Chapter-8 လေယိုစိမ့်ခြင်း (Leakage)

Compressed air system တိုင်း၌ လေယိုစိမ့်ခြင်းဖြစ်ပေါ်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းမရှိသည့် compressed air system ဟူ၍ မရှိနိုင်ပါ။ သုတေသန စာတမ်းများအရ လက်ရှိ compressed air system များ၏ ၈၀%တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသော လေယိုစိမ့်မှုကို လျော့နည်းအောင်ပြုလုပ်၍ နစ်စဉ်သုံးစွဲနေသည့် စွမ်းအင်၏ ၂၀%ခန့် ကို လျှော့ချနိုင်သည်။ Compressed air system တွင် လေယိုစိမ့်မှု အများဆုံး ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသော နေရာများသည် အသုံးပြုသူများ၏ (end use)နေရာနှင့် ပိုက်များ(distribution system)၌ ဖြစ်သည်။

လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် စွမ်းအင်ဖြုန်းတီးမှု ဖြစ်ပေါ်သည့်အပြင် system pressure ကိုလည်း နိမ့်ကျစေသည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖိအား(system pressure) မြင့်မြင့်ဖြင့် မောင်းရန် လိုအပ်သည်။ System pressure မြင့်သောကြောင့် လေယိုစိမ့်ခြင်း ပိုများသည်။

အချို့သော systemများတွင်compressor လေထွက်နှုန်း၏ ၂၀% မှ ၃၀% အထိ လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်နိုင်သည်။

ကောင်းစွာပြုပြင် ထိန်းသိမ်းထားခြင်းမရှိသော compressed air system များတွင် ထုတ်လုပ်သည့် compressed air ပမာဏ၏ အနည်းဆုံး ၂၀%ခန့် လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်နိုင်သည်။

လိုအပ်သော ပြုပြင်မှုများ ပြုလုပ်ခြင်း နှင့် လေယိုစိမ့်ခြင်း မရှိအောင်ကာကွယ်မှုများ ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် လေယိုစိမ့်မှု၁၀%ထက် နည်းအောင် လျှော့ချနိုင်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် စွမ်းအင်ဖြုန်းတီးမှု ဖြစ်ပေါ်သည့်အပြင် တစ်ခြားသောဆိုးကျိုးများနှင့် ဆုံးရှုံးမှုများဖြစ်စေနိုင်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် system pressure ကျဆင်းလာပြီး အသုံးပြုနေသည့် tool များနှင့် equipment များ၏ စွမ်းဆောင်ရည် ကျဆင်းလာရသည်။ထို့ကြောင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုများ မကြာခဏပြုလုပ်ကြရသည့်အပြင် ပြုပြင်ရန်အတွက် ရပ်ထားရသည့်အချိန် (downtime) ပိုမိုများလာလိမ့်မည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် လိုအပ်သည် ထက်ပို၍ capacity မြင့်သည့် compressor များ တပ်ဆင် ထားရသည်။

စက်ရုံတိုင်းလိုလိုတွင် တစ်ခြားသော အကြောင်းများကြောင့် (လေယိုစိမ့်မှုကြောင့်မဟုတ်သော) လေဆုံးရှုံးမှု(air loss) ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။ ထိုနေရာများမှာ

(၁) Manual condensate drain valve များကို ပြန်မပိတ်မိခြင်း

(၂) Auto drain valves ပုံမှန် အလုပ်မလုပ်ခြင်း၊ ပျက်နေခြင်း

(၃) Shut-off valves များကို ပြန်မပိတ်မိခြင်း

(၄) Hoseများ နှင့် coupling များတွင် လေယိုစိမ့်နေခြင်း(leaking)

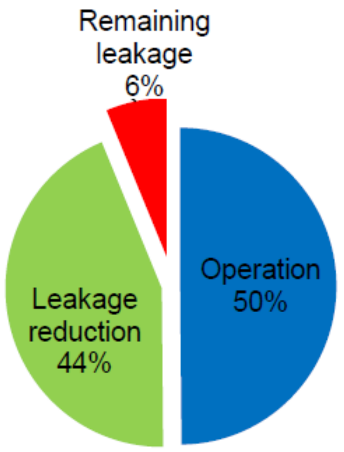
(၅) Leakဖြစ်လေ့ရှိသည့် jubilee clip များကို အသုံးပြုခြင်း

(၆) Pipes၊ flanges နှင့် pipe joints လေယိုစိမ့်နေခြင်း(leaking)

(၇) Flexible hoses များ ကျွတ်ဆတ်အက်ကွဲခြင်း

(၈) Pressure regulator မှ လေယိုစိမ့်နေခြင်း(leaking) နှင့်

(၉) မလိုအပ်သည့်အချိန်၌ လေကို အသုံးပြုသည့် ကိရိယာ(air-using equipment)များကို အသုံးပြုခြင်း တို့ဖြစ်သည်။



၈.၁ လေယိုစိမ့်ခြင်း ဖြစ်နိုင်သည့်နေရာများ

System တစ်ခုအတွင်း၌ မည်သည့်နေရာတွင်မဆို လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ အများဆုံး လေယိုစိမ့်ခြင်း ဖြစ်ပေါ် နိုင်သည့် နေရာများမှာ

(က) Couplings ၊ hoses ၊ tubes နှင့် fittings

(ခ) Pressure regulators

(ဂ) Open condensate traps and shut-off valves နှင့်

(ဃ) Pipe joints ၊ disconnects ၊ thread sealants တို့ ဖြစ်သည်။

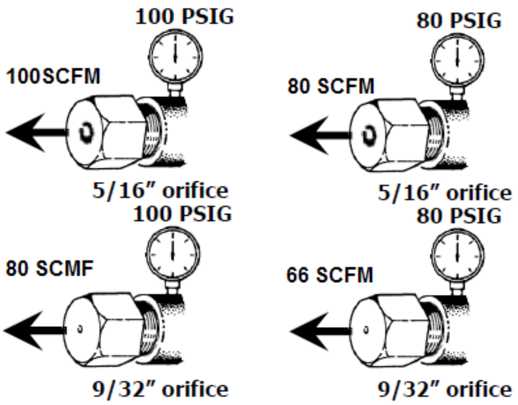
လေယိုစိမ့်ခြင်းဖြစ်သည့်နေရာများကို ရှာဖွေသည့်အခါ အောက်ဖော်ပြပါနေရာများ၌ အဓိက ထား၍ ရှာဖွေသင့်သည်။

နေရာ	လေယိုစိမ့်ခြင်း ဖြစ်နိုင်သည့် အကြောင်းအရာ
Condensate Traps	Check if automatic traps are operating correctly and avoid by passing.
Pipe Work	Ageing or corroded pipe work.
Fittings and Flanges	Check joints and supports are adequate. Check for twisting.
Manifolds	Check for worn connectors and poorly jointed pipe work.
Flexible Hoses	Check that the hose is moving freely and clear of abrasive surfaces. Check for deterioration and that the hose has a suitable coating for the environment example oily conditions. Is the hose damaged due to being too long or too short?
Instrumentation	Check connections to pneumatic instruments such as regulators, lubricators, valve blocks and sensors. Check for worn diaphragms.
Press and Drop Hammers	Use a flow meter at the feeding points to check for internal leaks. Internal leaks are expensive to fix but can be responsible for up to 80% of demand.
Pneumatic Cylinders	Check for worn internal air seals.
Filters	Check drainage points, ill fitting bowls, and contaminated bowls.
Tools	Check hose connections and speed control valve. Check air tools are always switched off when not in use.

၈.၂ လေယိုစိမ့်သည့်ပမာဏသည် ဖိအားနှင့် အပေါက်အကျယ် ကိုလိုက်၍ ကွဲပြားခြင်း

Compressed air system ၏ system ဖိအားမြင့်လေ လေယိုစိမ့်မှု များလေ ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်နှုန်း (leakage rate)သည် လေယိုပေါက်(hole) အရွယ်အစားနှင့် တိုက်ရိုက် အချိုးကျသည်။ လေယိုပေါက်(hole or orifice) ကြီးလေ၊ လေယိုစိမ့်မှု (leakage)များလေ ဖြစ်သည်။

ဖိအား(pressure) များလေ - လေပိုထွက်နိုင်လေ ဖြစ်သည်။ [USA DoE 2004a]



ပုံ ၈-၁ ဖိအား နှင့် အပေါက်အကျယ်

လေထွက်နှုန်း

ဖိအား	အပေါက် အရွယ်အစား	
	5/16"	9/32"
100 psig	100 SCFM	80 SCFM
80 psig	80 SCFM	66 SCFM

ဖိအား 30 psig တွင် ပုံမှန် အလုပ်လုပ်အောင် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည့် ဆလင်ဒါ(air cylinder) တစ်ခုအား 60 psig ဖိအားရှိသော compressed air ပေးလျှင် ပုံမှန်အသုံးပြုရမည့် လေထုထည်(air volume) ထက် ၇၀% ပို၍ အသုံးပြုသည်။ 90 psig ဖိအားရှိသော compressed air ပေးလျှင် ၂၃၀% ပို၍ အသုံးပြုသည်။ 120 psig ဖိအားရှိသော compressed air ပေးလျှင် ၃၀၀% ပို၍ အသုံးပြုသည်။

ထို့ကြောင့် ဖိအား(pressure)ပိုများလေ အသုံးပြုသည့်လေထုထည်(air volume) ပိုများလေ ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ ပို၍အသုံးပြုလိုက်သည့်လေပမာဏကို နည်းပညာဝေါဟာရဖြင့် "Artificial Demand" ဟုခေါ်သည်။ Compressed air system များ အားလုံးလိုလိုတွင် "Artificial Demand" ရှိကြသည်။ လေယိုစိမ့်မှု(leakage) ပမာဏသည် ဖိအားနှင့် အပေါက်အကျယ်ကို လိုက်၍ ကွဲပြားသည်။ အဝိုင်းပုံသဏ္ဍာန် ချောမွတ်သည့် အပေါက် ဖြစ်လျှင် 0.97 ဖြင့်မြှောက်ရမည်။ ချွန်ရှသည့်အပေါက် ဖြစ်လျှင် 0.61 မြှောက်ရမည်။ [U.S. DoE 2004a]

အောက်ပါဇယားသည် အပေါက် အရွယ်အစားနှင့် ဖိအား(pressure)တို့ကို လိုက်၍ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည့် လေယိုစိမ့်နှုန်း(leakage rate)ကို m^3 per minute ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ ထိုဇယားကို အသုံးပြု၍ မိမိ၏ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ(plant)၌ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် ဆုံးရှုံးမှုများကို ခန့်မှန်းနိုင်သည်။

Hole diameter (approximately equivalent) [inches], [mm]

[bar]	(1/64") 0.4mm	(1/32") 0.8mm	(1/16") 1.6mm	(1/8") 3.2mm	(1/4") 6.4 mm	(3/8") 9.5mm
4.8	0.0082	0.0330	0.1320	0.5270	2.1070	4.7510
5.5	0.0091	0.0360	0.1480	0.5880	2.3530	5.3000
6.2	0.0100	0.0410	0.1620	0.6540	2.6050	5.8500
6.9	0.0110	0.0440	0.1790	0.7140	2.8570	6.4280
8.6	0.0140	0.0550	0.2170	0.8680	3.4600	7.8010

အထက်ပါဇယားတွင် အပေါက်အကျယ်ကို လက်မ၊ မီလီမီတာ တို့ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ အပေါက် အကျယ် နှင့် ဖိအားကို လိုက်၍ ယိုစိမ့်မည့် လေပမာဏကို m^3 per minute ဖြင့် ဖော်ပြ ထားသည်။

၈.၃ လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ကုန်ကျစရိတ်များ

တစ်နှစ်လျှင် နာရီပေါင်း(၂၀၀၀) မောင်းသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခနှုန်းသည် 10 cents/kWh နှုန်း ဖြစ်သည်။ 7 bar ဖိအားဖြင့် မောင်းလျှင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် လေယိုစိမ့်မည့်ပမာဏ(m^3/year) နှင့် လေယိုစိမ့်သည့် အတွက် ပိုကုန်ကျမည့်စရိတ်($/year) ကို ဖော်ပြထားသည်။

လေယိုစိမ့်ခြင်း ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော ကုန်ကျစရိတ်များ (Cost of compressed air leaks)

Equivalent hole diameter (sum of all leaks)	Quantity of air lost per leak (m^3/year)	Cost of leak ($/year)
Less than 1 mm	6,362	95
From 1 to 3 mm	32,208	483
From 3 to 5 mm	117,633	1,764
Greater than 5 mm	311,738	4,675

Assumption: 700 kPa system, operating 2000 hrs/year, electricity costs 10 cents/kWh.

၈.၄ လေယိုစိမ့်ခြင်း(Leak)ဖြစ်သည့် ပမာဏကို ခန့်မှန်းတွက်ချက်ခြင်း

၈.၄.၁ ယိုစိမ့်သည့် လေပမာဏ တွက်နည်း (ပထမနည်း- ဖိအား (pressure) မပါဝင်သည့်တွက်နည်း)

Start/stop control လုပ်နည်း သို့မဟုတ် Load/Unload control လုပ်နည်းဖြင့် မောင်းသည့် Compressor များရှိသည့် system များ၏ လေယိုစိမ့်မှု ပမာဏ(leak amount)ကို အလွယ်တကူ သိနိုင်သည်။

(၁) အသုံးပြုနေသည့် equipment များ၊ tool များ အားလုံးကို ပိတ်ထားပါ။ သို့မဟုတ် ခဏမျှ အသုံးမပြုဘဲ ရပ်ထားပါ။ ထိုအခြေနေမျိုးကို system ၌ demand မရှိ ဟုပြောလေ့ရှိသည်။

(၂) Compressor ကို စတင်မောင်းပါ။ Compressor စမောင်းသည့် အချိန် မှ ရပ်သည့် အချိန် သို့မဟုတ် unload ဖြစ်သည့်အချိန် ကို မှတ်ထားပါ။ မရပ်နားလျှင် သို့မဟုတ် unload မလုပ်လျှင် လေယိုစိမ့်မှု (leak) အလွန်များခြင်းဖြစ်နိုင်သည်။

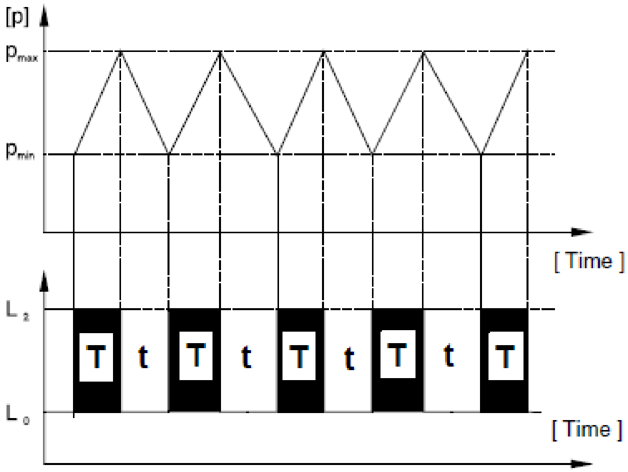
(၃) Compressor ရပ်နေသည့်အချိန် သို့မဟုတ် unload လုပ်သည့်အချိန်ကို မှတ်ပါ။

Compressor သည် မောင်းလိုက်၊ ရပ်လိုက် သို့မဟုတ် unload ဖြစ်လိုက်၊ load ဖြစ်လိုက် ဖြစ်နေလိမ့်မည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် system pressure ကျဆင်းသွားသည်။ သတ်မှတ်ထားသည့် pressure အထိ ကျဆင်းသွားသည့်အခါ compressor များ မောင်းခြင်း သို့မဟုတ် load လုပ်ခြင်းဖြစ်လိမ့်မည်။ Compressor မောင်းသောကြောင့် system pressure မြင့်တက်လာကာ သတ်မှတ်ထားသော pressure သို့ ရောက်သည့်အခါ ရပ်သွားလိမ့်မည်။ ထိုသို့ compressor သည် cycle on သို့မဟုတ် cycle off ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် compressor မောင်းနေသည့် အချိန် (on load time) နှင့် ရပ်နေသည့် အချိန် (off-load time) ကိုတိုင်းယူနိုင်သည်။

Total leakage (percentage) သို့မဟုတ် FAD ကို အောက်ပါ ပုံသေနည်းဖြင့် တွက်ယူနိုင်သည်။

$$\textit{leakage in FAD}\ (Liter/Min) = \frac{\textit{Rated FAD to compressor}\ (Liter/Min) x\ \textit{Time of running}\ (Min)}{\textit{Time of running}\ (Min) + \textit{Time of NOT running}\ (Min)}$$

$$Leakage\ (\%) = \frac{T\ x\ 100}{T + t}$$



T = on-load time (minutes)

T = on-load time (minutes) တစ်ခုနှင့် တစ်ခု မတူညီပါက ပျမ်းမျှ တန်ဖိုး တွက်ယူ၍ ပုံသေနည်းကို အသုံးပြုရန် ဖြစ် သည်။

t = off-load time (minutes)

t = off-load time (minutes) တစ်ခုနှင့် တစ်ခု မတူညီပါက ပျမ်းမျှ တန်ဖိုး တွက်ယူ၍ ပုံသေနည်းကို အသုံးပြုရန် ဖြစ် သည်။

ပုံ ၈-၂ Leakage ဖြစ်ခြင်းကို တွက်ရန် တိုင်းယူထားသည့် ဂရပ်ပုံ

လေယိုစိမ့်မှု(Leakage) ကို compressor ၏ capacity ဆုံးရှုံးမှု(lost) ဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။ ကောင်းစွာ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းထားသည့် system တစ်ခု၏ လေယိုစိမ့်မှု(leakage)သည် ၁၀% ထက်နည်းသည်။ ထိန်းသိမ်းမှု ညံ့ဖျင်းသည့် system တစ်ခု သည် total capacity ၏ ၂၀% မှ ၃၀ % အထိ လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

၈.၄.၂ ယိုစိမ့်သည့်လေပမာဏကို ဖိအား (pressure)မှ တွက်နည်း - ဒုတိယနည်း

(၁) Compressor ကို maximum operating pressure သို့ရောက်အောင်မောင်းပါ။

(၂) Compressor ကိုရပ်နားပြီး ဖိအားကိုသတ်မှတ်ထားသည့် တန်ဖိုးအထိ ကျဆင်းသွားရန် ကြာမြင့်သည့် အချိန်ကိုမှတ်သားထားပါ။ လေသုံးစွဲသည့်နေရာများအားလုံးကို ရပ်ထားသည့်အတွက် ဖိအားကျဆင်း သွားခြင်းသည် လေယိုစိမ့်မှုကြောင့်သာဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖိအား ကျဆင်းသွားရန် လိုအပ်သောကြာချိန်ဟု ဆိုနိုင်သည်။

(၃) Compressor ကို ပြန်မောင်းပြီး သတ်မှတ်ထားသည့် ဖိအားသို့ ရောက်ရန် ကြာမြင့်သည့် အချိန်ကို မှတ်သား ထားပါ။

လေယိုစိမ့်သည့်ရာခိုင်နှုန်း (leakage percentage) သို့မဟုတ် FAD ကို အောက်ပါ ပုံသေနည်းဖြင့် တွက်ယူနိုင်သည်။

$$Quantity\ of\ air\ to\ supply\ leaks\ FAD\ (Liter/min) = \frac{Rated\ FAD\ to\ compressor\ (Liter/min)\ x\ Time\ for\ pressure\ to\ raise\ \ (min)}{Time\ for\ prssure\ to\ dorp\ (min) +\ Time\ for\ pressure\ to\ raise\ \ (min)}$$

လေယိုစိမ့်မှု(leakage)ကို အသုံးပြုသည့်နေရာ (down steam)တွင်ရှိသည့် pressure gauge မှ တန်ဖိုးဖြင့်လည်း တွက်ယူနိုင်သည်။ သို့သော် total system volume ကို သိရန်လိုသည်။ Down steam ရှိ secondary air receiver များ၊ air main များ၊ နှင့် piping တို့ ပါဝင်သည်။ လေယိုစိမ့်မှု(leakage)ကို အောက်ပါ ပုံသေနည်းဖြင့် တွက်ယူနိုင်သည်။

$$Leakage\ (cfm\ free\ air) = \frac{V\ x\ (P1 - P2)}{T\ x\ 14.7}\ x\ 1.25$$

V = ထုထည် (volume in cubic feet)　　　　P1 သို့မဟုတ် Pmax = pressure in psig

T = Time in minutes　　　　P2 သို့မဟုတ် Pmin = pressure in psig

1.25 သည် normal system pressure ဖြစ်ရန်အတွက် အသုံးပြုထားသော correction multiplier ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်မှု(air leakage)ကို ပုံမှန် စစ်ဆေးသင့်သည်။ "Leakage Test" သည် ပမာဏ မည်မျှ ယိုစိမ့်နေသည်ကိုသာ ဖော်ပြသည်။ မည်သည့် နေရာတွင် မည်ကဲ့သို့ ယိုစိမ့်နေသည်ကို သိရန် မဖြစ်နိုင်။ ထို့ကြောင့် "Leak Detection" ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။

၈.၅ လေယိုစိမ့်သည့်နေရာကို ရှာဖွေခြင်း (Leak Detection)

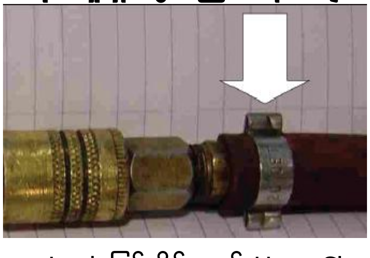
လေယိုစိမ့်ခြင်းသည် compressed air system တွင် အများဆုံးသော စွမ်းအင်(energy) ပြုန်းတီးမှုကို ဖြစ်စေသည်။ မြင်သာသည့် ပိုက်များတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် လေယိုစိမ့်မှု(leak)ကို အလွယ်တကူ ရှာဖွေတွေ့ရှိနိုင်သည်။ လေယိုစိမ့်မှုကို ရှာဖွေရန် အလွယ်ကူဆုံးသောနည်းလမ်းသည် စက်များ အားလုံးကိုပိတ်ပြီး (အသံ မထွက်စေရန်) လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်သည့်နေရာမှ အသံကို လိုက်နားထောင်ခြင်း ဖြစ်သည်။

Equipment များနှင့် စက်များကို ရပ်ရန်(shutdown လုပ်ရန်)မဖြစ်နိုင်သည့်အခါ ultrasonic detector ကို အသုံးပြု၍ လေယိုစိမ့်နေသည့်နေရာကို ရှာဖွေနိုင်သည်။ Ultrasonic detector သည် အသုံးပြုရန် လွယ်ကူပြီး လူ၏နားဖြင့် မကြားနိုင်သောလေယိုစိမ့်နေသည့်နေရာများကို ရှာဖွေဖော်ထုတ်နိုင်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်းသည် မျက်စေ့ဖြင့်မြင်တွေ့နိုင်သည့် အရာမဟုတ်သောကြောင့် လေယိုစိမ့်သည့် နေရာကို ရှာဖွေရန် အတွက် ultrasonic acoustic detector သည် အကောင်းဆုံး ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်း ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော high frequency hissing sound ကို ultrasonic detectorဖြင့် သိရှိ နိုင်သည်။ Detector တွင် microphone ၊ amplifier နှင့် audio filter တို့ပါဝင်သည်။ Ear phones သို့မဟုတ် visual indicator မှ တစ်ဆင့် သိရှိနိုင်သည်။

Ultrasonic detector အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပါက အရိုးရှင်းဆုံး နည်းဖြစ်သည့် ဆပ်ပြာရည်ကို အသုံးပြု၍ ရှာဖွေနိုင်သည်။ ဆပ်ပြာဖြင့် ဖျော်ထားသောရေ(soapy water)ကို အဆက်များ(joint) နေရာတွင် လိုက်သုတ်ပြီး ဆပ်ပြာပူဖောင်း ရှိမရှိကို စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် လေယိုစိမ့်သည့်နေရာကို ရှာဖွေနိုင်သည်။ စိတ်ချရသည် နည်းတစ်ခု ဖြစ်သော်လည်း အလွန် အချိန်ကုန်သောနည်း ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်သည့် နေရာတွေ့ရှိပါက မှတ်သားထားပြီး (tagged) ချက်ချင်း ပြုပြင်သင့်သည်။

လစဉ် သို့မဟုတ် အပတ်စဉ် လေယိုစိမ့်မှု(leak)များကို ပုံမှန်စစ်ဆေးခြင်း(checking)၊ မှတ်တမ်းတင်ခြင်း(recording) နှင့် ပြုပြင်ခြင်း(repairing) တို့ကိုပြုလုပ်သင့်သည်။

၈.၅.၁ လေယိုစိမ့်မှု ရှာဖွေသည့် ကိရိယာများ (Ultrasonic Leak detector)



ပုံ ၈-၃ Leak ဖြစ် နိုင်သည့် Hose Clamp

ပုံ ၈-၄ လေလုံသည့် (Air Tight) Air Hose

ပုံ ၈-၅ Ultrasonic leak detector ဖြင့် လေယိုစိမ့်သည့်နေရာကိုရှာဖွေနေစဉ်

ပုံ ၈-၆ လေယိုစိမ့်မှု (leakage) ဖြစ်နေသည့်နေရာများအား အမှတ်အသား(tagged) လုပ်ထားပုံ

ပုံ ၈-၇ Detector ဖြင့် လေယိုစိမ့်မှုရှာဖွေနေပုံနှင့်

ပုံ ၈-၉ ဆပ်ပြာရေဖြင့် leak ရှာဖွေနေပုံနှင့်

ပုံ ၈-၉ လေယိုစိမ့်မှု (leakage) ရှာဖွေသည့် ကိရိယာအမျိုးမျိုး

ပုံ ၈- ၁၀ Leak Tag နှင့် လေယိုစိမ့်မှု (Leakage) ဖြစ်နေသည့်နေရာများအား Leak Tag ဖြင့်မှတ်ထား ပုံ

၈.၆ လေယိုစိမ့်ခြင်း(leakage) တွက်နည်း ဥပမာများ

ဥပမာ - Compressed air system တစ်ခု၌ 2 minutes အချိန်ကာလအတွင်း လေပမာဏ 300 cubic feet ယိုစိမ့်မှုဖြစ်ပေါ်ပြီး ဖိအား 10 psi ကျဆင်းသွားသည်။ ဖိအား(system pressure)သည် 100 psig ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်နှုန်း(CFM)ကိုတွက်ရန် ပုံသေနည်း

$$CFM = \frac{\frac{Pressure\ Loss}{1\ Atmosphere}\ x\ Air\ Volume\ in\ ft^3}{Time\ in\ minute}$$

$$CFM = \frac{\frac{10}{14.7}\ x\ 300}{2} = \frac{204}{2} = 120\ CFM$$

ဥပမာ - ကားထုတ်လုပ်ငန်း(automobile industry) တွင် အသုံးပြုသော 1000 CFM compressor တစ်လုံးအား Free Air Delivery(FAD) test နှင့် leakage test ပြုလုပ်ရန်အတွက် အသုံးပြုနေသော equipment အားလုံးကို ပိတ်၍ compressor ကိုမောင်းပါသည်။ Free Air Delivery test ၏ စမ်းသပ်ချက်မှ compressor သည် သတ်မှတ် ထားသော Free Air Delivery ၏ ၉၀%ကို ထုတ်ပေး နိုင်စွမ်းရှိသည်။

Leakage test ၏ ရလာဒ်များမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

- Compressor သည် 8 minutes ကြာအောင် Load လုပ်သည်။
- Compressor ၏ unloaded လုပ်ချိန်သည် 48 minutes ကြာသည်။
- Compressor သုံးစွဲသည့် စွမ်းအင်မှာ 144 kW ဖြစ်သည်။

အောက်ပါတို့ကို တွက်ပါ။

(၁) Compressor ၏ output ကို Free air delivery ဖြင့်ဖော်ပြပါ။

(၂) Specific power consumption

(၃) Compressed air system ၌ ဖြစ်နေသော လေယိုစိမ့်ခြင်း(leakage) ကို % ဖြင့်ဖော်ပြပါ။

(၄) Quantity of compressed air leakage

(၅) လေယိုစိမ့်ခြင်း(leakage) ကြောင့် ဆုံးရှုံးရမည့်စွမ်းအင်(Power lost)

အဖြေ

(၁) Free air delivery ကိုတွက်ပါ။ သို့မဟုတ် Compressor ၏ output ကိုတွက်ပါ။

Free air delivery= 90% of rated capacity= 0.90 x 1000 CFM = 900 CFM

(၂) Specific power consumption ကိုတွက်ပါ။

$$\boldsymbol{Specific\ power\ consumption = \frac{Actual\ Compressed\ Air\ Output\ (CFM)}{Actual\ Power\ Consumption\ (kW)}}$$

Specific power consumption= 900 CFM/144 kW = 6.25 CFM/kW

Compressed air 6.25 CFM ရရန်အတွက် စွမ်းအင် 1 kW သုံးစွဲလိမ့်မည်။

(၃) Compressed air system ၏ leak ဖြစ်သည့် ရာခိုင်နှုန်းကိုတွက်ပါ။

$$\%\ \boldsymbol{leakage\ in\ the\ system = \frac{T}{(T+t)}\ x\ 100}$$

$$\%\ \boldsymbol{leakage\ in\ the\ system = \frac{08}{(08+48)}\ x\ 100 = 14.2}\%$$

(၄) Compressed air leakage ပမာဏကိုတွက်ပါ။

$$\boldsymbol{Leakage\ Quantity = Percentage\ Leakage\ x\ Acutal\ Output}$$

$$\boldsymbol{Leakage\ Quantity = 0.142\ x\ 900\ CFM = 127.8\ CFM}$$

(၅) Leak ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဆုံးရှုံးရသည့် စွမ်းအင်ပမာဏ ကိုတွက်ပါ။

$$\boldsymbol{Power\ lost\ due\ to\ leakage = \frac{Leakage\ quantity}{specific\ energy}}$$

$$\boldsymbol{Power\ lost\ due\ to\ leakage = \frac{127.8\ CFM}{6.25\ kW\ per\ CFM} = 20.45\ kW}$$

ဥပမာ - Process industry တွင် အသုံးပြုနေသော compressed air system အား leakage test ပြုလုပ်ရာ အောက်ပါ ရလာဒ်များကို ရရှိခဲ့သည်။ ဖိအား (system pressure)သည် 6.8 kg/cm^2(g) သို့ရောက်လျှင် [Cut in pressure =6.8 kg/cm^2(g)] load လုပ်သည်။ ဖိအား (system pressure)သည် 7.5 kg/cm^2(g) သို့ရောက်လျှင် [Cut out pressure =6.8 kg/cm^2(g)] unload လုပ်သည်။

Load လုပ်နေစဉ် compressor သည် စွမ်းအင်မှာ 188 kW သုံးစွဲသည်။

Unload လုပ်နေစဉ် compressor သုံးစွဲသည့် စွမ်းအင်မှာ 54 kW ဖြစ်သည်။

Compressor ၏ average 'Load' time သည် T = 1.5 minutes ဖြစ်သည်။

Compressor ၏ average 'Unload' time သည် t = 10.5 minutes ဖြစ်သည်။

Compressor capacity = 35 m^3/minute

အောက်တွင် operation ကို ဇယားပုံစံဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။

	Loaded ဖြစ်သည့်အချိန်	Unloaded ဖြစ်သည့်အချိန်
Power Consumption	Load kW = 188 kW	Unload kW = 54 kW
Time	Average 'Load' time, T = 1.5 minutes	Average 'Unload' time, t = 10.5 minutes
Cut in/out pressure	Cut in pressure = 6.8 kg/cm^2(g)	Cut out pressure = 7.5 kg/cm^2(g)

လေယိုစိမ့်သည့်ပမာဏ (Leakage quantity) နှင့် လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှု(loss of power due to air leakages) တို့ကိုတွက်ပါ။

အဖြေ

(က) ယိုစိမ့်သည့်လေပမာဏ [Leakage quantity (m^3/min)]

$$q = \frac{1.5}{(1.5) + (10.5)} x\, 35$$

=4.375 m^3/min

(ခ) Leakage quantity per year (m^3/day)= 4.375 x 24 x 60

= 6300 m^3/day

(ဂ) Specific power for compressed air generation =

$$Specific\ Power\ Consumption = \frac{188}{(35\ x\ 60) m^3/hr}$$

= 0.0895 kWh/m^3

(ဃ) Energy lost due to leakage/day = 0.0895 x 6300 = 564 kWh/day

လေယိုစိမ့်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးရမည့်ပမာဏ(Leak Cost)

$$Leak\ Cost = \frac{\frac{L}{4.2}\ x\ (0.746) x\ (T) x\ (C)}{Motor\ Efficeincy}$$

L= Air loss, CFM

4.2 = average number of CFM/bhp. (ထုတ်လုပ်သူများ(manufacturers)ထံမှ မရနိုင်ပါက သုံးရန်)

0.746 = average power requirement in kW/bhp to generate one bhp

T = hours of operation

C = Cost per kWh

ဥပမာ - 100-hp air compressor သည် လေပမာဏ 450 CFM ကို ထုတ်ပေးနိုင်သည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခနှုန်းသည် $0.08/kWh ဖြစ်သည်။

လေယိုစိမ့်သည့်ပမာဏ(Air leaks amount)သည် compressor မှ လေထွက်နှုန်း၏ ၂၅% ဖြစ်သည်။

အဖြေ

လေယိုစိမ့်သည့် ပမာဏကို တွက်ရန်

25%(leaks) of 450 CFM = 112.5 CFM (112.5 CFM သည် Air loss, CFM ဖြစ်သည်။)

လေယိုစိမ့်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးရမည့်စွမ်းအားကို တွက်ရန်

$$\frac{112.5}{4.2\ cfm/bhp} = 26.8\ bhp$$

$$26.8 bhp\ x\ 0.746 kW/bhp = 19.9928\ (kW)$$

လေယိုစိမ့်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးရမည့် စွမ်းအင်ပမာဏကို တွက်ရန်

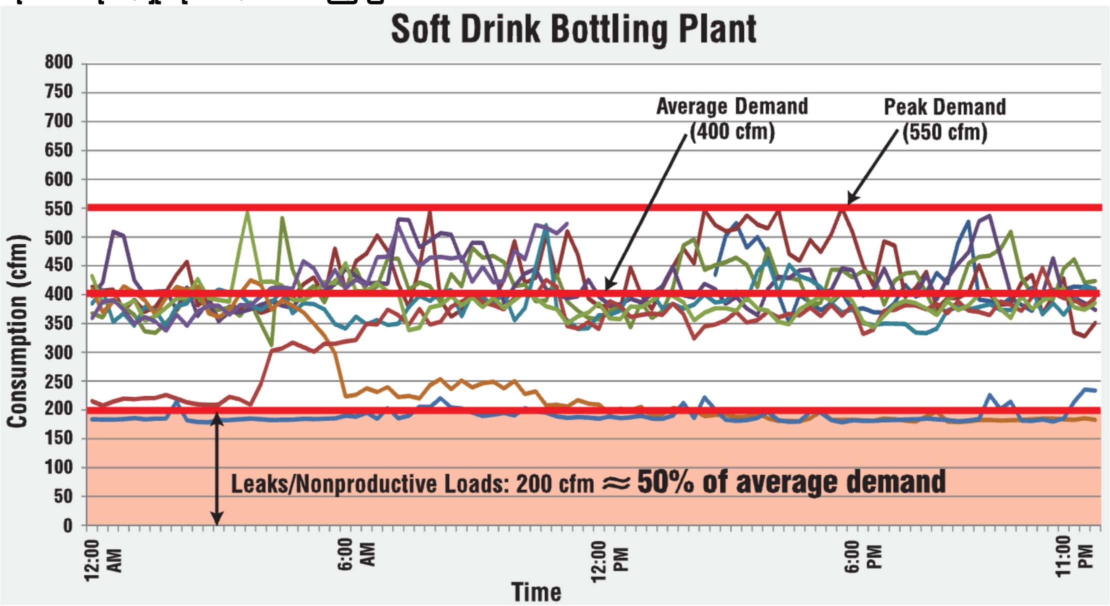
19.9928kW x 8760 hrs (24 hrs/day, 365days/year) = 175136.9 kWh

လေယိုစိမ့်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးရမည့် ကုန်ကျစရိတ်ကို တွက်ရန်

175136.9 x $0.08/kWh = $14010.95

$14010.95 ÷ motor efficiency = $15,567.72

၈.၇ လေယိုစိမ့်မှုကို လျှော့လာသည့် ဥပမာ (Case Study)



ပုံ ၈-၁၁ အချိုရည်စက်ရုံတစ်ခုတွင် ပုလင်းသွတ်သည့်စက်အတွက် အသုံးပြုသည့် compressed air system ၏ air demand ကို (၁၀)ရက်တာ analysis လုပ်၍ ရသည့် data များကို ဂရပ်ပုံစံဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။

လေယိုစိမ့်ခြင်းကြောင့် ဆုံးရှုံးရသည့် ကုန်ကျစရိတ်ကို ဖော်ပြထားသည်။ ယိုစိမ့်သည့် လေပမာဏသည် လိုအပ်သည့် ပျမ်းမျှလေပမာဏ (average demand) ၏ ၅၀%ဖြစ်သည်။ 200 CFM ဖြစ်သည်။ (မောင်းချိန် တစ်နှစ်လျှင် (၈၇၆၀)နာရီ ဖြစ်သည်။ Compressed air system သည် 4.5 CFM ရရန်အတွက် မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင်အား (1 HP) လိုသည်။ မော်တာ efficiency သည် ၉၃% ဖြစ်သည်။)

၈.၈ လေယိုစိမ့်မှု လျော့နည်းစေခြင်းကြောင့် ရရှိနိုင်သည့် အကျိုးကျေးဇူးများ

(၁) System pressure ပို၍ တည်ငြိမ်သည်။

(၂) Compressor မောင်းချိန် လျော့ချနိုင်သည်။

(၃) Compressor ကို သက်တမ်းကြာရှည်စွာ အသုံးပြုနိုင်သည်။ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု လျော့နည်းစေနိုင်သည်။

(၄) အသုံးပြုနိုင်သည့် လေပမာဏ ပိုများလာနိုင်သည်။

(၅) စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု နည်းသောကြောင့် ကာဗွန်ထုတ်လွှတ်မှု(carbon emission) လျော့နည်းသည်။

(၆) အကျိုးအမြတ် ပိုများနိုင်သည်။

အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည့် ဇယားတွင် လေယိုစိမ့်မှု(leakage) 47.05% မှ 12% သို့ လျော့ချနိုင်ခြင်းကြောင့် ရရှိသည့် အကျိုးများကို ဖော်ပြထားသည်။

	Before	After	Difference
Leakage - rate	47.05 %	12%	3.05 %
Annual leakage (m^3/year)	1463003	195275	1267728
Annual energy consumption caused by leakage	150	20	130
Annual leakage costs	17995	2410	15585
CO_2 emission (Tonnes)	90 t	12 t	78 t

၈.၉ လက်ခံနိုင်သည့် လေယိုစိမ့်မှု(Leakage) ပမာဏ

လေယိုစိမ့်မှု(leakage)နည်းအောင်သာ ပြုလုပ်နိုင်သည်။ လေယိုစိမ့်မှု(leakage) လုံးဝ မရှိအောင် ပြုလုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်ပါ။ ထို့ကြောင့် compressed air system တိုင်းလိုလိုတွင် လေယိုစိမ့်မှု(leakage) ရှိကြသည်။ ပမာဏ အနည်း၊ အများသာကွာခြားသည်။ လက်ခံနိုင်သည့် လေယိုစိမ့်မှု(leakage)ပမာဏကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

(က) သေးငယ်သည့် system များတွင် အများဆုံး လေယိုစိမ့်မှု ၅% ခွင့်ပြုသည်။ ၅% ထက် နည်းအောင် ပြုလုပ်ရန် အလွန်ခက်ခဲသည်။
(ခ) အရွယ်အစား သင့်အတင့်ရှိသည့် system များတွင် အများဆုံး လေယိုစိမ့်မှု ၇% ထက် မပိုသင့်ပေ။
(ဂ) အရွယ်အစားကြီးမားသည့် system များတွင် အများဆုံး လေယိုစိမ့်မှု ၁၀% ထက် မပိုသင့်ပေ။
(ဃ) အရွယ်အစား အလွန့်အလွန် ကြီးမားသည့် system များတွင် အများဆုံး လေယိုစိမ့်မှု ၁၃% မှ ၁၅% အထိ ခွင့်ပြုသည်။ (ဥပမာ သံရည်ကြိုစက်ရုံများ၊ သင်္ဘောကျင်းများ၊ သံရည်သွန်း လောင်းသည့် စက်ရုံများ)

လေယိုစိမ့်မှု(leakage)နှင့် ပတ်သတ်၍ အဓိက ဆောက်ရွက်ရမည့် အချက်(၇)ချက်

(၁) Evaluation
လေယိုစိမ့်တတ်သည့် နေရာများ၊ ဖိအား(pressure) နှင့် compressor control စသည်တို့ကို လေ့လာပါ။

(၂) Detection (involve operators)
လေယိုစိမ့်ခြင်း စတင် ရှာဖွေပါ။

(၃) Identification (tagging)
လေယိုစိမ့်သည့် နေရာများကို မှတ်သားထားပါ။

(၄) Tracking
ယခင် ယိုစိမ့်ခဲ့ဘူးသည့်နေရာ သို့မဟုတ် ယိုစိမ့်သည့်နေရာအသစ် စသည့် ဆန်းစစ်မှုများ ပြုလုပ်ပါ။ ယခင်မှ မှတ်တမ်းများနှင့် တိုက်၍ စစ်ဆေးပါ။

(၅) Repair
လိုအပ်သည့် ပြုပြင်မှုများပြုလုပ်ပါ။

(၆) Verification
လေယိုစိမ့်ခြင်း အမှန်တကယ်ရှိ မရှိ ထပ်မံ စစ်ဆေးပါ။ လေသုံးစွဲမှု မည်မျှ လျော့နည်း သွားသည်ကို မှတ်တမ်းတင်ပါ။

(၇) Re-evaluation
သတ်မှတ်ထားသည့် အချိန်အတိုင်းအတာ တစ်ခုအထိ စောင့်ဆိုင်း၍ ထပ်မံ စစ်ဆေးမှု ပြုလုပ်ပါ။

-End-