Chapter-4 Control Valves and Dampers

၄.၁ Introduction

ဤအခန်းကို လေ့လာဖတ်ရှုပြီးနောက် control system တစ်ခု၏ output အပိုင်း အလုပ်လုပ်ပုံ သဘောတရားကို သေချာစွာ နားလည်သဘောပေါက်လိမ့်မည်။ ဤအခန်းတွင် valve နှင့် damper အမျိုးအစား၊ အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်းနှင့် မတူညီသည့် အခြေအနေများတွင် စီးဆင်းမှု(flow)များ ပြောင်းလဲပုံကို တွက်ချက်မှုများဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။

Valve အမျိုးအစား ရွေးချယ်ခြင်းနှင့် အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်း တို့သည် လွယ်ကူရိုးရှင်းသည့် အလုပ် မဟုတ်ပါ။ Valve များနှင့် damper များ အရွယ်အစား ရွေးချယ်ရန် အတွက် လက်တွေ့ လုပ်ငန်းခွင်များတွင် ဒီဇိုင်နာများသည် ကျွမ်းကျင်သူ(control specialist)များနှင့် တိုင်ပင် ဆွေးနွေးကာ အကြံဉာဏ်များ ရယူကြသည်။ Valve အမျိုးအစား ရွေးချယ်သည့် အလုပ်ကို control specialist က လုပ်ကိုင် လိမ့်မည် ဖြစ်သော်လည်း ဒီဇိုင်းအရရွေးချယ်စရာနည်းလမ်း(option)များကို နားလည် သဘောပေါက်ပြီး သိသင့် သိထိုက်သော ဝေါဟာရ အခေါ်အဝေါ်များ၊(basic terminology)များကို သိထား သင့်သည်။

၄.၁.၁ Study Objective

HVAC system များတွင် control valve များသည် ရေစီးဆင်းမှု(hot water/cold water flow)ကို control လုပ်ရန် ဖြစ်ပြီး control damper များသည် လေစီးဆင်းမှု(air flow)ကို control လုပ်ရန် အခြေခံကျသော ကိရိယာများ ဖြစ်ကြသည်။ ဤအခန်းတွင် ထို device များ မည်ကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်သည်၊ ထို device များကို မည်ကဲ့သို့ ရွေးချယ်ရမည်ကို ဖော်ပြထားသည်။

ဤအခန်းကို လေ့လာပြီးနောက် ရရှိနိုင်သည့် valve အမျိုးအစားများနှင့် အသုံးပြုပုံ(application)များကို မှတည်၍ သင့်လျော်သည့် စီးဆင်းမှု(flow)ကို ရရန် မည်သည့် valve များကို အသုံးပြုရမည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင် လိမ့်မည်။

Mixing valve နှင့် diverting valve များ အလုပ်လုပ်ပုံ(operation)၊ hydromic system များအတွက် control valve များကို စနစ်တကျ ရွေးချယ်ပုံ၊ parallel blade damper နှင့် opposed blade damper တို့ ကွဲပြားခြားနားပုံကို နားလည်သဘောပေါက်ရန်၊ damper design များကြောင့် ယိုစိမ့်မှု(leakage) ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပုံကို

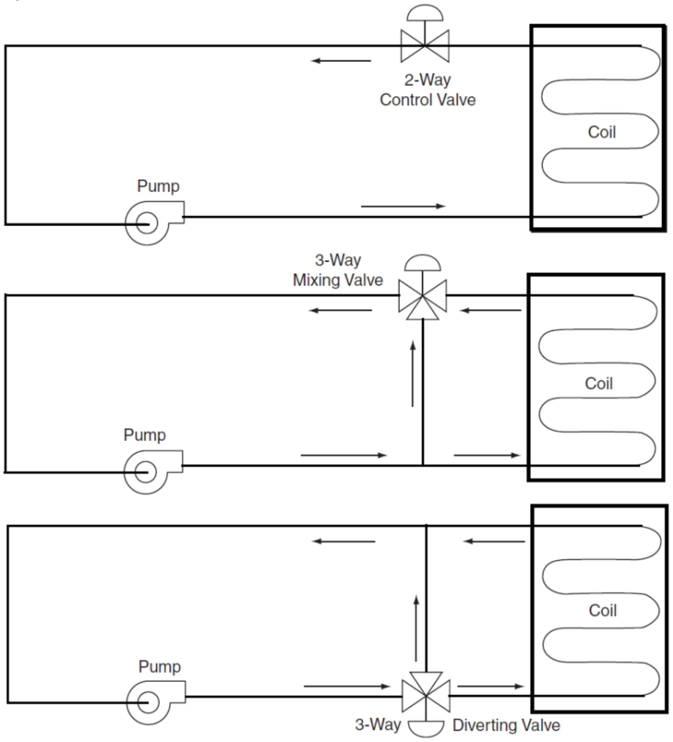
နားလည် သဘောပေါက်ရန်နှင့် ယိုစိမ့်မှု(leakage)ကို နည်းနိုင်သမျှ နည်းအောင်ပြုလုပ်ရန် အရေးကြီးပုံ တို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ Mixing damper အရွယ်အစားရွေးချယ်ပုံ((sizing)တို့ကို ဖော်ပြထားသည်။

၄.၂ Two-Way Control Valve များ

Fluid distribution system များတွင် control valve သည် အရေးအကြီးဆုံးသော အစိတ်အပိုင်း (compoment)ဖြစ်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် process အတွက် လိုအပ်သော စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) ရရှိအောင် ထိန်းပေး(regulate)သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ Regulate လုပ်ခြင်းဆိုသည်မှာ လိုအပ်သည့် စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) အတိုင်းရအောင် valve ၏ ပွင့်ရမည့် အကျယ်ပမာဏကို actuator မှတစ်ဆင့် control လုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။

HVAC system များတွင် control valve များသည် chilled water flow ၊ hot water flow နှင့် condensor water flow တို့ကို လိုသလို ရအောင် ပြုလုပ်ပေးပုံကို ဤအခန်းတွင် ဖော်ပြထားသည်။ သို့သော် steam ၊ refrigerant ၊ gases နှင့် oil တို့၏ control လုပ်ပုံလုပ်နည်း တူညီကြသော်လည်း ဤအခန်းတွင် မဖော်ပြထားပေ။

၄.၂.၁ Style and Principles of Operation



Control valve များကို
(က) Two way
(ခ) Three way-mixing နှင့်
(ဂ) Three way-diverting ဟူ၍
သုံးမျိုးကွဲပြားသည်။

Three way mixing valve တွင် pipe နှစ်ချောင်းသည် အဝင်ဖြစ်ပြီး ကျန်ပိုက် တစ်ချောင်းမှအထွက်ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည်။

Three way diverting valve တွင် ပိုက် တစ် ချောင်းမှ အဝင် ဖြစ်ပြီး ကျန်ပိုက် နှစ်ချောင်းမှာ အထွက်ဘက်တွင်တပ်ဆင်ထားသည်။

ပုံ ၄-၁ Simple two-way and three-way valve circuits

Mixing valve သည် steam နှစ်ခုကို ပေါင်း၍ valve တစ်ဖက်မှ ထွက်သွားစေသည်။ Diverting valve သည် ဝင်လာသည့် steam ကို steam နှစ်ခုအဖြစ် ခွဲထွက်စေသည်။ ပုံ(၄-၁)တွင် valve သုံးမျိုးစလုံး၏ အလုပ်လုပ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

Valve များသည် heating coil နှင့် cooling coil တို့၏ capacityကို လိုသလို(များအောင်၊ နည်းအောင်) ဖြစ်အောင် fluid စီးနှုန်း(flow rate)ကို modulate လုပ်ပေးသည်။ Two way configuration ၌ စီးဆင်းမှု (flow)သည် ပြောင်းလဲနေသည်။ Three way valve များသည် ပုံသေစီးနှုန်း(constant flow)ဖြင့် မောင်းသည့် ဘွိုင်လာ(boiler [heating system]) နှင့် chiller(cooling system)များအတွက် သင့်လျော်သည်။

Control valve များသည်

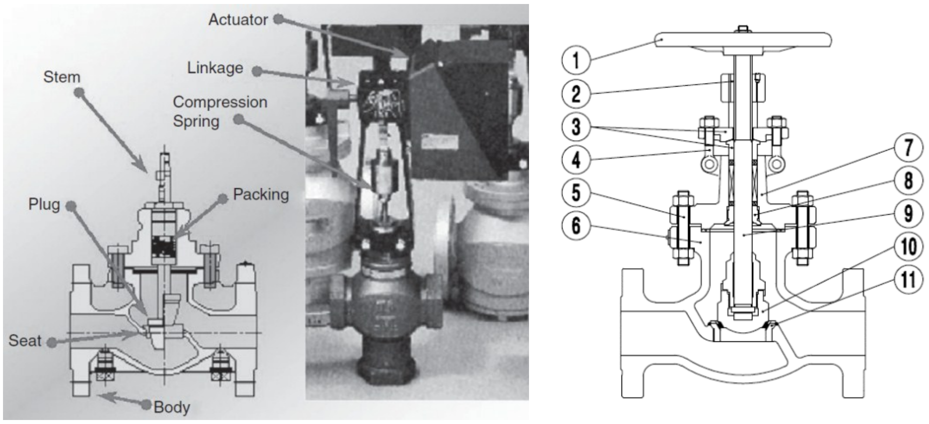
(က) Globe vavle

(ခ) Butterfly valve နှင့်

(ဂ) Ball valve စသဖြင့် ပုံစံ(style) သုံးမျိုး ရှိသည်။

Globe valve များသည် နှစ်ပေါင်းများစွာက စတင်၍ ယခုအချိန်အထိ အလွန် အသုံးများသည်။ Ball valve များသည် ယခုအခါ တစ်စတစ်စ လူသုံးများလာကာ မပါမဖြစ် အသုံးပြု လာကြသည်။ Valve diameter နှစ်လက်မ(50mm) ထက်ငယ်သည့် valve များအတွက် sweat (soldered) သို့မဟုတ် screw connection ဖြစ်သည်။ နှစ်လက်မထက် ကြီးသည့် valve များအတွက် flanged connection များ ဖြစ်ကြသည်။

ပုံ(၄-၂)တွင် globe အမျိုးအစား two-way single seated control valve ကို ဖော်ပြထားသည်။ Valve body ၊ single seat နှင့် plug တို့ ပါဝင်သည်။ Plug သည် steam နှင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ Steam သည် actuator နှင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ Actuator သည် မော်တာအငယ်စားလေးတစ်မျိုးပင် ဖြစ်သည်။ Actuator အတွင်းရှိ မော်တာငယ်လေး လည်မှုကြောင့် steam သည် အပေါ်သို့တက်ခြင်း၊ အောက်သို့ဆင်းခြင်း ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ Steam အပေါ်တက် သည့်အခါ plug ကို ဆွဲတင်သောကြောင့် valve ကို ပွင့်စေသည်။ Steam အောက်ဆင်းသည့်အခါ plug ကို အောက်သို့ တွန်းချသောကြောင့် ပိတ်စေသည်။

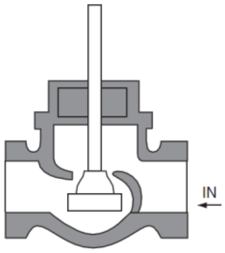
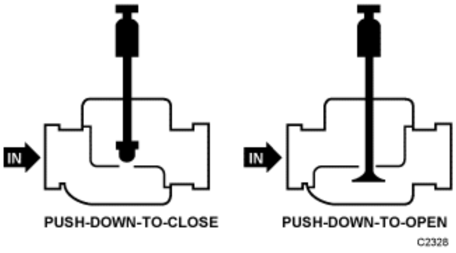
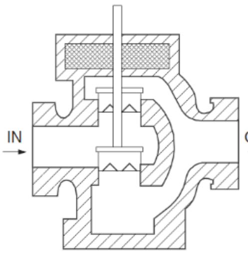


IT.	DESCRIPTION
1	HANDWHEEL
2	YOKE SLEEVE
3	GLAND FLANGE
4	GLAND EYE BOLT
5	BONNET BOLT
6	BODY
7	BONNET
8	BACK SEAT
9	STEM
10	DISC
11	SEAT RING

ပုံ ၄-၂ Two-way globe single-seated valve (fluid flow is left to right)

လုံးဝ ပိတ်လိုသည့်အခါ(full shut-off) plug ကို seat ပေါ်တွင် ဖိချထားသည်။ Valve body နှင့် piping system ရှိ ပိုက်ကို screwed၊ flanged၊ welded၊ soldered စသည့် နည်းတစ်နည်းဖြင့် ဆက်ထားနိုင်သည်။ သတိပြုရန်အချက်မှာ union ကဲ့သို့သော pipe fitting တစ်မျိုးမျိုးကို valve ဖြုတ်ရန်၊ ပြန်တပ်ရန် လွယ်ကူစေရန် အတွက် ထည့်ထားသင့်သည်။ Valve များသည် jammed ဖြစ်တတ်သောကြောင့် အလွယ်တကူ ဖြုတ်ရန်၊ ပြင်ရန် နှင့် ပြန်လည်တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။ Control valve များ၏ body ပေါ်တွင် ရေသွားလမ်းကြောင်းဦးတည်ရာ(water flow direction)ကို ဖော်ပြထားသည်။ တပ်ဆင်သည့်အခါ ရေသွားလမ်းကြောင်းဦးတည်ရာ (water flow direction)မှန်ကန်ရန် အရေးကြီးသည်။ Control valve များ၏ body ပေါ်တွင် မြှားဖြင့် flow direction ကို ဖော်ပြထားလေ့ရှိသည်။ Control valve များကို isolation လုပ်ရန် အတွက် service manual ကို ဖတ်ရှုသင့်သည်။

ပုံ(၄-၂)တွင် globe valve တစ်ခု၏ normally open valve assembly ကို ဖော်ပြထားသည်။ Actuator သည် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပျက်တောက်(power loss)သည့်အခါ valve steam ကို မြင့်တက်စေသည်။ ထိုအခါ valve သည် ပွင့်သွားသည်။ Actuator မှ power ကို ဖြတ်တောက်လိုက်လျှင် valve သည် ပွင့်သည့် ပုံစံအတိုင်း ဖြစ်နေလျှင် Normally Open(NO) ဟုခေါ်သည်။

		
ပုံ၄-၃(က)Normally Closed globe two-way valve	ပုံ ၄-၃(ခ) Push down to close နှင့် Push down to Open	ပုံ ၄-၄ Double-seated two-way globe valve

ပုံ(၄-၃)သည် Normally Closed(NO) valve တစ်ခု၏ ပုံဖြစ်သည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပျက်တောက် (power loss)သည့်အခါ stem သည် အပေါ်သို့ ရောက်သွားသောကြောင့် valve သည် ပိတ်နေလိမ့်မည်။ အခြေအနေ နှစ်မျိုးလုံးတွင် valve ပိတ်ရန် အတွက် steam သည် flow direction ၏ ဆန့်ကျင်ရာဘက်ကို တွန်း၍ ပိတ်ရမည်။ Normally Open(NO) valve များကို ရရှိနိုင်လျှင်အသုံးပြုသင့်သည်။ Power loss သို့မဟုတ် Power fail ဖြစ်သွားလျှင် open position ဖြစ်နေသောကြောင့် ရေသည် ဆက်လက်၍ စီးဆင်းမြဲအတိုင်း စီးဆင်းနေလိမ့်မည်။ ပိတ်လိုလျှင် manual valve ကို အသုံးပြု၍ ပိတ်နိုင်သည်။

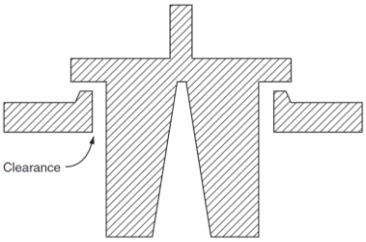
Actuator(modor) နှင့် valve stem တို့ ချိတ်ဆက်ထားသည့် linkage တွင် free movement အနည်းငယ် ရှိနိုင်သည်။ Slack ဟုခေါ်သည်။ Valve ကို flow direction အတိုင်း မှန်ကန်စွာ တပ်ဆင်ထားလျှင် fluid ၏ velocity pressure နှင့် valve ၏ အဝင်နှင့် အထွက်တွင်ရှိသည့် fluid ၏ differential pressure တို့သည် valve ကို ပွင့်ရန်အတွက် လိုအပ်သည့်တွန်းအားကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် မော်တာ(actuator) သည် valve ပိတ်နေစေရန် တင်းကြပ်စွာ (မည်သည့် free movement မျှ မရှိအောင်) ဖိထားရသည်။ အကယ်၍ valve ကို စီးဆင်းနေသည့်ဘက်(flow direction)အတိုင်း မတပ်ဆင်ဘဲ ပြောင်းပြန်(မှားယွင်းစွာ) တပ်ဆင်ထားလျှင် velocity pressure သည် valve ကို ပိတ်ရန်(close) တွန်းအားကို ဖြစ်စေသည်။ Valve ၏ plug ကို အပေါ်မှ အောက်သို့ velocity pressure ကတွန်းချပြီး ပုံ(၄-၂)တွင်ပြထားသည်။ ထိုအခါ valve သည် ပိတ်သည့်နေရာဘက်သို့ရောက်အောင် တွန်းခြင်းခံရသည်။ Valve ၏ stem နှင့် linkage တွင် ရှိနေသည့် free movement သို့မဟုတ် slack ကြောင့် velocity pressure အားကောင်းသည့်အခါ plug ကို ပိတ်သည့်အခြေအနေထိ ရောက်အောင် တွန်းနိုင်သည်။

ထိုကဲ့သို့ ဖြစ်ခဲ့ပြီးနောက် စီးဆင်းမှု(flow) မရှိတော့သည့်အခါ၊ velocity pressure လည်း ပျောက်ကွယ်သွားပြီး free movement သည် valve ကို ကွဲအက်(crack)စေသည်။ စီးဆင်းမှု (flow) ပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ဤနည်းဖြင့် အကြိမ်ပေါင်း မရေမတွက်နိုင်အောင် ဖြစ်နေလိမ့်မည်။ စီးဆင်းမှု(flow) စတင်ဖြစ်ပေါ်တိုင်း၊ ရပ်သွားတိုင်း fluid ၏ internal force သည် ပိုက်ပေါ်တွင် water hammer ဟုခေါ်သည့် shock ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုအပြင် ဆူညံသံကိုလည်း ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ Piping system ကိုလည်း ပျက်စီးစေနိုင်သည်။

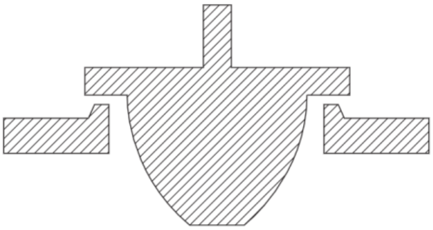
ထို့ကြောင့် control valve ကို flow direction ၏ ပြောင်းပြန် မတပ်ဆင်မိရန် အလွန် အရေးကြီးသည်။

ပုံ(၄-၄)တွင် balanced valve ဟုခေါ်သည့် double-seated valve တွင် seat နှစ်ခု ပါရှိသည်။ Fluid differential pressure ညီမျှနေပြီး actuator ပိတ်ရန်အတွက် fluid differential pressure ကို ဆန့်ကျင်ပြီး တွန်းရန် မလိုပေ။ (ထိုကဲ့သို့ differential pressure ကို ဆန့်ကျင်၍ တွန်းခြင်းမျိုးကို single seated valve များတွင် တွေ့မြင်နိုင်သည်။) ထိုသို့ ဆန့်ကျင်၍ မတွန်းရသောကြောင့် actuator သည် အလွန် အားကောင်းရန် မလိုအပ်ပေ။

သေးငယ်သည့် actuator များကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ သို့သော် အလွန် တင်းကြပ်သည့် အားဖြင့် ပိတ်ထားခြင်းမျိုး မရနိုင်ပေ။ Tight shut-off မဖြစ်နိုင်ပေ။ Leak ဖြစ်ကာ စွမ်းအင် ဆုံးရှုံးမှု ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသည်။ Tight shut-off မဖြစ်၍ leak ဖြစ်ခြင်းကို လက်မခံနိုင်သည့် HVAC system များတွင် ဤကဲ့သို့သော valve မျိုးကို အသုံးပြုသင့်ပါ။



ပုံ ၄-၅ Linear(V-Port) Valve Plug



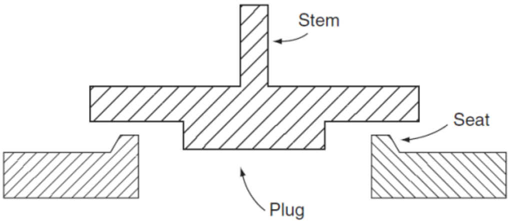
ပုံ ၄-၆ Equal Percentage Valve Plug

Modulating globe အမျိုးအစား control valve များတွင်

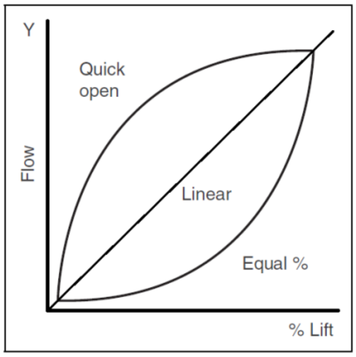
(က) Linear(V-Port) Valve Plug နှင့်

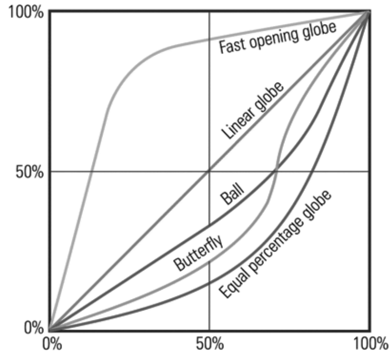
(ခ) Equal Percentage Valve Plug ဟူ၍ နှစ်မျိုးကွဲပြားသည်။

Valve ထုတ်လုပ်သူများသည် ထို နှစ်မျိုးမှ modified လုပ်ထားသော ဒီဇိုင်းများကိုလည်း ထုတ်လုပ်ကြသည်။ Modified linear နှင့် modified equal percentage တို့ ဖြစ်သည်။ ထို modified နှစ်မျိုးတို့၏ characteristic တို့မှာ တူညီကြသည်။ ပုံ(၄-၇)တွင် flat plate plug ကို ဖော်ပြထားသည်။ Flat plate plug ကို two-position control များ၌ valve မြန်မြန် ပွင့်စေရန်(Quick-opening duty)အတွက် အသုံးပြုသည်။



ပုံ ၄-၇ Quick-opening(Flat Plate) Valve Plug

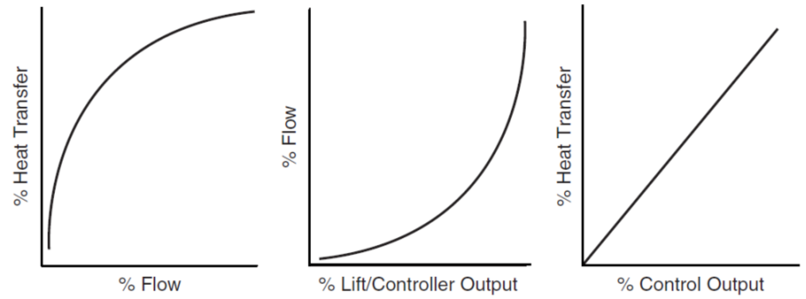




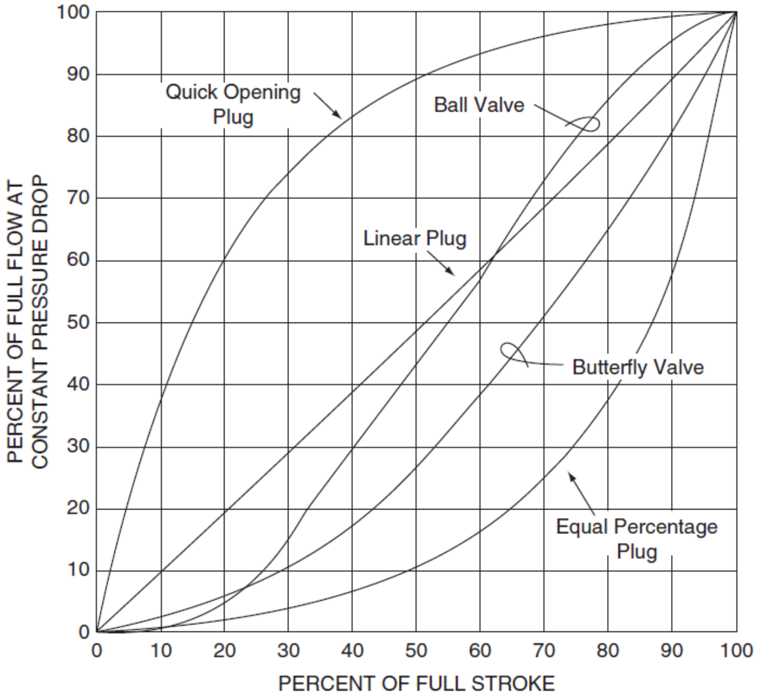
ပုံ ၄-၈ Control Valve Characteristics

ပုံ(၄-၈)တွင် ဟသွားသည့် အမြင့်(plug lift) နှင့် စီးဆင်းသွားသည့် ရာခိုင်နှုန်း(%) တို့ ဆက်သွယ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Valve ၏ အဝင်နှင့် အထွက်၏ pressure ခြားနားချက်မှ မပြောင်းလဲဟု ယူဆချက်(assume) ထားသည်။ Valve သည် ပိတ်နေသည့် အချိန်တွင် plug lift သည် 100% ဖြစ်သည်။ ပုံ(၄-၁၀)အရ flat plate plug သည် ၂၀% ပွင့်နေသည့်အချိန်(20% open) ၌ full flow ၏ 60% စီးဆင်းသည်။ ထို့ကြောင့် flat plate plug များကို modulating လုပ်ရန် မသင့်လျော်ပေ။ Two position control များအတွက်သာသုံးသင့်သည်။

Control valve များ၏ characteristic ကို နားလည်သဘောပေါက်ရန် valve များ မည်ကဲ့သို့ ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည်၊ valve များ မည်ကဲ့သို့ operate လုပ်သည်၊ မည်ကဲ့သို့သော function များရှိသည် တို့ကိုပါ လေ့လာရမည်။ သုံးမည့်နေရာနှင့် သင့်လျော်သည့် characteristic ရှိသည့် valve များကို မှန်ကန်စွာ ရွေးချယ်တတ်ရန် အရေးကြီးသည်။ ပုံ(၄-၉)တွင် ရှင်းလင်းလွယ်ကူသည့် ဥပမာဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၄-၉ Combination of Coil and Control Valve Characteristics



ပုံ ၄-၁၀ Typical valve characteristics at constant pressure drop

ပုံ(၄-၁၀)တွင် linear plug တွင် % of plug lift နှင့် % of flow တို့သည် မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း(linearly) ဆက်သွယ်ချက်ရှိသောကြောင့် linear characteristic ရှိသည်။ Equal percentage plug တွင် plug lift ပွင့်နှုန်း နှင့် စီးနှုန်း(flow rate)သည် ထပ်ကိန်း(exponential)ဖြင့် ဆက်စပ်နေသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့်ဆိုသော် valve သည် ပိတ်ခါနီးဆဲ အချိန်၌ စီးဆင်းသည့်ပမာဏ ပြောင်းလဲမှု အနည်းငယ် ဖြစ်ရန် valve ၏ plug ကို ပမာဏ များစွာ ရွှေ့ပေးရသည်။ Valve မပိတ်ခင် အချိန်တွင် flow သည် လျင်မြန်စွာ ကျဆင်းသည်။ Minimum flow သည် valve မပိတ်ခင် အခိုက်အတန့်၌ plug နှင့် seat မထိခင် အချိန်၌ ဖြစ်ပေါ်သည်။ Valve အဝင်နှင့် အထွက်ရှိ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)တူညီသည့် အခိုက်၌ ရှိသည့် minimum rate နှင့် maximum rate အချိုးကို rangeability သို့မဟုတ် turn-down ratio ဟု ခေါ်သည်။

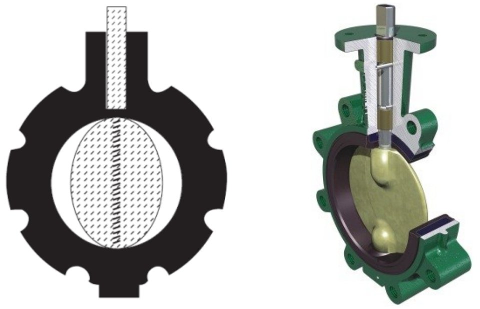
Rangeability

$$Rangeability = \frac{Maximum\ Flow}{Minimum\ Controllable\ Flow}$$

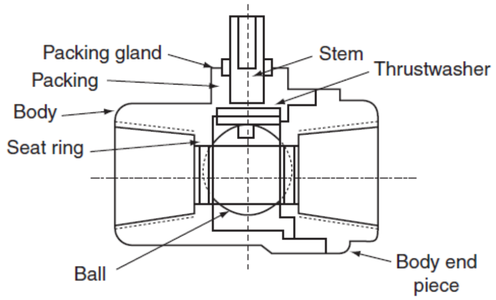
HVAC system များတွင် အသုံးပြုသည့် control valve များ၏ rangeability ၏ အချိုးသည် (၁) မှ (၂၀) အတွင်းဖြစ်သည်။ ရေဖိအားကြောင့် တွန်းလိုက်၍ plug ဟသွားသည့်အခါတွင် 5% flow ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ထို 5% flow ဖြစ်ပေါ်သော်လည်း HVAC Control များကောင်းစွာ အလုပ်လုပ်သည်။ ပိုများသည့် အချိုး(ratio) ရှိသည့် valve များကို ရရှိနိုင်သော်လည်း အလွန်ဈေးကြီးသည်။

ပုံ(၄-၁၁)တွင် butterfly valve ကို ဖော်ပြထားသည်။ Valve body အတွင်းတွင် အဝိုင်းသဏ္ဍာန် အပြား(round disk)ကို လှည့်ပေးခြင်းဖြင့် စီးဆင်းမှု(flow)ကို modulate လုပ်နိုင်သည်။ သို့သော် တိကျသော စီးဆင်းမှု(flow)ရရန် လိုအပ်သည့် အခါမျိုးတွင် သို့မဟုတ် modulating duty များတွင် အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ Butterfly valve များကို shut off လုပ်ရန် ၊ ရေညီမျှအောင်ထိန်းရန် (balancing လုပ်ရန်) ၊ two position နှင့် three way control များအတွက် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Butterfly valve များ၏ characteristic သည် equal percentage နှင့် linear plug characteristic အကြားတွင်ရှိသည့် characteristic မျိုးဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၁၁)တွင် ပြထားသည့် ball valve သည် linear characteristic ကဲ့သို့ပြမှုသည်။ မတူညီသော application များအတွက် မတူညီသော စီးဆင်းမှုပုံစံ(flow characteristic) ရှိသည့် valve များ လိုအပ်သည်။ ပုံ(၄-၁၂) နှင့် (၄-၁၃)၌ ပြထားသည့် ball valve တွင် အပေါက်ဖေါက်ထားသော ball သည် valve body အတွင်းတွင် လှည့်၍ရအောင် ပြုလုပ် ထားသည်။ Ball valve များကို ပိုက်အရွယ်အစား နှစ်လက်မထက် ငယ်သည့် pipe system များတွင် ပိတ်ရန်၊ ဖွင့်ရန်(shut-off) အတွက်နှင့် balancing valve အဖြစ် အသုံးပြုသည်။ ယခုအခါတွင် automatic control များတွင် စတင်အသုံးပြုလာကြသည်။ Reheat coil ကဲ့သို့သော သေးငယ်သည့် coil များတွင် အသုံးပြုသည်။



ပုံ ၄-၁၁ Butterfly Valve



ပုံ ၄-၁၂ Ball Valve Layout

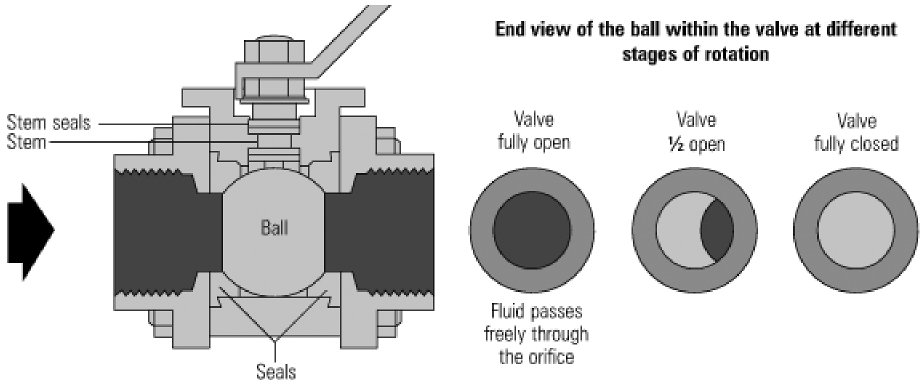
Ball valve များတွင် plug မပါဝင်သောကြောင့် စီးဆင်းမှု(flow)များသည့် နေရာများတွင် အသုံး မပြုသင့်ပါ။ Ball valve သည် ပွင့်နေသည့်အခါ ခုခံအား(resistance) မရှိသလောက် နည်းပါးသည်။ ထို့ကြောင့် ပိုက်အရွယ်အစားထက် ငယ်သည့် valve များကို အသုံးပြုမိသည့်အခါ control ပြုလုပ်ရာတွင် stable မဖြစ်နိုင်ပေ။ ပုံ(၄-၁၃)တွင် ပြထားသည့် Ball valve သည် characterized plug ရှိသည့် valve ကဲ့သို့ ပြမှုသည့် characteristic ရှိသောကြောင့် အချို့သော HVAC control application များတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Standard ball valve နှင့် characterized plug ball valve တို့၌ရှိသည့် flow characteristic တို့ကို ယှဉ်တွဲ၍ ဖော်ပြထားသည်။

Actuator ဖြင့် တွဲ၍ တပ်ဆင်ပြီး အသုံးပြုနိုင်သည့် valve အမျိုးအစား သုံးခုမှာ

(က) Globe valve

(ခ) Butterfly valve နှင့်

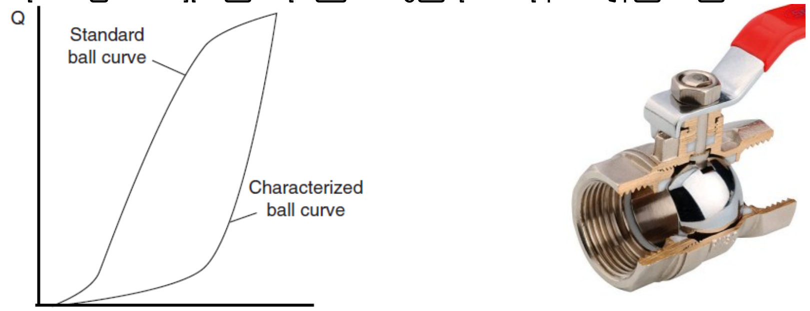
(ဂ) Ball valve တို့ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၁၃ Characterized ball valve

Globe valve actuator သည် ပုံ(၄-၁၅)တွင် ပြထားသည့် အတိုင်း steam ကို အထက်အောက် ရွေ့လျား စေသည်။ Ball valve နှင့် Butterfly valve များ၏ actuator များသည် valve steam ကို လှည့်ပေးပြီး (rotate) ပွင့်စေ၊ ပိတ်စေသည်။ ပုံ(၄-၁၆)တွင် ပြထားသည်။ Two way valve များ၌ Three way valve များထက် ပိုကောင်းသည့် အချက်များစွာရှိသည်။ Two way valve များသည် three way valve များထက် ဈေးပေါသည်။ သို့သော် two way valve ၌ ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားကျဆင်းမှု ပိုများသည်။ Two way valve များသည် variable flow ကို ဖြစ်ပေါ်စေသောကြောင့် pumping energy ကို လျော့ချနိုင်သည်။ Pump ကို variable speed drive(VSD) ဖြင့် မောင်းမှသာ pumping energy ကို သိသိသာသာ လျော့ချနိုင်သည်။

Operation မလုပ်နေသည့် coil များအတွင်းသို့ ရေများလုံးဝ မဝင်ရောက်အောင် two way valve ကို အသုံးပြု၍ ပိတ်ပစ်လိုက်နိုင်သောကြောင့် ပိုက်များတွင် အပူဆုံးရှုံးမှု(heat loss)မဖြစ်အောင် ကာကွယ် နိုင်သည်။ Pumping energy ကိုလည်း ချွေတာနိုင်သည်။ Centralized HVAC system များတွင် cooling coil နှင့် heating coil တို့၏ control valve position သည် load ပေါ်တွင်မူတည်၍ ကွဲပြားသည်။ Pump အရွယ်အစား ရွေးချယ်(sizing)သည့်အခါနှင့် distribution system များ အရွယ်အစားရွေးချယ်(sizing)သည့်အခါတွင် load diversity factor ကို အခြေခံ လေ့ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် ပစ္စည်းဖိုး အကုန်အကျနည်းသည်။



ပုံ ၄-၁၄ Ball Valve

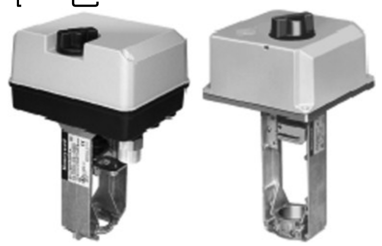
Two way valve သည် load လိုအပ်ချက်အရ သင့်လျော်သည့် chilled water သို့မဟုတ် hot wate ပမာဏကိုသာ coil အတွင်းသို့ စီးဝင်ခွင့်ပေးသည်။ ထို့ကြောင့် two way valve များသည် Normal operation အချိန်တွင် အလိုအလျောက် self balancing ဖြစ်နေသည်။ Three way valve များသည် coil အတွင်းသို့သော် လည်းကောင်း by pass ဖြစ်၍ သော်လည်းကောင်း စီးဆင်းသွားသော်လည်း pump flow rate မပြောင်းလဲပေ။

Two way valve များ၌ အားနည်းချက်များရှိသည်။ Chiller များနှင့် boiler များသည် သတ်မှတ် ထားသည့် စီးဆင်းမှု(flow)ထက် ပိုများပါက သို့မဟုတ် ပိုနည်းပါက ပုံမှန်ကောင်းစွာ အလုပ် မလုပ်နိုင်ကြပေ။ Two way valve များနေရာတွင် three way valve များနှင့် အစားထိုးအသုံးပြုခြင်းဖြင့် ထိုပြဿနာကို

ဖြေရှင်းနိုင်သည်။ Three way valve များကို သုံးခြင်းဖြင့် coil ထဲသို့ ရေဝင်သည်ဖြစ်စေ မဝင်သည်ဖြစ်စေ chiller နှင့် boiler များတွင် စီးဆင်းနှုန်း(flow rate)သည် မပြောင်းလဲပေ။ Two way valve များကိုလည်း အသုံးပြုနိုင်သည်။ သို့သော် boiler နှင့် chiller များတွင် စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) ပုံမှန်ရှိစေရန် by pass ပိုက် သို့မဟုတ် decoupler ပိုက်များကို တပ်ဆင်ထားရသည်။ Primary pumping နှင့် secondary pumping ဟူ၍လည်း နှစ်မျိုးခွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။

Hydronic system piping များအကြောင်းကို အခြားစာအုပ်များတွင် ဖတ်ရှုနိုင်သည်။ Two way valve များ တပ်ဆင်အသုံးပြုခြင်းကြောင့် control valve ၏ အဝင်နှင့် အထွက်ဘက်ရှိ differential pressure ကို ပိုများစေသည်။ အထူးသဖြင့် pump များကို constant speed ဖြင့် မောင်းလျှင် ပိုအဖြစ်များသည်။ ထိုသို့ differential pressure များလာခြင်းကြောင့် system ၏ controllability ညံ့ဖျင်းသွားရသည်။ ရေဖိအား(water pressure) များလာခြင်းကြောင့် valve များသည် ရေအားဖြင့် တွန်းဖွင့်ခြင်း ခံကြရသည်။ ထိုရေအားကို ကျော်နိုင်ရန် အားကောင်းသည့် actuator တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။

Piping system တွင် by pass ပိုက်တပ်ဆင်ခြင်း သို့မဟုတ် pump များကို VSD တပ်ဆင်၍ မောင်းခြင်း တို့ဖြင့် two way valve များကို တွဲ၍ အသုံးပြုလျှင် စွမ်းအင်ချွေတာ(energy saving)နိုင်သည်။ အစပိုင်းတွင် တပ်ဆင်ခ ကုန်ကျစရိတ် ပိုများသော်လည်း မောင်းချိန်တိုင်း၌ energy saving ဖြစ်နေသောကြောင့် ပို၍ အကျိုးများနိုင်သည်။



ပုံ ၄-၁၅ Valve actuators–Move Stem Up and Down

ပုံ ၄-၁၆ Valve actuator – Rotary

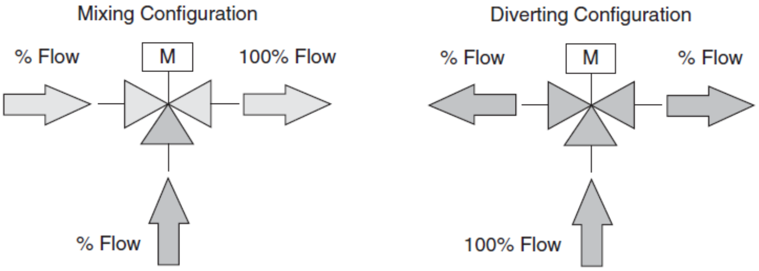
၄.၄ Three way control valve များ

ပုံ(၄-၁)တွင် ပြထားသည့် အတိုင်း three way valve များသည် coil အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်မည့် ရေပမာဏ(flow)ကို လိုသလို ပြောင်းလဲစေသော်လည်း၊ system flow အနေဖြင့် ကြည့်လျှင် ပြောင်းလဲမှုမရှိပေ။ ပုံ(၄-၁၇)တွင် Mixing three way valve နှင့် diverting three way valve တို့ကို နှိုင်းယှဉ် ဖော်ပြထားသည်။ Mixing valve ၌ ဝင်လာသည့် ရေနှစ်မျိုး(two incoming steam) တို့သည် valve အတွင်း၌ ပေါင်းစည်းပြီး outgoing steam အဖြစ် ထွက်သွားသည်။ Diverting valve သည် mixing valve ၏ ပြောင်းပြန် ဖြစ်သည်။ Diverting valve ၌ ရေစီးကြောင်းတစ်ခုသာ ဝင်လာပြီးနောက် နှစ်ခုအဖြစ် ခွဲ၍ ထွက်သွားသည်။ Mixing valve တွင် အထွက် port ကို common port (100% flow) ဟုခေါ်ပြီး diverting valve တွင် အဝင် port ကို common port(100% flow) ဟုခေါ်သည်။ ပုံ(၄-၁၈)တွင် mixing valve ၌ bottom port ကို Normally Open to common port သတ်မှတ်သည်။ Valve steam မြင့်တက်နေသည့် အချိန်၌ valve ၏ common port သည် ပွင့်နေသည်။

ထို port ကို Normally open(NO)ဟု သတ်မှတ်သည်။ သို့သော် တစ်ခါတစ်ရံ၌ Bottom Port(B) ဟုလည်း ခေါ်ဆိုသတ်မှတ်သည်။ အခြား port ကို Normally Closed(NC) ဟု သတ်မှတ် ခေါ်ဆိုသည်။ တစ်ခါတစ်ရံ၌ upper port (အင်္ဂလိပ်အက္ခရာ A သို့မဟုတ် V) ဖြစ် သတ်မှတ် ခေါ်ဆိုသည်။ Common out ကို COM သို့မဟုတ် OUT စသည်ဖြင့် နာမည်ပေးလေ့ရှိသည်။ Diverting valve ကိုလည်း ထိုကဲ့သို့မျိုးပင် နာမည်မှည့်လေ့ ရှိသည်။ ပုံ(၄-၁၉)တွင် diverting valve ၏ common port ကို ဖော်ပြထားသည်။

အချို့သော valve ထုတ်လုပ်သူများ(manufacturer)သည် အောက်ဖက်တွင် common port ထား၍ ပြုလုပ်ကြသည်။ ရေသည် အောက်ဖက် bottom port မှ ဝင်လာပြီး ညာဘက်ဘေးနှင့် ဘယ်ဘက်ဘေးတို့မှ ထွက်သွားသည်။ Three way valve များရှိ plug များကို လည်း water hammer ဖြစ်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် အတွက် two way valve များကဲ့သို့ ရေလမ်းကြောင်း(flow)ကို valve seat အောက်မှ ဖြတ်သွားအောင် ပြုလုပ်ထားကြသည်။ Mixing valve နှင့် diverting valve နှစ်မျိုးလုံးတွင် ပြုလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် valve body ပေါ်တွင် ဖော်ပြထားသည့် flow direction အတိုင်းဖြစ်အောင် ပိုက်များကို တပ်ဆင်ထားရမည်။

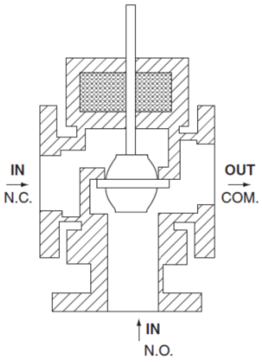
Mixing valve များကို diverting valve အသုံးပြုရမည့် နေရာတွင် အစားထိုး၍ အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပါ။ ထို့အတူ diverting valve များကို mixing valve အသုံးပြုရမည့်နေရာတွင် ပြောင်းသုံး၍ မရပေ။ Mixing valve များသည် diverting valve များထက် ပို၍ ဈေးသက်သာသောကြောင့် အလွန်အသုံးများသည်။



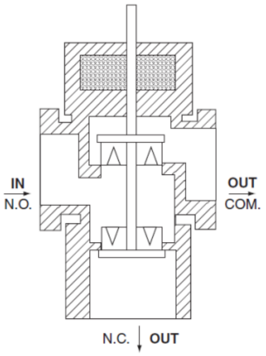
ပုံ ၄-၁၇ Mixing Valve Configurations Diverting Valve Configurations

အကယ်၍ three way valve ကို အသုံးပြုရန် လိုအပ်လျှင် mixing valve များ တပ်ဆင် အသုံးပြုသင့်သည်။ သို့သော် တစ်ခါတစ်ရံ diverting valve ကို မဖြစ်မနေ သုံးရမည့် အခြေအနေမျိုး ကြုံတွေ့နိုင်သည်။ Mixing valve များကို သုံးရသည့် အကြောင်းမှာ two way valve များကို coil ၏ return side ၌သာ တပ်ဆင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ Return side ၌ တပ်ဆင်ထားသော two way ကို three way valve ဖြင့် ပြောင်းတပ်လိုလျှင် mixing valve ဖြင့်သာ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ Supply side ရှိ two way valve ကို diverting valve ဖြင့် ပြောင်းလဲ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ Two way valve ကို supply side တွင် တပ်ဆင်သည်ဖြစ်စေ၊ return side တွင် တပ်ဆင်သည်ဖြစ်စေ လုပ်ဆောင်မှု function အရ မည်သို့မျှ အပြောင်းလဲပေ။

Two way valve ကို coil ၏ return side တွင် တပ်ဆင်ထားပါက ပို၍ efficient ဖြစ်ပြီး လေခိုသည့်အခါ positive air venting ဖြင့် coil return header မှ ထုတ်ပစ်နိုင်သည်။



ပုံ ၄-၁၈ Three-way Mixing Valve



ပုံ ၄-၁၉ Three-way Diverting Valve

ပုံ(၄-၂၀)တွင် three way mixing valve တပ်ဆင်ထားပုံ "စံ" အဖြစ်ဖော်ပြထားသည်။ Valve ၏ port များကို မည်သို့ နာမည် ပေးထားသည်ကို သတိပြုပါ။ ထို့နောက် control schematic ပုံများကိုလည်း ထိုနည်းအတိုင်းလိုက်၍ နာမည် ပေးပါ။ Valve များကို လည်း flow direction အတိုင်း မှန်ကန်စွာ တပ်ဆင်ပါ။ သို့မှသာ

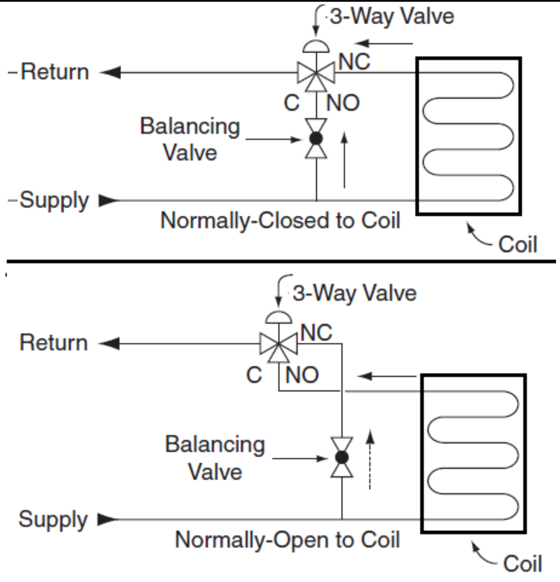
controller မှ ပေးသည့် output signal အတိုင်း valve များသည် control action ကို လုပ်ဆောင်ပေးမည်။

ပုံ(၄-၂၀)တွင် valve သည် coil ကို ဖြတ်သွားသည့် flow တိုင်းအတွက် Normally Closed(NC) ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ coil ကိုဖြတ်စီးသွားသည့် line ၌ Normally open(coil ကိုဖြတ်စီးသွားသည့် line ၌) အလိုရှိလျှင် three way valve မှ common port မဟုတ်သည့် ကျန်ပိုက် နှစ်ချောင်းကို ပြောင်း၍ တပ်ဆင်ပေးနိုင်သည်။ သို့သော် three way mixing valve ၌ Normally Open(NO) port သည် အောက်ဖက်သို့ ပွင့်နေသော port ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ပုံ(၄-၂၀) တွင် ပြထားသည့် schematic အတိုင်း ဖြစ်လိမ့်မည်။

ပုံ(၄-၂၀)တွင် coil by pass line ၌ balancing တပ်ဆင်ထားသည်ကို တွေ့နိုင်သည်။ Balancing valve သည် control system တွင် ပါဝင်သည့် port သို့မဟုတ် အစိတ်အပိုင်း မဟုတ်ပေ။ သို့သော် water distribution ညီမျှစေရန်အတွက် balancing valve များ တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။ တစ်ခါတစ်ရံ coil ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) အလွန်နည်းသည့်အခါ balancing valve များကို တပ်ဆင်ရန် မလိုသည့် အခြေအနေမျိုး ကြုံတွေ့နိုင်သည်။ Balancing valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် coil ၏ pressure drop နှင့် ကိုက်ညီ(match)ရန် လိုသည်။ Three way valve သည် by pass position ဖြစ်နေချိန်တွင် စီးဆင်းသည့် flow နှင့် coil အတွင်းသို့ 100% စီးဆင်းသည့် flow တို့သည် တူညီလုနီးပါး ဖြစ်လိမ့်မည်။

Balancing valve တပ်ဆင်ထားခြင်းမရှိပါက supply to return diffenential pressure သည် အလွန်နည်းကာ short-circuit ဖြစ်နိုင်သည်။ ထိုအခါ အခြားသော coil များတွင် ရေမလုံလောက်သည့် ပြဿနာ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ အထူးသဖြင့် higher differential pressure ရှိသည့် coil များတွင် ရေမလုံလောက်မှု ပို၍ ဖြစ်နိုင်သည်။ Two way valve များတွင် ရှိသည့် linear နှင့် equal percentage plug များကိုလည်း three way valve များတွင် ရရှိနိုင်သည်။ သို့သော် valve ထုတ်လုပ်သူများအားလုံးက နှစ်မျိုးလုံးကို valve အရွယ်အစား(size)မျိုးစုံ ထုတ်လုပ်ကြလိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ Port တစ်ခုတွင် linear fashion ဖြင့် operate လုပ်ပြီး အခြားသော port တစ်ခုတွင် equal percentage fashion ဖြင့် operate လုပ်သည့် three way valve မျိုးကို တွေ့ရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။

အများဆုံးတွေ့ရသည့် three way valve အမျိုးအစားမှာ equal percentage plug ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော diverting valve များဖြစ်သည်။



ပုံ ၃-၂၀ Typical three-way mixing valve arrangements

Plug style ရွေးချယ်ပုံကို နောက်ပိုင်းတွင် ဖော်ပြထားသည်။ Constant flow ကို အလိုရှိသည့် အခါတွင် three way valve ကို ရွေးချယ်ကြသည်။ သို့သော် လက်တွေ့ အခြေ အနေတွင် မည်သည့် plug style ကို ရွေးချယ်သည် ဖြစ်စေ constant flow ကို ရရှိရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ Balancing valve များကို အသုံးပြု၍ ရေသည် coil ထဲသို့ 100% သွားသည်ဖြစ်စေ၊ by pass line မှ သွားသည် ဖြစ်စေ တူညီသည့် water flow ဖြစ်စေရန် ပြုလုပ်ရသည်။

Valve သည် ထိုအခြေ အနေ နှစ်မျိုးမှလွဲ၍ ကျန်သည့် အချိန်များ၌ linear plug ပါရှိသည့် valve ကို သုံးလျှင် flow များလာ လိမ့်မည်။ Equal percentage plug ကို သုံးလျှင် flow နည်းသွား လိမ့်မည်။

Valve များကို ရွေးချယ်ခြင်း(selection) နှင့် sizing မပြုလုပ်ခင် modulating valve များ၏ behavioral characteristic များကို နားလည် သဘောပေါက်ထားရန် လိုအပ်သည်။ Modulating control valve များ၌ "**Rangeability factor**" ဟုခေါ်သည့် operating characteristic ရှိသည်။ Control valve များ၏ rangeability factor ဆိုသည်မှာ maximum flow ကို minimum controllable နှင့် စားထားခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို characteristic သည် constant differential pressure အခြေအနေမျိုးဖြင့် စမ်းသပ်ခန်းတွင် တိုင်းတာ ထားခြင်း ဖြစ်သည်။

Valve တစ်ခု၏ rangeability factor 10:1 ဆိုသည်မှာ valve တစ်ခုတည်းဖြင့် အနိမ့်ဆုံး flow (minimum flow) 10% ရအောင် လုပ်နိုင်စွမ်း ရှိသည်ဟုဆိုလိုသည်။

၄.၅ Valve အမျိုးအစား ရွေးချယ်ခြင်း နှင့် အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်း

Control valve ရွေးချယ်ရာတွင် အောက်ပါ အချက်များပေါ် မူတည်သည်။

(က) Control လုပ်ခြင်းခံရမည့် fluid

ဤအခန်းတွင် control လုပ်ခြင်းခံရမည့် fluid မှာ ရေ(water) ဖြစ်သည်။ Glycol solution နှင့် Brine solution ကဲ့သို့သော water solution များနှင့် special heat transfer fluid များကို control လုပ်လိုပါက density နှင့် visocity တို့ကို လိုက်၍ သင့်လျော်သည့် correction များ ပြုလုပ်ရန် လိုသည်။ Special fluid များ၏ information များကို ထုတ်လုပ်သူ (manufacturer) များထံမှ ရရှိနိုင်သည်။ Brine အတွက် information များကို handbook တွင် ရရှိနိုင်သည်။ Steam valve အမျိုးအစား ရွေးချယ်ခြင်းနှင့် အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်းတို့ကို ထုတ်လုပ်သူများ၏ catalog များတွင် ရရှိနိုင်သည်။

(ခ) Maximum fluid temperature

Fluid temperature သည် packing အမျိုးအစား နှင့် valve body ၊ body trim နှင့် shut-off disk များတွင် အသုံးပြုထားသည့် သတ္တုပစ္စည်း အမျိုးအစားများအပေါ် အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိသည်။ ထုတ်လုပ်သူများ အသုံးပြုထားသည့် standart material သည် အပူချိန် 250°F ကို ကောင်းစွာ ခံနိုင်ရည်ရှိသည်။ ထို 250°F အပူချိန်သည် HVAC heating system များတွင် ရှိသော အမြင့်ဆုံး အပူချိန်ထက် များစွာ ပိုများသည်။

(ဂ) Maximum inlet pressure

Valve body selection သည် maximum inlet pressure ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ အလွန်မြင့်သည့် မိုးပျံအဆောက်အဦး(high-rise building)များရှိ နိမ့်သော အထပ်များ(အထပ်၂၀အထိ)၌ ရှိသော valve inlet pressure သည် များလေ့ရှိသည်။ Static head ကြောင့် inlet pressure များခြင်း ဖြစ်သည်။ Valve body များကို ANSI Class 125 နှင့် ANSI 150 ဟူ၍ အဆင့် နှစ်မျိုးရှိသည်။ Class များသည် အမြင့်ဆုံး temperature ၌ရှိသော normial pressure ကို PSIG ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ လက်တွေ့အခြေအနေတွင် HVAC system များ၌ ရှိသော valve များ၏ ခံနိုင်ရည်သည် nominal pressure ထက် ပိုများသည်။

Actual operating condition များအတွက် valve body rating များကို valve ထုတ်လုပ်သူများ၏ catalog များကို ကိုးကားသင့်သည်။ Valve လုံးဝ ပိတ်ခါနီး အချိန်၌ ဖြစ်ပေါ်သော close-off pressure သည် အမြင့်ဆုံး differential pressure ဖြစ်သည်။ Valve ပိတ်ရန်အတွက် ထို pressure ကို ကျော်လွှားရန် လိုသည်။ ထို pressure ကို ကျော်လွှားရန် actuator သည် အားကောင်းရန် လိုသည်။ Valve style သည်လည်း ခံနိုင်ရည်ရှိ ရမည်။ Valve တစ်ခုတွင် ဖြစ်ပေါ်မည့် differential pressure ကို ခန့်မှန်းရန် ခက်ခဲသည်။ System တစ်ခုလုံး၏ ဒီဇိုင်းပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(ဃ) Maximum fluid flow :

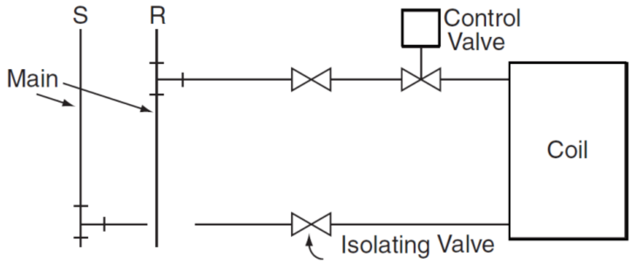
HVAC load calculation နှင့် coil ၊ heat exchanger တို့၏ characteristic တို့မှ design maximum စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) ရရှိသည်။

(c) Valve Style : Three way diverting ၊ Three way mixing နှင့် Two-way တို့ဖြစ်သည်။

(စ) Control Mode:

Modulating control mode သို့မဟုတ် two-position control mode တို့ဖြစ်သည်။ Control mode သည် valve အမျိုးအစားနှင့် valve plug အမျိုးအစားတို့ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Modulating application အကြောင်းကို အသေးစိတ် ရှင်းပြထားသည်။ Standard globe valve အမျိုးအစား (flat plug ပါရှိသည့်) ကို two position duty အတွက် အသုံးပြုနိုင်သည်။ သို့သော် Globe valve များသည် fully open အချိန်တွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) အလွန်များသောကြောင့် two position အတွက် အသင့်လျော်ဆုံးမဟုတ်ပေ။ Globe valve သည် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) များသော်လည်း modulating control အတွက် အကောင်းဆုံး ဖြစ်သည်။ ပိုက်အရွယ်အစား နှစ်လက်မ ထက် ငယ်လျှင် motorized ball valve သည် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) အလွန်နည်းပြီး၊ ဈေးလည်းသက်သာသည့် ရွေးချယ်စရာ option တစ်ခုဖြစ်သည်။ နှစ်လက်မထက် ပိုကြီးသည့် ပိုက်များ၌ two position control အဖြစ် အသုံးပြုလျှင် butterfly valve များကို သုံးရန် သင့်လျော်သည်။

အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် globe valve ထက် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ပိုနည်းပြီး၊ ဈေးလည်း ပိုသက်သာသည်။ Modulating flow characteristic ကို အလိုရှိလျှင် plug အမျိုးအစားကို ဂရုစိုက်၍ ရွေးချယ်သင့်သည်။ ထုတ်လုပ်သူများ အားလုံးသည် plug type မျိုးစုံကို ပြုလုပ်နိုင်စွမ်း မရှိပေ။ ထို့ကြောင့် designer များသည် ဝယ်ယူရရှိနိုင်သည့် plug type များကိုသာ ရွေးချယ်သင့်သည်။ Modulating application များတွင် အသုံးပြုသည့် valve များ full flow အချိန်၌ ဖြစ်ပေါ်သည့် design ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် valve ၏ အရွယ်အစား(size) ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Control လုပ်ချင်သည့် အတိုင်း valve သည် မည်မျှ ကောင်းစွာ အလုပ်လုပ်ပေးသည်ကိုလည်း ဖော်ပြသည်။



ပုံ ၄-၂၁ Coil subsystem

Modulating application အတွက် turn-down ratio သည် valve ရွေးချယ်ရာတွင် ထည့်စဉ်းစားရန် သိပ်မလိုအပ်ပေ။ ထုတ်လုပ်သူများအားလုံးက HVAC application များတွင် လက်ခံနိုင်သည့် turn-down ratio ရှိသည့် valve များကိုသာ ထုတ်လုပ်ကြသည်။ Special application များ ပြုလုပ်လိုလျှင် valve ထုတ်လုပ်သူများ နှင့် တိုင်ပင်(consult)သင့်သည်။

Valve selection ပြုလုပ်ရာတွင် အရေးအကြီးဆုံးသော parameter သုံးခုမှာ

(၁) Desired flow characteristic

(၂) Desired pressure drop

(၃) Close-off rating တို့ဖြစ်သည်။ ထို သုံးချက်ကို နောက်ပိုင်းတွင် အသေးစိတ် ရှင်းပြထားသည်။

၄.၅.၁ Valve အရွယ်အစားရွေးချယ်ခြင်း (Sizing)

Modulating applicating များတွင် အသုံးပြုမည့် valve size သည် system behavior အပေါ် အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိသည်။ Gain ပမာဏကိုလည်း ဆုံးဖြတ်ပေးသောကြောင့် control system ၏ function နှင့် လုပ်ဆောင်နိုင်စွမ်းကို ပြောင်းလဲစေသည်။

ထင်ရှားသော အချက်တစ်ခုမှာ လိုအပ်သည်ထက်ပိုကြီးသည့် valve သည် flow ကို ကောင်းစွာ control လုပ်နိုင်စွမ်းမရှိပေ။ ဥပမာအားဖြင့် ရေချိုးခွက်ထဲသို့ လေးထောင့် သံပုံးထဲမှ ရေကို လောင်းထည့်ရန် အလွန်ခက်သကဲ့သို့ ဖြစ်သည်။

လိုအပ်သည်ထက်သေးငယ်သည့် valve သည် system ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို အလွန်များစေသည်။ ထို့ကြောင့် ပိုကြီးမားသည့် pump ကို တပ်ဆင်ရမည်။ Operating cost လည်း အလွန်များ လိမ့်မည်။ Valve အရွယ်အစား ရွေးချယ်သည့်အခါ ထိုအချက် နှစ်ချက်ကို မျှတအောင် သ တိပြု ရွေးချယ် သင့်သည်။

Valve size ရွေးချယ်သည့်အခါ fully open အခြေအနေတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအား ကျဆင်းမှု (pressure drop)ကိုလည်း အခြေခံရမည်။ မည်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ပမာဏကို အသုံးပြု ရမည်ဆိုသည့် အဖြေမှန် မရှိပါ။

Control expert များနှင့် manufacturer များသည် အမျိုးမျိုးသော ထင်မြင်ချက်(opinion)များနှင့် rule-of-thumb များ ဖြင့်သာ ရွေးချယ်နေကြခြင်း ဖြစ်သည်။ တိကျမှန်ကန်သည့် valve size နှင့် လက်ခံ နိုင်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ပမာဏ အတွက် ငြင်းခုံမှုများ၊ သဘောထား မတူညီမှုများ ရှိသော်လည်း stable control ရရန်အတွက် ရွေးချယ်ထားသော valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် overall system တစ်ခုလုံး၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)နှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် မပြောပလောက်သည့် ပမာဏ မျှသာ ဖြစ်သင့်သည်။

Valve design ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို တွက်ရန်နည်းတစ်ခုမှာ coil(subsystem) တစ်ခု၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို အခြေခံ၍ စဉ်းစားနည်း ဖြစ်သည်။

Air Handling Unit တစ်ခုကို sub system တစ်ခုအဖြစ် ပုံ(၄-၂၁)တွင် ဖော်ပြထားသည်။ လက်တွေ့တွင် supply နှင့် return နှစ်ခုကြားရှိ differential pressure available သည် ပြောင်းလဲနေသော် မပြောင်းလဲ(constant)ဟု စဉ်းစားမည် ဖြစ်သည်။ Cooling coil တစ်ခု၏ ပုံမှန်(typical) ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop)မှာ 3psi(6.5ft wg) ဖြစ်သည်။ Coil ၏ အဝင်ပိုက်နှင့် အထွက်ပိုက် တို့တွင် တပ်ဆင် ထားသည့် elbow များ၊ isolation valve များ၊ reducer များ တို့၏ piping loss မှာ 4psi(8.7 ft wg) ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် supply pipe နှင့် return pipe နှစ်ခုအကြားတွင် ရှိရမည့် available ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ 3+4=7 psi(15.2 ft wg) ထက်များရမည်။

တပ်ဆင်မှုအတွေ့အကြုံ(installation experience)နှင့် စမ်းသပ်ချက်များ(experiment) များအရ control valve ကောင်းစွာ အလုပ်လုပ်ရန် အတွက် ဖြစ်သင့်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ coil ၌ full flow ဖြစ်နေသည့် အချိန်တွင် coil နှင့် pipe system ရှိ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)စုစုပေါင်း၏ 50% မှ 100% ခန့်သာဖြစ်သင့်သည်။

အခြားသောနည်းတစ်ခုမှာ control valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ total subsystem ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)၏ 30% မှ 50% ဖြစ်သင့်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ဆိုရသော် ဤနည်းဖြင့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) 2psi မှ 3psi အတွင်း လက်ခံနိုင်သည်ဟု ယူဆထားခြင်းဖြစ်သည်။

Pump ၏ power နည်းစေရန်နှင့် စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု(energy consumption) လျော့နည်းစေရန် အတွက် ဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာများသည် control valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို 2 psi ထက် နည်းအောင် ရွေးချယ်လေ့ရှိသည်။

တစ်ခါတစ်ရံ၌ subsystem တစ်ခုချင်းစီ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို တွက်ယူရန် ခန့်မှန်းရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ Sub system တစ်ခု၏ အစ point နှင့် အဆုံး point တို့ကို ရှင်းလင်းစွာ ပိုင်းခြားသတ်မှတ်ရန်လည်း မဖြစ်နိုင်ပေ။

ထို့ကြောင့် အလွယ်တကူရရှိနိုင်သည့် rule of thumb များကို အသုံးပြု၍ control valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို သတ်မှတ်ကြသည်။ 2psi မှ 4psi အတွင်း သင့်လျော်သည့် တန်ဖိုးတစ်ခုကို ရွေးချယ်ကြသည်။ Rule of thumb များသည် typical HVAC application များတွင် အဆင်ပြေစွာ အသုံးပြု နိုင်သည်။

> Globe control valve အရွယ်အစား ရွေးချယ်နည်း နောက်တစ်မျိုးမှာ valve size ကို pipe size ထက် တစ်ဆင့်ငယ်သည့် အရွယ်အစားကို ရွေးချယ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Rule of thumb များသည် butterfly valve နှင့် ball valve များအတွက် မမှန်ပါ။ အသုံးမပြုရ။

Designer ကို လိုက်၍ pipe အရွယ်အစား ရွေးချယ်နည်းများစွာ ကွဲပြားသောကြောင့် flow coefficient လည်း ကွဲပြားမှုများစွာ ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် တစ်ခါတစ်ရံ၌ rule of thumb များသည် ကျေနပ်ဖွယ်မကောင်းသော ရလာဒ်များကို ဖြစ်စေသည်။ အချို့သော oversized valve များကို PID control loop ကို ကောင်းစွာ tune လုပ်ပြီး ထိန်း၍ control လုပ်နိုင်သည်။

> များသောအားဖြင့် oversized valve များကို မည်သည့် control algorithm ကမျှ မကူညီ နိုင်ပေ။ ရေနွေးခွက်ငယ်ထဲသို့ ပုံးထဲမှ ရေများကို အဆင်ပြေပြေထည့်ရန် မည်သည့် control algorithm ကမျှ ပြုလုပ်ပေးနိုင်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

Oversized valve များသည် အချိန်တိုင်း လိုလို ပိတ်နေသည့် အခြေအနေမျိုးတွင်သာ ရှိနေလိမ့်မည်။ ပိတ်ခါနီး အခြေအနေဖြစ်နေသော valve မှ ရေများသည် turbulence flow ဖြင့် စီးဆင်းနေသောကြောင့် ဆူညံသံ ထွက်ပေါ်လာနိုင်သည်။ Valve seat များလည်း အချိန်မတိုင်မီ ပျက်စီးသွားနိုင်သည်။

Control valve ၏ design ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို ဆုံးဖြတ်ပြီးနောက် valve flow coefficient(C_v) ကို အသုံးပြု၍ valve selection ကို စတင်ပြုလုပ်နိုင်သည်။ Valve flow coefficient(C_v) သည် valve ခပ်ကျယ်ကျယ်(wide-open) ပွင့်နေသည့်အချိန်၌ 1GPM flow စီးဆင်းရန်အတွက် valve ဖိအား ကျဆင်းမှု(pressure drop) psi ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ သင်္ချာနည်းဖြင့် အောက်ပါ ညီမျှခြင်း အတိုင်း ဖော်ပြနိုင်သည်။ Q သည် GPM ဖြင့် ဖော်ပြထားသည့် စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) ဖြစ်သည်။

$$\boldsymbol{C_v = Q\sqrt{\frac{S}{\Delta P}}} \qquad \text{(Equation 4-1)}$$

S သည် fluid ၏ specific gravity ဖြစ်သည်။ Specific gravity ဆိုသည်မှာ 60°F အပူချိန်တွင် ရှိသည့် fluid density နှင့် ရေသန့်(pure wate) တို့၏ အချိုးဖြစ်သည်။ 200 °F ထက် နည်းသည့်ရေ၏ specific gravity မှာ 1.0 နီးပါးဖြစ်သည်။ ΔP သည် psi ဖြင့် ဖော်ပြထားသည့် valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop) ဖြစ်သည်။

> valve တစ်ခု၏ valve coefficient (C_v) သည် valve size ၊ valve body ဒီဇိုင်းနှင့် plug တို့ ပေါ်တွင် မူတည်သောကြောင့် manufacturer များ၏ catalog များကို ကိုးကားသင့်သည်။

ဥပမာ - coil တစ်ခု ပုံတွက် လိုအပ်သော design စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) မှာ 30 GPM ဖြစ်သည်။ Valve ၏ Design ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို 2 psi ထက် နည်းအောင် ပြုလုပ် လိုသည်။
30GPM နှင့် 2 psiမှ အောက်ပါ ပုံသေနည်း(formula)ကို သုံး၍ flow coefficient ကို တွက်ယူနိုင်သည်။

$$C_v = 30\sqrt{\frac{1}{2}} \quad \text{(Equation 4-2)}$$

$$= 21.1$$

Small globe control valve အရွယ်အစားနှင့် သက်ဆိုင်သည့် flow coefficient(C_v) တန်ဖိုးကို ဖော်ပြထားသည်။ ထို(C_v) တန်ဖိုးများသည် manufacturer ကို လိုက်၍ ကွဲပြားသည်။ Valve style နှင့် size ကွဲပြားလျှင်(C_v) တန်ဖိုး ကွဲပြားသည်။ (C_v) တန်ဖိုး 21.2 သည် valve size $1\frac{1}{4}$ နှင့် $1\frac{1}{2}$ အတွင်း ကျရောက်သည်။ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) တန်ဖိုး အတိအကျကို သိရန် ညီမျှခြင်း(Equation ၄-၃)ကို အသုံးပြု၍ တွက်ယူနိုင်သည်။

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{C_v}\right)^2 \quad \text{(Equation 4-3)}$$

Representative Valves of Cv for Small Control Valves	
Normal – Pipe Size	Cv
½	4
¾	6
1	10
$1\frac{1}{4}$	16
$1\frac{1}{2}$	25
2	40

Table 4-xx Representative Values of Cv for Small Control Valves

$1\frac{1}{4}$ Valve အတွက် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 3.5 psi(7.6 ft) ဖြစ်သည်။ $1\frac{1}{2}$ Valve အတွက် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 1.5 psi(3.3 ft) ဖြစ်သည်။

> Valve အရွယ်အစား(size) ကြီးလာလေ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)နည်းလာလေ ဖြစ်သည်။
> Valveအရွယ်အစား(size)လိုအပ်သည်ထက် ပိုကြီးလာလေ control လုပ်နိုင်စွမ်း ကျဆင်းလေ ဖြစ်သည်။

$1\frac{1}{2}$ Valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ အလွန်နည်းသည်။

Branch ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 30% ထက် နည်းသည်။ ထို 30% ထဲတွင် valve ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) မပါဝင်ပါ။။

ထို့ကြောင့် $1\frac{1}{2}$ valve သည် ကောင်းစွာ control လုပ်နိုင်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ Pump သည် control valve များ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) 2.0 psi ကို အခြေခံ၍ size လုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ $1\frac{1}{4}$ Valve ကို ရွေးချယ်လျှင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 3.5psi ဖြစ်သောကြောင့် ကောင်းစွာ control လုပ်နိုင်မည်ဖြစ်သော်လည်း pump တွန်းအား မလုံလောက်နိုင်ပေ။ Valve size သည်လည်း $1\frac{1}{4}$ နှင့် $1\frac{1}{2}$သာ ရနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် design များသည် ဆုံးဖြတ်ချက်ချရန် အလွန်ခက်ခဲသည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ထိုအခြေအနေမျိုးတွင် အရွယ်အစား(size) သေးငယ်သည့် valve ကိုသာ ရွေးချယ်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် pump head သည် circuit တစ်ခုလုံးတွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) အများဆုံးသော control valve အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Valve များ အားလုံးတွင် pump နှင့် အနီးဆုံးသော valve များသည် available pressure differential အများဆုံး ရကြသည်။ Pump နှင့် အနီးဆုံး နေရာများ၌ အရွယ်ငယ်သည့် valve များ(under size)ကို ရွေးချယ်ထား သောကြောင့် pump selection နှင့် pump energy သုံးစွဲမှုကို မထိခိုက်စေနိုင်ပေ။

အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် coil များ၏ design load ကို ရောက်ရန် ခဲယဥ်းသောကြောင့် valve များသည်လည်း 10% မှ 50% အတွင်းသာ ပွင့်နေလေ့ရှိသည်။

Valve နှင့် ပတ်သက်သည့် မှတ်သားရန် အချက်မှာ valve ၌ design ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)များလျှင် ထို valve သည် ကောင်းစွာ flow control လုပ်နိုင်သည်။ Two way valve များဖြင့် တပ်ဆင်သည့် variable flow system တွင် pump speed ပေါ်တွင် မူတည်၍ differential pressure across the valve များလာသည်။ တိုးလာသည်။ အထူးသဖြင့် စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) နည်းလျှင် valve အဝင်နှင့် အထွက် အကြားရှိ ဖိအားကျဆင်းမှု(differential pressure drop) များလာသည်။ ထိုအချိန်တွင် valve သည် ပို၍ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို ဖြစ်စေသောကြောင့် valve များကို over size ဖြစ်အောင် လုပ်ထားသကဲ့သို့ ဖြစ်နေသည်။

Flow control ပိုကောင်းမွန်အောင် လုပ်နိုင်ခြင်းကြောင့် စွမ်းအင် သုံးစွဲမှု သက်သာ စေသည်။ Energy efficient ပိုဖြစ်သည်။ Oversized valve တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် လိုအပ်သည်ထက် ပိုအေးသည့် supply air ကို ဖြစ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် reheat coil ကို အသုံးပြုရန် လိုလာသည်။ လိုအပ်သည်ထက် ပိုအေးသောကြောင့် စွမ်းအင်အလဟဿ ဖြစ်သည်။ Reheat coil ကို မလိုအပ်ပဲ အသုံးပြုရသောကြောင့် စွမ်းအင်ဖြုန်းတီးရာ ရောက်သည်။ Valve ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို နည်းအောင် ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် pumping energy ကိုလည်း ချွေတာနိုင်သည်။

Cooling Coil တွင် oversized valve တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် coil အတွင်းတွင် higher flow ဖြစ်ပေါ်ပြီး coil မှ ထွက်သည့် leaving water temperature သည် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည့် temperature ထက် ပိုနိမ့်သည်။ ထို့ကြောင့် chilled water differential temperature ပိုနိမ့်လာသည်။ Lower delta T ကြောင့် chilled water plant efficiency ဆိုးဝါးသည်။ Oversized control valve သည် system load သို့မဟုတ် load indicator ကို အခြေခံ၍ supply water temperature ကို reset လုပ်သည့် အခါမျိုးတွင် အလွန် သင့်လျော်သည်။ ထိုသို့ supply water temperature ကို မြင့်အောင် reset လုပ်ခြင်းကြောင့် စီးဆင်းနှုန်း (flow rate)ကို မြင့်အောင် ထိန်းထားနိုင်ပြီး valve များ throttling လုပ်ရန် မလိုအပ်တော့ပေ။ သို့သော် reset သည် operation condition အားလုံးအတွက် အဆင်ပြေ သင့်လျော်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

ဥပမာ chilled water system သည် coil ၏ ရေငွေ့ဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်း(dehumidification)ကို ထိခိုက်စေ နိုင်သည်။ Butterfly valve များတွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)အလွန်နည်းပြီး available flow coefficient များသည်။ ထို့ကြောင့် butterfly valve များကို အလွန်သေးငယ်အောင် ရွေးချယ်မှသာ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ခပ်များများ ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုသို့ အရွယ်ငယ်သည့် butterfly valve ကို ရွေးချယ်ခြင်းကြောင့် actual velocity သည် manufacturer recommend လုပ်ထားသော velocity ထက် ပိုများသည်။ Erosion ဖြစ်ပေါ်ကာ valve သက်တမ်းတိုသည်။ ထိုအကြောင်းများကြောင့် butterfly valve သည် modulating control အတွက် မသင့်လျော်ပေ။ အထူးသဖြင့် flow range များလျှင် အလွန်တိကျသည့် flow ပမာဏကို ရရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ Low flow အခြေအနေ၌ တိကျသည့် flow ပမာဏရရန် မလိုအပ်ပါက ပိုက်အရွယ်အစားထက် တစ်ဆင့် သို့မဟုတ် နှစ်ဆင့် ငယ်သည့် butterfly valve ကို ရွေးချယ်ခြင်းဖြင့် ကောင်းစွာ အဆင်ပြေနိုင်သည်။ အနည်းငယ်ကွဲပြားသည့် valve ရွေးချယ်ပုံ ရွေးချယ်နည်း(procedure)နှစ်မျိုးကို တွေ့နိုင်သည်။

ပထမ - fully open Cv တန်ဖိုး သုံးမည့်အစား 60% open Cv တန်ဖိုးကိုအသုံးပြု၍ valve များကို ရွေးချယ်နိုင်သည်။

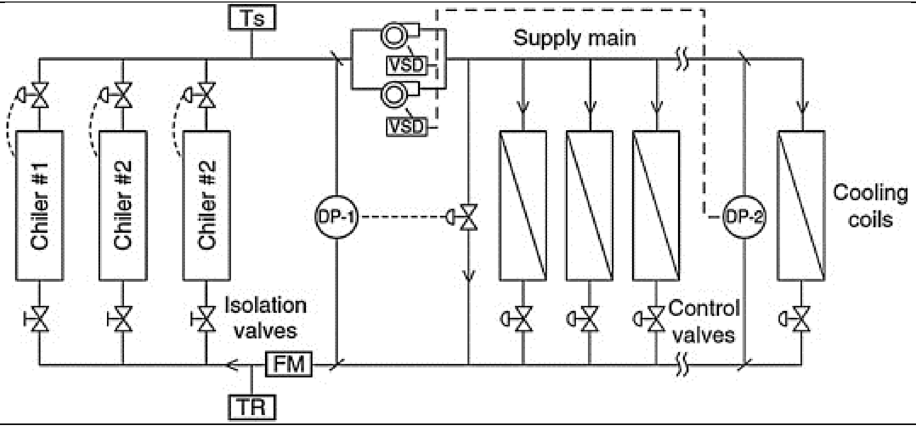
ဒုတိယနည်း - valve size သည် pipe size ထက်ပိုငယ်ပါက flow သည် ချောမွေ့မှု(smooth) မဖြစ်နိုင်။ Valve ၏ Cv တန်ဖိုး နည်းအောင်ပြုလုပ်ခြင်း(resistance များအောင်ပြုလုပ်ခြင်း) ကို piping geometry factor ဟုခေါ်သည်။

ဥပမာ $2\frac{1}{2}$ pipe တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် $1\frac{1}{2}$ valve ၏ Cv တန်ဖိုးသည် 150 ဖြစ်သည်။ 3^4 pipe တွင်တပ်ဆင်ထားသည့် $1\frac{1}{2}$ valve Cv တန်ဖိုးမှာ 123 ဖြစ်သည်။ 4^2 pipe တွင်တပ်ဆင်ထားသည့် $1\frac{1}{2}$ valve ၏ Cv တန်ဖိုးမှာ 80 ဖြစ်သည်။ Ball valve အများ၏ flow coefficient များနည်းသည်။ အားနည်းချက်မှာ အထူးပြုလုပ်ထားသည့် သဏ္ဍာန်ရှိသည့် insert များပြုလုပ်ရသည်။ Coil အနေဖြင့် two way valve သုံးသည်ဖြစ်စေ၊ three way valve သုံးသည်ဖြစ်စေ မည်သို့မျှ ကွာခြားမှုမရှိပေ။ တူညီသည့် modulating flow ပမာဏ coil အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ရန်သာ လိုသည်။

ထို့ကြောင့် two way ဖြစ်စေ၊ three way ဖြစ်စေ design consideration တူညီလျှင်၊ valve selection technique တူညီသည်။ Valve နှင့် coil အဝင်နှင့် အထွက် အကြားတွင် ဖြစ်ပေါ်သော differential pressure သည် three way valve အတွက် သိပ်မပြောင်းလဲပေ။ သို့သော် two way valve system များတွင် differential pressure သည် pump speed ပေါ်တွင် မူတည်၍ များလာနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် three way valve များသည် two way valve များထက်စာလျှင် oversize ပြုလုပ်မိခြင်းကြောင့် သိပ်ပြဿနာ မပေါ်နိုင်ပေ။

၄.၅.၂ Flow Characteristic Selection

Plug selection သည် design flow characteristic ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Design flow characteristic သည် control လုပ်ခံရသည့် heat transfer device ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ ဥပမာ chilled water coil ၊ hot water coil စသည် တို့၏ water flow နှင့် coil capacity characteristic တို့ ဆက်စပ်နေမှု အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Fluid ၏ supply temperature သည် heat transfer device(coil) ၏ flow နှင့် capacity characteristic တို့အပေါ်တွင် များစွာ အကျိုးသက်ရောက်မှု ရှိသည်။

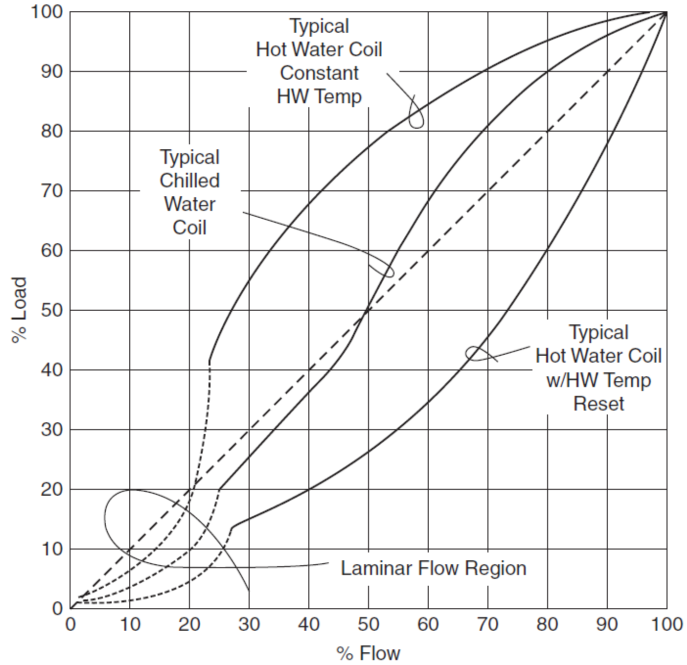


ပုံ ၃-၂၂ Chilled water schematic

ဥပမာ chilled water supply temperature 6.7°C မှ 7.5°C သို့ မြင့်တက်သွားမှုကြောင့် coil ၏ flow နှင့် capacity characteristic တို့ ပြောင်းလဲကုန်သည်။ Control valve အဝင်နှင့် အထွက် အကြားတွင် ရှိသော differential pressure ကို မူတည်၍ valve မှ ဖြစ်ပေါ်သည့် pressure ပြောင်းလဲသည်။

ပုံ(၄-၂၃)သည် heating coil နှင့် colling coil တို့၌ စီးနှုန်း(flow) ပြောင်းလဲမှုကြောင့် စွမ်းအား (capacity) ပြောင်းလဲပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Heating coil ၏ curve သည် non-linear ပုံစံမျိုး ဖြစ်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် hot water ၏ အပူချိန်သည် လေ၏ အပူချိန်ထက် များစွာ မြင့်နေသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ Coil ၏ heating capacity 80% အောက် ရောက်ချိန်တွင် flow သည် 50% ထက် နည်းနေပြီ ဖြစ်သည်။ ဤ characteristic သည် high flow coil များ(low temperature drop)တွင် ပို၍ သိသာ ထင်ရှားသည်။ ထို Non linear performance ကို လျော့နည်းစေရန်အတွက် hot water supply temperature

ကို reset ပြုလုပ်ပေး နိုင်သည်။ Hot water supply temperature ကို air temperature နားသို့ ရောက်အောင် လျော့ချပေးနိုင်သည်။ ဤနည်းဖြင့် coil ၏ heating capacity ကို လျော့ချနိုင်သည်။



ပုံ ၄-၂၃ Capacity versus flow rate

ပုံ(၄-၂၃)တွင် flow ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် heating coil capacity ပြောင်းလဲလာပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ ဤသို့ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း လုပ်ဆောင်ခြင်း(linearize performance) ဖြစ်စေရန် hot water supply temperature set point ကို reset လုပ်ပေးသည်။ Chilled water coil ၏ sensible capacity characteristic သည် ပို၍ linear ဖြစ်သည်။ အဘယ်ကြောင့် ဆိုသော် chilled water temperature နှင့် air temperature တို့သည် များစွာ ကွာခြားမှု မရှိသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ စီးဆင်းနှုန်း(flow rate) ကျဆင်းသွားသည့်အခါ coil ၏ tube အတွင်းရှိ water velocity ကျဆင်းက turbulance flow မှ laminar flow အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲသွားသည်။ Laminar flow ဖြစ်ပေါ်သည့်အခါ water နှင့် tube တို့အကြား၌ ရှိသော heat transfer coefficient ကျဆင်းသွားသည်။ ထို့ကြောင့် coil ၏ capacity ကျဆင်းသွားရသည်။ ထိုအခါ flow နှင့် capacity တို့ ပြောင်းလဲမှု၏ ရလာဒ်ကို ခန့်မှန်းရန် ခက်ခဲလာသည်။ Heating coil တစ်ခုအတွက် control valveကို ရွေးချယ်ရာတွင် hot water temperature သည် ပြောင်းလဲမှု သိပ်မများလျှင်(fairly constant) control လုပ်ရသည်မှာ ပိုမို လွယ်ကူကောင်းမွန်သည်။ Valve flow characteristic နှင့် coil characteristic တို့သည် ဆန့်ကျင်ဘက် ဖြစ်သည်။ ပြောင်းပြန်ဖြစ်သည်။ Valve flow characteristic ဆိုသည်မှာ flow versus strok ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၉)တွင် ပြထားသည့် equal percentage plug သည် heating coil characteristic အကောင်းဆုံး offet ဖြစ်နိုင်စေကာ အသင့်လျော်ဆုံးဖြစ်သည်။ Heating coil duty အတွက် equal percentage plug ကို အသုံးပြုသင့်သည်။ Colling coil ၏ characteristic သည် linear curve ဖြစ်သည်။ Heating system တွင် hot water reset ကို အသုံးပြုထားလျှင် hot water coil ၏ characteristic မှာလည်း linear curve ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၉)တွင် ပြထားသည်။ Control အကောင်းဆုံးဖြစ်စေရန်အတွက် linear plug ကို အသုံးပြုခြင်းမှာ သဘာဝကျသည်။ Three way control valve များ တပ်ဆင်ထားသည့် constant flow system များတွင်လည်း linear plug ကို သုံးနိုင်သည်။ သို့သော် two way valve system များ၌ valve ပိတ်ခါနီး သို့မဟုတ် စပိတ်ချိန်တွင် valve အဝင်နှင့် အထွက် အကြားရှိ differential press မှာ ပိုများလာလိမ့်မည်။

ဤကဲ့သို့ differential pressure မြင့်တက်လာရသည့် အဓိက နစ်ချက်မှာ

(က) Flow နည်းသွားခြင်းကြောင့် အခြားသော component (pipe fitting, coi) များ၌ ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop)လည်း နည်းသွားလိမ့်မည်။

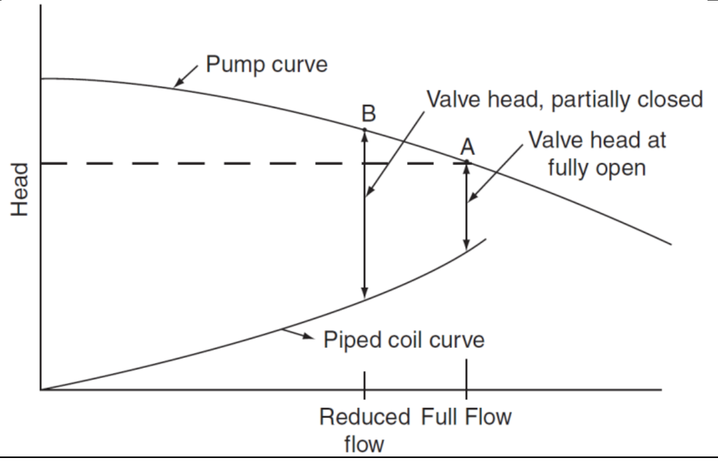
(ခ) Flow နည်းသွားခြင်းကြောင့် available system head ပိုများလာသည်။

ပထမဦးစွာ flow နည်းသွားခြင်းကြောင့် အခြားသော compoment များ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကျသွား အချက်ကိုအရင် စဉ်းစားကြည့်ရအောင်။ ပြီးခဲ့သည့် ဉပမာတွင် coil ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ 3psi ဖြစ်သည်။ Fitting များ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ 3.5 psi ဖြစ်သည်။ ဉပမာတွင် ဖော်ပြထားသည့် flow မှာ 30GPM ဖြစ်သည်။ System head မှာ 10.5psi နီးပါး ဖြစ်သည်။ Fixed compoment များ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှာ flow ၏ နှစ်ထပ်ကိန်းနှင့် ညီမျှသည်။ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)$P_2 kgpm^2$ ယေဘုယျအားဖြင့် flow သည် 50% ကျဆင်းလျှင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 25% ကျဆင်းသည်။ System ၌ရှိသော pressure head မှာ constant head ဖြစ်သည်။

ထို့ကြောင့် flow နည်းလာခြင်းကြောင့် coil နှင့် pipe work များတွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)နည်းကာ valve အဝင်နှင့် အထွက် အကြားရှိ differential pressure ပိုများလာသည်။ Flow သည် 50% ဖြစ်သည့် အချိန်၌ valve တွင်ဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် 8psi မှ 16psi သို့မြင့်တက်သွားသည်။ Table 3-1 တွင်ဖော်ပြထားသည်။

Table 3-1 Pressure/Flow Variations in Control Circuit

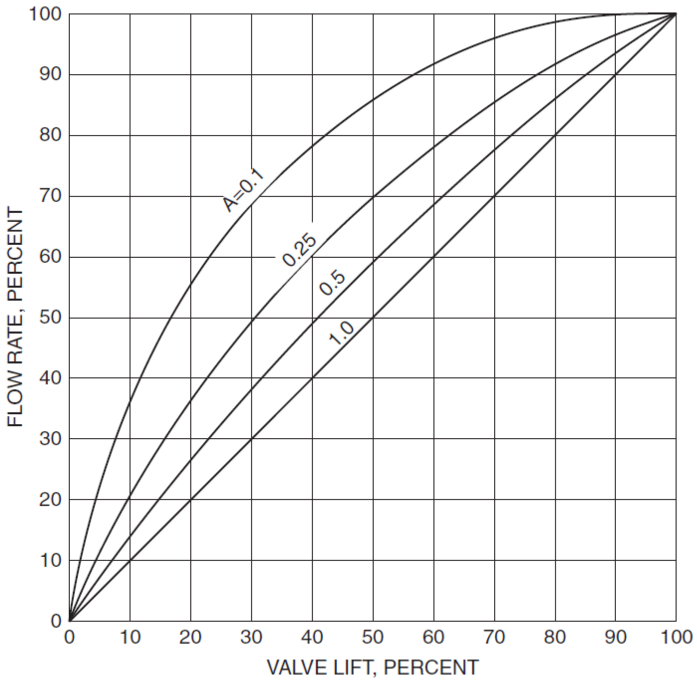
Item	Pressure Drops in Coil Circuit in psi 100% Through Coil	50% Through Coil	0% Through Coil
Pipe and fittings	4	1.0	0
Coil	3	0.75	0
Linear control valve	3.5	8.75	10.5
System head (constant)	10.5	10.5	10.5
Total flow coil and bypass gpm	30	~40	30



ပုံ ၃-၂၄ Change in head across a control valve as it closes

Valve ၏ အဝင်နှင့် အထွက် ကြားတွင် constant heat ဖြစ်နေသော valve သည် linear characteristic ကို ပေးနိုင်သည်။ Head across the valve ပိုများလာသောကြောင့် valve အတွင်းသို့ ရေများ ပိုမို ဝင်ရောက်နိုင်ခြေ ရှိသည်။ Valve characteristic လည်း ပုံမှန် မဖြစ်နိုင်သည်။

ဒုတိယ ပြဿနာသည် flow ကျဆင်းသွားသောကြောင့် available system head များလာခြင်း ဖြစ်သည်။ Pipe ၊ two way control valve ၊ coil နှင့် pump တို့သာ ပါဝင်သည့် ရိုးရှင်းသော water circuit တစ်ခုကို လေ့လာကြပါစို့။ Pump curve သည် no flow ဖြစ်သည့်အခါ pump ၏ maximum pressure ကို ရရှိနိုင်ပြီး ဖိအား(pressure) တဖြည်းဖြည်း ကျဆင်းသွားသည်နှင့် အမျှ စီးဆင်းမှု(flow) တဖြည်းဖြည်း များလာသည်ကို pump curve တွင် တွေ့မြင်နိုင်သည်။



ပုံ ၄-၂၅ Authority distortion of linear flow characteristics

Flow/head curve (pump curve ဟုလည်းခေါ်သည်) သည် $P = kgpm^2$ ဆက်သွယ်ချက်ကို ဖော်ပြသည်။ Design လုပ်ထားသည့် flow စီးဆင်းချိန်၌ value ၏ ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(head loss)သည် pipe နှင့် coil ၏ head loss နှင့် တူညီသည်။ ပုံ(၄-၁၄)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

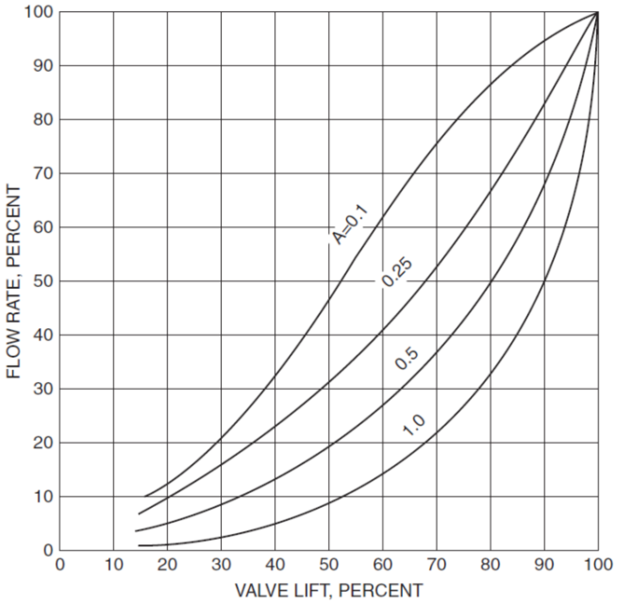
Point A သည် value fully open ပွင့်နေသည့် အခြေအနေဖြစ်သည်။ Pump head သည် value ၊ pipe နှင့် coil တို့တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသော head နှင့် ညီသည်။ Value ပိတ်သည့်အခါ၌ flow ကျဆင်းသွားပြီး pipe နှင့် coil တို့၌ ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)လည်း ကျဆင်းသွားပြီး pump မှ တွန်းနေသော head သည် ပိုများလာလိမ့်မည်။

Pump curve ကို reference ထား၍ ကြည့်လျှင် flow နည်းသွားလျှင် ဖိအား(pressure) များလာလိမ့်မည်။ Flow များလာလျှင် pressure နည်းသွားလိမ့်မည်။

System curve reference ထား၍ ကြည့်လျှင် flow များလာလျှင် pressure loss လည်း များလာလိမ့်မည်။ Flow နည်းသွားလျှင် ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop) နည်းသွား လိမ့်မည်။

Point B သို့ရောက်သွားလိမ့်မည်။ Point B ၌ ရှိသော reduce flow ဖြစ်သည့် အချိန်တွင် valve ၌ ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)သည် နှစ်ဆခန့် ပိုများသွားသည်။

ထိုကဲ့သို့ flow နည်းသွားသည့် အချိန်၌ pump head များလာခြင်းကို ဖြေရှင်းရန် pump speed ကို လျှော့ချပြီး pump head ကို လိုအပ်သလောက် ထိန်းထားပြီး flow ကို လျှော့ချနိုင်သည်။ Point A ၌ ရှိသည့် head ကို ထိန်းထားပြီး(broken line ဖြင့် ပြထားသည်) flow ကို လျှော့ချနိုင်သည်။ Pipe နှင့် coil တို့တွင် flow ကျဆင်းသွားသော်လည်း(pump speed ကို နည်းအောင်လုပ်ခြင်းဖြင့်) valve head(valve အဝင်နှင့် အထွက်) အကြားရှိ differential pressure မှာ ဆက်များနေလိမ့်မည်။ ဤကဲ့သို့ valve ၏ differential pressure ဆက်များ နေခြင်းကြောင့် plug characteristic curve သည် ပုံမှန် အလုပ်မလုပ်တော့ပေ။ Valve သည် ယခင်က နေရာတွင် ရှိနေသော်လည်း ရေများ ပိုမိုဝင်ရောက်သွားလိမ့်မည် ဖြစ်သည်။ More flow will go through the valve. ဤကဲ့သို့ ဖြစ်ခြင်းကို authority distortion ဖြစ်သည်ဟုခေါ်သည်။



ပုံ ၄-၂၆ Authority distortion of equal percentage flow characteristics

ပုံ(၄-၂၅)တွင် linear flow(plug) တစ်ခု distortion ဖြစ်သွားပုံ နှင့် ပုံ(၄-၂၀)တွင် equal percentage flow(plug) တစ်ခု distortion ဖြစ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Variable A (authority) ဆိုသည်မှာ valve full open ဖြစ်သည့် အခိုက်၌ ရှိသော differential pressure across the valve ကို valve ပိတ်ခါနီးဆဲဆဲ အချိန်၌ ဖြစ်ပေါ်သော maximum differential ဖြင့်စားထားခြင်းဖြစ်သည်။ Authority Ratio သည် 1.0 နှင့်ညီသည့်အခါ characteristic curve သည် ပုံ(၄-၉)အတိုင်း ဖြစ်သည်။ Maximum pressure များလာခြင်းကြောင့် ratio တန်ဖိုး ကျသွားသည့်အခါ curve သည် ပုံပြောင်းသွားသည်။ သို့မဟုတ် ပုံပျက်(distorted)သွားသည်။

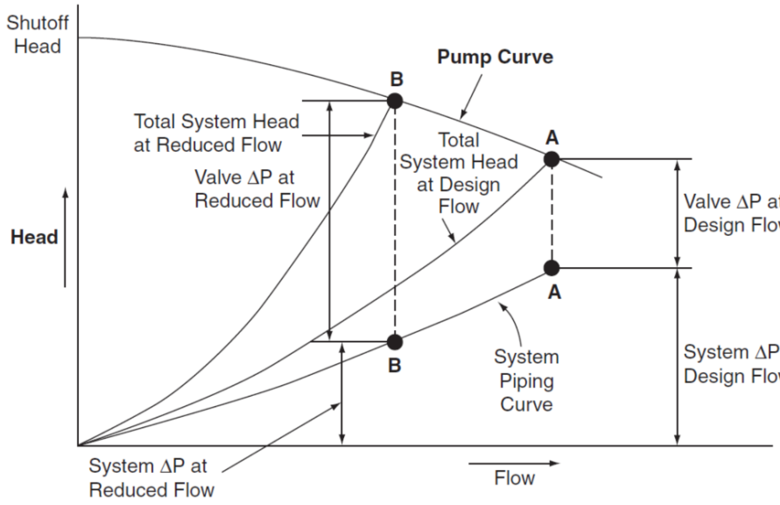
Linear plug သည် flat plug ကဲ့သို့ ပြုမူ လုပ်ဆောင်လိမ့်မည်။ Equal percentage plug သည် linear plug ကဲ့သို့ ပြုမူ လုပ်ဆောင်လိမ့်မည်။

ထို့ကြောင့် မည်သည့် heat exchange အမျိုးအစား သို့မဟုတ် coil အမျိုးအစား သုံးပါစေ two way valve များတွင် equal percentage plug များကို အသုံးပြုကြသည်။ Hydronic application များအတွက် three way valve များတွင် linear plug ကို အသုံးပြုကြသည်။

၄.၅.၃ ပိတ်ခါနီးဆဲဆဲ အချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအား(Close Off Pressure)

Close off pressure သည် valve တစ်ခု ပိတ်ခါနီးဆဲဆဲ အချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်သော အမြင့်ဆုံး differential pressure ဖြစ်သည်။ ပုံ(၄-၂)နှင့် ပုံ(၄-၃) တို့တွင် valve ပြုလုပ်ထားသည့် ပုံစံများအရ

ပိတ်ခါနီးတွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအား(pressure)သည် valve ကို တွန်းဖွင့်ရန် ကြိုးစားသည်။ Valve နှင့် actuator နှစ်ခုပေါင်း၍ ရှိသော close off rating သည် valve ၌ ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသော maximum pressure ထက် ပိုများရမည်။



ပုံ ၄-၂၇ Pump and system curve with valve control

Valve အားလုံးလိုလိုတွင် two position duty နှင့် modulating rating duty ဟူ၍ close off pressure rating နှစ်မျိုး ရှိသည်။ Modulating close off duty rating ကို တစ်ခါတစ်ရံ "**dynamic close off rating**" ဟု ခေါ်သည်။ Dynamic rating သည် အမြဲတမ်း two position rating ထက် နည်းသည်။ Dynamic rating ဆိုသည်မှာ valve ပိတ်ခါနီးဆဲဆဲ အချိန်၌ smooth modulating ဖြစ်စေရန်အတွက် လုံလောက်ရမည့် maximum differential pressure ဖြစ်သည်။ Valve ကို ချောမွေ့စွာ တစ်ဝက်ပွင့်ခြင်း လေးပုံတစ်ပုံနီးပါး ပွင့်ခြင်း စသည့် position သို့ရောက်စေရန်အတွက် လိုအပ်သော အားဖြစ်သည်။

Valve တစ်ခုကို modulating application အတွက် အသုံးပြုလိုလျှင် ထို rating ကို ဦးစားပေး စဉ်းစားရွေးချယ်သင့်သည်။

လက်တွေ့အခြေအနေတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် valve ၏ close-off pressure ကို သိရန် ခက်ခဲသည်။ အဘယ်ကြောင့် ဆိုသော် system အတွင်းရှိ flow သည် ပြောင်းလဲနေသောကြောင့် piping နှင့် coil အတွင်းရှိ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)မှုလည်း လိုက်၍ ပြောင်းလဲသည်။ ထို့ကြောင့် pump head သည်လည်း pump curve တစ်လျှောက် ပြောင်းလဲနေသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် three way valve များ တပ်ဆင်ထားသည့် constant flow system ၌ full flow (coil များအတွင်းသို့ ရေအများဆုံးဝင်ရောက်သည့် အချိန်၌) differential pressure သည် အများဆုံး ဖြစ်သည်။ Coil များ အတွင်းသို့ ရေအနည်းငယ်သာဝင်ပြီး by pass pipe အတွင်းသို့ ရေများစွာ ဝင်လျှင် differential pressure သိပ်မများပေ။

Linear characteristic ရှိသည့် valve သည် mixing conditioning တွင် flow ပမာဏ ပိုများလာသည်။ (circuit အတွင်းတွင်)။ ထိုအခါ coil အတွင်းသို့ ရေပိုများများဝင်လာသည့်အတွက် ဖိအား ကျဆင်းမှု(pressure drop)သည်လည်း ပိုများလာက pump head သည် pump curve တစ်လျှောက် ပိုမြင့် လာသည်။ ထိုအချက် နှစ်ခုလုံးကြောင့် valve အဝင်နှင့် အထွက် အကြားရှိ differential သည် ပိုများလာသည်။ Three way valve ၏ close off pressure သည် coil နှင့် valve assemble တို့၌ ရှိသော design differential pressure ပင်ဖြစ်သည်။

Two way valve system များအတွက် valve differential pressure သည် assembly design differential pressure ထက် ပိုများသည်။ ပမာဏ အားဖြင့် မည်မျှ ပိုများလိမ့်မည် ဆိုသည်မှာ pump ကို မည်ကဲ့သို့ control လုပ်ထားသည့် အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

Pump များ၏ head ကို variable speed drive ဖြင့် control လုပ်နိုင်သည်။ Pump staging နည်းသို့မဟုတ် choke valve (valve ကို လိုသလို အဖွင့်အပိတ် ပြုလုပ်ခြင်းနည်း) ဖြင့်လည်း control လုပ်နိုင်သည်။ Maximum differential pressure သည် differential pressure set point ပမာဏ ပေါ်တွင်မူတည်သည်။ Set point မြင့်ထားလျှင် differential pressure လည်း မြင့်လိမ့်မည်။ ထို့အပြင် differential pressure တိုင်းယူသည့် နေရာ(location) ပေါ်တွင်လည်း မူတည်သည်။ Pump အနီးတွင် တိုင်းယူလျှင် differential pressure ပိုများသည်။

သေချာစိတ်ချရသောနည်းမှာ distribution system တစ်ခုအတွင်းရှိ valve များ ပွင့်နေချိန်တွင် design flow condition ဖြစ်သည်။ ထို design flow condition ၌ ရှိသော pressure ကို ခန့်မှန်းပြီး valve ရှိသည့် နေရာ၏ differential pressure သို့ pressure sensor ရှိသည့် နေရာသို့ ရောက်အောင် တွက်ယူနိုင်သည်။

VSD များ တပ်ဆင်ထားသည့် variable flow system များ၌ low flow ဖြစ်သည့်အချိန်တွင် maximum differential pressure သည် ပို၍ ပင်များလိမ့်မည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် pump သည် A pump curve အတိုင်းသွားသောကြောင့် စီးနှုန်းနည်းသည့်(low flow)အချိန်၌ available pump head ပိုများ သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ထိုအချက်ကို ပုံ(၄-၂၃)တွင် ပြထားသည့် one valve/one pump system တွင် တွေ့မြင်နိုင်သည်။ Pump တစ်လုံး၏ shut-off head သည် အမြင့်ဆုံးဖိအားကွာဟချက်(maximum differential pressure)ပင် ဖြစ်သည်။

Pump shut off head ဆိုသည်မှာ zero flow (flow မရှိသည့်အခိုက်) တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသည့် pump head ကို ဆိုလိုသည်။ လက်တွေ့အခြေအနေတွင် pump ကို flow မရှိပဲ အချိန်အတော်ကြာ မောင်းနေရန် အတွက် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထိုသို့ flow မရှိပဲ မောင်းနေပါက pump body အပူချိန်မြင့်တက်လာပြီး seal များ ပျက်စီးသွားနိုင်သည်။ Valve များစွာရှိသည့် system များ၌ maximum differential pressure သည် pump shut off head ၏ တစ်ဝက်ခန့်သာ ဖြစ်သည်။

> သို့သော် actual differential pressure ကို ခန့်မှန်းရန် ခက်ခဲသောကြောင့် valve များအားလုံး၏ close of rating ကို pump shut off head ထက် ပိုများအောင် ရွေးချယ်ထားခြင်းသည် စိတ်ချသေချာသော နည်းဖြစ်သည်။

တစ်ခါတစ်ရံ safety factor (ဥပမာ 5% မှ 25% အတွင်း) တစ်ခုခုကို ထည့်ပြီး ပိုသေချာအောင် ရွေးချယ်လေ့ရှိသည်။ အထူးသဖြင့် close-off fightly(valve လုံးဝပိတ်နေရန် လိုအပ်သည့် အခါမျိုးများ၌) safety factor ထည့်ပေးလေ့ရှိသည်။

လိုချင်သည့် close-off rating မရနိုင်သည့်အခါ single seated valve များအစား double seated valve ကို အသုံးပြုသင့်သည်။

Diameter နှစ်လက်မထက် ပိုကြီးသည့် double seated valve များ၏ CO rating သည် SSV ထက် ပိုများသည်။ သို့သော် DSV များသည် fight shut off ဖြစ်နိုင်ကြပေ။ ဤအချက်သည် DSV များ၏ အားနည်းချက်ဖြစ်သည်။

၄.၅.၄ Valve Selection

ယေဘုယျအားဖြင့် valve ရွေးချယ်ရာတွင် အလေးပေးစဉ်းစားရမည့်အချက်များကို ဖော်ပြထားသည်။

(၁)	Pressure rating	(၅)	Shutoff response to leakage
(၂)	Size and flow capacity	(၆)	Equipments and pipes connected
(၃)	Desired flow condition	(၇)	Material compatibility and durability
(၄)	Temperature limits	(၈)	Cost

Valve Sizing

Valve သည် system တစ်ခု၏ အရည်(liquid) သို့မဟုတ် ဓာတ်ငွေ့(gas)ကို regulate လုပ်ပေးသည့် controlled device တစ်ခုဖြစ်သည်။ HVAC သို့မဟုတ် ACMV system တစ်ခုကောင်းစွာ လည်ပတ်နေရန်အတွက် valve များသည် အလွန် အရေးကြီးသည့် controlled device များဖြစ်သည်။ Valve အမျိုးအစား နှင့် အရွယ်အစားကို မှန်ကန်စွာ ရွေးချယ်မထားသည့် system များသည် ကောင်းစွာ efficienct ဖြစ်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

လိုအပ်သည်ထက် ပိုကြီးအောင်(oversized) ရွေးချယ်ထားသည့် Valve ကို အသုံးပြုလျှင် controllability ညံ့ဖျင်းလိမ့်မည်။ Hunting ဖြစ်ခြင်း၊ cycling ဖြစ်ခြင်း စသည်တို့ဖြစ်နိုင်သည်။

လိုအပ်သည်ထက် သေးငယ်အောင်(undersized) ရွေးချယ်ထားသည့် valve ကို အသုံးပြုလျှင် လိုအပ်သည့် စီးနှုန်း(flow rate)ကို ရရန်အတွက် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ပိုများလိမ့်မည်။ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ပိုများလျှင် pump သည် ပို၍ အလုပ်လုပ် ရသောကြောင့် စွမ်းအင် သုံးစွဲမှု ပိုများလိမ့်မည်။

Flow characteristic ကို အသုံးပြု၍ valve အမျိုးအစား(type)ကို ရွေးချယ်သည့် ရသည်။ Flow characteristic သည် valve ၏ stem travel နှင့် valve ကို ဖြတ်စီးသွားသည့် flow ၏ ဆက်စပ်မှု (relationship) ဖြစ်သည်။

Valve အမျိုးအစား ကွဲပြားလျှင် flow characteristic လည်း ကွဲပြားသည်။

Valve Authority

$$\boldsymbol{N} = \frac{\Delta \boldsymbol{P}_{Valve}}{\Delta \boldsymbol{P}_{System}}$$

Where: N = Valve Authority

Rangeability

$$\boldsymbol{Rangeability} = \frac{\boldsymbol{Maximum\ Flow}}{\boldsymbol{Minimum\ Controllable\ Flow}}$$

Valve များအားလုံးတွင် ထိန်း၍ မရနိုင်သည့် စီးနှုန်း(uncontrollable flow) ရှိသည်။ Plug သည် seat မှ စ၍ မြင့်တက်လာသည့် အချိန်တွင် Plug နှင့် seat အကြား၌ရှိသည့် tolerances ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည်။

ဥပမာ- uncontrollable flow တွက်နည်း

(၆)လက်မ globe valve ၏ Cv သည် 350 ဖြစ်သည်။ Rangeability သည် 10.4:1 ဖြစ်သည်။ valve သည် wide open (fully open) ဖြစ်နေချိန်တွင် full flow အဖြစ်သတ်မှတ်သည်။ ထိုအချိန်၌ valve ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop)သည် 5 psi ဖြစ်လျှင် uncontrollable flow ကို ရှာပါ။

$$\boldsymbol{Uncontrollable\ flow\ (Q)} = \left(\frac{\boldsymbol{C_v}}{\boldsymbol{R}}\right)\sqrt{\Delta \boldsymbol{P}} = \left(\frac{\boldsymbol{350}}{\boldsymbol{10.4}}\right)\sqrt{\boldsymbol{5}} = \boldsymbol{75\ gpm}$$

R = Rangeability

ΔP = Differential pressure drop across the valve

Valve Flow Coefficient

ရေးရန်

Sizing of Water Valve

အောက်ပါ ညီမျှခြင်းသည် အခြေခံကျသော valv ရွေးချယ်သည့် ညီမျှခြင်း(basic valve sizing equation) ဖြစ်သည်။

$$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$$

Where: Q = Flow in gallons per minute (gpm)

Cv = Valve Flow Coefficient

ΔP = Differential pressure drop across the valve (psi)

Valve sizing ဥပမာ- ၁ (Q နှင့် Cv တန်ဖိုးကို သိလျှင်)

Given	Flow rate(Q)	=	90 gpm
	Flow coefficient (Cv)	=	51
Find	Valve pressure drop(ΔP)	=	?

အဖြေ-

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{C_v}\right)^2 = \left(\frac{90}{51}\right)^2 = 3.1\, psi$$

Valve sizing ဥပမာ- ၂ (ΔP နှင့် Cv တန်ဖိုးကို သိလျှင်)

Given	Valve pressure drop(ΔP)	=	10 ft
	Flow coefficient (Cv)	=	51
Find	Flow rate(Q)	=	?

အဖြေ- 10 ft of head x 0.433 pis/ft = 4.33 psi (1 ft of head = 0.433 psi)

$$Q = \frac{C_v}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{51}{\sqrt{4.33}} = 106\, gpm$$

Valve sizing ဥပမာ- ၃ (Q နှင့် ΔP တန်ဖိုးကို သိလျှင်)

Given	Flow rate(Q)	=	90 gpm
	Valve pressure drop(ΔP)	=	12 ft
Find	Flow coefficient (Cv)	=	?

အဖြေ- 10 ft of head x 0.433 pis/ft = 4.33 psi (1 ft of head = 0.433 psi)

$$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{90}{\sqrt{12\, x\, 0.433}} = 39.5$$

ရေ မဟုတ်သည့် fluid များအတွက်

$$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\frac{\Delta P}{Sg}}}$$

Sg = Specific gravity of the liquid

၄.၅.၅ Valve Schedule:

အောက်တွင် valve နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်အလက်များ(valve schedule)ကို ဖော်ပြထားသည်။ BAS ကန်ထရိုက်တာများသည့် ရွေးချယ်ထားသည့် control valves များကို Cv တန်ဖိုးနှင့် တကွ ဖော်ပြရန် တာဝန်ရှိသည်။

(၁) Valve Identification Tag.
(၂) Location.
(၃) Valve Type.
(၄) Valve Size.
(၅) Pipe Size.
(၆) Configuration.
(၇) Flow Characteristics.
(၈) Capacity.
(၉) Valve CV.
(၁၀) Design Pressure Drop.
(၁၁) ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)at Design Flow.
(၁၂) Fail Position.
(၁၃) Close-off Pressure.
(၁၄) Valve and actuator Model Number and Type.

Processes များတွင် အသုံးများသည့် valve များမှာ ball valves, butterfly valves, globe valves နှင့် plug valves တို့ဖြစ်သည်။ အသုံးပြုပုံ (application)ကို လိုက်၍ သင့်လျော်သည့် valve အမျိုးအစားများ(types) ကို တွဲ၍ ဖော်ပြထားသည်။

Valve Type	Application	Other information
Ball	Flow is on or off	Easy to clean
Butterfly	Good flow control at high capacities	Economical
Globe	Good flow control	Difficult to clean
Plug	Extreme on/off situations	More rugged, costly than ball valve

၄.၆ Control Damper

လေထုထည်(air volume) နှင့် လေစီးနှုန်း(air flow) တို့ကို လိုသလို ထိန်းယူရန်အတွက် Volume Control Damper (VCD) များကို အသုံးပြုသည်။ Volume damper ဟုလည်း ခေါ်လေ့ရှိသည်။ Volume Control Damper (VCD) များကို နှစ်မျိုး ခွဲခြားထားသည်။ လက်ဖြင့် အဖွင့်၊ အပိတ်ပြုလုပ်သည့် (manual damper) သို့မဟုတ် balancing damper နှင့် မော်တာဖြင့်မောင်းသည့်(motor operated) damper များ ဖြစ်ကြသည်။

Damper Characteristics

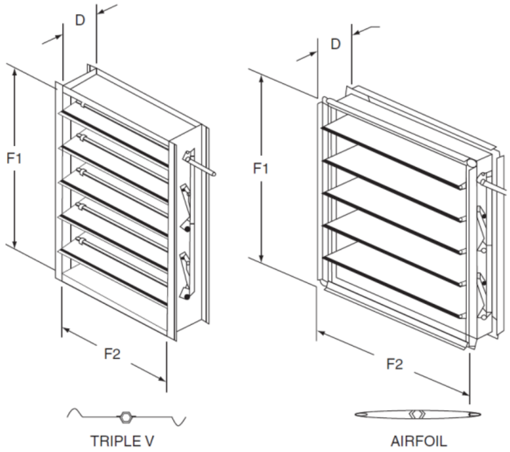
(၁) **Opposed blade** များကို balancing လုပ်ခြင်း၊ mixing လုပ်ခြင်း၊ modulating လုပ်ခြင်း နှင့် 2-position control application များ တို့တွင် အသုံးပြုသည်။

(၂) **Parallel blade:** Two-position applications (open/closed).

(၃) ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure loss)သည် လုံးဝ ပွင့်နေသည့် (full open @ 2000 FPM) အချိန်တွင် 0.15" W.G ထက် ပိုမများစေရ။

(၄) Damper များ၏ အရွယ်အစား(size)ကို ရွေးချယ်သည့်အခါ လေစီးနှုန်း(flow rate) သည် 1,200 – 1,500 CFM/sq.ft ထက်ပို မများစေရ။

Damper များကို လေလမ်းကြောင်းပြောင်းသွားစေရန် နှင့် လေစီးနှုန်း(air flow)ပမာဏ အနည်း၊ အများကို လိုသလို ထိန်းယူ(control)နိုင်ရန်အတွက် အသုံးပြုကြခြင်း ဖြစ်သည်။ Damper များကို အဝိုင်း (round)၊ လေးထောင့်(rectangular) နှင့် ဘဲဥပုံ(oval) စသဖြင့် duct ၏ ပုံစံကို လိုက်၍ ပုံသဏ္ဍာန်အမျိုးမျိုး ပြုလုပ် ကြသည်။ အဝိုင်းပုံသဏ္ဍာန်(round) damper နှင့် ဘဲဥပုံသဏ္ဍာန်(oval) damper များကို အပြား တစ်ခုတည်း (single blade)ဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ လေးထောင့်(rectangular) damper များကို blade ငယ်များဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ Blade များသည် (၆)လက်မ သို့မဟုတ် (၈)လက်မခန့် အပြားများ ဖြစ်ကြပြီး တစ်ခုနှင့် တစ်ခုကို မောင်းတံ(linkage)ဖြင့် အတွဲလိုက်ဖြစ်အောင် ချိတ်ဆက်ထားသည်။



Airfoil dampers

ပုံ ၄-၂၈ Triple V and Airfoil dampers

HVAC လုပ်ငန်းအတွက် damper များကို များသောအားဖြင့် galvanized steel သို့မဟုတ် extruded aluminum စသည့် သတ္တုများဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ ပြင်ပ လေဝင်ပေါက်(outdoor air intake)၌ တပ်ဆင် ထားမည့် damper များကို အလူမီနီယံ(aluminum)သတ္တုဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။ အလူမီနီယံ(aluminum) သတ္တုသည် သံချေးတက်ခြင်းကို ကာကွယ်နိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ သံချေးတက်ခြင်း ဖြစ်နိုင်သည့် နေရာများ နှင့် စက်မှုလုပ်ငန်းများ (industrial facilities) တွင် စတီး(stainless steel)ကို အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။

ဘောင်(frame) နှင့် blade များ တွန့်ခြင်း၊ လိမ်ခြင်း မဖြစ်စေရန် ကြံ့ခိုင်ခံ့အောင် ပြုလုပ် ထားရန် လိုသည်။ Damper ဝင်ရိုး(shaft)တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် ဘယ်ရင်(bearing)များသည် အမြဲတမ်း ချောဆီ ရှိနေမည့် အမျိုးအစားမျိုး ဖြစ်ရန် လိုသည်။ ပွတ်တိုက်မှု(friction)ကို လျော့နည်းစေသည့် အမျိုးအစား ဖြစ်စေသင့်သည်။

ရေများကို လိုသလို ထိန်းယူ(control)နိုင်ရန် အတွက် ဘား(valve)များကို အသုံးပြုကြသည်။ လေများကို လိုသလို ထိန်းယူ(control)နိုင်ရန် အတွက် damper များကို အသုံးပြုသည်။ Valve နှင့် damper နှစ်ခုလုံး အတွက် ဒီဇိုင်းလုပ်ပုံ နှင့် ရွေးချယ်ပုံ ရွေးချယ်နည်း(selection principle)တို့မှာ တူညီကြသည်။ Damper များကိုလည်း valve များကဲ့သို့ပင် တည်ငြိမ်ပြီး(stable) လိုချင်သည့် accurate control ရရန်အတွက် ဂရုတစိုက် ရွေးချယ်သင့်သည်။

Damper blade များကို ပုံစံ အမျိုးမျိုး ပြုလုပ်ကြသည်။

(၁) Flat, one-piece (single metal sheet) blade

(၂) Single skin blade with a triple-v-groove shape နှင့်

(၃) Double- skin air foil-shaped blade တို့ ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၂၈) triple V နှင့် airfoil blade နှစ်မျိုးကို ပြင်ပမှ မောင်းတံ(external linkage)ဖြင့် ချိတ်ဆက် ထားပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Damper ဧရိယာသည် F1 (အမြင့်) နှင့် F2 (အလျား) တို့ မြှောက်လဒ် ဖြစ်သည်။ ဘောင်အထူ သို့မဟုတ် ဘောင်အနက် (frame depth) သည် D ဖြစ်သည်။ Blade width နှင့် frame depth တို့ တူညီရမည်။ အပြားပုံသဏ္ဍာန်(flat) blade တစ်ခုတည်းသာ ပါသော(single blade) damper များကို အဝိုင်း ပုံသဏ္ဍာန်(round) duct နှင့် ဘဲဥပုံသဏ္ဍာန်(oval) duct များတွင် တပ်ဆင်ရန်အတွက် ပြုလုပ်ကြသည်။ ဤ damper blade ပုံစံ နှစ်မျိုးကို လေးထောင့်ပုံသဏ္ဍာန်(rectangular) damper များတွင် အသုံးပြုသည်။

> Air foil ပုံသဏ္ဍာန် damper သည် ဈေးအကြီးဆုံး ဖြစ်သည်။ Air foil ပုံစံ ပြုလုပ်ထားသောကြောင့် လေများ blade ကို ဖြတ်သွားသည့်အခါ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) နှင့် ဆူညံသံကို လျော့နည်းစေသည်။

Triple V groove blade ကို လေအလျင်(velocity) 2000 FPM အထိ အသုံးပြုနိုင်သည်။ သို့သော် 1500 FPM ထက် ပိုများပါက ဆူညံသံများ စတင်ဖြစ်ပေါ် လေ့ရှိသည်။ Blade များကို ထပ်နေအောင်(overlap) နှင့် interlock ဖြစ်နေအောင် ပြုလုပ်ထားသောကြောင့် တင်းကြပ်စွာ ပိတ်(tight closure)ထားနိုင်သည်။

Blade ၏ အစွန်း(edge)များ၌ compressible sealing strip ကို ကပ်ထားသောကြောင့် လေယိုစိမ့်ခြင်း (leakage)ကို လျော့နည်းစေသည်။ ထို sealing strip များကို ဈေးပေါသည့် ရာဘာ(rubber foam)ဖြင့် ပြုလုပ်နိုင်သကဲ့သို့၊ ဈေးကြီးသည့် စီလီကွန်(silicon rubber) သို့မဟုတ် ဗွီနိုင်း(extruded vinyl)ဖြင့်လည်း ပြုလုပ်ကြသည်။ Silicon rubber များသည် ကြာရှည်ခံသည်။

Seal များ တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် damper များ၏ လုံးဝပွင့်နေသည့် အခြေအနေ(fully open) နှင့် လုံးဝ ပိတ်နေသည့် အခြေအနေ(fully closed) တို့တွင် ရှိသော စွမ်းဆောင်ရည်(performance)များ ကွာခြားကြသည်။ ဘောင်(frame)၏ တစ်ဘက်တစ်ချက်တွင် blade များနှင့် တစ်တန်းတည်း ရှိနေသည့် နေရာတွင် seal ထည့်ထားခြင်းကြောင့် လေယိုစိမ့်ခြင်း(leakage) လျော့နည်းစေသည်။ Damper တစ်ခု၏ ပုံမှန် လေယိုစိမ့်ခြင်း (standard leakage)သည် 50 CFM per square foot at 1 inch pressure ဖြစ်သည်။

တစ်လက်မ ဖိအား(249 Pa)အောက်တွင် damper ဧရိယာ တစ်စတုရန်းပေ ရှိလျှင် 50 CFM နှုန်း လေယိုစိမ့်သည်။ Air foil blade များကို သုံးထားသည့် low leakage damper အမျိုးအစားသည် လေးလက်မ ဖိအား(996 Pascal) အောက်တွင် damper ဧရိယာ တစ်စတုရန်းပေ ရှိလျှင် 10 CFM နှုန်းသာ လေယိုစိမ့်သည်။

HVAC system များတွင် အသုံးပြုထားသည့် shut off damper များသည် လေယိုစိမ့်မှုနည်းသည့်(low leakage) damper အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ တစ်လက်မဖိအား(249 Pascal)အောက်တွင် damper ဧရိယာ တစ်စတုရန်းပေရှိလျှင် 2 CFM နှုန်း လေယိုစိမ့်သည်။ (2 CFM per square foot at 1 inch wg)။ လေယိုစိမ့်ခြင်း (leakage)ကြောင့် မလိုလားအပ်သည့် ဆိုးကျိုးများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။

လေယိုစိမ့်ခြင်း(leakage)ကြောင့် စွမ်းအင်ဖြုန်းတီးမှု ဖြစ်ပေါ်သည်။ ကုန်ကျစရိတ် ပိုများသည်။ Damper တစ်ခု၏ အနည်းဆုံး လက်ခံနိုင်သည့်နှုန်း(minimum leakage)များကို ANSI/ ASHRAE/ IESNA Standard 90.1-2004 တို့တွင် ဖော်ပြထားသည်။ Ultra-low leak damper နှုန်းမှာ 4 CFM/ft^2 ဖြစ်သည်။ Low leak damper နှုန်းမှာ 10 CFM/ft^2 ဖြစ်သည်။ Cooling load အလွန်များသည့် system များအတွင် ultra-low leak damper များကို တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။

Table 3-2 Maximum Damper Leakage (ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004)

	Maximum Damper Leakage at 1.0 in wg cfm/ft² of Damper Area	
Climate	**Motorized**	**Non-motorized**
1, 2, 6, 7, 8	4	Not allowed
All others	10	20(a)

Note: (a) dampers smaller than 24 inches, in either dimension, may have leakage of 40 cfm/ft^2

Ultra-low leak damper နှုန်းမှာ $4\ CFM/ft^2$ ဖြစ်သည်။ Low leak damper နှုန်းမှာ $10\ CFM/ft^2$ ဖြစ်သည်။

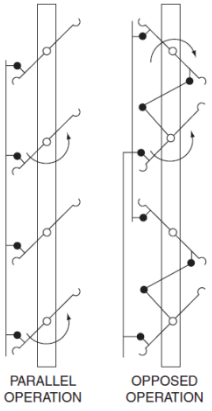
Cooling load အလွန်များသည့် system များအတွင် ultra-low leak damper များကို တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။

Blade များ ပြိုင်တူပွင့်ရန်၊ ပိတ်ရန်အတွက် မောင်းတံ(linkage)ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ မောင်းတံ(linkage)ကို နေရာ နှစ်နေရာတွင် တပ်ဆင်ထားနိုင်သည်။ ပုံ(၄-၃၀)တွင် ဖော်ပြထားသည့် blade ပုံစံမျိုး တိုက်ရိုက် ချိတ်ဆက်ပြီး လေထဲတွင်ပေါ်နေသည့် မောင်းတံ(linkage) အမျိုးအစား ပါရှိသည့် damper များသည် ဈေးနည်းသည်။ မောင်းတံ(linkage)များကို လေနှင့် မထိတွေ့စေဘဲ (မပေါ်အောင်မြုပ်ထားသည့်) အမျိုးအစားများသည် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ပိုနည်းပြီး၊ သံချေးတက်ခြင်း(corrosion)ကိုလည်း လျော့နည်းစေသည်။

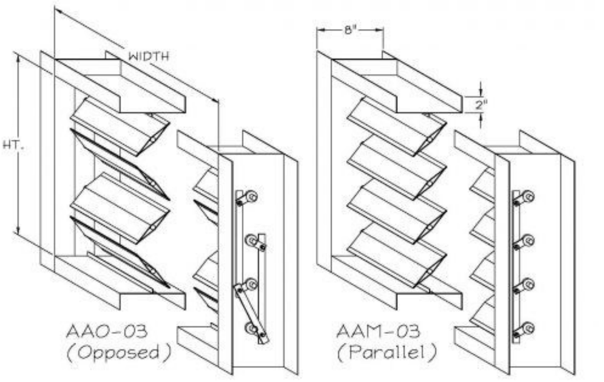
ပိုအားကောင်းသည့် ပုံစံမျိုးဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားခြင်းကြောင့် damper ပိတ်နေသည့်အချိန်၌ ပို၍ တင်းကြပ်စွာ seal ဖြစ်စေသည်။ အထူးသဖြင့် damper များ သက်တမ်း ကြာမြင့်သည့်အခါ ပိုတင်းကြပ်စွာ လုံအောင်ပိတ်နိုင်စွမ်း(seal) ကျဆင်းလာသည်။ Blade များ ကွေးညွတ်သွားသည့်အခါ တင်းကြပ်စွာ ပိတ်နိုင်စွမ်း မရှိတော့ပေ။ Damper များကို ရုတ်တရက် ဖွင့်ပေးခြင်း၊ ပိတ်ပေးခြင်း တို့ကို ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု(maintenance) အနေဖြင့် ပုံမှန် ပြုလုပ်ပေးသင့်သည်။

Damper နှင့် တွဲ၍ အသုံးပြုမည့် actuator များကို damper အသစ်အတွက် သာမက damper ဟောင်းပြီး အိုမင်းသွားမည့်အချိန် အတွက်ပါ စဉ်းစား၍ အနည်းငယ်ပိုကြီးအောင်(oversized) ပြုလုပ် သင့်သည်။ Actuator ၏ တွန်းအားကို damper အသစ် အခြေအနေအတွက်သာ လုံလောက်ရုံ ရွေးချယ် ထားလျှင် သက်တမ်း ကြာသွားသည့်အခါ actuator သည် damper ကို ပွင့်အောင် ဖွင့်နိုင်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

Damper နှင့် actuator များ ကြာရှည် အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် damper များနှင့် မောင်းတံ(linkage) များကို ပုံမှန် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းပေးရန် လိုအပ်သည်။ တစ်ခါတစ်ရံမှသာ ပိတ်လေ့ ဖွင့်လေ့ ရှိသည့် damper များကို လေးလ တစ်ကြိမ်၊ ခြောက်လ တစ်ကြိမ် ပုံမှန် စစ်ဆေးမှုများ ပြုလုပ်သင့်သည်။



ပုံ ၄-၂၉ Typical multi-blade dampers



ပုံ ၄-၃၀ Damper linkages

Blade များစွာပါသည့် damper ကို multi-blade damper ဟုခေါ်သည်။ Multi-blade damper များ၌ blade များသည် parallel blade နှင့် opposed blade ဟူ၍ ပုံစံ နှစ်မျိုး ရှိနိုင်သည်။ ပုံ(၅-၄၇) နှင့် ပုံ(၅-၄၈) တွင် ဖော်ပြထားသည်။

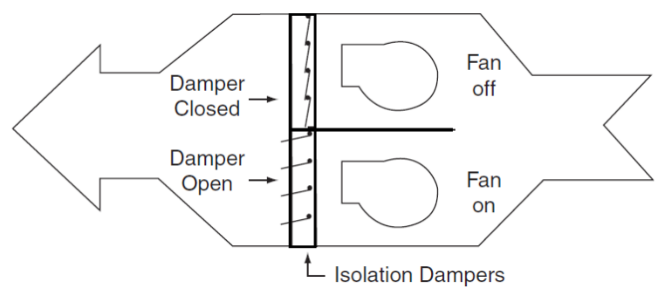
(၁) Parallel blade operation ဆိုသည်မှာ blade များ တစ်ဘက်တည်းသို့(same direction) တစ်ညီ တစ်ညာတည်း ပြိုင်တူ ပွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်း ဖြစ်သည်။

(၂) Opposed blade operation ဆိုသည်မှာ တစ်ခုကျော် blade များ တစ်ဘက်သို့ လည်နေချိန်တွင်

ကျန်တစ်ခုကျော် blade များ အခြားတစ်ဘက်သို့ လည်နေခြင်းဖြင့် ပိတ်ခြင်း၊ ပွင့်ခြင်းကို ဖြစ်စေသည်။

ထို damper နှစ်မျိုးတွင် မတူညီသော လုပ်ဆောင်ချက်များ(operating characteristic) ရှိကြသည်။ Blade တစ်ခုတည်းသာရှိသည့် (single blade) damper ၏ လုပ်ဆောင်ချက်များ(operating characteristic) သည် parallel နှင့် opposed blade damper တို့ နှစ်ခုအကြားတွင် ဖြစ်သည်။

Actuator များကို damper operator သို့မဟုတ် damper motor ဟုလည်းခေါ်သည်။ လုံးဝ ပွင့်နေသည့် အခြေအနေ(fully open)တွင် လေ၏တွန်းအား အများဆုံး ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် damper actuator သည် လုံလောက်အောင် ကြီးမားသည့် စွမ်းအား(power) ရှိမှသာ damper ကို ကောင်းစွာ ပိတ်နိုင်လိမ့်မည်။



ပုံ ၄-၃၁ Fans in Parallel	ပုံ ၄-၃၂ Centrifugal Fan with Inlet Vane damper

Modulating damper များသည် လိုအပ်သည့် small increment များအတိုင်း ချောမွေ့စွာ ရွေ့လျား စေရန်(ပိတ်ခြင်း၊ ပွင့်ခြင်း) damper actuator က ကောင်းစွာ modulate လုပ်ပေးနိုင်ရမည်။ Lower leakage damper များတွင် seal များ ပါရှိခြင်းကြောင့် ပွတ်တိုက်မှု(friction) ပိုများသည်။ ထိုပိုများသည့် ပွတ်တိုက်မှု (friction)ကို ကျော်လွှားရန်အတွက် ပိုကြီးမားသည့် damper motor (damper actuator) တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် opposed blade damper များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် parallel blade damper များတွင် ပိုကြီးမားသည် actuator တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။

Actuator ထုတ်လုပ်သူများသည် damper ပိတ်ရန်၊ ဖွင့်ရန်အတွက် လိုအပ်သော အား(torque)ကို inch-pound ဖြင့် ဖော်ပြသည်။ ပွတ်တိုက်မှု(friction) နှင့် လေဖိအားကို ကျော်လွှန်ရန် actuator များ၌ ရှိသည့်ရှိထိုက်သည့် (minimum torque) ကိုလည်း ဖော်ပြပေးရသည်။ ယေဘုယျ စည်းကမ်းချက်မှာ damper နှင့် actuator များကို Normally Open(NO) operation ပုံစံမျိုးဖြင့် ပြုလုပ်(set up) ထားလေ့ရှိသည်။ အကယ်၍ power မရှိတော့သည့်အခါ သို့မဟုတ် ပျက်(fail)သွားသည့်အခါ damper သည် ပွင့်လျက်သား ကျန်ခဲ့ပြီး လေများ အဆက်မပြတ် စီးဆင်း(flow) နေလိမ့်မည်။ ရောက်ပြီ

Coil များတွင် ရေခဲခြင်း(freezing) မဖြစ်စေရန်၊ hazardous waste များ မဝင်ရောက်စေရန် နှင့် system ကို isolation လုပ်ရန် စသည့် အချက်များကို အခြေခံ၍ damper သည် Normally Open(NO) သို့မဟုတ် Normally Close(NC) ဖြစ်ရမည်ကို ဆုံးဖြတ်ကြသည်။
Damper အမျိုးအစား(type) ရွေးချယ်ခြင်း နှင့် damper အရွယ်အစား(size)ရွေးချယ်ခြင်းကို အခြေခံ၍ damper အသုံးပြုပုံ (application) သုံးမျိုး ရှိသည်။

(က) Two position only

လုံးဝပွင့်နေသည့် အခြေအနေနှင့် လုံးဝပိတ်နေသည့်အခြေအနေ(fully open/fully closed) position နှစ်မျိုး အတွက်သာ ဖြစ်သောကြောင့် "**Two Position**" ဟုခေါ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Fan များ isolation လုပ်ရန် နှင့် ပြင်ပလေဝင်ပေါက်(out door air intake)များ ပိတ်(shut-off)ရန် အတွက် အသုံးပြုသည်။

(ခ) Capacity control duty

အလိုရှိသည့် capacity ရအောင် damper များဖြင့် control လုပ်ခြင်းဖြစ်သည်။ VAV discharge damper များနှင့် air balancing damper အဖြစ် အသုံးပြုသည်။

(ဂ) Mixing duty

လေနှစ်မျိုး ရောနှောသွားရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။ Economizer damper များ အဖြစ် အသုံးပြုသည်။

၄.၆.၁ (က) Two Position Duty

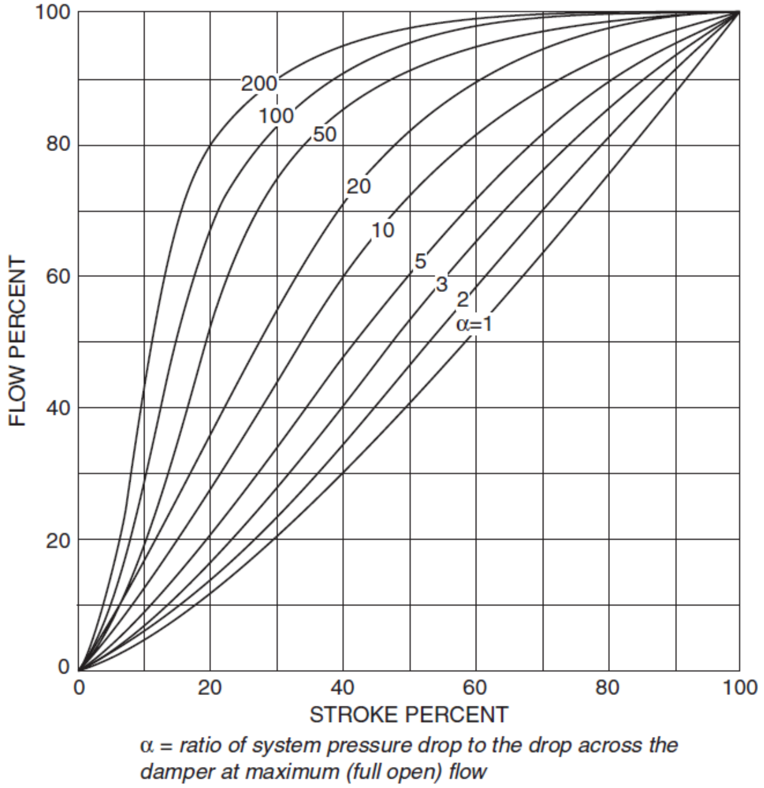
Fan ပိတ်လိုက်သည့် အချိန်၌ တခြားနေရာမှ လေများဝင်လာခြင်း သို့မဟုတ် duct အတွင်းမှ လေများထွက်သွားခြင်းတို့ကို ကာကွယ်ရန် အတွက် အသုံးပြုသည်။ Outdoor air intake ၊ fan intake နှင့် discharge များတွင် တပ်ဆင်လေ့ရှိသည်။ Fan မောင်းနေသည့် အချိန်၌ damper ပွင့်နေပြီး၊ fan ရပ်နားနေခိုက် damper ပိတ်နေမည်ဖြစ်သောကြောင့် အပွင့်နှင့် အပိတ် ပုံစံ(position) နှစ်မျိုးသာ ဖြစ်နိုင်သည်။ ပြင်ပမှ တိုက်လေဖိအား(wind pressure) နှင့် stack effect တို့ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် infiltration ဖြစ်ခြင်းကို ကာကွယ်ရန် နှင့် လျော့နည်းစေရန် အတွက် fan ရပ်နေသည့် အချိန်၌ ပြင်ပလေဝင်ပေါက်(out door air intake)ရှိ damper ကို ပိတ်နေအောင် supply air fan နှင့် interlock လုပ်ထားရမည်။ ထို့ကြောင့် coil များပေါ်တွင် ရေခဲခြင်း(freezing) မှ ကာကွယ်နိုင်သည်။ ဆောင်းရာသီတွင် အပူဆုံးရှုံးခြင်း(heat loss) ဖြစ်မှု လျော့နည်းအောင် လုပ်နိုင်ခြင်းကြောင့် စွမ်းအင် အတွက် ကုန်ကျစရိတ် (heating energy cost)သက်သာသည်။

ထိုကဲ့သို့မျိုး damper များကို actuator(motor) ဖြင့်မောင်းသော motorized damper များ သို့မဟုတ် ကမ္ဘာမြေဆွဲအားကို အသုံးပြုထားသည့် gravity damper များ အဖြစ်တွေ့နိုင်သည်။ Gravity damper များကို Back Draft Damper(BDD) သို့မဟုတ် Barometric Damper သို့မဟုတ် Non Return Damper(NRD) များဟု အမျိုးမျိုး ခေါ်ဝေါ်ကြသည်။ ကမ္ဘာမြေဆွဲအားကို အသုံးပြုသည့်(gravity) damper များတွင် actuator (motor) တပ်ဆင်ထားခြင်း မရှိသောကြောင့် motorized damper များကဲ့သို့ တင်းကြပ်စွာ ပိတ်နေခြင်း(tight seal) မဖြစ်နိုင်ပါ။

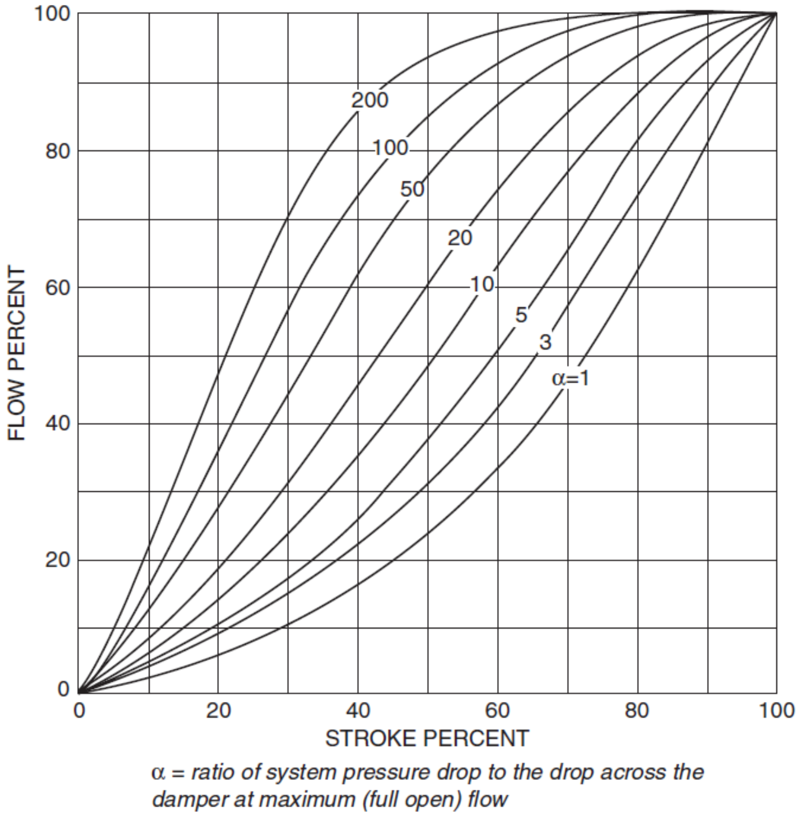
Gravity damper များသည် လေဦးတည်ရာ တစ်ဘက်တည်းကိုသာ စီးဆင်းနိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ အသွား(supply)ဘက်သာ စီးခွင့်ပြုပြီး အပြန်(return)ဘက်သို့ ပြန်မစီးနိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားခြင်းကြောင့် "**Non Return Damper**"ဟု ခေါ်ဆိုခြင်း ဖြစ်သည်။

Exhaust fan တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် back draft damper သည် fan ရပ်ထားချိန်၌ ပြင်ပမှလေများ အဆောက်အဦ အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ခြင်းကို ကာကွယ်ပေးသော်လည်း fan မောင်းနေချိန်တွင် exhaust air များ fan discharge point မှ ထွက်နိုင်အောင် ဖွင့်ပေးထားသည်။

ဆောင်းရာသီ၌ အလွန်မြင့်မားသည့် အဆောက်အဦများတွင် stack effect ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော လေဖိအား(air pressure)သည် damper ကို ပွင့်စေနိုင်လောက်အောင် တွန်းအားများသည်။ ထိုအခါ အဆောက်အဦ အတွင်းရှိ လေများသည် exhaust system မှ တစ်ဆင့် အပြင်သို့ ထွက်သွားပြီး၊ နိမ့်သည့် အထပ်များ အတွင်းသို့ ပြင်ပလေများ make up air အဖြစ် အစားထိုး ဝင်ရောက်လာသည်။ ထိုကဲ့သို့ မဖြစ်စေရန် အတွက် ကမ္ဘာမြေဆွဲအားကို အသုံးပြုသည့်(gravity) damper များအစား motorized damper ကို သုံးရန် ပိုမို သင့်လျော်သည်။

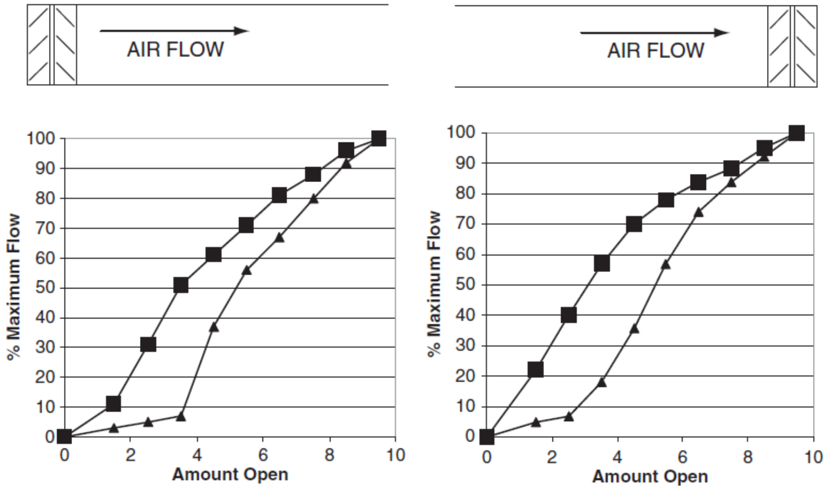


ပုံ ၄-၃၃ Installed characteristic curves of parallel blade dampers

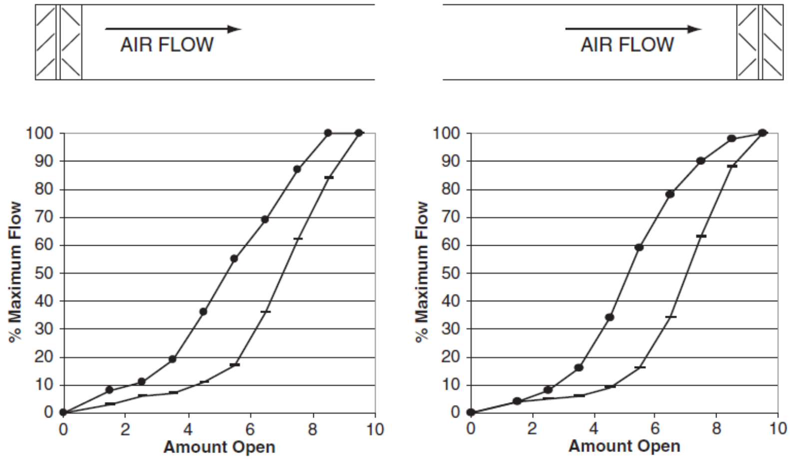


ပုံ ၄-၃၄ Installed characteristic curves of opposed blade dampers

တစ်ခါတစ်ရံ gravity damper များသည် motorized damper များထက် ပိုမိုသင့်လျော်သည်။ ဥပမာ ပုံ (၅-၄၁)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း fan နှစ်လုံးကို အပြိုင်ပုံစံ(operating in parallel)ဖြင့် မောင်းလိုသည့်အခါ damper များကို ကန့်သတ်ပိုင်းခြား(isolate)ရန် အတွက် တပ်ဆင်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် မည်သည့် fan ကိုမဆို ကြိုက်သလို မောင်းနိုင်သည်။



ပုံ ၄-၃၅ Two Parallel blade Triple V dampers From Different Manufacturers



ပုံ ၄-၃၆ Two opposed blade triple v dampers from different manufacturers

Variable Air Volume(VAV) application ၌ low load အခြေအနေတွင် fan တစ်လုံးသာ မောင်းပြီး high load တွင် fan နှစ်လုံးကို ပြိုင်တူ မောင်းနိုင်သည်။ ထိုအခြေအနေမျိုးတွင် shut-off damper မတပ်ဆင်ထားလျှင် မောင်းနေသည့် fan မှ လေများ ရပ်ထားသည့် fan အတွင်းသို့ ပြန်လည် ဝင်ရောက်နိုင်သည်။ Parallel pumping system များတွင် check valve များ တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည့် သဘောမျိုး ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ motorized damper ကို အသုံးပြုမည်ဆိုပါက မည်သည့် အချိန်တွင် damper ပိတ်ရမည်၊ ဖွင့်ရမည် ဆိုသည့် ပြဿနာကို ရင်ဆိုင်ရလိမ့်မည်။

Fan မမောင်းခင် damper ကို ဖွင့်လျှင် တခြားမောင်းနေသည့် fan မှ လေများ ရပ်နေသည့် fan အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ကာ ပြောင်းပြန်စီးခြင်း(back flow)ဖြစ်ပေါ်စေပြီး short circuit ဖြစ်လိမ့်မည်။ ထိုလေများကြောင့် fan ၏ wheel သည် နောက်ပြန် လည်နေလိမ့်မည်။ ပြောင်းပြန်လည်နေသည့် fan ကို စတင်မောင်းလိုက်သည့်အခါ အလိုရှိသည့် direction ဘက်သို့ လည်စေရန် ပို၍အားကောင်းသည့် (starting torque) လိုအပ်သောကြောင့် မော်တာဝန်ပိခြင်း(motor over load) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

Fan ကို အရင် စတင်မောင်းပြီးမှ damper ကို ဖွင့်လျှင် fan plenum အတွင်း၌ ဖိအား (pressure)များ အလွန်မြင့်မားလာကာ ထိခိုက်ပျက်စီးနိုင်သည်။ ထိုကဲ့သို့သော application အတွက် gravity back draft damper သည် ပို၍ သင့်လျော်သည်။ Fan မောင်းလိုက်သည်နှင့် တစ်ပြိုင်နက် ဖိအား (pressure) တဖြည်းဖြည်း များလာကာ gravity damper ကို အလိုအလျောက် တစ်ဖြည်းဖြည်းခြင်း ပွင့်သွား စေလိမ့်မည်။ Back draft damper ကို fan discharge အနီးတွင် အမြဲတပ်ဆင်ထား လေ့ရှိသည်။ Fan discharge နေရာ၌ လေအလျင်(velocity) ပိုများသောကြောင့် back draft damper များကို heavy duty damper အမျိုးအစား အဖြစ် ပြုလုပ်သင့်သည်။

Two position အတွက် အသုံးပြုရာတွင် parallel blade damper ကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ၊ opposed blade damper ကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ ကွာခြားချက် မရှိပေ။ တစ်နည်းအားဖြင့် two position အတွက် မည်သည့် damper ကို မဆို အသုံးပြုနိုင်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် လုံးဝပွင့်နေသည့် အခြေအနေ(fully open)နှင့် လုံးဝပိတ်နေသည့် အခြေအနေ(fully close position) တို့တွင် damper နှစ်မျိုးလုံး၏ စွမ်းဆောင်ရည်(performance) တူညီကြသည်။

Parallel blade damper များကို ဈေးသက်သာသောကြောင့် ပို၍ အသုံးများသည်။ Damper တစ်ခု တည်းကသာ ဈေးသက်သာသော်လည်း damper နှင့် actuator နှစ်ခုပေါင်းထားသည့် အခါ ဈေးသက်သာ ဖို့ရန် မသေချာပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် အရွယ်အစားတူလျှင် parallel damper ၏ actuator သည် opposed blade damper ၏ actuator ထက် ပို၍ အရွယ်အစားကြီးရန်(ပိုအားကောင်းရန်)လိုသည်။ ထို့ကြောင့် HVAC designer များသည် two position application များအတွက် ပစ္စည်းရောင်းသူ(vendor)နှင့် ကန်ထရိုက်တာ (contractor) များကိုသာ ဈေးသက်သာသည့် အမျိုးအစားကို ရွေးချယ်ခွင့်ပေးထားသည်။

Two position damper အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်းသည် သိပ်အရေးမကြီးပါ။ အဘယ်ကြောင့် ဆိုသော် two position damper များသည် ပိတ်ရန် ဖွင့်ရန်သာ လိုအပ်ပြီး modulate လုပ်ရန် မလိုအပ်ပေ။

Two position damper များသည် အရွယ်အစား(size) ပိုကြီးလေ၊ လေယိုစိမ့်မှု(leakage) ပိုများလေဖြစ်ပြီး ဈေးပိုကြီးလေ ဖြစ်သည်။ သို့သော် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) နည်းသောကြောင့် စွမ်းအင်(energy) သုံးစွဲမှုလည်း နည်းလေသည်။

Shut off damper များကို တပ်ဆင်မည့်နေရာရှိ duct အရွယ်အစားအတိုင်း ရွယ်တူ(same size) ဖြစ်အောင် ရွေးချယ်လေ့ရှိသည်။

၄.၆.၂ (ခ) Capacity Control Duty

Air system မှ လေများ အညီအမျှ ဖြစ်စေရန် သို့မဟုတ် လေဖြန့်ဖြူးမှု ညီမျှစေရန် အတွက် capacity control damper များကို အသုံးပြုသည်။ တစ်ခါတစ်ရံ terminal တိုင်းတွင် လိုအပ်သည့်လေစီးနှုန်း(air flow)ရရှိရန် duct တစ်ခုတည်းဖြင့် ပြုလုပ်၍ မရနိုင်ပေ။ Volume Control Damper(VCD) သို့မဟုတ် balancing damper များကို branch duct နှင့် selection များတွင်ထည့်၍ diffuser နှင့် grille တိုင်း၌ လိုအပ်သော ဒီဇိုင်း လေစီးနှုန်း(design air flow)ရရန် ဖိအား(pressure)ကို ထိန်းညှိပေး(adjust) ရသည်။ Volume control damper များသည် static damper များဖြစ်ကြသည်။ Static damper ဆိုသည်မှာ actuator မပါဝင်ဘဲ တစ်ခါချိန်ထားရုံဖြင့် လေစီးနှုန်း(air flow) အမြဲတမ်း ညီမျှနေမည့် အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Volume control damper အမျိုးအစားနှင့် အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်းသည် သိပ်အရေးမကြီးပေ။

ပိုနေသည့်လေများကို လျှော့ချရုံသာဖြစ်ပြီး လုံးဝပွင့်နေသည့် အခြေအနေ(fully open position)ခန့် တွင် လိုအပ်သလောက် ပိတ်ထား(throttle)ခြင်းဖြစ်သည်။ Volume control damper များသည် single blade အမျိုးအစား နှင့် single skin damper အမျိုးအစားများသာ ဖြစ်ကြပြီး တပ်ဆင်သည့်နေရာရှိ duct အရွယ်

အတိုင်းသာ အရွယ်တူ ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။

ထို damper များကို ဈေးသက်သာအောင် ပြုလုပ်ကြသောကြောင့် တစ်ခါတစ်ရံ အသံ ဆူညံလေ့ရှိသည်။ Outlet နေရာမှ ဝေးနိုင်သမျှ အဝေးဆုံးနေရာတွင် တပ်ဆင်ထားသင့်သည်။ VAV system ရှိ fan များ၏ capacity ကို control လုပ်ရန် damper များကို အသုံးပြုသည်။ Damper ပုံစံ(style)နှစ်မျိုးမှာ inlet guide vane နှင့် discharge damper တို့ဖြစ်သည်။

လုံးဝနီးပါး အမြဲတမ်းပွင့်နေသောကြောင့် leakage ဖြစ်ခြင်းလျော့နည်းစေသည်။ gasket များ တပ်ဆင်ထားရန် မလိုအပ်ပေ။ VAV system ရှိ fan များ၏ လေထွက်နှုန်း(capacity)ကို ထိန်းချုပ်(control)ရန် damper များကို အသုံးပြုသည်။ Damper ပုံစံ(style) နှစ်မျိုးမှာ Inlet Guide Vane(IGV) နှင့် discharge damper တို့ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၃၂)တွင် ပြထားသည့် အတိုင်း Inlet Guide Vane(IGV)ကို fan ၏ အဝ(inlet)တွင် damper အဖြစ် တပ်ဆင်ထားပုံ ဖြစ်သည်။ Fan ၏ အဝိုင်းသဏ္ဍာန် အဝ(inlet)တွင် တပ်ဆင်ရန် ဖြစ်သောကြောင့် damper blade များသည် pic-shaped ဖြစ်ပြီး တစ်ဘက်တည်းသို့ အားလုံး တစ်ပြိုင်နက် လည်နိုင်သည်။

Damper ၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုမှာ ဝင်လာသည့်လေ(entering air)ကို ကြို၍ လှည့်ထားပေးခြင်း(pre-rotational spin) ဖြစ်သည်။ Damper တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် ဝင်လာသည့်လေသည် fan ၏ wheel လည်သည့်ဘက်သို့ ဦးတည်သွားစေသည်။ ဝင်လာသည့် လေ၏ direction နှင့် fan ၏ wheel direction တို့ တူညီသွားသောကြောင့် မော်တာသည် အလုပ်များများလုပ်ရန် မလိုအပ်တော့ပေ။ Air volume ကို လျော့ချလိုသည့်အခါ၌ inlet guide vane ကို ပိတ်၍ unload လုပ်နိုင်သောကြောင့် fan ၏ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု(energy consumption) လျော့သွားချသည်။ လက်တွေ့တွင် inlet guide vane သည် စွမ်းအားပြည့်(maximum capacity) မှ ၃၀% အထိ လျော့ကျအောင် လေစီးနှုန်း(air flow) နှင့် ဖိအား(pressure)ကို လျော့ချနိုင်သည်။

Discharge damper များသည် paralle pump များတွင် တပ်ဆင်ထားသည့် check valve များနှင့် တူညီကြသည်။ Discharge damper များသည် ပိုနေသည့် fan မှ ထုတ်ပေးရမည့် ဖိအား(fan pressure)ကို လျော့ချနိုင်သောကြောင့် VAV box များ ကောင်းမွန် အဆင်ပြေစွာ အလုပ်လုပ်နိုင်သည်။ ပို၍ stable ဖြစ်သည့် ပုံစံမျိုးဖြင့် လေစီးနှုန်း(air flow) ကို control လုပ်နိုင်သည်။

Discharge damper များကြောင့် fan ၏ စွမ်းဆောင်ရည်(performance)သည် ပြောင်းလဲ မသွားပေ။ Discharge damper များ throttling လုပ် သည့်အခါ စွမ်းအင် ဆုံးရှုံးခြင်းနှင့် အသံဆူညံခြင်းတို့ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သောကြောင့် ယခုအခါ VAV system များတွင် discharge damper များကို အသုံးမပြုကြတော့ပေ။

Capacity control လုပ်ရန် volume damper များနှင့် discharge damper များကို throttling လုပ်ခြင်းကြောင့် opposed blade များကို အသုံးပြုသင့်သည်။ Parallel blade များကို အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်ပေ။

Fully open မှ လုံးဝပိတ်နေသည့်အခြေအနေ(fully closed)အထိ throttling လုပ်သည့်အခါ linear flow characteristic ရှိခြင်းသည် အဓိက အကြောင်းဖြစ်သည်။ ပုံ(၄-၃၃) နှင့်(၄-၃၄) တို့တွင် classic diagram ကို ဖော်ပြထားသည်။

Parameter "A" သည် ဖိအားကျဆင်းမှု(total system pressure drop)ကို damper ပွင့်နေသည့် အချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)across the damper နှင့် စားထားသည့် အချိုးဖြစ်သည်။

Control valve authority တွင် ဖော်ပြခဲ့သည့် အခြေအနေအများနှင့် တူညီသည်။

$$\alpha = ratio\ of\ system\ pressure\ drop\ to\ the\ drop\ across\ the\ damper\ at\ miximum\ (fully\ open) flow$$

$$\alpha = \frac{System\ resistance}{Open\ damper\ resistance}$$

$$Valve\ Authority = \frac{Open\ valve\ resistnace}{Pipe\ loop\ resistance}$$

ထို figure များသည် damper စွမ်းဆောင်ရည်(performance)တစ်ခုလုံးကို ပြည့်စုံစွာ မဖော်ပြနိုင်ပေ။ authority များလာသည်နှင့် အမျှ curve သည် အပေါ်သို့ တက်သွားသည့် ပုံစံမျိုးဖြစ်သော်လည်း အားပမာဏ ပိုနည်းသည်။(ပုံ ၄-၃၃ နှင့် ၄-၃၄)

Damper ၏ စွမ်းဆောင်ရည်(performance) များသည် အောက်ပါ အချက်များပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(၁) Manufacturer

(၂) Damper relative size နှင့်

(၃) Damper situation တို့ ဖြစ်သည်။

(၁) Manufacturer

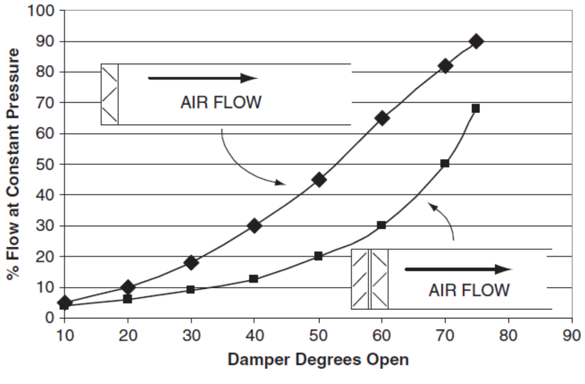
Damper ထုတ်လုပ်သူများ၏ ဒီဇိုင်း(design)၊ ပြုလုပ်သည့်ပစ္စည်း(material)၊ မောင်းတံ (linkage) နှင့် blade seal များ မတူညီခြင်းကြောင့် damper များ၏ လုပ်ဆောင်နိုင်မှု(performance) များ ကွဲပြားရသည်။

(၂) Damper Relative Size

Damper ၏ အရွယ်အစား(size) နှင့် duct ၏ အရွယ်အစား(size) သို့မဟုတ် wall opening ၏ အရွယ်အစား မတူညီခြင်းကြောင့် damper များ၏ လုပ်ဆောင်နိုင်မှု(performance)များ ကွဲပြား ရသည်။ ဥပမာ damper ၏ အရွယ်အစားနှင့် duct ၏ အရွယ်အစား တူညီခြင်းကြောင့် duct ထဲမှ လေသည် damper အတွင်းသို့ တန်းဝင်သွားသည်။ အလွန်ကျယ်သည့် wall opening နေရာတွင် သေးငယ်သည့် damper တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် လေများသည် damper ငယ် အတွင်းသို့ ဖြောင့်တန်းစွာ မဝင်ရောက်နိုင်ဘဲ မတူညီသည့် flow characteristic များ ဖြစ်ပေါ်ကာ damper လုပ်ဆောင်နိုင်မှု(performance)များ ကွဲပြားရသည်။

(၃) Damper Situation

Duct ၏ လမ်းကြောင်း ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် damper မဝင်ခင် လေ၏ direction နှင့် damper အထွက်မှ လေသွားလမ်းကြောင်း(direction) ပြောင်းလဲသောကြောင့် damper ၏ စွမ်းဆောင်ရည် (performance) ကွဲပြားရသည်။

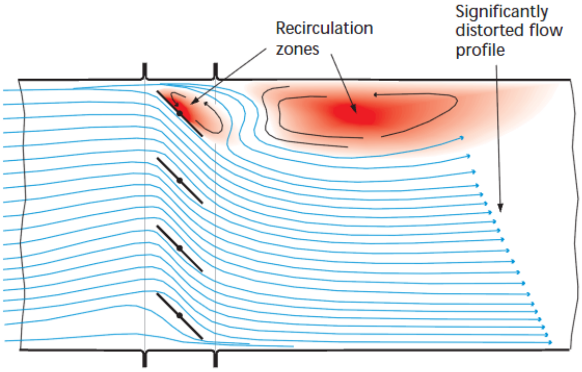


ပုံ ၃-၃၇ Effect of Inlet Louver on an Opposed blade damper Characteristic

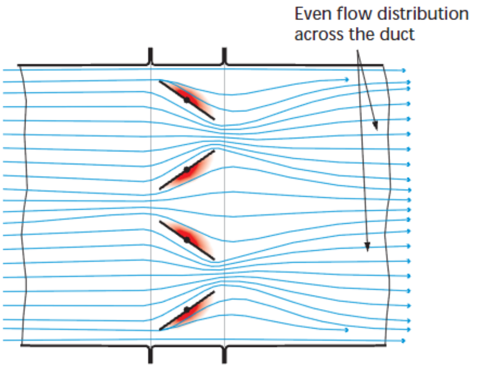
ပုံ(၃-၃၇)တွင် opposed blade damper ၏ စွမ်းဆောင်ရည်(performance)ကို ဖော်ပြထားသည်။ Capacity control (throttling) application တွင် damper လုံးဝ ပိတ်နေသည့် အခြေအနေ(position)နှင့် နီးလာလေ pressure drop across the damper များလာလေ ဖြစ်သည်။

Damper throttling လုပ်ခြင်းကြောင့် လေစီးနှုန်း(air flow rate) နည်းလာကာ duct system ရှိ အခြားသော အစိတ်အပိုင်းများ၏ ပွတ်တိုက်မှုကြောင့် ဖြစ်သောဖိအားဆုံးရှုံးမှု(frictional losses) ကျဆင်းလာသည်။ ပွတ်တိုက်မှုကြောင့်ဖြစ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(frictional losses)သည် လေစီးနှုန်း(air flow rate) ၏ နှစ်ထပ်ကိန်းနှင့် ညီမျှသည်။ Fan ၏ ဖိအား(pressure)သည် volume flow rate နည်းသည့်အခါ fan curve အတိုင်း တက်လာလိမ့်မည်။ Hydronic system များတွင် တပ်ဆင်ထားသည့် two way valve များ ပြုမူပုံ နှင့် ခပ်ဆင်ဆင် တူညီသည်။

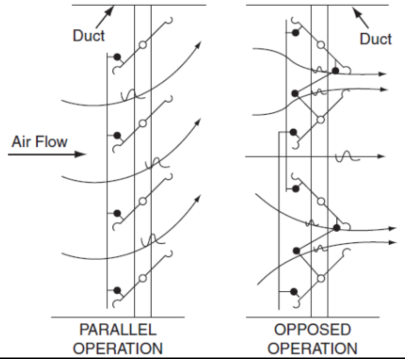
Throttling application များတွင် parallel blade damper ကို အသုံးပြုသည့်အခါ linear characteristic မျိုးတွေ့ရလေ့ရှိသော်လည်း damper အဝင်နှင့်အထွက် အကြား ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop)သည် system တစ်ခုလုံး၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(total pressure drop)၏ ၂၀% ခန့် ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၃၈ Air flow through parallel



ပုံ ၄-၃၈ Air flow opposed dampers



ပုံ ၄-၃၈ Flow Pattern through dampers

Opposed blade damper ကို throttling application တွင် အသုံးပြုသည့်အခါ linear characteristic မျိုးဖြစ်ပြီး pressure drop across the damper သည် total system pressure drop ၏ ၅% ခန့်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် opposed blade damper များသည် down steam တွင် turbulance ဖြစ်စေမှု နည်းပါးသောကြောင့် throttling application တွင် အလွန်အသုံးများရခြင်း ဖြစ်သည်။

ထိုအချက်ကို ပုံ(ပုံ ၄-38)တွင် ဖော်ပြထားသည်။ Parallel blade damper သည် လေစီးကြောင်း ဦးတည်ရာ(air steam direction)ကို စောင်းသွား(deflect the air steam)စေသည်။ ထို့ကြောင့် down steam ၌ ပို၍ turbulance ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

အကယ်၍ လေစီးကြောင်းအောက်ဘက်(down stream) အနီးတွင် elbow ကဲ့သို့သော duct fitting ရှိနေပါက asymmetric enter velocity ကြောင့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) သည် မှတ်ထားသည်ထက် ပိုများလိမ့်မည်။ အကယ်၍ လေစီးကြောင်း အောက်ဘက်(down stream) အနီးတွင် diffuser ရှိနေပါက ဆူညံသံ အလွန်မြင့်မားပြီး လေထွက်ပုံ(outlet throw pattern)လည်း ပုံပြောင်းသွား လိမ့်မည်။

ထို့ကြောင့် လေထွက်ပေါက်(air outlet)ကို ထုတ်လုပ်သူများက diffuser ၏ neck သို့မဟုတ် diffuser အနီးနား တွင် opposed blade damper များကိုသာ တပ်ဆင်ရန် ပေးထားခြင်းဖြစ်သည်။

Throttling လုပ်ရန် နေရာများတွင် အသုံးပြုမည့် damper များ၏ အရွယ်အစား ရွေးချယ်ပုံသည် hydronic system များတွင် control valve များ၏ အရွယ်အစား ရွေးချယ်ပုံနှင့် တူညီသည်။ Controllability ကောင်းရန် နှင့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) မများစေရန် အစွန်းနှစ်ဘက်ကို ရှောင်၍ မျှတအောင် ရွေးချယ်သင့်သည်။ Damper အရွယ်အစား(size) ကြီးလျှင် controllability မကောင်းပေ။ သို့သော် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) နည်းသည်။ Damper အရွယ်အစား(size)သေးလျှင် controllability ကောင်းသည်။ သို့သော် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) များသည်။

၄.၆.၃ (ဂ) Mixing duty

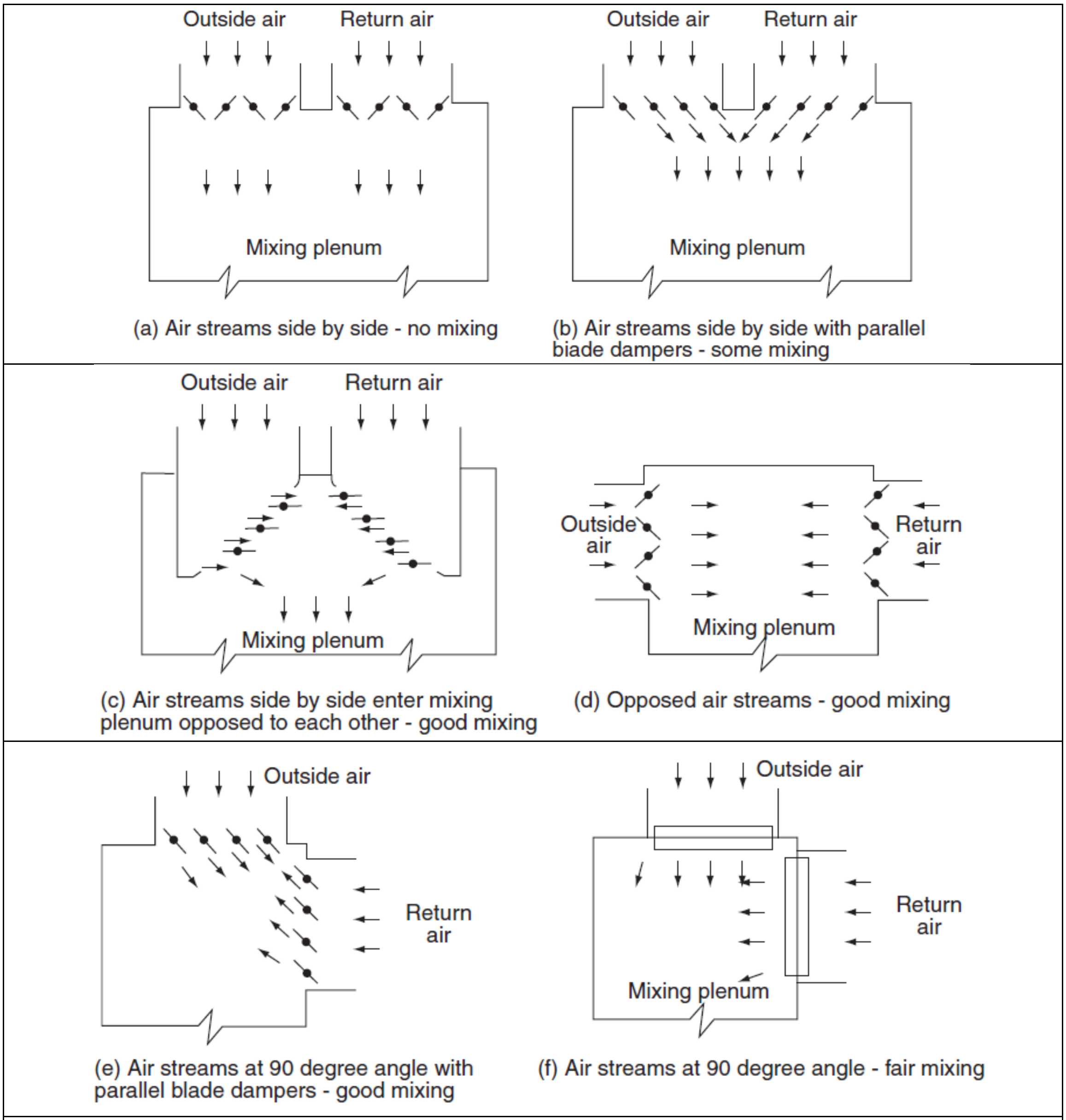
အမျိုးမတူသည့် လေစီးကြောင်း(air steam) နှစ်မျိုးကို ရောနှောရန် damper ကို အသုံးပြုကြသည်။ ပြင်ပလေ(out door air) နှင့် return air တို့ကို ရောနှောခြင်း(mixing) ဖြစ်သည်။ မှားယွင်းသည့် အယူအဆ တစ်ခုမှာ opposed blade damper များသည် throttling လုပ်ရာတွင် အလွန်သင့်လျော်သောကြောင့် ရောနှောခြင်း(mixing)လုပ်ရန် အလွန် သင့်လျော်လိမ့်မည်ဟု ယူဆကြခြင်း ဖြစ်သည်။

များသောအားဖြင့် mixing application တွင် parallel blade damper များကို အသုံးပြုရန် အလွန်သင့်လျော်သည်။ Mixing လုပ်ရာတွင် throttling ကဲ့သို့ တိကျသော control ဖြစ်ရန် မလိုဘဲ၊ air stream နှစ်မျိုးကို ရောနှောစေရုံမျှသာ ဖြစ်သည်။

Parallel blade damper များကြောင့် လေစီးကြောင်း(air steam)များ ယိုင်(deflect)သွားခြင်းကြောင့် throttling လုပ်ရန်အတွက် မကောင်းသော်လည်း mixing လုပ်ရန်အတွက် အလွန်ကောင်းသည့် အချက် ဖြစ်သည်။ ပုံ (၅-၃၉) တွင် parallel blade damper ကြောင့် air stream နှစ်ခုသည် စောင်း(deflect)သွားကာ mixing ဖြစ်စေဖို့ အလွန် အထောက်အကူ ဖြစ်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

Opposed blade damper ကြောင့် လေစီးကြောင်း(air steam)နှစ်ခုတို့ mix ဖြစ်ရန်ခက်ခဲပုံကို ပုံ(၅-၃၉) တွင် ဖော်ပြထားသည်။

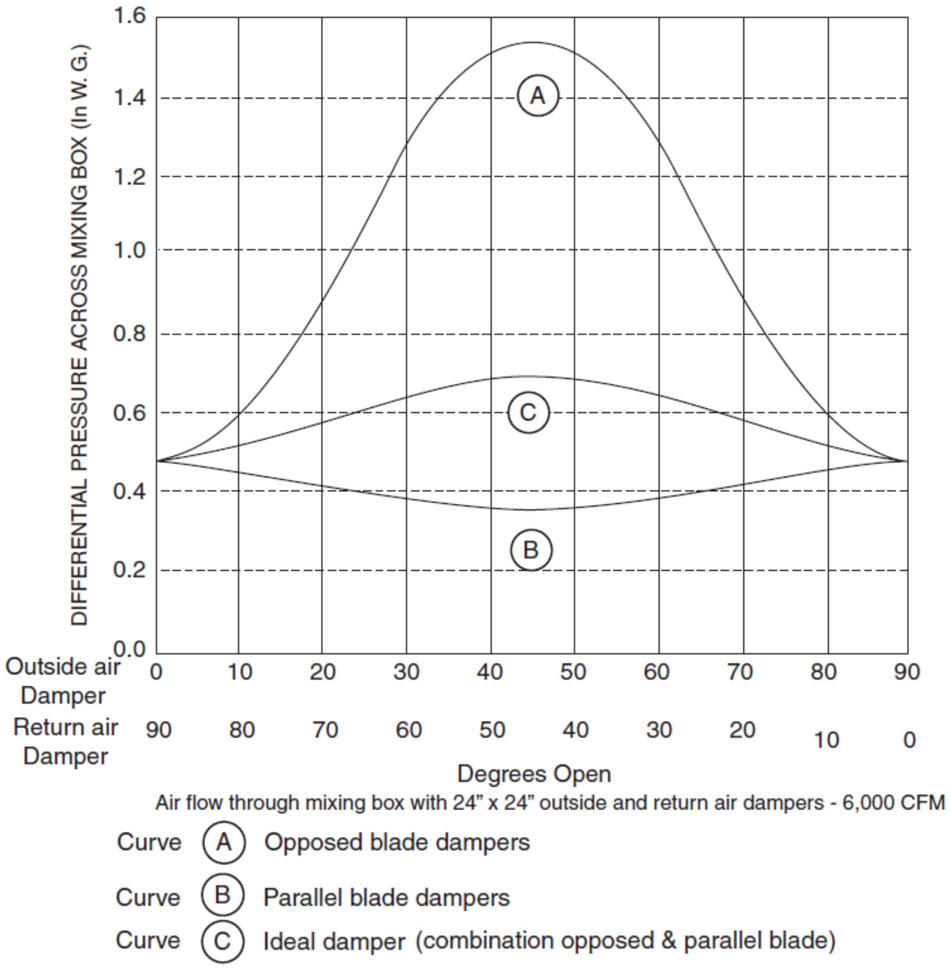
လေစီးကြောင်း(air steam) နှစ်ခု သေချာစွာ မရောနှောသောကြောင့် stratification ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ “Stratification” ဆိုသည်မှာ လေစီးကြောင်း(air steam) နှစ်ခု မရောနှောဘဲ ရေနှင့် ဆီကဲ့သို့ သီးခြားစွာ ရှိနေခြင်းကို ဆိုလိုသည်။ Duct အတွင်းတွင် stratification ဖြစ်သည့်အခါ ပြင်ပလေအပူချိန် (outdoor air temperature) ရှိသည့် လေများက တစ်ဘက်တွင်ရှိနေပြီး return air temperature ရှိသည့် လေများက တစ်ဘက်တွင် ရှိနေလိမ့်မည်။ Stratification ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် လေ၏ အပူချိန်ကို တိုင်းယူသည့် အခါတွင် မမှန်ကန်ခြင်း၊ မတိကျခြင်း ဖြစ်နိုင်သည်။ Ventilation system effectiveness လည်း လျော့နည်းသွားနိုင်သည်။



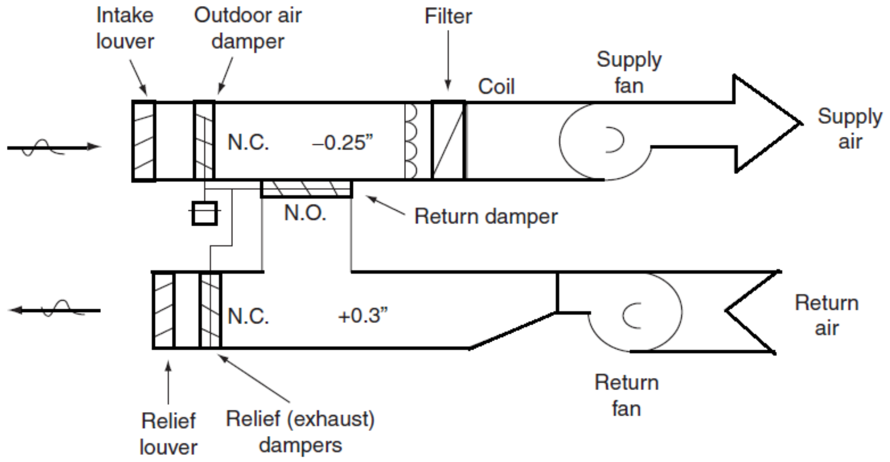
ပုံ ၄-၃၉ Various Mixing Box Arrangements

Damper နှင့်သက်ဆိုင်သည့် အချက်များကို damper schedule ဟုခေါ်သည်။

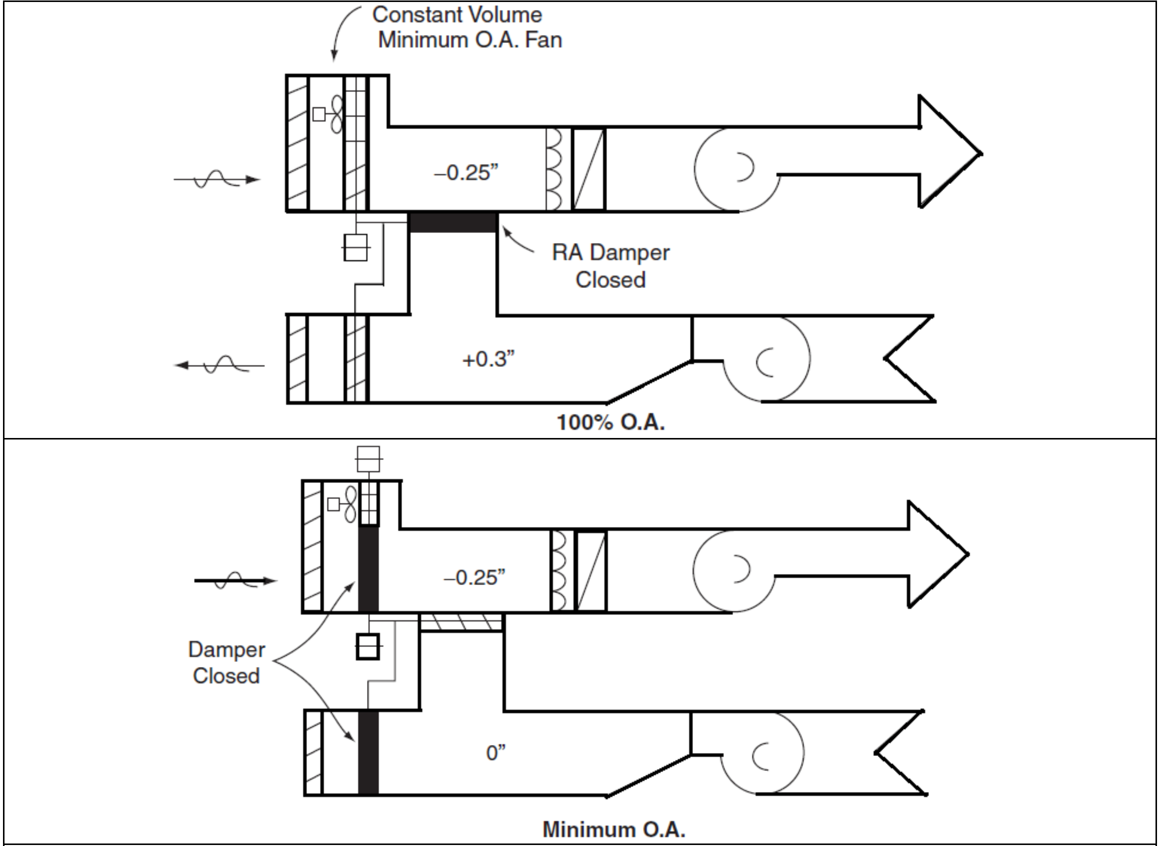
(၁) Damper Identification Tag
(၂) Location
(၃) Damper Type
(၄) Damper Size & Quantity
(၅) Duct Size
(၆) Arrangement
(၇) Blade type
(၈) Velocity Pressure Drop
(၉) Fail Position
(၁၀) Actuator identification Tag
(၁၁) Actuator type & quantity
(၁၂) Mounting



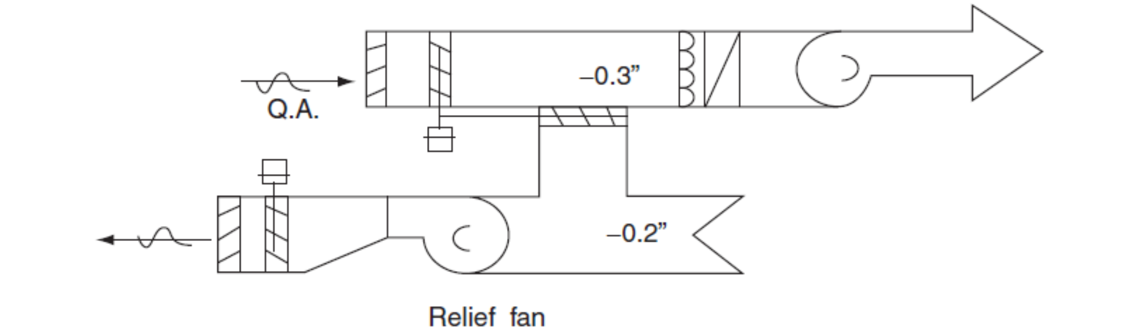
ပုံ ၃-၄၀ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)Across a Typical Mixing Box(Avery, 1986)



ပုံ ၄-၄၁ Economizer with Supply and Return Fan



ပုံ ၄-၄၂ VAV system at 100% outdoor air and minimum outdoor air



ပုံ ၄-၄၃ Economizer with relief fan

Table 3.11 Damper applications

Control application	Damper type
Return air	Parallel
Outdoor air or exhaust air	
— with weather louvre or bird screen	Opposed
— without louvre or screen	Parallel
Coil face	Opposed
Bypass	

— with perforated baffle	Opposed
— without perforated baffle	Parallel
Two-position (all applications)	Parallel

Volume Control Dampers

Isolating Dampers	Regulate or stop flow of air in branches of a duct system
Balancing Dampers	Limit air flow by holding damper blades at a specified position
Fan Inlet Vane Dampers	Used to control air flow rate to a fan
Fan Outlet Dampers	(or Terminal Unit VAV Type Dampers) Used to control air flow rate from a fan

End –

Factors Affecting Damper Performance

Since dampers are a part of a system they are affected by their surroundings. These factors affect the performance of dampers.

(၁) Inlet and outlet conditions
(၂) Location
(၃) Damper Authority
(၄) Damper flow characteristic
(၅) In-duct obstructions
(၆) Inlet and outlet conditions
(၇) Location

Damper Flow Characteristic

The relationship between flow rate through the damper **and the** position of the damper blades

Damper Flow Characteristic

To select a damper which will meet the requirements of a particular application - the relationship between the flow rate through the damper and the position of the damper blades must be understood.

This relationship is commonly called the damper flow characteristic

Damper Flow Characteristic (Opposed)

Use damper authority to determine installed damper flow characteristic

% Damper Authority

- Impact of the damper on total system
- The ratio of wide open pressure drop through the damper to the total duct system pressure drop at the design flow

By definition, **authority** is the ratio of the wide open pressure drop through the damper to the total duct system pressure drop at design flow.

Selecting the Correct Damper

- Determine which installed damper flow characteristic will provide the best control
- Use the value of the damper authority which best matches the system characteristics to determine the wide open pressure drop through the damper

Damper Application will determine which installed damper flow characteristic will provide the best control.
The value of the damper authority which matches the desired flow characteristic is used to determine the wide open pressure drop required through the damper.
The correct damper can then be selected.

Damper Applications

(၁) **2-Position**
(၂) **Static Pressure Control**
(၃) **Temperature Control**
(၄) **Face and Bypass**
(၅) **Mixed Air Control**

2-Position Application
Two Position Damper Applications -
In this application the damper is maintained in either its fully open or closed position depending on a binary input to the actuator.
The shape of the installed damper flow characteristic is not important since the damper is not a modulated device.
The only requirement is that it must be possible to obtain the wide open flow rate with a pressure drop which is less than or equal to the value specified.
Generally, dampers used are duct sized to provide the lowest possible wide open pressure drop.

- Examples: 100% flow or 100% shut off.

Static Pressure Control Application

- Less common today with the use of Variable Air Volume systems and use of inlet vanes to control fan capacity
- Damper modulated to maintain a static pressure set point at some downstream point in ductwork
- Generally installed near the fan discharge
- The damper pressure drop must be included in the overall system resistance

Static Pressure Control Applications -

In this application the damper is modulated to maintain a static pressure setpoint at some downstream point in the ductwork.

The damper is generally installed near the fan discharge.

The pressure drop across the damper must compensate for the increase in pressure developed by the fan and the reduction in the pressure drop across the ductwork as the system flow rate is decreased.

This application is less common today with the advent of variable speed drives and the use of inlet vanes to control fan capacity.

C:\33 BAS and Control Book in Progress\000 HVAC Control and BAS Book Publishing Format Ver 5\Damper.ppt

Contents

၄.၁ Introduction 1
၄.၁.၁ Study Objective....................
၄.၂ Two-Way Control Valve များ 2
၄.၂.၁ Style and Principles of Operation ....
၄.၄ Three way control valve များ 9
၄.၅ Valve အမျိုးအစား ရွေးချယ်ခြင်း နှင့် အရွယ်အစား ရွေးချယ်ခြင်း 12
၄.၅.၁ Valve အရွယ်အစားရွေးချယ်ခြင်း (Sizing) ....
၄.၅.၂ Flow Characteristic Selection....................
၄.၅.၃ ပိတ်ခါနီးဆဲဆဲ အချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအား(Close Off Pressure) ....
၄.၅.၄ Valve Selection....................
Valve Sizing ....
၄.၅.၅ Valve Schedule: ....
၄.၆ Control Damper 27
၄.၆.၁ (က) Two Position Duty....................
၄.၆.၂ (ခ) Capacity Control Duty ....
၄.၆.၃ (ဂ) Mixing duty ....
Volume Control Dampers ....
Damper Applications.................... **Error! Bookmark no**
Factors Affecting Damper Performance ....