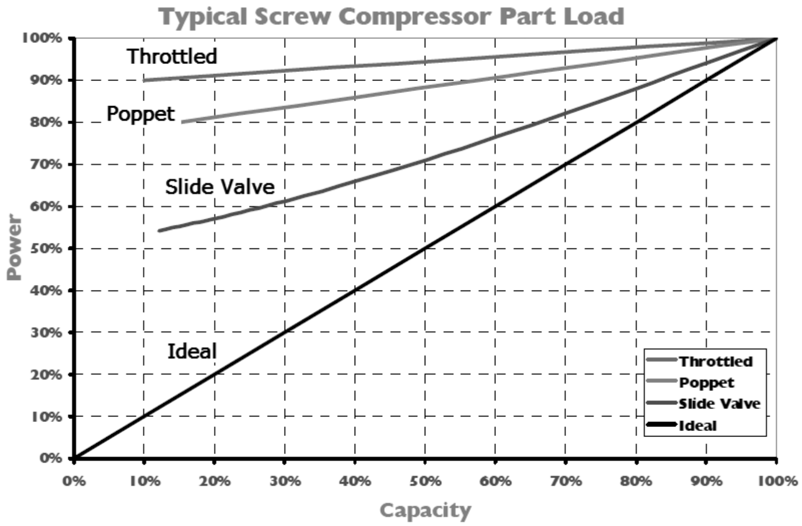
ပုံ ၁၄-၃၁ Minimum load တွင် side valve ပွင့်နေပုံ

၁၄.၅ Capacity Control

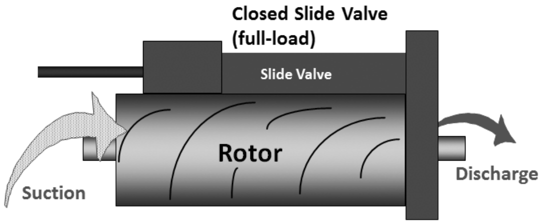
Screw compressor များကို capacity control လုပ်နိုင်သည့် နည်းလမ်း လေးမျိုးရှိသည်။

(၁) Slide Valve
(၂) Poppet valve
(၃) Inlet (suction) throttling နှင့်
(၄) Motor speed တို့ဖြစ်သည်။

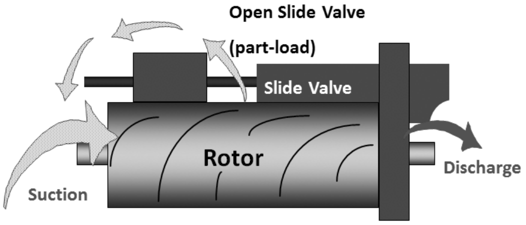
Screw compressor များ အားလုံးနီးပါးသည် slide-valve unloading နည်းဖြင့် control capacity လုပ်ကြသည်။ တချို့သော screw chiller ထုတ်လုပ်သူများသည် poppet-valve unloading နည်းနှင့် inlet throttling နည်းကို အသုံးပြုကြသည်။ Rotary screw compressor များသည် positive displacement compressor များ ဖြစ်ကြသောကြောင့် suction throttling လုပ်ခြင်းဖြင့် compressor ထဲသို့ ဝင်ရောက်လာမည့် refrigerant gas ပမာဏကို လျှော့ချနိုင်သည်။



ပုံ ၁၄-၃၂ Screw compressor part-load performance curves for various capacity-control methods



ပုံ ၁၄-၃၃ Closed slide valve



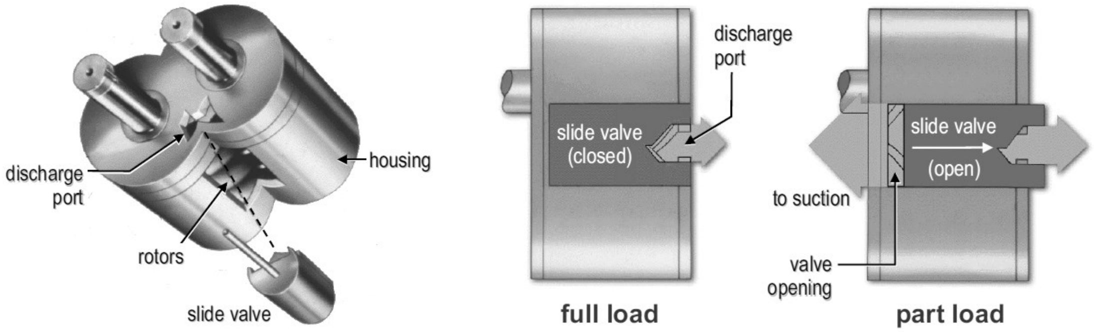
ပုံ ၁၄-၃၄ Open slide valve

Modulating control နည်းကို အသုံးပြု၍ စီးနှုန်း(flow rate)ကို control လုပ်၍ capacity control လုပ်နိုင်သည်။ Slide valve ကို အဖွင့်အပိတ် ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် screw compressor ၏ capacity ကို control လုပ်နိုင်သည်။ Slide valve ကို compressor ၏ suction ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားပြီး refrigerant စီးဆင်းနှုန်း(flow rate)ကို ထိန်းချုပ် နိုင်သည်။ Slide valve သည် rotor bore နှင့် အပြိုင်ရွေ့လျား(sliding action) နိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသည့် hot gas bypass control valve ဖြစ်ပြီး compressor ၏ ဖိအားမြင့်သည့်ဘက်(discharge)တွင် တည်ရှိသည်။ Compressor အတွင်းသို့ load နှင့် ကိုက်ညီသည့် discharge gas များ ဝင်ရောက်သွားအောင် slide valve က ဆောင်ရွက် ပေးသည်။

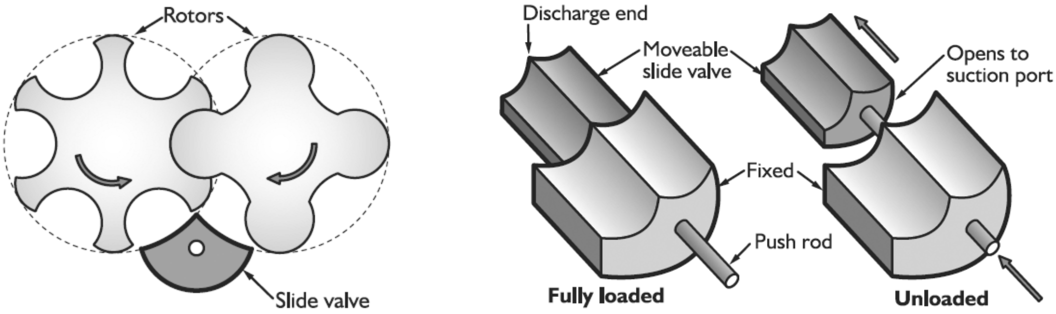
Capacity ကို control လုပ်ပေးရုံသာမက load ပြောင်းလဲမှုများနှင့် ကိုက်ညီအောင် compressor discharge port နေရာကို ထိန်းညှိ(adjust)ပေးသည်။ "**Axial discharge port**" သည် full-load efficiency ကို မကျဆင်းစေပဲ part load performance ပိုကောင်းအောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။

ပုံ(၁၄-၃၀) နှင့် ပုံ(၁၄-၃၁) တို့သည် twin screw compressor တစ်လုံး၏ capacity reduction slide valve ဖြစ်သည်။ Slide valve သည် oil pressure ကို အသုံးပြု၍ ရွေ့လျားသည်။

Screw compressor များတွင် sliding block သို့မဟုတ် sliding valve ကို အသုံးပြုသည်။ Sliding valve သည် barrel wall ကို ပိတ်လိုက်ခြင်းဖြင့် ဖိအားမြင့်သည့် gas အချို့ ကို suction ဘက်သို့ ပြန်ရောက်စေသည်။ Part load အခြေအနေတွင် volume ratio ကို တူညီနိုင်သမျှ တူညီနေအောင် ထိန်းထားနိုင်သည်။

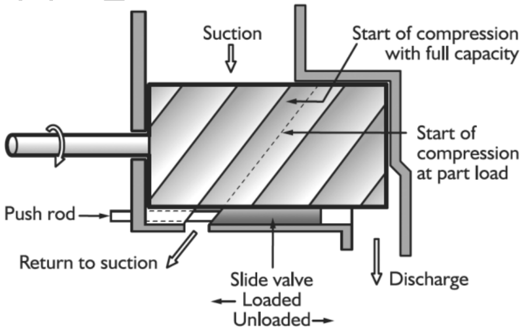


ပုံ ၁၄-၃၅ Closed slide valve and open slide valve

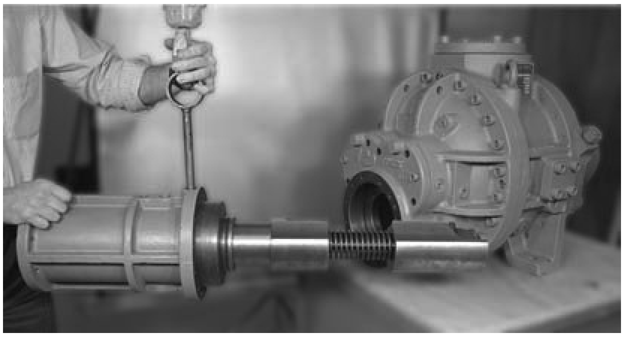


ပုံ ၁၄-၃၆ Screw compressor and slide valve mechanism

Screw compressor များ၏ capacity ကို control လုပ်နိုင်သည့် ဒီဇိုင်း နှင့် နည်းလမ်း(method) များစွာ ရှိသည်။ Single screw အမျိုးအစားတွင် sliding valve နှစ်ခုပါရှိသည်။ တစ်ခါတစ်ရံ sliding valve အစား lifting valve များကိုလည်း အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။ Maximum capacity ၏ 10% အထိရောက်အောင် ကောင်းစွာ control လုပ်နိုင်သည်။



ပုံ ၁၄-၃၇ Diagram of slide valve unloading



ပုံ ၁၄-၃၈ Photograph of slide valve

၁၄.၅.၁ Slide Valve

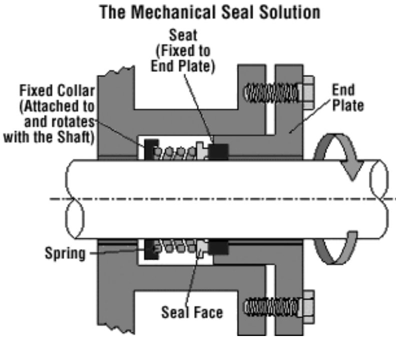
Helical-rotary compressor များတွင် slide valve သည် အဓိက အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု အဖြစ်ပါဝင်သည်။ Slide valve ၏ တည်ရှိရာနေရာ(position)ကို လိုက်၍ compressor မှ ဖိသိပ်(compression)ပေးသည့် refrigerant vapor ထုထည်(volume) ပမာဏ လိုက်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။ ဖိသိပ်ခြင်း(compression)ကို ဖြစ်စေသည့် rotor ၏ အရှည်(length)သည် slide valve ၏ တည်ရှိရာနေရာ(position)ကို လိုက်၍ ပြောင်းလဲသည်။ ထို့ကြောင့် slide valve ၏ တည်ရှိရာနေရာ(position)ကို ရွှေ့ပြောင်းခြင်းဖြင့် ဖိသိပ်(compression)ပေးသည့် refrigerant vapor ထုထည် (volume) ပမာဏကို ပြောင်းလဲကာ လိုအပ်သည့် cooling load ပမာဏနှင့် ကိုက်ညီစေသည်။

ပုံ(၁၄-၃၃)တွင် full load အခြေအနေ၌ side valve ပိတ်နေပုံကို ဖော်ပြထားပြီး ပုံ(၁၄-၃၄)တွင် part load အခြေအနေ၌ side valve ပွင့်နေပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

၁၄.၅.၂ VSD Controls

Carrier နှင့် York ကုမ္ပဏီတို့သည် VSD ဖြင့် မောင်းသည့် screw chiller များကို စတင် ထုတ်လုပ်လာကြသည်။ Carrier ကုမ္ပဏီမှ ထုတ်လုပ်သည့် 23XRV မော်ဒယ် water-cooled screw chiller တွင် Variable Speed Drive (VSD) ဖြင့် မောင်းသည့် screw compressor တပ်ဆင်ထားသည်။ York ကုမ္ပဏီမှ ထုတ်လုပ်သည့် YCAV မော်ဒယ်သည် Variable Speed Drive (VSD)ဖြင့် မောင်းသည့် air cooled screw chiller ဖြစ်သည်။

Screw compressor များအတွက် efficient အဖြစ်ဆုံး capacity control လုပ်နည်းသည် VSD နည်းဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၄-၃၉ Oil seal (YS screw chiller)

၁၄.၆ Oil System

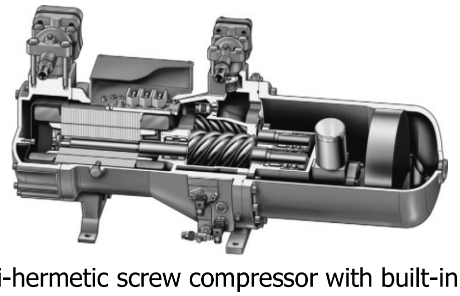
ချောဆီများ ခွဲထုတ်ခြင်း(oil separation)၊ အအေးခံခြင်း(cooling)နှင့် သန့်စင်ခြင်း(filtering) စသည်တို့ကြောင့် screw compressor များ၏ အလုပ်လုပ်ပုံ ရှုပ်ထွေးသည်။ တစ်ခါတစ်ရံ external oil cooler များအစား liquid injection ကို အသုံးပြုသည်။

Screw compressor chiller များမှ oil system အတွင်းရှိ ချောဆီများကို အောက်ပါနည်းများဖြင့် အေးအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်

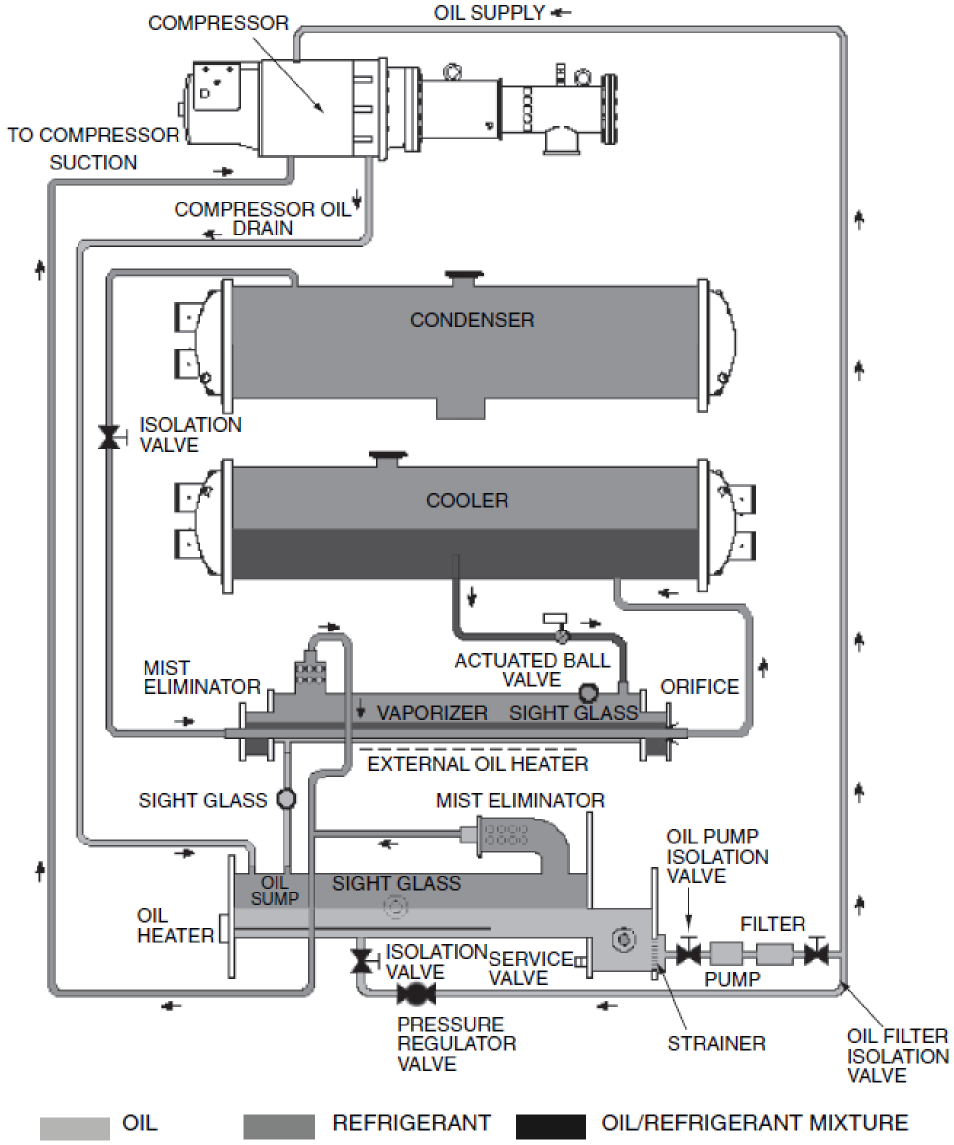
(၁)	Liquid injection	(၃)	Water or glycol cooling
(၂)	Thermosiphon	(၄)	Direct cooling

တချို့သော စီးပွားရေးလုပ်ငန်းသုံး screw compressor များတွင် oil circuit ကို အတူတွဲလျက် တပ်ဆင် (built-in) ထုတ်လုပ်ကြသည်။ ပုံ(၁၄-၄၀)တွင် ဘယ်ဘက်ရှိ connection မှ တစ်ဆင့် suction gas များ ဝင်ရောက်လာသည်။ မော်တာ နှင့် compressor ကို ဖြတ်သွားပြီးနောက် ညာဘက်တွင် ရှိနေသည့် multi-stage separator အတွင်းသို့ရောက်ရှိသည်။ ထို့နောက် discharge connection မှ ထွက်သွားသည်။

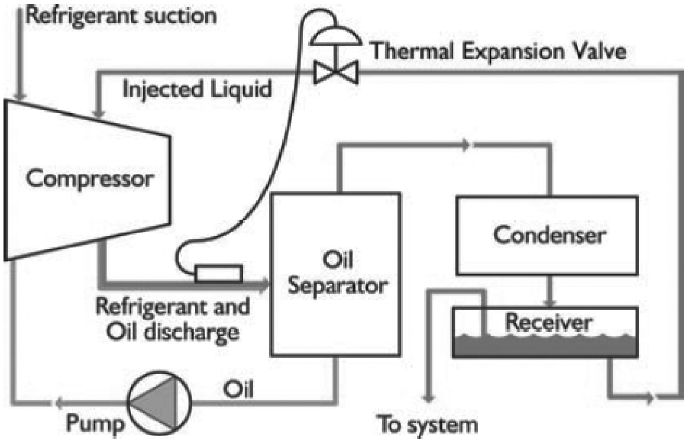
ပုံ(၁၄-၄၀)သည် screw compressor တစ်ခု၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Oil injection စနစ် ပါဝင်သည်။ ချောဆီများကို rotor နှစ်ခုအကြားနေရာနှင့် rotor နှင့် ဆလင်ဒါကြား နေများသို့ ပို့ပေးသည်။ ထို့ပြင် compressor အေးစေရန် အကူအညီ ပေးသည်။ စွမ်းရည် အလွန်ကောင်းသည်။ ထို့ကြောင့် refrigerant များ အမျိုးမျိုးဖြင့်အသုံးပြုနိုင်သည်။ လည်ပတ်နှုန်းမြင့်မားသဖြင့် ဘယ်ရင်(bearing)များ အထူးကောင်းမွန်ရန် လိုအပ်သည်။



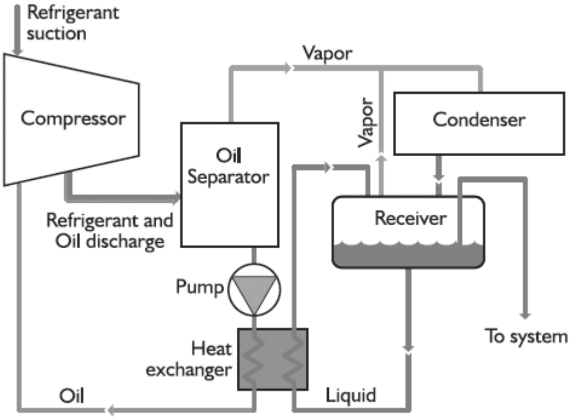
ပုံ ၁၄-၄၀ Semi-hermetic screw compressor with built-in oil separation



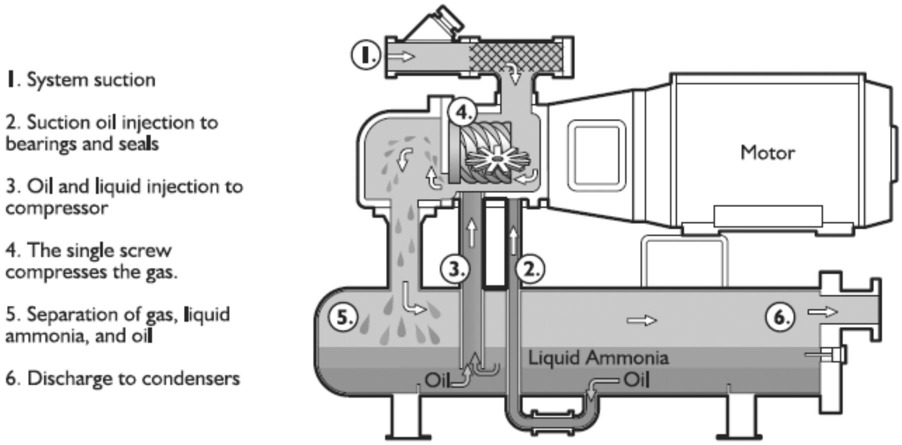
ပုံ ၁၄-၄၁ Screw chiller oil circuit



ပုံ ၁၄-၄၂ Diagram of liquid-injection cooling system (oil cooling)

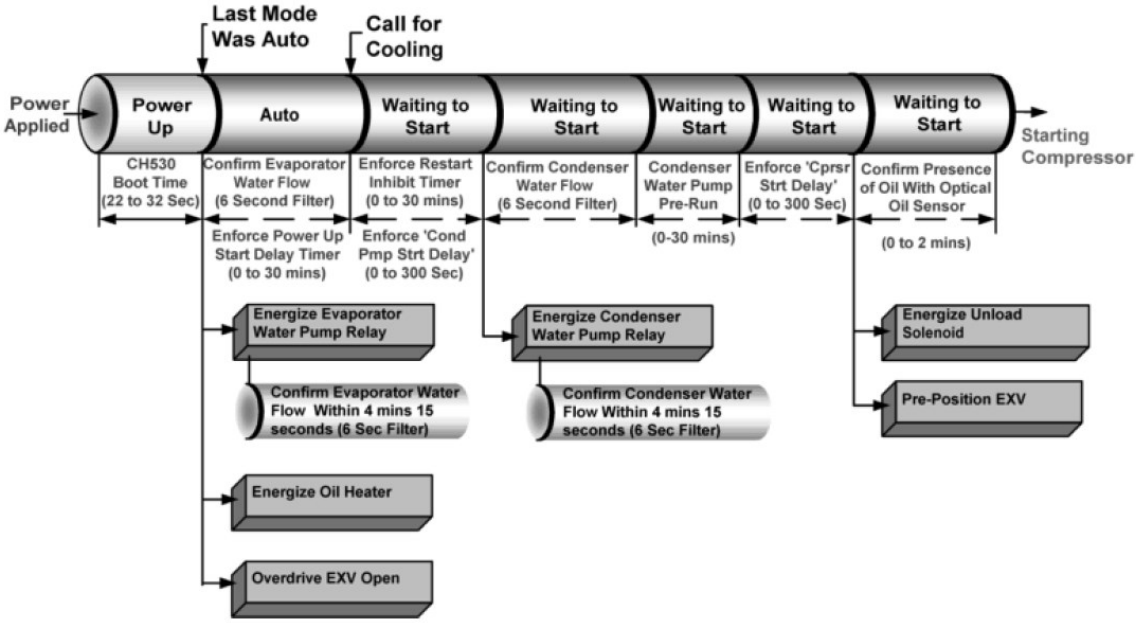


ပုံ ၁၄-၄၂ Diagram of thermosiphon cooling system (oil cooling)



ပုံ ၁၄-၄၄ Diagram of direct-contact cooling (oil cooling)

၁၄.၇ Power Up to Starting



ပုံ ၁၄-၄၅ Trane RTHD screw chiller - power up to starting compressor

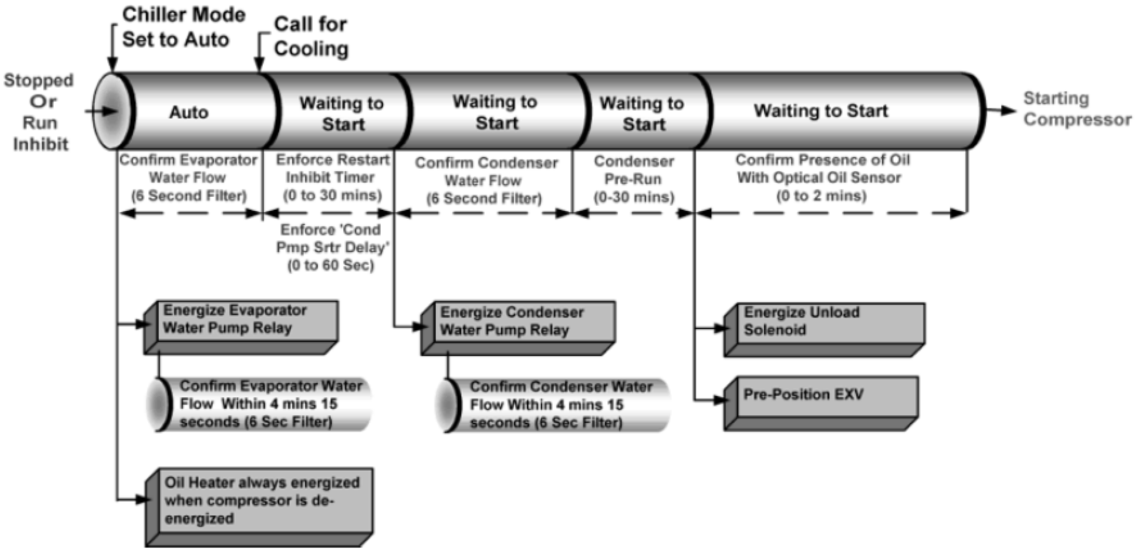
၁၄.၇.၁ Power Up to Starting (Trane RTHD Screw Chiller)

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားစပေး(power up)ပြီးနောက် compressor စတင်မောင်း(starting)သည့် အချိန်အထိ အဆင့်များကို အချိန်နှင့်တကွ diagram ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ Compressor စတင်မောင်း(starting)ရန်အတွက် လိုအပ်သည့် အချက်တချို့နှင့် ကြာမည့်အချိန်ကို ဖော်ပြထားသည်။

(၁) No motor restart inhibit
(၂) Evaporator and condenser water flowing
(၃) Power up start delay setpoint set to 0 minutes
(၄) Adjustable stop to start Timer set to 5 seconds
(၅) Need to cool

အထက်ပါအချက်များနှင့်ပြည့်စုံပြီးနောက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားစပေး(power up)ပြီးနောက် compressor စမောင်းချိန်(starting compressor)အထိ အနည်းဆုံး(၉၅)စက္ကန့် ကြာလိမ့်မည်။

၁၄.၇.၂ Stopped to Starting (Trane RTHD Screw Chiller)



ပုံ ၁၄-၄၆ ရပ်တန့်ပြီးနောက်(stopped) ပြန်မောင်းရန်အတွက်(starting) အဆင့်များ နှင့် ကြာချိန်

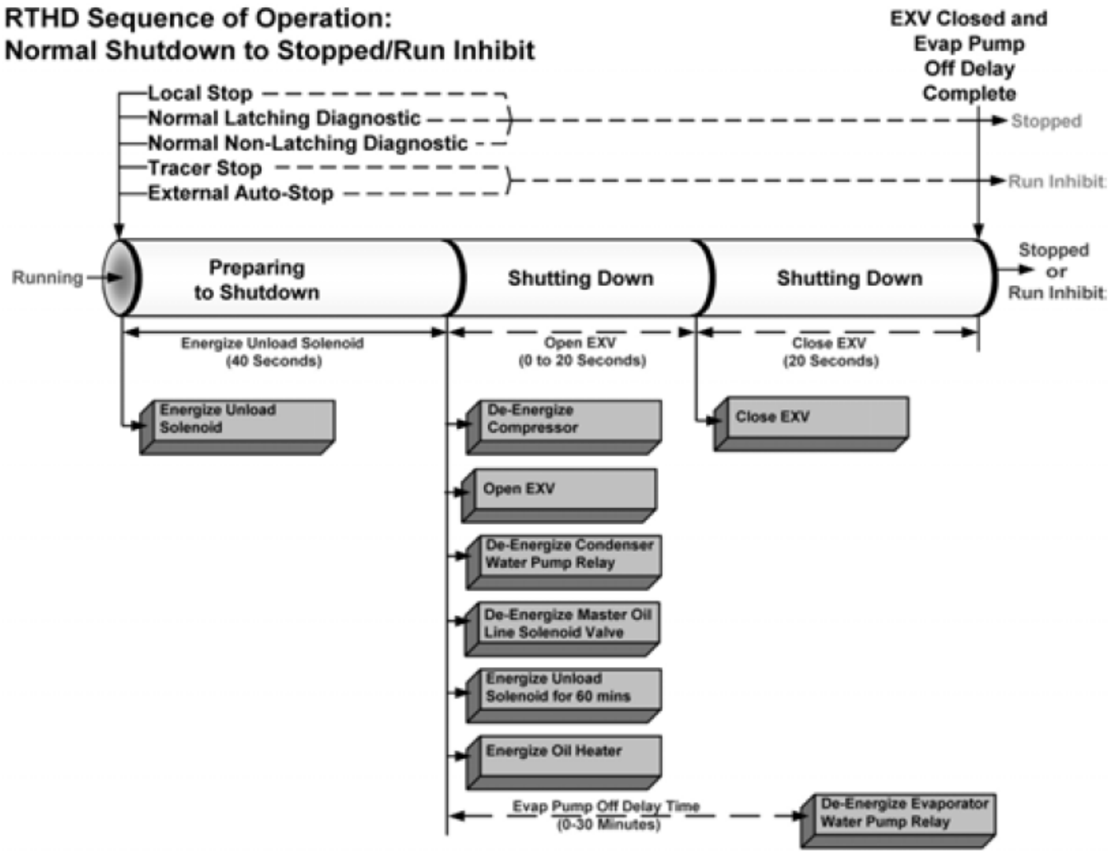
ရပ်တန့်ပြီးနောက်(stopped) ပြန်မောင်းရန်အတွက်(starting) အဆင့်များ နှင့် ကြာချိန်

(၁) No motor restart inhibit
(၂) Evaporator and Condenser Water flowing
(၃) Power up Start Delay Timer has expired
(၄) Adjustable Stop to Start Timer has expired
(၅) Need to cool

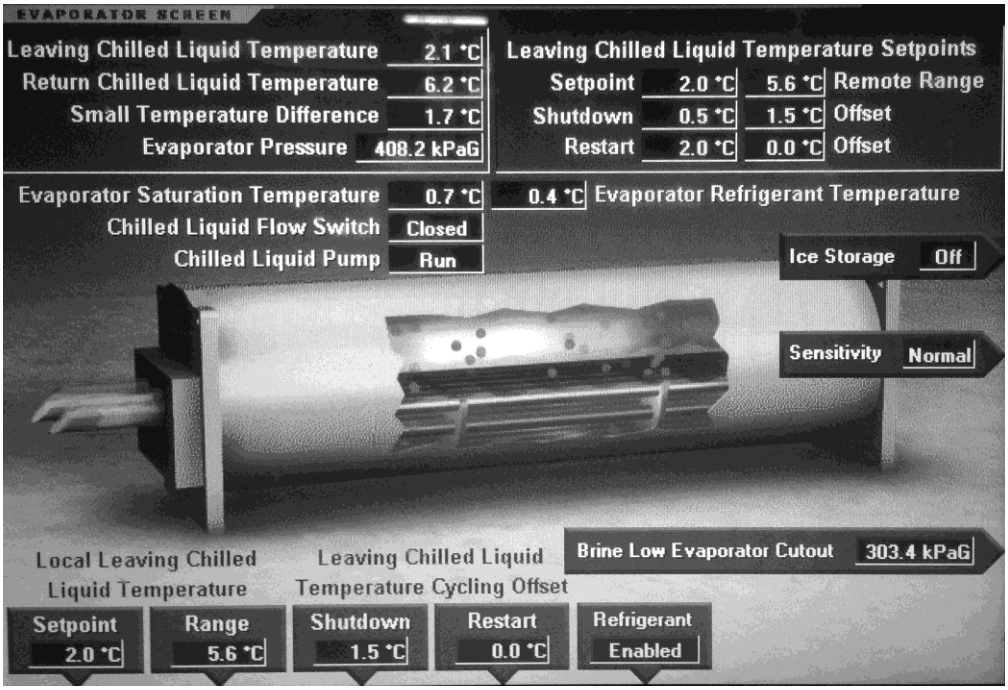
အထက်ပါအချက်များနှင့်ပြည့်စုံပြီးနောက် စက္ကန့် (၆၀) ကြာလျှင် compressor စတင်မောင်း(start)လိမ့်မည်။

၁၄.၇.၃ Normal Shutdown to Stopped (Trane RTHD Screw Chiller)

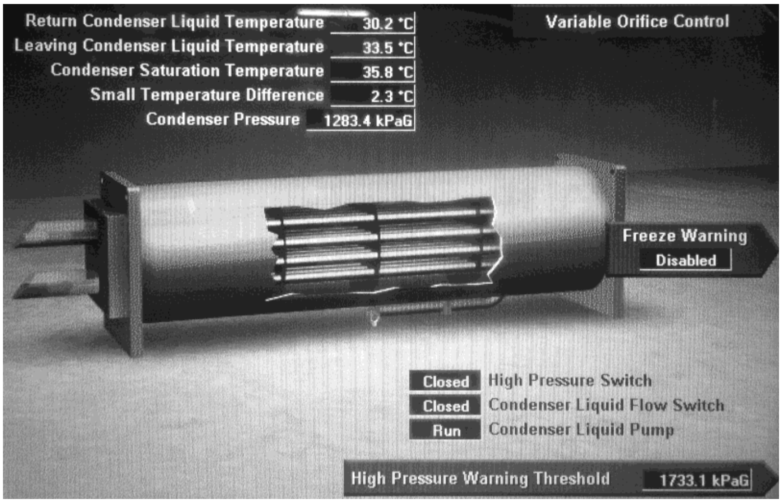
Chiller များတွင် ပုံမှန်ရပ်တန့်ခြင်း(normal shutdown) နှင့် ပုံမှန်မဟုတ်သည့် ရပ်တန့်ခြင်း(abnormal shutdown) ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ မောင်းနေရာမှ ပုံမှန်ရပ်တန့်(normal shutdown) ရန်အတွက် လိုအပ်သည့် အဆင့်များကို ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၁၄-၄၇ မောင်းနေရာမှ ပုံမှန်ရပ်တန့်(normal shutdown) ရန်အတွက် လိုအပ်သည့် အဆင့်များ



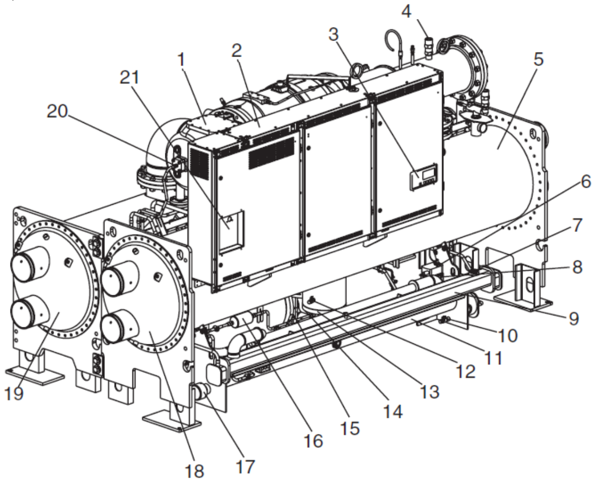
ပုံ ၁၄-၄၈ လည်ပတ်နေသည့် screw chiller တစ်လုံး၏ evaporator data များ



ပုံ ၁၄-၄၉ လည်ပတ်နေသည့် screw chiller တစ်လုံး၏ condenser data များ

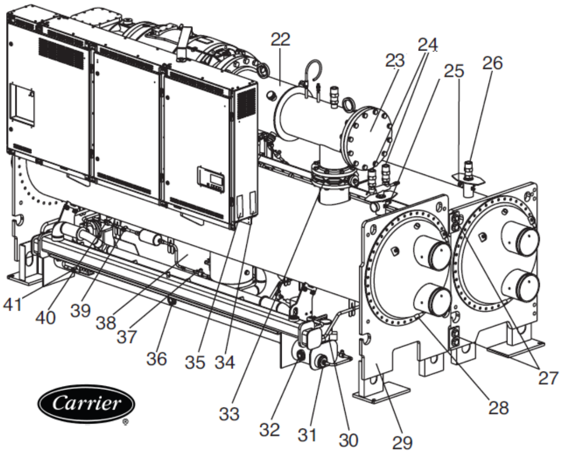
ပုံ ၁၄-၅၀ လည်ပတ်နေသည့် screw chiller တစ်လုံး၏ compressor data များ

၁၄.၈ 23XRV Water Cooled Screw Compressor (VSD)



1 — Motor Terminal Cover Plate
2 — Variable Frequency Drive
3 — International Chiller Visual Controller (ICVC)
4 — Discharge Pipe/Relief Valve
5 — Condenser
6 — Oil Reclaim Actuator
7 — Vaporizer Sight Glass
8 — Oil Filter Assembly (Hidden)
9 — Vaporizer
10 — Oil Sump Charging/Drain Valve
11 — Oil Sump
12 — Condenser Refrigerant Pumpout Valve
13 — Condenser Float Chamber
14 — Cooler Inlet Isolation Valve
15 — ASME Nameplate, Economizer (Hidden)
16 — Filter Drier
17 — Oil Sump Heater
18 — Condenser Supply/Return End Waterbox
19 — Cooler Supply/Return End Waterbox
20 — Motor Cooling Supply Line
21 — VFD Circuit Breaker/Disconnect

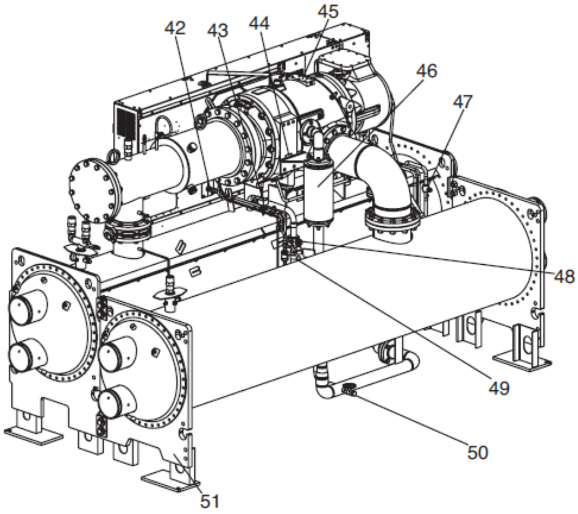
ပုံ ၁၄-၅၁ VSD ဖြင့်မောင်းသည့် screw chiller (23XRV) component locations



Typical 23XRV Component Locations

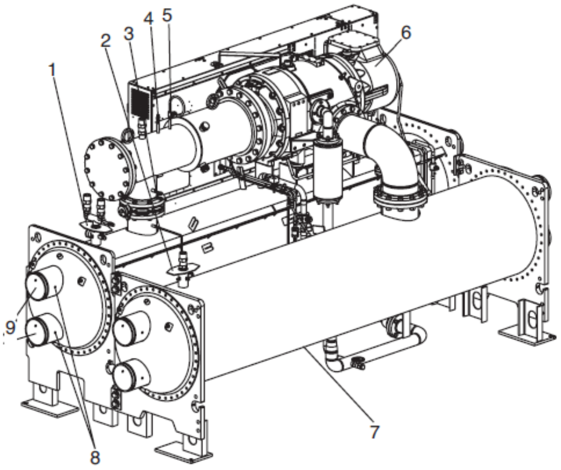
22 — Discharge Pipe Assembly
23 — Compressor Discharge Check Valve Access Cover
24 — Condenser Relief Valves with Three-Way Valve
25 — Refrigerant Charging Valves
26 — Cooler Relief Valve
27 — Tubesheet Mounting Brackets
28 — Typical Waterbox Drain Coupling
29 — ASME Nameplate, Condenser
30 — Oil Pump
31 — Oil Pump Inlet Strainer
32 — Strainer Housing Sight Glass
33 — Discharge Isolation Valve (Option or Accessory)
34 — Machine Electrical Data Nameplate
35 — Refrigeration Machine Nameplate
36 — Oil Sump Sight Glass
37 — Filter Drier Isolation Valve with Schrader
38 — Economizer
39 — Motor Cooling Sight Glass
40 — Filter/Drier Isolation Valve
41 — Vaporizer Drain Sight Glass

ပုံ ၁၄-၅၂ 23XRV screw compressor တစ်လုံး၌ ရှိသည့် component များ



42 — VFD Cold Plate Refrigeration Inlet Connection (Outlet Hidden)
43 — VFD Refrigerant Cooling Solenoid Valve
44 — Compressor Nameplate
45 — Compressor Lubrication Block
46 — Economizer Muffler
47 — Vaporizer Condenser Gas Isolation Valve
48 — Hot Gas Bypass Isolation and Trim Valve
49 — VFD Cooling Refrigerant Strainer
50 — Cooler Refrigerant Pumpout Valve
51 — ASME Nameplate, Cooler

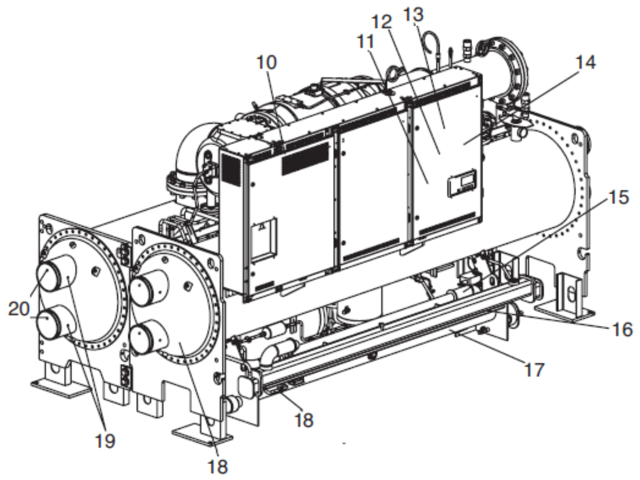
ပုံ ၁၄-၅၃ 23XRV screw compressor တစ်လုံး၌ ရှိသည့် component များ



Typical 23XRV Sensor Locations

1 — Condenser Pressure
2 — Evaporator Pressure
3 — Compressor Discharge Temperature
4 — Compressor Discharge Pressure
5 — Compressor Discharge High Pressure Switch
6 — Compressor Motor Winding Temperature (Hidden)
7 — Evaporator Refrigerant Liquid Temperature (Hidden)
8 — Condenser Liquid Temperature
9 — Condenser Liquid Flow (Optional)

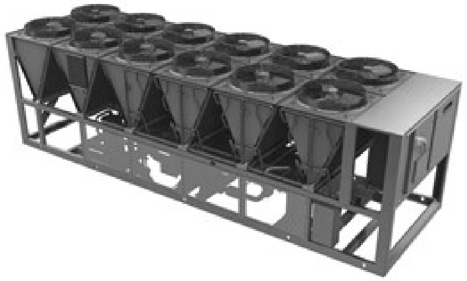
ပုံ ၁၄-၅၄ 23XRV screw compressor တစ်လုံး၌ ရှိသည့် component များ



10 — Inductor Temperature Switch (Inside VFD Enclosure)
11 — VFD Rectifier Temperature (Inside Power Module)
12 — VFD Cold Plate Temperature (Inside VFD Enclosure)
13 — VFD Inverter Temperature (Inside Power Module)
14 — Humidity Sensor (Inside VFD Enclosure)
15 — Oil Pressure Leaving Filter (Hidden)
16 — Oil Sump Pressure (Hidden)
17 — Oil Sump Temperature (Hidden)
18 — Vaporizer Temperature
19 — Evaporator Liquid Temperature
20 — Evaporator Liquid Flow (Optional)

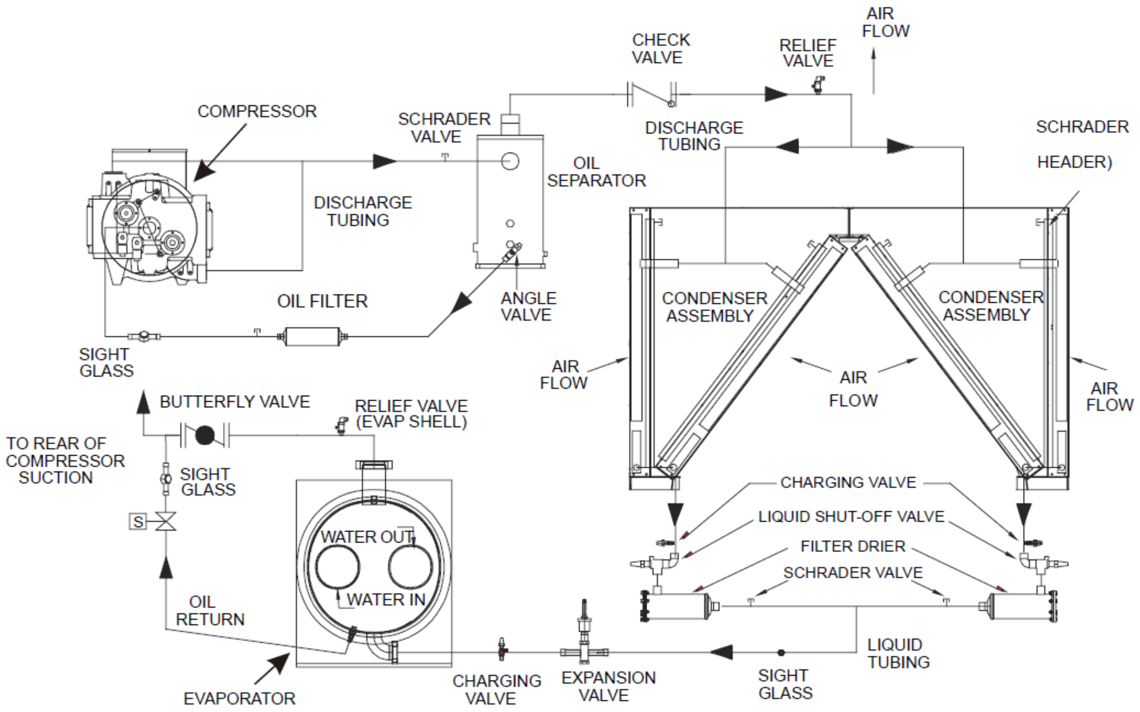
ပုံ ၁၄-၅၅ 23XRV screw compressor ရှိ sensor များ တည်ရှိရာ နေရာ(location)

၁၄.၉ Air Cooled VSD Screw Chillers



ပုံ ၁၄-၅၆ Air cooled VSD screw chiller

ပုံ ၁၄-၅၇ Air cooled VSD screw chiller



ပုံ ၁၄-၅၈ Air cooled rotary screw chiller piping schematic

-End-