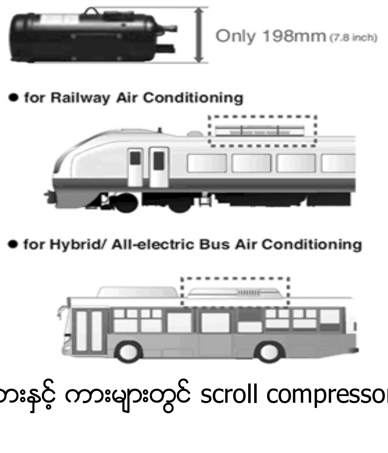
Chapter-16 Scroll Compressors and Chillers

ACMV နှင့် HVAC system များတွင် scroll ၊ single blade (fixed vane) ၊ rotating vane နှင့် screw (helical-rotary) စသည့် rotary compressor များကို အသုံးပြုကြသည်။ အငယ်စားလုပ်ငန်းများအတွက် single blade ၊ rotating vane compressor များကို အသုံးပြုကြသည်။ Efficiency ပိုကောင်းခြင်း၊ part-load performance ကောင်းခြင်း နှင့် operating characteristics သာလွန်ခြင်း စသည်တို့ကြောင့် အရွယ်အစားသေးငယ်သည့် chiller (400 tons capacity အထိ) များတွင် reciprocating compressor များအစား scroll compressor များကို တစ်စထက် တစ်စ ပို၍ အသုံးပြုလာကြသည်။

ပုံ ၁၆-၁ Scroll compressor



ပုံ ၁၆-၂ ရထားနှင့် ကားများတွင် scroll compressor တပ်ဆင်ပုံ

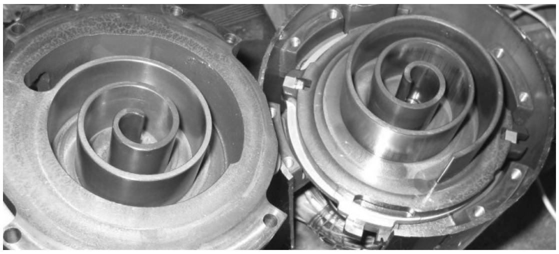
၁၆.၁ Rotary Compressors

Rotary compressor များကို ဒီဇိုင်း configuration လေးမျိုးဖြင့် တွေ့မြင်နိုင်သည်။

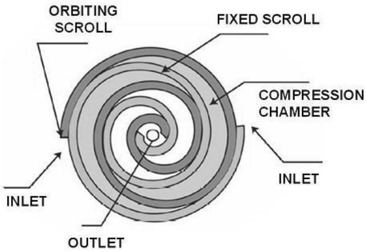
(၁) Rolling piston
(၂) Rotating vane
(၃) Screw နှင့်
(၄) Scroll တို့ ဖြစ်သည်။

Rotary motion သို့မဟုတ် circular motion ဖြင့် ဖိသိပ်ခြင်း(compression) ပြုလုပ်သောကြောင့် rotary compressor များဟု ခေါ်ဆိုသည်။ Rotor လည်ပတ်နေအောင် eccentric shaft ဖြင့် မောင်းပေးသည်။ ဆလင်ဒါ (cylinder)နှင့် rotor အကြားရှိ ဝင်ပေါက်(suction port)မှ တစ်ဆင့် gas များ ဝင်ရောက်လာသည်။ Rotor လည်နေသောကြောင့် gas များကို ဖိသိပ်သည်။ တခြားတစ်ဘက်တွင် ရှိသည့် ထွက်ပေါက်(discharge port) မှ

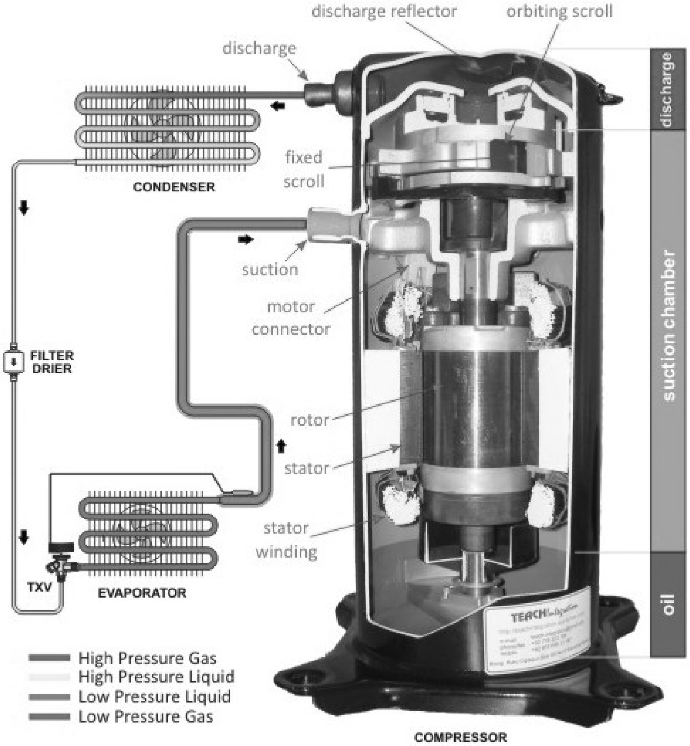
တစ်ဆင့် ဖိအားမြင့်သည့် gas များ ထွက်သွားသည်။ Rotary compressor များကို အိမ်သုံးရေခဲသေတ္တာနှင့် လေအေးပေးစက်(domestic refrigeration)များတွင် အလွန် အသုံးများသည်။



ပုံ ၁၆-၃ Fixed scroll နှင့် orbitingscroll



ပုံ ၁၆-၄ Scroll mechanism



ပုံ ၁၆-၅ Scroll compressor နှင့် refrigeration circuit

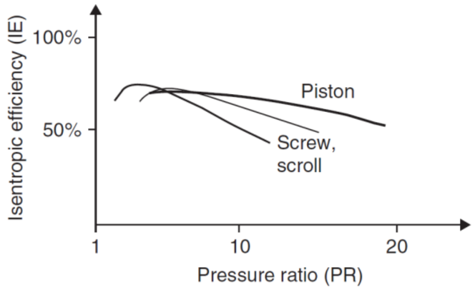
၁၆.၂ Scroll Compressors

Scroll mechanism အကြောင်းကို လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်းများစွာက စတင် သိရှိခဲ့ကြသော်လည်း ၁၉၀၅ ခုနှစ်တွင် ပြင်သစ်နိုင်ငံ၌ မူပိုင်ခွင့်(patent) ပြုလုပ်ခဲ့သည်။ နောင်နှစ်ပေါင်းများစွာ ကြာပြီးမှသာ ထုတ်လုပ်သည့် နည်းပညာများ တိုးတက်လာသောကြောင့် စီးပွားဖြစ် ထုတ်လုပ်ရောင်းချနိုင်ခဲ့ကြသည်။ Scroll compressor များသည် reciprocating compressor များကဲ့သို့ပင် refrigerant vapor များကို pocket တစ်ခုအတွင်း၌ ပိတ်မိနေစေပြီး ထုထည်ကို တဖြည်းဖြည်း လျှော့ချ၍ ဖိအား မြင့်တက်စေခြင်းဖြစ်သည်။

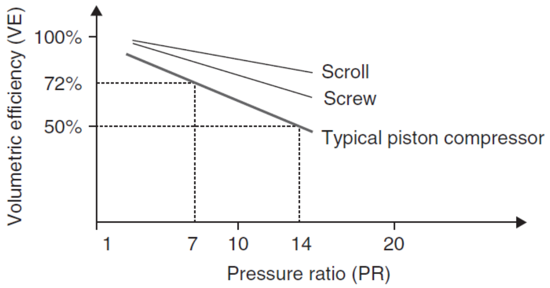
Scroll compressor နှင့် screw compressor တွင် တူညီသည့် အချက်များစွာ ရှိသည်။ Scroll နှင့် screw compressor တို့တွင် built in volume ratio ရှိသောကြောင့် Isentropic Efficiency(IE) curve နှစ်ခုသည် ပုံသဏ္ဍာန် တူညီကြသည်။ Clearance volume မရှိသောကြောင့် re-expansion loss မဖြစ်ပေါ်ပေ။ အဓိက ကွာခြားချက်မှာ compression pocket များကို sealing လုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Screw တွင် rotor နှင့် casing အကြားနေရာ၌ seal ဖြစ်ပြီး scroll တွင် contacting seal ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် scroll နှစ်ခုသည် pocket boundaries နေရာတွင် ထိကပ် နေခြင်းဖြင့် seal လုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Orbiting motion(scroll) ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် velocity သည်

rotating motion(screw) ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် velocity ထက် ပိုနေးသောကြောင့် scroll compressor များတွင် contacting seal ကို အသုံးပြုနိုင်ခြင်း ဖြစ်သည်။

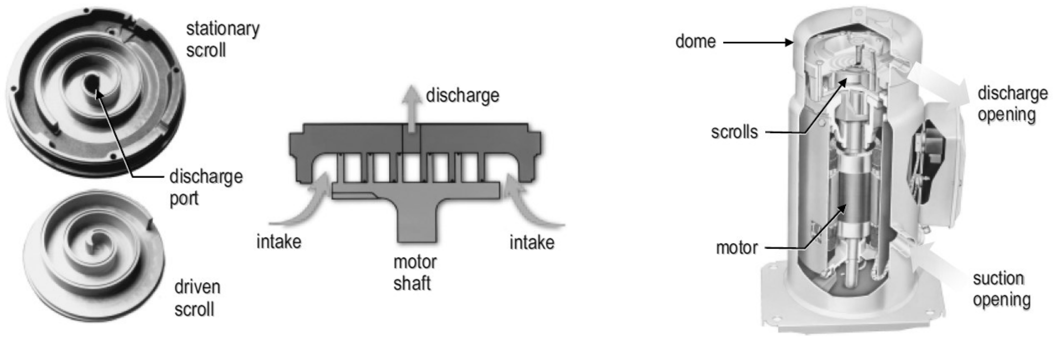
ထို့အပြင် အဝင်ပေါက်(suction port) နှင့် အထွက်ပေါက်(discharge port) နေရာသို့ ဆက်သွယ်ထားသည့် တိုက်ရိုက် လမ်းကြောင်း(direct path) မရှိသောကြောင့် ယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်နိုင်သော်လည်း အလွန်နည်းသည်။ Heat transfer loss အလွန်နည်းသည်။ ပုံ(၁၆-၇)တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း တခြားသော compressor များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် Volumetric Efficiency (VE) characteristic ပိုကောင်းသည်။



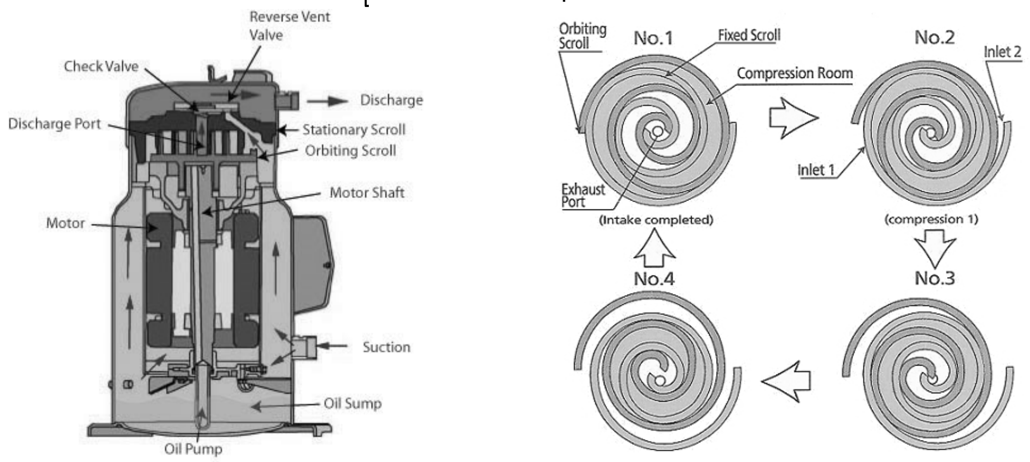
ပုံ ၁၆-၆ Typical IE characteristics for various compressor types



ပုံ ၁၆-၇ Typical VE characteristics for various compressor types



ပုံ ၁၆-၈ Scroll compressor

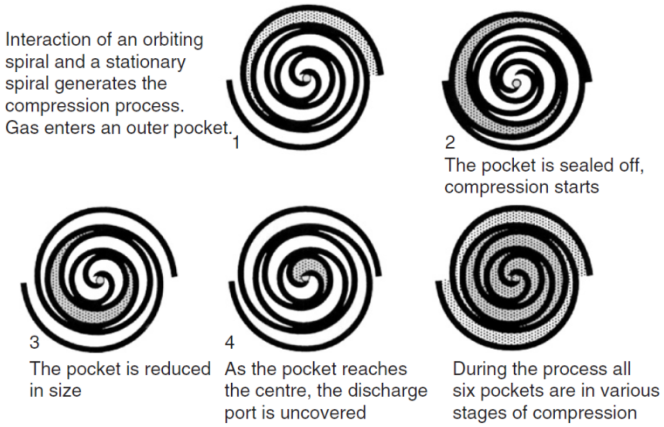


A: Cutaway diagram of a scroll compressor B: Scroll mechanism ရွေ့လျားပုံ

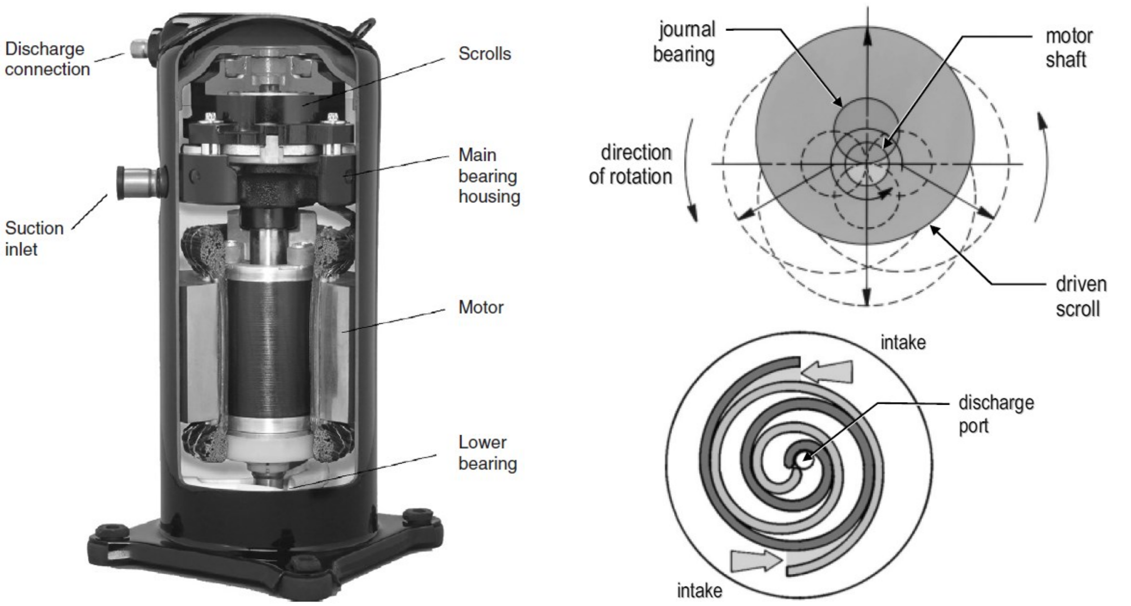
ပုံ ၁၆-၉ Scroll compressor နှင့် scroll compressor တစ်လုံး compression ပြုလုပ်ပုံ

ထို့အချက်များကြောင့် displacement volume နည်းနည်းသာ လိုအပ်သည့်အခါ scroll compressor များသည် screw compressor များထက် ပိုမိုသာလွန်ပြီး၊ စွမ်းဆောင်ရည် ပိုကောင်းသည်။ ထုတ်လုပ်သူများက စီးပွားရေးအရ တွက်ခြေကိုက်သည့် အရွယ်အစားများကိုသာ ထုတ်လုပ်ကြသည်။

ပုံ(၁၆-၁၀)တွင် scroll compressor ၏ gas compression process ဖြစ်ပေါ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Scroll compressor များ အားလုံးကို hermetic အမျိုးအစား(type) အဖြစ်သာ ထုတ်လုပ်ကြသည်။ Air-conditioning လုပ်ငန်းများအတွက် scroll compressor သည် reciprocating compressor များထက် ပိုကောင်းသည့်အချက်များစွာ ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် သေးငယ်သည့် scroll compressor များကို စီးပွားဖြစ် အမြောက်အမြား ထုတ်လုပ်ကြသည်။



ပုံ ၁၆-၁၀ Scroll gas compression process



ပုံ ၁၆-၁၁ Scroll gas compressor and scroll mechanism

Scroll compressor ၏ volumetric curve သည် မျဉ်းဖြောင့်ကဲ့သို့(flat)ဖြစ်နေသောကြောင့် cooling capacity ပိုများများ ရနိုင်သည်။ မောင်းသည့်အခါ အသံဆူညံမှု အလွန်နည်းသည်။ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်း အနည်းငယ်သာ ပါဝင်သောကြောင့် စိတ်ချရမှု(reliability) ပိုကောင်းသည်။

Scroll compressor ၌ liquid flood back ဖြစ်ပေါ်ခြင်း၊ ဝန်မပါဘဲစတင်မောင်းခြင်း(unloaded starting) နှင့် ဗိအား အလွန်များခြင်း၊ နည်းခြင်း စသည့် fault အခြေအနေများကို ခံနိုင်ရည်မြင့်မားခြင်း နှင့် အမှားခံနိုင်ခြင်း စသည့် အားသာချက်များရှိသည်။ Compression process အတွင်းသို့ ချောဆီများ ထည့်သွင်းပေးရန် မလိုအပ်ပေ။ သို့သော် bearing နှင့် thrust surface များတွင် ချောဆီ လုံလောက်အောင် ရရှိရန် အထူးလိုအပ်သည်။ အပေါ်ဘက်ရှိ drive bearing မှ ချောဆီများကို ထည့်ပေးသည်။ ဝင်ရိုး(shaft) လည်ပတ်နေသောကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် centrifugal force ကြောင့် တခြားနေရာများသို့ ချောဆီများ ပျံ့နှံ့သွားစေသည်။

Variable Speed Drive(VSD) များဖြင့် scroll compressor ကို capacity control ပြုလုပ်နိုင်သည်။ နောက်ဆုံးပေါ် capacity control ပြုလုပ်နည်းသည် scroll နှစ်ခုကို ကွာသွားအောင် ခွဲခြားထားသည့်နည်း ဖြစ်သည်။ Scroll နှစ်ခုကို ဝင်ရိုးအတိုင်း ကွာသွားအောင်ပြုလုပ်လိုက်လျှင် capacity သည် သုညနီးပါး ကျဆင်းသွားသည်။ မော်တာသည် မြန်နှုန်းပုံသေဖြင့် မောင်းနေသော်လည်း စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု အလွန်နည်းသွားသည်။ ထိုအချိန်တွင် ဖိအားမြင့်သည့်ဘက်(high-pressure side)မှ gas များ ပြန်မဝင်ရောက်နိုင်အောင် discharge valve ဖြင့် တားဆီးထားနိုင်သည်။ Cooling capacity လိုအပ်သည့်အခါ scroll နှစ်ခုကို ပုံမှန်နေရာသို့ ရောက်အောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။

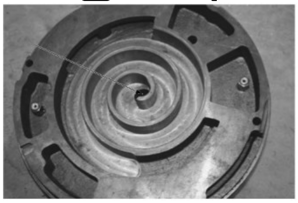
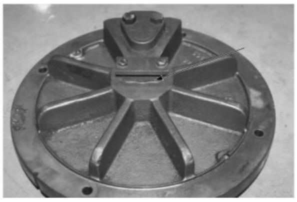
တိကျအောင်တွန်းနိုင်သည့် hydraulic piston ဖြင့် axial movement ရအောင်ပြုလုပ်ပြီး မရွေ့လျားနိုင်သည့် (fixed)scroll ကို ကွာသွားအောင်ပြုလုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Controller မှ ထုတ်ပေးသည့် pulse width modulated signal ဖြင့် hydraulic piston ကို control လုပ်သည်။ Control cycle တစ်ခုလုံး၏ကြာချိန်သည် စက္ကန့်(၂၀)ခန့် ဖြစ်သည်။ Loaded period သည် cooling load လိုအပ်ချက်ကို လိုက်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။ Cycle time သည် အလွန် တိုတောင်းသောကြောင့် အဆက်မပြတ်မောင်းနေသကဲ့သို့သာ ထင်ရပြီး capacity လျှော့ချနိုင်ခြင်း ဖြစ်သည်။

Refrigeration လုပ်ငန်း သို့မဟုတ် အပူချိန် နိမ့်နိမ့်(low-temperature) လိုအပ်သည့်လုပ်ငန်းများ အတွက် screw compressor များတွင် သေးငယ်သည့် discharge port ပါရှိခြင်းကြောင့် အလွန်မြင့် pressure ratio ရရှိနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် အပူချိန်နိမ့်သည့်လုပ်ငန်း(lower temperature application)များတွင် အသုံးဝင်သည်။

Reciprocating compressor များတွင် တပ်ဆင်လေ့ရှိသည့် discharge valve ကို တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် ဖိအားနိမ့်ကျခြင်း(under compression) မဖြစ်အောင် ကာကွယ်နိုင်သည်။ Capacity ပိုများစေရန် နှင့် efficiency ပိုကောင်းစေရန်အတွက် economizer ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။

Reciprocating compressor များအစား scroll compressor ကို စီးပွားရေးလုပ်ငန်း(commercial application)များတွင် အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် နည်းပညာများကို ရှာဖွေခဲ့ကြသည်။ ယခင်အချိန်က ကြီးမားသည့် scroll compressor များကို တည်ဆောက်ရန် အခက်အခဲရှိသော်လည်း ယခုအခါ စီးပွားဖြစ် ထုတ်လုပ်နိုင်ပြီ ဖြစ်သည်။ Scroll နှစ်ခုပါသည့် (dual scroll) compressor ကို တီထွင်နိုင်ခဲ့သည်။ Scroll နှစ်ခုအနက် တစ်ခုကို idling ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်လိုက်လျှင် capacity ထက်ဝက်ခန့် လျော့နည်းသွားသည်။

၁၆.၃ Scroll Compressor တည်ဆောက်ပုံ

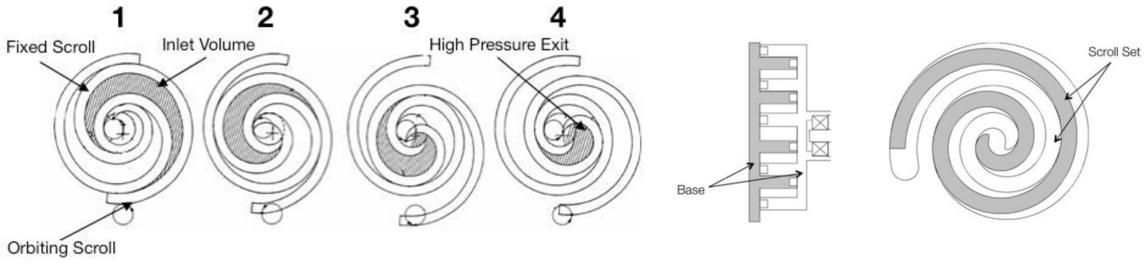
 

ပုံ ၁၆-၁၂(က) Non orbiting or "fixed" scroll နှင့် (ခ) "Orbiting" scroll

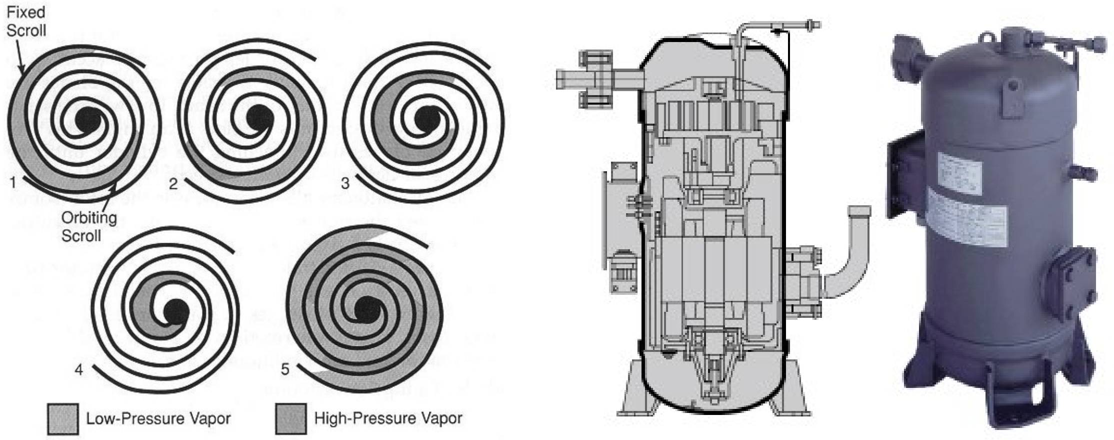
ပုံ(၁၆-၁၂)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း scroll compressor တွင် stationary(fixed) scroll တစ်ခုနှင့် orbiting scroll တစ်ခု ပါဝင်သည်။ Scroll နှစ်ခုကို မျက်နှာခြင်းဆိုင် အပ်ထား(mated face-to-face)သည်။ Refrigerant vapor များ ယိုစိမ့်ခြင်း(leakage)မဖြစ်အောင် ထိနေသည့် scroll နှစ်ခု၏ ထိပ်တွင် ချောဆီလွှာ(fine layer of oil)ဖြင့် ဖုံးအုပ် ထားသည့် seal များ တပ်ဆင်ထားသည်။

အပေါ်ဖက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် scroll သည် ရပ်နေသည့်(stationary) scroll သို့မဟုတ် fixed scroll ဖြစ်ပြီး refrigerant gas ထုတ်ပေးမည့် အထွက်ပေါက်(discharge port) ပါဝင်သည်။ အထွက်ပေါက်(discharge port) သည် အလည် နေရာတွင် တည်ရှိသည်။ အောက်ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် scroll သည် လျှပ်စစ်မော်တာ (electric motor)၏ ဝင်ရိုးမှ တစ်ဆင့် မောင်းပေးသည့် orbiting scroll သို့မဟုတ် driven scroll ဖြစ်သည်။ ဝင်ရိုး၏ အလယ်နေရာကို ဗဟိုပြု၍ eccentric motion သို့မဟုတ် orbiting motion ဖြင့် အမြဲ ရွေ့လျားနေသည်။

လည်ပတ်နေခြင်း(rotating) မဟုတ်ပေ။ Crankcase heater နှင့် suction-line accumulator စသည့် ကိရိယာများ ပါဝင်သည်။



ပုံ ၁၆-၁၃ Scroll mechanism ရွေ့လျားပုံ



ပုံ ၁၆-၁၄ Orbiting scroll နှင့် stationary scroll တို့ interaction ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် compression ဖြစ်ပေါ်ပုံ

၁၆.၄ အလုပ်လုပ်ပုံ

Scroll compressor များသည် positive displacement machine များ ဖြစ်ကြသည်။ အခွေ ပုံသဏ္ဍာန် ဖြစ်နေသည့်အရာနှစ်ခု(two scroll elements)ဖြင့် refrigerant gas များကို ဖိသိပ်သောကြောင့် "scroll compressor" ဟုခေါ်သည်။ Scroll တစ်ခုသည် ပတ်လမ်းအတွင်း၌ အမြဲရွေ့လျားနေပြီး ကျန်တစ်ခုသည် အမြဲရပ်နေသည်။ ရွေလျားနေသည့် scroll ကို "**orbiting scroll**" ဟုခေါ်ပြီး ရပ်နေသည့် scroll ကို "**fixed scroll**" သို့မဟုတ် "stationary scroll" ဟုခေါ်သည်။ ရပ်နေသည့် scroll ၏ အလည်နေရာကို ဗဟိုပြု၍ အဝိုင်းပတ်အတိုင်း(offset circular path)လည်ပတ်နေသည်။

ထို offset circular path အတိုင်း ရွေ့လျားနေသောကြောင့် scroll နှစ်ခုအကြားတွင် compression pocket များ ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ဖိအားနိမ့်သည့် suction gas များသည် pocket အကြားတွင် ပိတ်မိသည်။ ရွေ့လျားမှုကြောင့် pocket သည် အလည်နေရာသို့ ရွေလျားနေပြီး ထုထည် လျော့နည်းလာသည်။ အလည်ဗဟိုရှိ အထွက်ပေါက် (discharge port) သို့ရောက်သည့်အခါ အမြင့်ဆုံးဖိအား ဖြစ်ပေါ်သည်။ Compression process အတွင်း၌ pocket ပေါင်းများစွာ အဆက်မပြတ် ဖြစ်ပေါ်သည်။

Scroll ၏ အပြင်ဘက်ပိုင်း(outer portion)တွင် suction process နှင့် အတွင်းဘက်ပိုင်း(inner portion) တွင် discharge process အဆက်မပြတ် ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ အဆက်မပြတ်(continuous process) ဖြစ်ပေါ်နေသောကြောင့် scroll compressor ကို မောင်းသည့်အခါ အလွန်သိမ်မွေ့ညင်သာသည်။ အဆက်မပြတ် မောင်းနေ(continuous process)သောကြောင့် suction valve များ နှင့် discharge valve များ တပ်ဆင်ထားရန် မလိုအပ်ပေ။ Compressor ကို ရပ်တန့်(switched off) လိုက်သည့် အခိုက်အတန့်၌ နောက်ပြန် မောင်းခြင်း(running

backwards) မဖြစ်ပေါ်အောင် check valve ကို အထွက်ပေါက်(discharge port)၏ အနီးကပ်ဆုံး အပေါ်ဘက် နေရာတွင် တပ်ဆင်ထားသည်။

Compression cycle တစ်ခု ပြီးမြောက်ရန်အတွက် ဝင်ရိုး(crankshaft)သည် သုံးပတ်ခန့် လည်ပတ်ရန် လိုအပ်သည်။

(၁) Scrolls orbit ၏ အပြင်ဘက်၌ တည်ရှိနေသည့် အပေါက်မှ အငွေ့(gas)များ ဝင်ရောက်လာသည်။

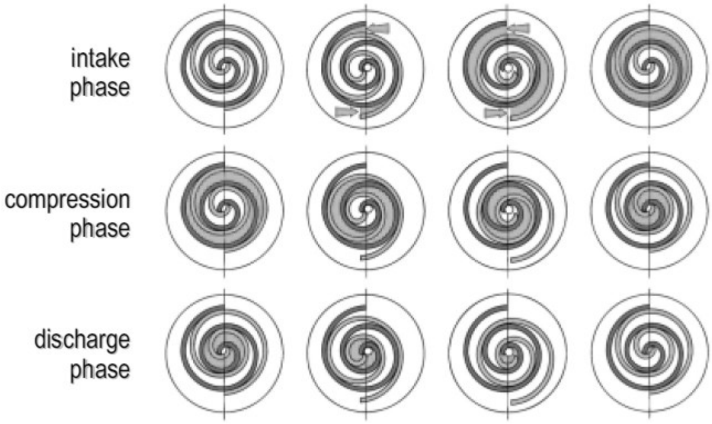
(၂) Orbiting motion အဆက်မပြတ် ဖြစ်ပေါ်နေသောကြောင့် အပေါက်(open passage) ပိတ်သွားပြီး(sealed off)၊ gas များသည် scroll ၏ အလယ်နေရာသို့ တွန်းပို့ခြင်း ခံရသည်။

(၃) Gas များ ပိတ်မိနေသည့် pocket ၏ ထုထည်သည် တဖြည်းဖြည်း သေးငယ်လာပြီး ဖိအား မြင့်တက်လာသည်။

(၄) Pocket ၏ အလယ်သို့ သို့ရောက်ရှိသည့်အခါ discharge pressure မြင့်တက်လာပြီး stationary scroll ရှိ အပေါက်မှ gas များ ထွက်သွားသည်။

(၅) လက်တွေ့တွင် gas များ စီးဝင်သွားနိုင်သည့် လမ်းကြောင်း(passage) (၆)ခုဖြင့် တစ်ပြိုက်နက် ဖိသိပ် (compress) နေသောကြောင့် အဆက်မပြတ် အလုပ်လုပ်သကဲ့သို့ ဖြစ်နေသည်။

Intake Phase ၊ Compression Phase နှင့် Discharge Phase



ပုံ ၁၆-၁၅ Intake phase၊ compression phase နှင့် discharge phase

Scroll compressor သည် intake phase၊ compression phase နှင့် discharge phase စသည့် phase သုံးမျိုးဖြင့် အလုပ်လုပ်သည်။ Phase သုံးမျိုး ဖြစ်ပေါ်ရန်အတွက် ဝင်းရိုး(shaft)သုံးပတ် လည်ပေးရန် လိုအပ်သည်။

Intake Phase

ပထမအပတ်လည်သည့်အခါ intake phase ဖြစ်ပေါ်သည်။ ဝင်းရိုး(shaft) စတင်လည်ပတ် သောကြောင့် scroll ၏ အပြင်ပိုင်းအစွန်း(edge)များ ကွဲကွာသွားပြီး၏ refrigerant vapor များ scroll နှစ်ခု အကြားရှိ လမ်းကြောင်းမှ ဝင်ရောက်လာသည်။ တစ်ပတ်ပြည့်ချိန်တွင် အစွန်း(edge)များ တစ်ခုနှင့် တစ်ခု ထိတွေ့ပြီး pocket ထဲတွင် refrigerant များ ပိတ်မိသွားသည်။

Compression Phase

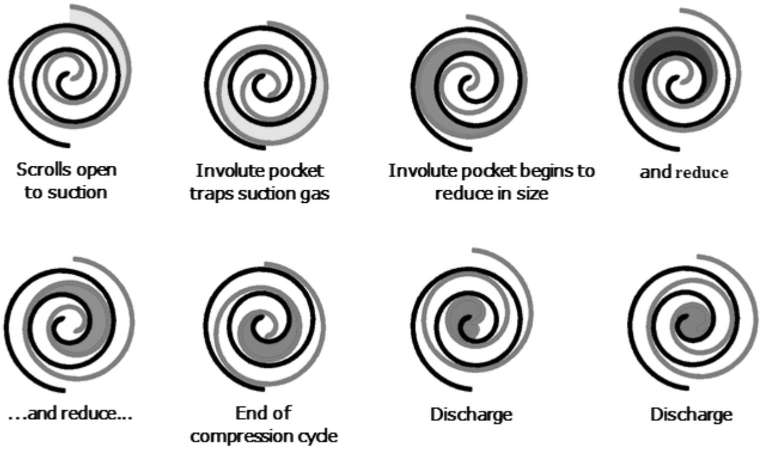
ဒုတိယအပတ်လည်သည့်အခါ compression phase ဖြစ်ပေါ်သည်။ Pocket တစ်ခုချင်းစီ၏ ထုထည်သည် တဖြည်းဖြည်း ကျဉ်းမြောင်းလာပြီး ပိတ်မိနေသည့် refrigerant vapor များ၏ ဖိအား မြင့်တက်လာသည်။ ဒုတိယအပတ်ပြည့်ချိန်တွင် အမြင့်ဆုံးဖိအား နီးပါးသို့ရောက်ရှိသည်။

Discharge Phase

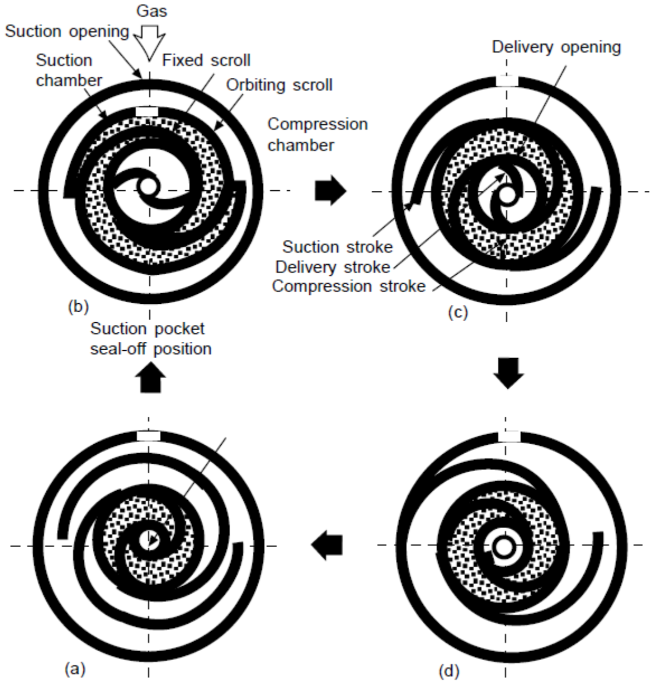
တတိယအပတ်လည်သည့်အခါ discharge phase ဖြစ်ပေါ်သည်။ Scroll ၏ အတွင်းပိုင်းရှိ အစွန်းများ ကွဲကွာသွားပြီး discharge port ပွင့်သွားကာ ဖိအားမြင့်သည့် refrigerant များ ထွက်သွားသည်။ တတိယ

အပတ်ပြည့်ချိန်တွင် pocket ၏ ထုထည် မရှိသလောက်နည်းသွားပြီး ကျန်ရှိနေသည့် refrigerant vapor များကို scroll မှ ထွက်သွားအောင် တွန်းထုတ်လိုက်သည်။

Intake ၊ compression နှင့် discharge phase တို့သည် ပြိုင်တူအဆက်မပြတ် ဖြစ်ပေါ်နေသည်။ လမ်းကြောင်း(passage)တစ်ခုတွင် intake phase ဖြစ်ပေါ်နေချိန်တွင် ကျန်လမ်းကြောင်း(passage)များ၌လည်း compression နှင့် discharge phase ဖြစ်ပေါ်နေသည်။ အလုပ်လုပ်ပုံ အလွန်ညင်သာသည်။ ဖိအား ပုံမှန် ထုတ်ပေးနိုင်သည်။



ပုံ ၁၆-၁၆(က) Scroll Operation ကို နားလည်လွယ်အောင် တစ်ဆင့်ချင်းစီခွဲ၍ ဖော်ပြထားသည်။ လက်တွေ့တွင် အဆင့်များအားလုံး ပြိုင်တူ အဆက်မပြတ် အလုပ်လုပ်ကြသည်။



ပုံ ၁၆(ခ) Scroll compressor အလုပ်လုပ်ပုံ အဆင့်ဆင့်

၁၆.၅ Two Step Capacity Control for Scroll Compressors

နည်းပညာသစ်ဖြင့် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည့် scroll compressor တွင် two step capacity control ပါရှိသည်။ Rated capacity ၏ 67% သို့မဟုတ် 100% အထိ လျော့ချပေးနိုင်သည်။ Scroll compressor ၌ ပါရှိသည့် Direct Current(DC) solenoid သည် first compression pocket အဆုံးရှိ bypass port သို့မဟုတ် vent ကို ဖွင့်ပေးသည်။

Direct Current(DC) solenoid ကို အခန်း(conditioned space)အတွင်းရှိ thermostat မှ control လုပ်ပေးသည်။ Direct Current(DC) solenoid သည် bypass port သို့မဟုတ် vent ကို ပွင့်အောင်၊ ပိတ်အောင် ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် capacity control လုပ်သည်။ Bypass port သို့မဟုတ် vent ပွင့်သွားသည့်အခါ compressed gas များ suction pocket ဆီသို့ ရောက်သွားသည်။

ပထမအဆင့် bypass port သို့မဟုတ် vent ကို ပိတ်သည့်အခါ effective displacement သည် 67% ခန့် လျော့ကျသွားသည်။ ဒုတိယအဆင့် ပိတ်(blocked or closed)သည့်အခါ effective displacement သည် 100% ခန့် လျော့ကျသွားသည်။ ဤနည်းဖြင့် compressor မော်တာ ရပ်နားရန် မလိုဘဲ scroll compressor ၏ unloading နှင့် loading ကို လိုသလိုဖြစ်အောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။

Compressor မော်တာသည် ပုံသေမြန်နှုန်းဖြင့် မောင်းသည့် high efficiency မော်တာဖြစ်သည်။ Two step scroll compressor သည် high capacity mode ဖြစ်စေ၊ low capacity mode ဖြစ်စေ မော်တာသည် ပုံသေမြန်နှုန်းဖြင့် မောင်းနေလိမ့်မည်။ မောင်းချိန် အများစုတွင် low capacity (loading below 67%) ဖြင့်သာ မောင်းနေလိမ့်မည်။

၁၆.၆ Scroll Compressor ၏ အားသာချက်များ(Advantages)

Scroll compressor တွင် အားသာချက်များစွာ ရှိသည်။ Compressor အတွင်းသို့ liquid refrigerant ၊ ချောဆီ(oil) ၊ အစိုင်အခဲငယ်များ(small solid particles) စသည်တို့ ဝင်ရောက်လာသည့်အခါ scroll များသည် ဘေးသို့ ရွေ့သွားသည်။ ဘေးတိုက်ရွေ့လျားမှု("radial" movement)ကြောင့် ဒဏ်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို လျော့နည်း ပြေပျောက်စေသည်။

Liquid refrigerant များ ဝင်ရောက်လာသည့်အခါ ထိနေသည့် scroll နှစ်ခုသည် အနည်းငယ်ကွာ သွားပြီး ဖိအားမြင့်သည့် gas များ suction ဘက်သို့ ပြန်ရောက်သွားလိမ့်မည်။ ထို့နောက် ဝင်လာသည့် liquid refrigerant များ အငွေ့ပျံသွားလိမ့်မည်။ မည်သည့် ပြဿနာမျှ မဖြစ်ပေါ်ဘဲ liquid refrigerant ဒဏ်ကို ကောင်းစွာ ခံနိုင်သည်။

Pocket မှ gas များ ယိုစိမ့်ခြင်း မဖြစ်ပေါ်အောင် ချောဆီ(lubricating oil) ဖြင့် seal ဖြစ်စေသည်။ "Flank sealing" ဟုခေါ်သည်။ ယိုစိမ့်မှုနည်းခြင်းကြောင့် efficiency ပိုကောင်းသည်။ အထက်၊အောက်(up-and-down) sealing ကို "axial" sealing ဟုခေါ်သည်။ Scroll compressor ထုတ်လုပ်သူများသည် axial seal အဖြစ် tip seal ပြုလုပ်သည်။ Scroll-tip seal သည် reciprocating compressor များတွင် ပါရှိသည့် piston ring ၏ လုပ်ဆောင်မှုမျိုး ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Tip seal သည် ထိနေသည့်(mating) scroll နှစ်ခုအကြားမှ gas များ မထွက်သွားအောင် တားဆီးပေးသည်။

Scroll compressor များတွင် reed valve အသုံးပြုရန် မလိုအပ်သောကြောင့် valve ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဆုံးရှုံးမှုများ(valve losses) မဖြစ်ပေါ်ပေ။ Discharge gas များ re-expansion မဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် high capacity နှင့် high compression ratio ရနိုင်သည်။ Scroll compressor များတွင် suction port နှင့် discharge port တို့၏ တည်ရှိရာနေသည် တခြားသော compressor များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် ကွာဝေးသည့်ဟု ဆိုနိုင်သောကြောင့် suction gas နှင့် discharge gas များ အကြားတွင် အပူစီးကူးခြင်း များစွာ မဖြစ်ပေါ်နိုင်သောကြောင့် suction gas ၏ သိပ်သည်းဆ(density) မြင့်မားကာ mass flow rate ပိုများလာ လိမ့်မည်။ Scroll compressor များတွင် ဆူညံသံ(gas-pulsation noises) နှင့် တုန်ခါမှု (vibration)အနည်းငယ်သာ ဖြစ်ပေါ်သည်။

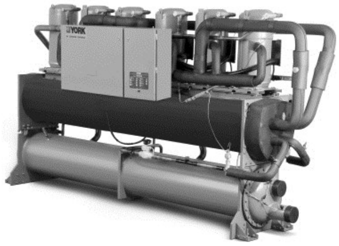
Scroll compressor များ ရပ်နားနေချိန်တွင် ဖိအားမြင့်သည့်ဘက်(high pressure side)မှ gas များ ဖိအားနိမ့်သည့်ဘက်(low-pressure side)သို့ မရောက်သွားစေရန်အတွက် discharge chamber တွင် check valve ပါရှိသည်။ Compressor စတင်မောင်းသည့် အချိန်တွင် ဖိအားကွာခြားချက်(pressure difference)ကြောင့် check valve ပွင့်သွားလိမ့်မည်။

Scroll compressor များတွင် အလုပ်ဖြစ်မြောက်ရန်အတွက် stationary scroll နှင့် orbiting scroll နှစ်ခုခန့်သာ လိုအပ်သော်လည်း reciprocating compressor များ ထိုအလုပ်ကို ပြီးမြောက်ရန်အတွက် အစိတ်အပိုင်း(၁၅)ခုခန့် လိုအပ်သည်။

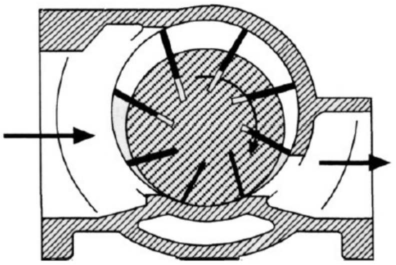
Scroll compressor များသည် reciprocating compressor ထက် သာလွန်သည့်အချက်များမှာ energy efficiency ကောင်းခြင်း၊ စိတ်ချရခြင်း(reliability) နှင့်မောင်းသည့်အခါ အသံတိတ်ခြင်း(quieter operation)တို့ ဖြစ်သည်။ တခြားသောအချက်များကို အောက်တွင် အနှစ်ချုပ် ဖော်ပြထားသည်။

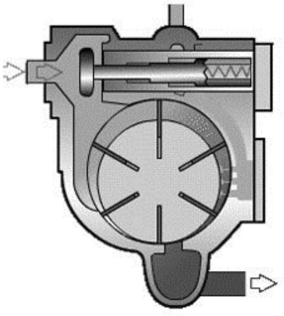
(၁) Reciprocating compressor များတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် gas re-expansion ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် volumetric loss မဖြစ်ပေါ်ပေ။
(၂) Scroll compressor များတွင် reed valve အသုံးပြုရန် မလိုအပ်သောကြောင့် valve loss မဖြစ်ပေါ်ပေ။ Reciprocating compressor များတွင် reed valve အသုံးပြုရန် လိုအပ်သောကြောင့် valve loss ဖြစ်ပေါ်သည်။
(၃) Suction gas နှင့် discharge gas များ သီးခြား ကွဲနေသောကြောင့် heat transfer loss နည်းသည်။
(၄) ထိနေသည့်(mating) scroll နှစ်ခုမှ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် centrifugal force သည် leak-free contact နှင့် continuous compression ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။
(၅) Radial movement ကြောင့် high-stress ဖြစ်ပေါ်မှုကို ရှောင်လွှဲနိုင်သည်။ ထိနေသည့်(mating) scroll surface နှစ်ခုအကြားတွင် သင့်လျော်သည့် အား(contact force) ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထို့ကြောင့် compressor များ အတွင်းသို့ liquid refrigerant များ ဝင်ရောက်ခြင်းဒဏ် ခံနိုင်သည်။
(၆) Scroll compressor များတွင် reed valve မပါဝင်သောကြောင့် valve noise မဖြစ်ပေါ်ပေ။ Gas-pulsation နည်းခြင်း၊ ဆူညံသံ(noises) နည်းခြင်း နှင့် တုန်ခါမှု(vibration) နည်းခြင်းတို့သည် အားသာချက်များ ဖြစ်သည်။

ပုံ ၁၆-၁၇(က) Air cooled scroll chiller

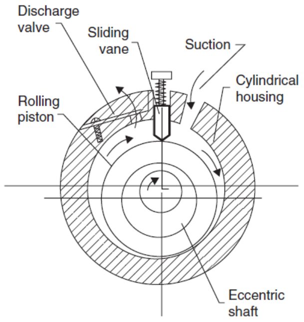


ပုံ ၁၆-၁၇(ခ) Water cooled scroll chiller





ပုံ ၁၆-၁၈ Sliding vane compression



ပုံ ၁၆-၁၉ Rolling piston compression

၁၆.၇ Sliding and Rotary Vane Compressor

Angular position ပြောင်းလဲမှုကြောင့် eccentric rotor နှင့် sliding vane များအကြားရှိ ထုထည်သည် လိုက်၍ ပြောင်းလဲသည်။ ကြီးမားသည့် vane compressor များတွင် blade (၈)ခု သို့မဟုတ် (၈)ခုထက် ပိုများသည်။ Inlet valve နှင့် outlet valve များ မလိုအပ်ပေ။ Centrifugal force ကြောင့် blade များသည် outer shell

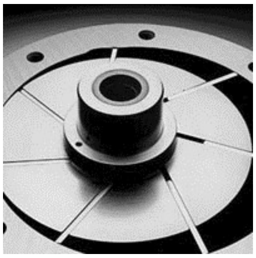
အတွင်းနံရံနှင့် ထိနေသည်။ Blade များ တစ်လျှောက်တွင် ချောဆီထည့်ပေးခြင်း(injection of lubricating oil)ကြောင့် seal ဖြစ်မှု ပိုကောင်းလာသည်။

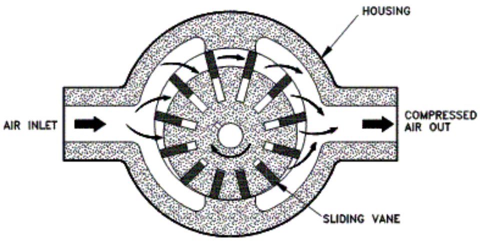
Rotary vane compressor များတွင် clearance volume မရှိပေ။ Blade များ၏ ထိပ်ဖျားတွင် သက်ရောက်သည့် အား(stress) များသောကြောင့် အကန့်အသတ်ဖြင့်သာ အသုံးပြုနိုင်သည်။ အထွက် ဖိအား(discharge pressure) နိမ့်နိမ့်သာ ရရန်လိုအပ်သည့် compound cycle များတွင် first stage အတွက် အသုံးပြုရန် သင့်လျော်သည်။ Refrigerant compression လုပ်ရာတွင် အသုံးနည်းသည်။

Compressor များတွင် discharge valve ပါဝင်သည်။ Cooling capacity 15 kW ထက် နည်းသည့် အိမ်သုံးပစ္စည်းများ(domestic appliances) ၊ packaged air conditioner များ နှင့် အလားတူလုပ်ငန်းများတွင် rotary vane compressor များကို အသုံးပြုကြသည်။

Single-vane (rotary) နှင့် multi-vane ဟူ၍ vane compressor နှစ်မျိုးကွဲပြားသည်။ Rotary compressor ၌ eccentric rotor လည်နေသည့်အခါ blade များ ရှည်ထွက်လာပြီး cavity ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ Gas များသည် အဝင်ပေါက်(intake port)မှ ဝင်ရောက်လာသည်။ အဝင်ပေါက်(intake port) အနီးတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် cavity သည် ကြီးမားသည်။ Rotor လည်ပတ်နေခြင်းကြောင့် cavitiy တဖြည်းဖြည်းသေးလာပြီး ဖိအားမြင့်တက်လာသည်။

အိမ်သုံးရေခဲသေတ္တာ(domestic refrigerators ၊ freezers) နှင့် air conditioner များတွင် အများဆုံး အသုံးပြုသည်။ အမြင့်ဆုံးရရှိနိုင်သည့် compression ratio သည် 7:1 ဖြစ်သည်။ သေးငယ်သည့် system များနှင့် တချို့သော အမိုးနီးယား(ammonia) system များတွင် vane compressor များကို အသုံးပြုသည်။ ပုံ(၁၆-၁၈)တွင် rotary vane compressor တစ်ခု၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံကို ဖော်ပြထားသည်။





ပုံ ၁၆-၂၀ Rotary vane compressor with the vanes spring loaded against each other.

၁၆.၇.၁ အားသာချက်များ(Advantages) နှင့် အားနည်းချက်များ(Disadvantages)

Rotary vane compressor များတွင် အောက်ပါ အားသာချက်များ ရှိသည်။

(၁) ရိုးရှင်း(simple)ပြီး ကျစ်လစ်(compact)သည့် ဒီဇိုင်းဖြစ်သည်။ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းအနည်းငယ်သာ ပါဝင်သည်။ ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းရန် လွယ်ကူသည်။ စိတ်ချရသည်။ အစိတ်အပိုင်း လဲရန် လွယ်ကူသည်။

(၂) Compression ratio မြင့်မြင့်ရှိရန် အဆင့်တစ်ဆင့်(single-stage compression)သာ အသုံးပြုရန် လိုသည်။ Energy efficiency ကောင်းသည်။ ချို့ယွင်းနိုင်ခြေ နည်းသည်။ ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှု များစွာ မလိုအပ်ပေ။

(၃) မြန်နှုန်းနိမ့်နိမ့်(low-rotation speed)ဖြင့် ဖိအားမြင့်မြင့်(high-compression ratio)ရရှိနိုင်သောကြောင့် မော်တာ ဝင်ရိုးနှင့် တိုက်ရိုက် ချိတ်ဆက်နိုင်ခြင်း(direct axial coupling) ပြုလုပ်သည်။ Gear သို့မဟုတ် တခြားသော transmission နည်းသုံးရန် မလိုအပ်ပေ။ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်းနည်းသောကြောင့် စွမ်းအင်လေလွင့်မှု(energy dissipation)နည်းသည်။

(၄) မြန်နှုန်း နိမ့်နိမ့်ဖြင့် မောင်းနိုင်သောကြောင့် တုန်ခါမှု(vibration) နည်းသည်။ အသံတိတ်သည်။ တိုက်စားမှု (wear) နည်းသည်။ အပူချိန် နိမ့်သည်။ အပူစွန့်ထုတ်မှု နည်းသည်။ Foundation ကောင်းရန် မလိုအပ်ပေ။

(၅) Cycle temperature နိမ့်သည်။ စက်အပူချိန် နိမ့်သောကြောင့် တိုက်စားမှုနည်းသည်။ ချောဆီ သုံးစွဲမှု

သက်သာသည်။ ယိုစိမ့်မှု(leakage) နည်းသည်။

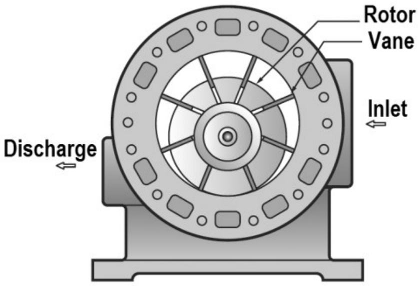
(၆) ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှု(maintenance) အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သည်။ လှုပ်ရှားနေသည့် အစိတ်အပိုင်း နည်းသော ကြောင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သည်။

Table 16-1 lists the advantages and disadvantages of rotary vane compressors

အားသာချက်များ(Advantages)	**အားနည်းချက်များ(Disadvantages)**
High-volume capacity	No or limited capacity control
Compact	Susceptible to vane damage
	Noisy

၁၆.၇.၂ Capacity Control

Rotary vane compressor များလုံးအတွက် capacity control လုပ်ခြင်း မရှိဟု ဆိုနိုင်သည်။ Hot gas by pass ပြုလုပ်သည့်နည်းဖြင့် capacity control ပြုလုပ်နိုင်သည်။



ပုံ ၁၆-၂၁ Rotary vane compressor—internal view

-End-