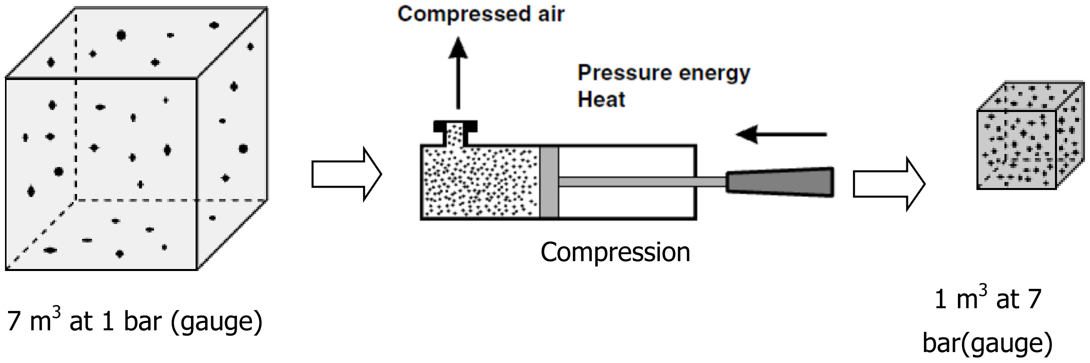
Chapter -2 Compressed Air System များ နှင့် အသုံးပြုပုံ (Application)

၂.၁ Compressed Air System စတင်ပေါ်ပေါက်လာပုံ

Compressed air ကို လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်းများစွာက စတင်အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ လူသားများ ပထမဆုံး အသုံးပြုသည့် air compressor များသည် စက်များ မဟုတ်ကြပါ။ လူသားများက မီးမှုတ်ရန်အတွက် အဆုတ်(lung)ကို compressor အဖြစ် စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ ကျန်းမာသော လူတစ်ယောက်၏ အဆုတ်သည် တစ်မိနစ်လျှင်(၁၀၀)လီတာ သို့မဟုတ် တစ်နာရီလျှင်(၆)ကုဗပေ (100 l/min or 6 m^3 of air per hour)နှုန်းဖြင့် ဖိအား 0.2bar(2.9psi)မှ 0.8bar(11.6psi)အတွင်း ထုတ်ပေးနိုင်သော compressor နှင့် စွမ်းရည် တူညီသည်။ ဘီစီ(၃၀၀၀) အချိန်က သတ္တုများ အရည်ကျိုရန်အတွက် compressor ကဲ့သို့ ပြုလုပ်ပေးနိုင်သည့် စက်များကို စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ ပထမဆုံး အသုံးပြုခဲ့သည့် mechanical compressor များသည် ပန်းပဲလုပ်ငန်းတွင် အသုံးပြုသည့် ဖားဖို(bellow)များ ဖြစ်သည်။

ဘီစီ(၁၅၀၀) နောက်ပိုင်းတွင် ဖားဖို(bellow)များကို စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ အရည်ပျော်ရန် ခက်ခဲသော သံ၊ သတ္တုများကို အရည်ကျို သွန်းလောင်းရန်အတွက် အပူချိန်မြင့်မြင့် ရရန် လိုအပ်သည်။ ခြေဖြင့် နင်းသော ဖားဖို(bellow)များကို နှစ်ပေါင်း အတော်ကြာအောင် compressor အဖြစ် အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ ၁၇၆၂ ခုနှစ်တွင် John Smeaton က ရေအားဖြင့် လည်စေသောဘီး(water wheel)ကို အသုံးပြု၍ ဆလင်ဒါများ မှတစ်ဆင့် compressed air ကို ထုတ်ယူနိုင်ခဲ့သည်။

၁၉ရာစုနှစ်မှ စတင်၍ သတ္တုတွင်းများ၌ စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး(industrial) compressed air ကို စတင် အသုံးပြုခဲ့ကြပြီး ယနေ့ခေတ်တွင် compressed air system ကို စက်မှုလုပ်ငန်းတိုင်း၌ မပါမဖြစ် စတုတ္ထမြောက် (fourth) utility အဖြစ် အသုံးပြုကြသည်။ စက်ရုံတိုင်းလိုလိုတွင် အနည်းဆုံး air compressor ငယ်တစ်လုံးစီ ရှိကြသည်။ Compressed air ၏ ဘေးအန္တရာယ်ကင်းခြင်း(safe)၊ သန့်ရှင်းခြင်း(clean)နှင့် လိုသည့်အခါ အလွယ်တကူ အသုံးပြုနိုင်ခြင်း တို့သည် ထူးခြားသော ဝိသေသများ ဖြစ်သည်။



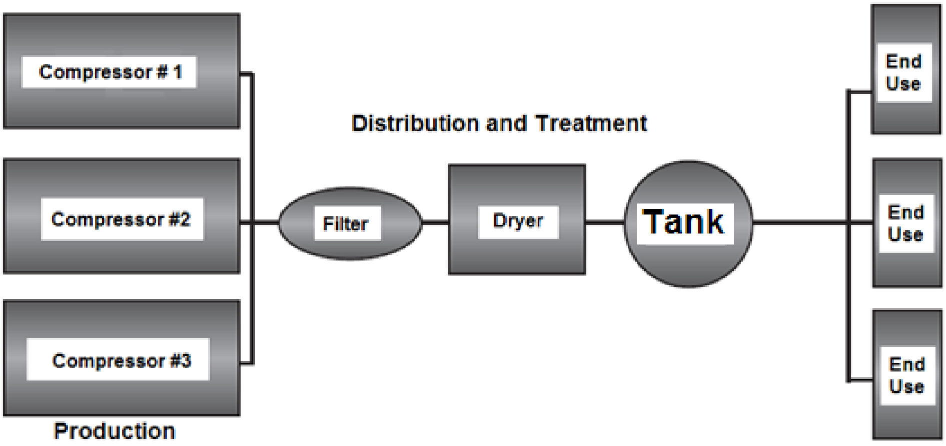
ပုံ ၂-၁ လေကို ဖိသိပ်လိုက်သည့်အခါ လေထဲတွင်ရှိနေသည့် အညစ်အကြေးများ ပိုများလာသည်။

၂.၂ Compressed Air အသုံးပြုပုံ(Application) နှင့် Compressed Air ၏ Characteristic များ

Compressed air system တစ်ခုတွင် အစိတ်အပိုင်းများစွာ ပါဝင်သော်လည်း အဓိကအားဖြင့် အပိုင်း လေးပိုင်း ခွဲခြားနိုင်သည်။

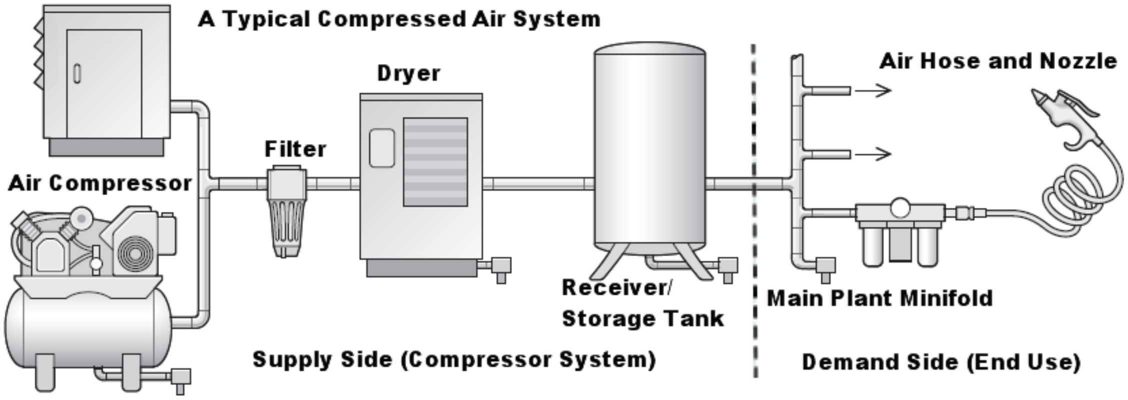
(က) ထုတ်လုပ်မှု အပိုင်း(production)
(ခ) သန့်စင်မှု အပိုင်း(treatment)
(ဂ) ဖြန့်ဝေမှု အပိုင်း(distribution) နှင့်
(ဃ) အသုံးပြုမှု အပိုင်း(end use) တို့ဖြစ်သည်။

အမျိုးမျိုးသော air compressor များသည် ထုတ်လုပ်မှုအပိုင်း(production)တွင် ပါဝင်ကြသည်။ Air Compressor မှထွက်လာသော compressed air များတွင် ရေခိုးရေငွေ့(moisture)များ၊ ချောဆီ(oil)များ နှင့် ဖုန်၊ အမှုန်၊ အမှိုက် အမျိုးမျိုး ပါဝင်နေသောကြောင့် သန့်စင်ပေးရန်(treatment လုပ်ပေးရန်) လိုအပ်သည်။ စစ်ထုတ်ခြင်း(filter)၊ ခြောက်သွေ့အောင်လုပ်ခြင်း(drying)၊ ရေများကိုခွဲထုတ်ခြင်း(water separation) တို့သည် သန့်စင်မှုအပိုင်း(treatment)၏ အဓိက လုပ်ငန်းများ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၂-၂ Compressed Air System တစ်ခုကို အပိုင်း လေးပိုင်းခွဲ၍ ဖော်ပြထားပုံ ဖြစ်သည်။

Compressed air သိုလှောင်ကန်(storage tank)သည် ထုတ်လုပ်မှုအပိုင်း(production) နှင့် သန့်စင်မှု အပိုင်း(treatment) တို့တွင် မရှိမဖြစ် ပါဝင်သည်။



ပုံ ၂-၃ ယနေ့ခေတ်တွင် တွေ့မြင်နိုင်သည့် compressed air system တစ်ခုကို ဖော်ပြထားသည်။

စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများတွင် အသုံးပြုနေသည့် utilities system များအနက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား (electricity)၊ သဘာဝဓာတ်ငွေ့(natural gas) နှင့် ရေ(water) တို့ပြီးလျှင် compressed air ကို လေးခုမြောက် (fourth) utility အဖြစ် သတ်မှတ်ခေါ်ဆိုကြပြီး ဈေးအကြီးဆုံး နှင့် ကုန်ကျစရိတ်အများဆုံး utility system ဖြစ်သည်။

Compressed air ကို အောက်ပါ လုပ်ငန်းများတွင် မရှိမဖြစ်အသုံးပြုကြသည်။

(၁) လေယာဉ်ပျံ အင်ဂျင်များ စတင်မောင်းရန်(နိုးရန်) အတွက်

(၂) Pneumatic powered weapons - air gun များ အတွက်

(၃) Pneumatics system များတွင် pressurized gases အဖြစ် ကိရိယာ(tool)များကို မောင်းရန် အတွက်

(၄) ပစ္စည်းများ သယ်ပို့ရန် အတွက်(vehicular transportation)

(၅) လူနာများ နှင့် ရေငုပ်သမားများအသက်ရှုရန် အတွက်(scuba diving for breathing and to inflate buoyancy devices.)

(၆) အီလက်ထရောနစ် အစိတ်အပိုင်းများ(electronic components) သန့်စင်ခြင်း နှင့် တပ်ဆင်ခြင်း (assemblies) ပြုလုပ်ရန် အတွက် (အီလက်ထရောနစ် အစိတ်အပိုင်းများ(electronic components)ကို ရေဖြင့်ဆေးကြော သန့်စင်ရန် မဖြစ်နိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။)

(၇) မီးရထား ဘရိတ်များ အတွက်(railway braking systems)

(၈) မော်တော်ကား ဘရိတ်များ အတွက်(road vehicle braking systems)

(၉) ကြီးမားသော ဒီဇယ်အင်ဂျင်များ စတင်မောင်းရန် (နိုးရန်) အတွက်

(၁၀) ကစားစရာ လေသေနတ်များတွင် အသုံးပြုရန် အတွက်

(၁၁) လေဖြင့်မောင်းသော ကိရိယာများ(air tools)အတွက် အသုံးပြုသည်။

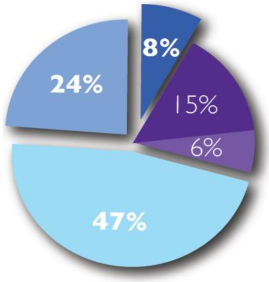
ကုန်ထုတ်လုပ်သည့် စက်ရုံအလုပ်ရုံများ(manufacturing plants)အားလုံး၏ ၇၅%ကျော်သည် compressed air ကို အသုံးပြုကြသည်။

ယနေ့လည်ပတ်နေသော compressed air system များ၌ လက်ရှိ အသုံးပြုနေသည့် စွမ်းအင် ပမာဏမှ အနည်းဆုံး ၂၀% မှ အများဆုံး ၅၀% အထိ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု သက်သာအောင်(energy saving ဖြစ်အောင်) ပြုလုပ်နိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် compressed air system များ အားလုံးနီးပါးသည် လိုအပ်သည့် စွမ်းအင်ပမာဏထက် အနည်းဆုံး ၂၀% ပို၍ သုံးစွဲနေသည်။

Compressed air ကို စွမ်းအင်ပုံစံတစ်မျိုး(form of energy)အဖြစ် မှတ်ယူနိုင်သည်။ လျှင်မြန်မှု (speed)၊ စွမ်းအား(power)၊ တိကျမှု(precision) နှင့် ဘေးကင်းလုံခြုံမှု(safe handling) စသည်တို့ အားလုံး တစ်ပြိုင်နက် လိုအပ်သည့်နေရာများတွင် compressed air သည် အသင့်တော်ဆုံး နှင့် အကောင်းဆုံး ဖြစ်သည်။ ထိုအချက်များကြောင့် compressed air ကို မည်သည့် စွမ်းအင်မျိုးနှင့်မျှ အစားထိုးနိုင်ခြင်း မရှိပေ။

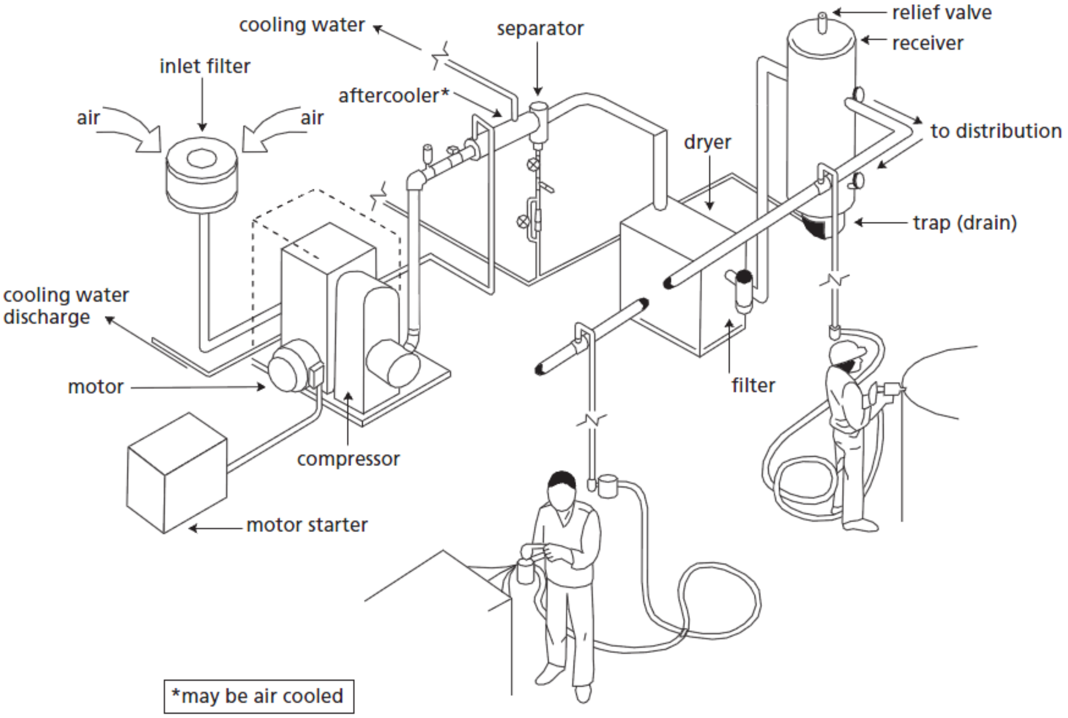
ပုံမှန်အားဖြင့် လက်တွေ့တွင် compressed air system များသည် လိုအပ်သည့် စွမ်းအင်(energy) ထက် ပို၍ သုံးစွဲလေ့ရှိ ကြသည်။ အောက်ပါ Life Cycle Costing(LCC)ပုံအရ သက်တမ်း တစ်လျှောက်လုံး အတွက် တွက်လျှင် စွမ်းအင်(energy)အတွက် ကုန်ကျစရိတ်သည် compressed air system တစ်ခု၏ ကုန်ကျ စရိတ်ထဲတွင် အများဆုံးဖြစ်သည်။

အသုံးပြုနိုင်သည့် compressed air ပမာဏ	၈%
စက်ဖိုး နှင့် တပ်ဆင်ခ(investment costs)	၁၅%
ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခ(maintenance cost)	၆%
အပူအဖြစ်ဆုံးရှုံးသွားသည့် ပမာဏ(heat losses)	၄၇%
တစ်ခြားသော ဆုံးရှုံးမှုများ(losses in system)	၂၄%



ပုံ ၂-၄ Life Cycle Costing (LCC)

ပုံ(၂-၄)တွင် ဖော်ပြထားသည့် pie chart သည် compressed air system တစ်ခု၏ Life Cycle Costing(LCC) ဖြစ်သည်။ Compressed air system တစ်ခု၏ သက်တမ်း တစ်လျှောက်လုံးအတွက် ကုန်ကျမည့် စရိတ်များကို pie chart ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ Life Cycle Costing(LCC)တွက်ရာတွင် အောက်ပါအချက်များကို အခြေခံ၍ တွက်ယူထားသည်။ Compressor ၏ power သည် 160kW ဖြစ်ပြီး တစ်နှစ်လျှင် နာရီ(၄၀၀၀) မောင်းသည်။ သက်တမ်း(၁၅)နှစ် ခံသည်။ စက်တန်ဖိုးနှင့် တပ်ဆင်ခသည် ထို(တွက်ချက်သည့်)အချိန်က ဈေးနှုန်းဖြစ်သည်။ ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းခအတွက် တစ်နှစ်လျှင် ၅% တိုးသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခသည် 0.06€/kWh နှုန်း ဖြစ်သည်။ အတိုးနှုန်းသည် တစ်နှစ်လျှင် ၁၀% ဖြစ်သည်။



ပုံ ၂-၅ စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး(industrial) compressed air system တစ်ခုကိုဖော်ပြထားပုံ

တစ်နာရီလျှင် သို့မဟုတ် တစ်နေ့လျှင် ကုန်ကျမည့် စွမ်းအင်စရိတ်(energy cost)သည် အနည်းငယ်မျှဖြစ်သော်လည်း compressed air system ၏ သက်တမ်း(၁၅)နှစ် အတွက် အလွန်များသောကြောင့် energy efficient ဖြစ်သည့် compressed air system မျိုးကို ရွေးချယ်သင့်သည်။ ဒီဇိုင်း လုပ်သင့်သည်။

အချို့သော နေရာ(application)များတွင် compressed air စွမ်းအား၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား(electricity) နှင့် ဟိုက်ဒရောလစ်အား(hydraulic) တို့ကို အဆင်ပြေသလို လဲလှယ် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Compressed air ထုတ်လုပ်ရန်အတွက် ကုန်ကျစရိတ်သည် အခြားသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အား(electricity) နှင့် ဟိုက်ဒရောလစ်အား (hydraulic)တို့ထက်စာလျှင် အလွန်များသည်။

သို့သော် လျှင်မြန်မှု(speed)၊ စိတ်ချရမှု(reliability)၊ တိကျမှု(precision)တို့တွင် compressed air ကို မည်သူမျှ မမီနိုင်။ လျှင်မြန်မှု(speed)၊ တိကျမှု (precision) နှင့် လိုသလို ပြောင်းလဲနိုင်မှု(flexibility) စသည့် အားသာချက်များကြောင့် compressed air သည် စက်မှုလုပ်ငန်းများ၊ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများတွင် မရှိမဖြစ် လိုအပ်သည့် utility တစ်မျိုး ဖြစ်သည်။

စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် compressed air system ကို နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုသော်လည်း အဓိက အားဖြင့် နှစ်မျိုး ခွဲခြားနိုင်သည်။

(၁) စက်မှုလုပ်ငန်းများ၏ process များတွင် အသုံးပြုခြင်း နှင့်

(၂) လေဖြင့်မောင်းသော(tool)များ နှင့် pneumatic actuator များကို မောင်းရန်အတွက် energy medium အဖြစ် အသုံးပြုခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

လွန်ခဲ့သည့် နှစ်ပေါင်းများစွာက စတင် အသုံးပြုခဲ့သည့် compressed air သည် ယခုအချိန်၌ နည်းပညာများ တိုးတက်လာမှုကြောင့် compressed air ထုတ်လုပ်ရန် လိုအပ်သည့် စွမ်းအင်ပမာဏကို လျော့ချ နိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် energy efficient ဖြစ်လာသည်။

အမျိုးအစား	အသုံးပြုပုံ(Applications)
Breathing air	• Hospital air systems(လူနာများ အသက်ရှူရန်) • Scuba diving(ရေငုပ်သမားများ အသက်ရှူရန်) • Respirators(ဆေးမှုတ်သမားများ အသက်ရှူရန်)
Process air	• Food and pharmaceutical processes(စားသောက်ကုန်နှင့်ဆေးဝါး) • Electronics(အီလက်ထရောနစ်)
Instrument air	• Laboratories(စမ်းသပ်ခန်းများ) • Paint spraying(ဆေးမှုတ်လုပ်ငန်း) • Powder Coating(ဆေးမှုတ်လုပ်ငန်း၊ ဆေးရောင်တင်ခြင်း) • Climate control(control လုပ်ရန်)
Plant air	• Tools(eg pneumatic drills, high speed drills, etc)
Power	• Mines, construction sites, etc

Compressed Air ကို

(က) "Working Air" သို့မဟုတ် "Energy Air" အဖြစ် လည်းကောင်း၊

(ခ) "Active Air" အဖြစ် လည်းကောင်း၊

(ဂ) "Process Air" အဖြစ် လည်းကောင်း၊

(ဃ) "Industrial Vacuum" အဖြစ် လည်းကောင်း ပုံစံ အမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုကြသည်။

၂.၂.၁ Working Air သို့မဟုတ် Energy Air

Compressed air ကို "Working Air" သို့မဟုတ် "Energy Air"အဖြစ် compressed air ဆလင်ဒါများ၊ air engine နှင့် compressed air valve များဖြင့်တွဲ၍ အသုံးပြုကြသည်။ လျင်မြန်မှု(speed) ၊ စိတ်ချရမှု (reliability)၊ တိကျမှု(precision)စသည့် အားသာချက်များကြောင့် အရေးပါသောနေရာမှ ပါဝင်သည်။ ကားထုတ် လုပ်ငန်း(automation industry)တွင် pneumatics system အဖြစ် နှစ်ပေါင်းများစွာကတည်းက တည်ရှိခဲ့ပြီး နှစ်စဉ်သုံးစွဲမှု(၁၈)ရာခိုင်နှုန်းခန့် ပိုမိုများပြားလာသည်။

၂.၂.၂ Active Air

ပစ္စည်းများ၊ အရာဝတ္ထုများ တစ်နေရာမှ တစ်နေရာသို့ သယ်ပို့ရန်အတွက် transport medium အဖြစ် အသုံးပြုသည့် လုပ်ငန်းများတွင် compressed air ကို "Active Air" ဟု သတ်မှတ်ခေါ်ဆိုသည်။ Air bearing သည် compressed air ၏ အားသာချက်များမှ အကောင်းဆုံးသောဥပမာ ဖြစ်သည်။ ဂြိုလ်တု (satellite) များနှင့် ဆက်သွယ်ရန်အတွက်သုံးသော လေဆာ(laser gun)သည် ဂြိုလ်တု(satellite)နှင့် ချိန်သားကိုက်ရန် တစ်ဒီဂရီ၏

အပုံ(၃၆၀၀)ပုံလျှင် (၁)ပုံအထိ တိကျရန် လိုသည်။ ထို gun များကို လေကူရှင်(air cushioned) သို့မဟုတ် လေဘယ်ရင်(air bearing)အပေါ်တွင် တင်၍ လိုအပ်သည့် တိကျမှု(accuracy)၊ လိုအပ်သည့် movement ရအောင် တုန်ခါခြင်း(vibration) လုံးဝမဖြစ်ပေါ်စေပဲ လိုအပ်သည့်နေရာသို့ ရောက်အောင် အတိအကျ ရွှေ့နိုင်သည်။ Compressed air မပါဝင်ဘဲ ထိုကဲ့သို့ အဆင့်မြင့်နည်းပညာနှင့် ဆန်းကျယ်သော ကိရိယာမျိုး မဖြစ်ပေါ်နိုင်ပေ။

၂.၂.၃ Process Air

Compressed air သည် process များတွင် တိုက်ရိုက် ပါဝင်နေသည့်အခါ၊ process medium ဖြစ်နေသည့် အခါမျိုးတွင် "Process Air" ဟုခေါ်ဆိုသည်။ အခြောက်ခံသည့် လုပ်ငန်းများ(drying process) နှင့် တစေးဖောက်ခြင်းလုပ်ငန်းများ(fermentation processes)တွင် compressed air ကို "Process Air" အဖြစ် အသုံးပြုသည်။

၂.၂.၄ Industrial Vacuum

Industrial vacuum နည်းပညာများသည် compressed air နှင့် အပြန်အလှန် ဆက်သွယ်နေသည်။ Industrial vacuum ကို အသုံးပြု၍ ပစ္စည်းများ ထုပ်ပိုးခြင်းလုပ်ငန်း(packing)၊ အခြောက်ခံခြင်း(dry)၊ လေးလံသည့် ပစ္စည်းများကို ချီမခြင်း(hoist လုပ်ခြင်း) နှင့် နေရာချခြင်း(position လုပ်ခြင်း)တို့ ပြုလုပ်နိုင်သည်။ စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် compressed air ကို နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုကြပုံကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

Industrial Sector Uses of Compressed Air

စက်မှုလုပ်ငန်းများ	**Compressed Air ကို အသုံးပြုသည့်နည်းများ**
အထည်အလိပ်လုပ်ငန်း (Apparel)	Conveying, clamping, tool powering, controls and actuators, automated equipment
ကားထုတ်လုပ်ငန်း (Automotive)	Tool powering, stamping, control and actuators, forming, conveying
ဓာတုပစ္စည်းထုတ်လုပ်ခြင်း (Chemicals)	Conveying, controls and actuators
စားသောက်ကုန်လုပ်ငန်း (Food)	Dehydration, bottling, controls and actuators, conveying, spraying coatings, cleaning, vacuum packing
ပရိဘောဂလုပ်ငန်း (Furniture)	Air piston powering, tool powering, clamping, spraying, controls and actuators
ကုန်ထုတ်လုပ်ငန်း (Manufacturing)	Clamping, stamping, tool powering and cleaning, control and actuators
သစ်လုပ်ငန်း (Lumber and Wood)	Sawing, hoisting, clamping, pressure treatment, controls and actuators
သတ္တုပစ္စည်းထုတ်လုပ် ခြင်း (Metals Fabrication)	Assembly station powering, tool powering, controls and actuators, injection molding, spraying
ရေနံချက်လုပ်ငန်း(Petroleum)	Process gas compressing, controls and actuators
သံရည်ကျိုလုပ်ငန်း (Primary Metals)	Vacuum melting, controls and actuators, hoisting

စက္ကူနှင့်ပျော့ဖတ်လုပ်ငန်း (Pulp and Paper)	Conveying, controls and actuators
ရာဘာနှင့်ပလပ်စတစ် (Rubber and Plastics)	Tool powering, clamping, controls and actuators, forming, mold press powering, injection molding
ကျောက်နှင့်ဖန်ထည်များ (Stone, Clay, and Glass)	Conveying, blending, mixing, controls and actuators, glass blowing and molding, cooling
ချည်မျှင်နှင့်အထည်လုပ်ငန်း (Textiles)	Agitating liquids, clamping, conveying, automated equipment, controls and actuators, loom jet weaving, spinning

၂.၃ အသုံးပြုပုံကိုလိုက်၍ ဖိအားပမာဏကွဲပြား ခြင်း

အသုံးပြုပုံကိုလိုက်၍ compressed air ၏ ဖိအား(pressure) လိုအပ်ချက် မတူညီကြပေ။ ထို့ကြောင့် compressed air system များ၏ ဖိအားအဆင့်(pressure range)ကို ခွဲခြား သတ်မှတ်ရန် လိုအပ်သည်။ Compressed air system များကို ဖိအားအဆင့်(pressure range)အပေါ်တွင် အခြေခံ၍ အောက်ပါအတိုင်း ခွဲခြား သတ်မှတ်နိုင်သည်။

(၁) Vacuum and blower application (2 bar ထက်နည်းလျှင်)

(၂) Low pressure application (2 bar မှ 2.5 bar အတွင်း)

(၃) Standard pressure application (7.0 bar မကျော်လျှင်) နှင့်

(၄) High pressure application (7 bar ထက်များလျှင်) တို့ဖြစ်သည်။

၂.၃.၁ Vacuum နှင့် Blower Application

Vacuum နှင့် Blower application ၏ ဖိအားအဆင့်(pressure range)သည် သာမန်လေဟာနယ်(vacuum)မှ 1 bar ခန့် အတွင်းတွင် ဖြစ်သည်။ Rotary valve ၊ vacuum pumps နှင့် rotary piston blowers တို့ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ Compressed air ကို အသုံးပြု၍ industrial vacuum ပြုလုပ်နိုင်သည်။ ထိုသို့ compressed air ကို အဆင့်နိမ့်၍ အသုံးပြုခြင်းကြောင့် စွမ်းအင် လေလွင့်မှုဖြစ်စေသည်။ (တစ်နည်းအားဖြင့် မမှန်ကန်သည့် အသုံးပြုခြင်းမျိုးဖြစ်သည်။) Industrial vacuum ကို vacuum pump ဖြင့် ပြုလုပ်နိုင်သည်။

၂.၃.၂ ဖိအားနိမ့်နိမ့်သာလိုသည့် လုပ်ငန်းများ(Low Pressure Application)

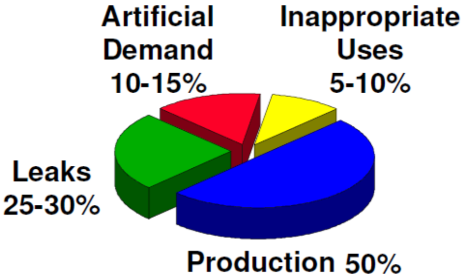
ဖိအားနိမ့်နိမ့်သာလိုသည့် လုပ်ငန်းများ(low pressure application)တွင် အသုံးပြုသည့် pressure range သည် 2 bar မှ 2.5 bar အတွင်းဖြစ်သည်။ Rotating positive-displacement compressor များ၊ turbo compressor များကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ တစ်ခါတစ်ရံတွင် ဖိအားနိမ့်နိမ့်သာ လိုအပ်သည့်လုပ်ငန်း(low pressure application)များ အတွက် compressed air ကို 7 bar grid လိုင်းမှ ယူသုံးလေ့ရှိသည်။ ဖိအား 7 bar ရှိသော compressed air ကို 2.5 bar အထိ ရောက်အောင် လျှော့ချ၍ အသုံးပြုခြင်းကြောင့် စွမ်းအင် ဖြုန်းတီးရာရောက်သည်။

၂.၃.၃ ဖိအားအသင့်အတင့်သာလိုသည့် လုပ်ငန်းများ (Standard Pressure Application)

ဖိအား(pressure) 7.0 bar ကို standard pressure application အဖြစ် သတ်မှတ်သည်။ စက်မှုလုပ်ငန်း၊ ကုန်ထုတ် လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးအများဆုံး ဖြစ်သည်။

၂.၃.၄ ဖိအားမြင့်မြင့်ရရန်လိုသည့် လုပ်ငန်းများ (High Pressure Application)

Oscillating positive-displacement compressor များဖြစ်ကြသော piston compressor များ နှင့် membrane compressor များကို အများဆုံး အသုံးပြုကြသည်။



ပုံ ၂-၆ Components of Demand

High pressure air အမြောက်အများ လိုအပ်လျှင် radial turbo compressor ကို အသုံးပြုကြသည်။ Positive displacement compressor များသည် လေထုထည်(air volume)ကို လျော့နည်းအောင်ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ဖိအား (pressure) များစေသည်။ Dynamic compressor များသည် လေ၏ velocity ကို မြန်စေသည်။ ထိုနောက် air velocity ကိုလျော့ချပြီး ဖိအား(pressure)များအောင် ပြုလုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။

၂.၄ Compressed Air မောင်းရန်အတွက် နှစ်စဉ်ကုန်ကျစရိတ်

Compressed air မောင်းရန်အတွက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခ နှစ်စဉ်ကုန်ကျငွေ(အမေရိကန်ဒေါ်လာ)			
Power	တစ်နှစ်လျှင်မောင်းသည့်နာရီပေါင်း(တစ်ဆိုင်းလျှင်၈နာရီ)၊လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခ 10cent/kWh နှုန်း		
	(၁)ဆိုင်း (2,250 Hrs)	(၂)ဆိုင်း (4,250 Hrs)	(၃)ဆိုင်း (8,400 Hrs)
10 HP	$1,720	$3,250	$6,430
15 HP	$2,580	$4,880	$9,640
25 HP	$4,300	$8,130	$16,060
50 HP	$8,600	$17,260	$32,130
100 HP	$17,120	$32,330	$63,900

ဥပမာ မြင်းကောင်ရေ 100 HP အားရှိသော compressor ကို တစ်နေ့လျှင် (၈)နာရီနှုန်းဖြင့် တစ်နှစ်အတွင်း နာရီ(၂၂၅၀)မောင်းလျှင် တစ်နှစ်စာအတွက် ကုန်ကျမည့်လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခသည် အမေရိကန်ဒေါ်လာ(၁၇၁၂၀) ဖြစ်သည်။

၂.၅ Compressed Air ၏ အားသာချက်များ

(က) လွယ်ကူစွာသယ်ဆောင်နိုင်ခြင်း(Easily Transported)

လေကို လိုသလောက် ရရှိနိုင်သောကြောင့် သုံးပြီးသည့်လေများကို ပြန်သယ်ဆောင်ရန် မလိုအပ်ပေ။ ထို့ကြောင့် compressed air system များတွင် return line ထားရန်မလိုပဲ hydraulic system များတွင် return line ထားရှိရန် လိုအပ်သည်။ Compressed air ကို အလွန်ဝေးသည့်နေရာသို့ ရောက်အောင် ပိုက်လိုင်းများဖြင့် ပို့ပေးနိုင်သည်။ Compressed air ထုတ်သည့်နေရာ(generation station) သို့မဟုတ် compressor မှ အသုံးပြုမည့် နေရာဆီသို့ ရောက်အောင် သင့်လျော်သည့် ပိုက်အမျိုးအစားကို အသုံးပြု၍ ဖိအား(pressure) မကျဆင်းစေပဲ ပို့ပေးနိုင်သည်။

(ခ) လွယ်ကူစွာသိုလှောင်ထားနိုင်ခြင်း(Easily Stored)

Compressed air ကို tank ထဲထည့်၍ သိုလှောင်ထားနိုင်သည်။ လူနာများ၊ ရေငုပ်သမားများ အတွက် ဆလင်ဒါထဲတွင် ထည့်၍ သယ်ဆောင်သွား နိုင်သည်။

(ဂ) ခြောက်သွေ့ ခြင်း နှင့် သန့်ရှင်းခြင်း(Clean and Dry)

Compressed air သည် hydraulic နှင့် တခြား mechanical drive များထက်စာလျှင် ပို၍ သန့်ရှင်းသည် ဟုဆိုနိုင်သည်။ အလိုရှိသည့် ခြောက်သွေ့မှု(dryness) အဆင့်သို့ ရောက်အောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ စားသောက်ကုန်လုပ်ငန်း(food industry)၊ ဆေးဝါးလုပ်ငန်းစသည် တို့တွင် အလွန်သန့်ရှင်း ခြောက်သွေ့သည့် compressed air ရရန်လိုသည်။

(ဃ) အလေးချိန်ပေါ့ပါး ခြင်း(Lightweight)

Compressed air ဖြင့် မောင်းသည့်ကိရိယာ(pneumatic device)များ၏ အလေးချိန်သည် hydraulic drive သို့မဟုတ် mechanical drive ဖြင့်မောင်းသည် ကိရိယာများထက် ပို၍ ပေါ့ပါးကြသည်။

(င) ဘေး အန္တရာယ်ကင်းဝေးခြင်း(Safe to Use)

Compressed air များသည် အပူချိန် အလွန်မြင့်သည့် လုပ်ငန်းခွင် နှင့် အပူချိန် အတက်အကျများသော လုပ်ငန်းခွင်များအတွက် အလွန်သင့်လျော်သည်။ သံရည်ကျိုစက်များမီးဖိုကြီးများ အတွင်း၌ compressed air ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ Forge press များနှင့် blast furnace door များကို ဖွင့်ရန် အသုံးပြုကြသည်။ Pneumatic system ရှိ အစိတ်အပိုင်းများ(components)သည် တိုက်စားမှု(wear) နည်းသောကြောင့် သက်တမ်းကြာရှည်ခံသည်။ ပျက်စီးမှုနှုန်း(failure rate) နည်းသည်။

(စ) မတော်တဆထိခိုက်မှုနည်းခြင်း(Accident-Proof)

Pneumatic element များသည် အလွန်အန္တရာယ်များသည့်နေရာများ၊ မီးလောင်လွယ်သည့်နေရာများ (air craft hanger)၊ ပေါက်ကွဲလွယ်သည့်နေရာများ(oil and gas) နှင့် လျှပ်စစ်ဗို့အားအလွန်မြင့်သည့် နေရာများ(high voltage)အတွက် အသင့်လျော်ဆုံးဖြစ်သည်။

(ဆ) စီးပွားရေးအရ တွက်ခြေကိုက်ခြင်း(Rational and Economical)

Compressed air ကို ထုတ်လုပ်ရန်အတွက် ကုန်ကျစရိတ်များသော်လည်း pneumatics component များသည် hydraulics component များထက်စာလျှင် ဈေးသက်သာသည်။ Hydraulics ကဲ့သို့ ဆီ(hydraulics oil) လဲလှယ်ပေးရန် မလိုအပ်ပေ။ ထို့ကြောင့် hydraulics စက်များနှင့်စာလျှင် ရပ်နားရန် မလိုအပ်သောကြောင့် အလုပ် လုပ်နိုင်ချိန် ပိုများသည်။ ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှုလည်း နည်းသည်။

(ဇ) ရိုးရှင်းခြင်း(Simple)

Pneumatics component များ၏ ဒီဇိုင်းနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံသည် အလွန်ရိုးရှင်းသည်။ တည်ငြိမ်(robust) သည်။ ချွတ်ယွင်း ပျက်စီးခြင်း(malfunction) ဖြစ်ရန် ခဲယဉ်းသည်။ အလွယ်တကူ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ အချိန် အနည်းငယ်အတွင်း လျှင်မြန်စွာ တပ်ဆင်နိုင်သည်။

(ဈ) Overload မဖြစ်နိုင်ခြင်း(Overload-Proof)

Compressed air equipment များနှင့် pneumatic equipment များသည် overload ဖြစ်နိုင်သော်လည်း ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်း မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် overload-proof ဟု ပြောလေ့ရှိသည်။ ဖိအားကျဆင်းမှု များလျှင် equipment များ ကောင်းစွာ အလုပ်မလုပ်ခြင်းသာ ဖြစ်နိုင်သည်။ ဘေးအန္တရာယ် လုံးဝမဖြစ်နိုင်။

(ည) လျှင်မြန်စွာ အလုပ်ပြီးမြောက်နိုင်ခြင်း(Fast Work Medium)

Compressed air များ၏ လေစီးနှုန်း(flow speed) အလွန် လျှင်မြန်ခြင်းကြောင့် အချိန်တိုအတွင်း အလုပ်များစွာကို လျှင်မြန်စွာ ပြီးမြောက်စေ နိုင်သည်။ အလွန် တိုတောင်းသော အချိန်အနည်းငယ်အတွင်း စွမ်းအင်(energy)မှ အလုပ်(work)သို့ ပြောင်းပေးနိုင်စွမ်း ရှိသည်။ Compressed air သည် တစ်စက္ကန့်လျှင်မီတာ(၂၀)နှုန်းဖြင့် စီးသွားနိုင်သည်။ Hydraulic သည် တစ်စက္ကန့်လျှင်(၅)မီတာနှုန်းဖြင့်သာ စီးသွားနိုင်သည်။ Pneumatic ဆလင်ဒါ(cylinder)များ၏ linear piston speed သည် 15m/s အထိ ဖြစ်နိုင်သည်။ Signal processing လုပ်ငန်းများတွင် control လုပ်နိုင်သည့် အမြင့်ဆုံးမြန်နှုန်း(speed) သည် 30m/s မှ 70m/s အတွင်း ဖြစ်သည်။ ဖိအား(pressure) 1 bar သည်ပင် signal speed 200 m/s မှ 300 m/s အထိ ရနိုင်သည်။

(ဋ) လိုသလိုပြောင်းနိုင်ခြင်း(Fully Adjustable)

မြန်နှုန်း(speed) နှင့် သက်ရောက်သည့်အား(force)ကို လိုသလိုပြောင်းလဲနိုင်သည်။ Linear နှင့် rotary

movement ၊ အား(force) ၊ torque စသည်တို့ကို လိုသလို ချက်ချင်းပြောင်းယူနိုင်သည်။

၂.၆ အထွေထွေလုပ်ငန်းသုံးကိရိယာများ(Tools)အတွက် ခန့်မှန်းခြေ လိုအပ်သော လေပမာဏ

ကိရိယာအမျိုးအမည် [Tools or equipment]	အရွယ်အစား - အမျိုးအစား [Size or type]	လိုအပ်သောဖိအား [Air pressure (psi)]	လိုအပ်သောလေပမာဏ [Air consumed (scfm)]
Hoists	1 ton	70–100	1
Blow guns		70–90	3
Bus or truck lifts	14,000-lb cap	70–90	10
Car lifts	8,000-lb cap	70–90	6
Car rockers		70–90	6
Drills, rotary	$^1/_4$-in cap	70–90	20–90
Engine, cleaning		70–90	5
Grease guns		70–90	4
Grinders	8"-in wheel	70–90	50
Grinders	6"-in wheel	70–90	20
Paint sprayers	Production gun	40–70	20
Spring oilers		40–70	4
Paint sprayers	Small hand	70–90	2–7
Riveters	Small to large	70–90	10–35
Drills, piston	$^1/_2$-in cap, 3-in cap	70–90	50–110
Spark plug cleaners	Reach 36–45	70–90	5
Carving tools		70–90	10–15
Rotary sanders		70–90	50
Rotary sanders		70–90	30
Tire changers		70–90	1
Tire inflaters		70–90	$1^1/_2$
Tire spreaders		70–90	1
Valve grinders		70–90	2
Air hammers	Light to heavy	70–90	30–40
Sand hammers		70–90	25–40
Nut setters and runners	$^1/_4$-in cap to $^3/_4$-in cap	70–90	20–30
Impact wrenches/screwdrivers	Small to large	70–90	4–10
Air bushings	Small to large	80–90	4–10
Pneumatic doors		40–90	2
File and burr tools		70–90	20

Wood borers	1–2 in	70–90	40–80
Rim strippers		100–120	6
Body polishers		70–90	2
Vacuum cleaners		100–120	6
Carbon removers		70–100	3
Sand blasters	Wide variation	90	6–400

Equipment များနှင့် ကိရိယာများအတွက် လိုအပ်သော လေပမာဏကို သိရန်အတွက် အကောင်းဆုံး နည်းသည် ထိုကိရိယာများကို ထုတ်လုပ်သူများထံမှ ရယူခြင်းဖြစ်သည်။

၂.၇ နော်ဇယ်များ(Nozzles) မှ Compressed Air သုံးစွဲသည့်နှုန်း

နော်ဇယ်များ(nozzles)မှ compressed air သုံးစွဲသည့်နှုန်းသည် အောက်ပါ အချက်များပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(၁) နော်ဇယ်များ(nozzles)၏ အပေါက်ကျယ်လေ compressed air သုံးစွဲမှုနှုန်းများလေဖြစ်သည်။

(၂) Operating pressure များလေလေ compressed air သုံးစွဲမှုနှုန်းများလေလေဖြစ်သည်။

(၃) အဝိုင်းပုံသဏ္ဍာန် နော်ဇယ်များ(nozzles)အဝ သည် ဘဲဥပုံထက် compressed air သုံးစွဲမှုနှုန်း နည်းသည်။

(၄) နော်ဇယ်များ(nozzles)အဝ မျက်နှာပြင်သည် ချောမွေ့နေလျှင်၊ ခြစ်ရာမရှိလျှင် compressed air သုံးစွဲမှုနှုန်း နည်းသည်။

အောက်တွင် ဖိအား(operating pressure)နှင့် နော်ဇယ်အဝအကျယ်(nozzle diameter)ကို လိုက်၍ ဆလင်ဒါအဝ(cylindrical nozzle)၌ ဖြစ်ပေါ်သော လေသုံးစွဲမှုနှုန်း(air consumption)ကို liter per min ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ ဥပမာ နော်ဇယ်အဝအကျယ်(nozzle diameter) 3mm ဖြစ်ပြီး ဖိအား(operating pressure) 7 bar(g)ဖြစ်လျှင် တစ်မိနစ်လျှင် 710 လီတာသုံးစွဲလိမ့်မည်။ 710 l/min ဖြစ်သည်။

Nozzle Ø [mm]	Operating pressure [bar_{op}] 2	3	4	5	6	7	8
0,5	8	10	12	15	18	22	28
1,0	25	35	45	55	65	75	85
1,5	60	75	95	110	130	150	170
2,0	105	145	180	220	250	290	330
2,5	175	225	280	325	380	430	480
3,0	230	370	400	465	540	710	790

ပုံ ၂-၇ Compressed air operating pressure နှင့် နော်ဇယ်(nozzle)များမှ လေထွက်နှုန်း

-End-