Water Treatment

ကြီးမားသော အဆောက်အဦးများတွင် Centralized Air Conditioning System များ ကို တပ်ဆင်လေ့ရှိသည်။ Centralized Air Conditioning System များ၏ အရွယ်အစားမှာ Refrigeration Ton ၃၀၀ မှ ၁၀၀၀ ကျော်ဝန်းကျင်ရှိသည်။ Centralized Air Conditioning System များတွင် Air Cooled Chiller သို့ Water Cooled Chiller များကို အသုံးပြုသည်။ ရေ (water) ကို Heat Transfer media အဖြစ်အသုံးပြုသည်။ AHU သို့မဟုတ် FCU နှင့် Chiller Evaporator အကြားတွင် လည်ပတ်နေသော ရေကို Chilled Water circuit/loop ဟုခေါ်သည်။ Cooling Tower နှင့် Chiller Condenser အကြားတွင် လည်ပတ်နေသော ရေကို Condenser Water circuit/loop ဟုခေါ်သည်။ Chilled Water loop သည် Closed Loop ဖြစ်ပြီး Condenser Water loop သည် Open Loop သည်။ Chilled Water သည် ပိုက်အတွင်း ၌သာရှိနေပြီး ပြင်ပလေနှင့် မထိတွေ့နိုင်သောကြောင့် Closed Loop ဟုခေါ်ဆိုသည်။ Condenser Water သည် ပြင်ပလေနှင့် Cooling Tower ၌ထိတွေ့သောကြောင့် Open Loop ဟုခေါ်ဆိုသည်။ တနည်း Open to atmosphere ဖြစ်သည်။ Closed Loop ဖြစ်စေ၊ Open Loop ဖြစ်စေ ACMV System (သို့) HVAC system များအတွင်း၌ လည်ပတ်နေသော water ကို Treatment လုပ်ရန်လိုအပ်သည်။

Closed Loop Chiller Water System

Closed Loop Chiller Water System အတွင်း၌ရှိသော ရေများကို နှစ်ပေါင်းများစွာကြာသည့်တိုင်အောင် အသုံးပြုတတ်ကြသည်။ မပြောပလောက်သော ပမာဏ အနည်းငယ်သာ Chiller Water loss ဖြစ်လေ့ရှိသည်။ တစ်ခါတစ်ရံမှသာ Chiller Water ကို ဖောက်ထုတ်ရန် သို့ blow-down လုပ်ရန်လိုအပ်သည်။ ဤကဲ့သို့ ဖောက်ထုတ်ခြင်းမရှိ၊ အသစ်လဲခြင်းမရှိဘဲကြာမြင့်စွာအသုံးပြုသောကြောင့် Closed Loop Chiller Water System အတွင်းတွင် suspension of fine, abrasive particles များ။ အညစ်ကြေးများ။ အမှိုက်သရိုက်များ ရှိနိုင်သည်။ ယင်းတို့သည် Pumps, AHUs, FCUs, Chillers စသည့် equipment များ နှင့် Piping System ကို အန္တရာယ်ပေးနိုင်သည်။ equipment များ ပျက်စီးသောကြောင့်(breakdown) လည်းကောင်း၊ ပြုပြင်ရန်လိုအပ်သောကြောင့် လည်းကောင်း မျှော်လင့်မထားသော unscheduled shutdowns များပြုလုပ်ရန် လိုအပ်လိမ့်မည်။ Heat Transfer ဖြစ်ပေါ်သည့် နေရာများတွင် အနည်ထိုင်ခြင်း။ သံချေးနှင့် ကြေးချေးတက်ခြင်း တို့ကြောင့် Heat Transfer performance ညံ့ဖျင်းလာနိုင်သည်။ လိုသည်ထက်ပိုများသော စွမ်းအင်(Energy) များကို အသုံးပြုရသောကြောင့်စွမ်းအင်ပြုန်းတီးရလည်းရောက်သည်။

Heat transfer coefficient vs. Fouling

Scale Thickness (inches)	Overall heat transfer Coefficient (BTU/ft²/ F)	Loss in Heat Transfer (%)
0.000	92.77	0
0.012	63.10	31.98 %
0.024	47.81	48.46 %
0.036 (0.91mm)	38.49	58.51 %
0.048	32.20	62.00 %
0.060	27.69	70.00 %
0.0625 (1/16 in.)	26.89	71.00 %

Chiller ၏ Evaporator သို့ Condenser အတွင်း ရှိ copper tube များ၏ အတွင်းနံရံတွင် ကြေးချေးတက်ခြင်းသို့ အနည်ထိုင်ခြင်းကို Fouling ဖြစ်သည်ဟုပြောဆိုသည်။ အထက်ပါဇယားသည် ကြေးချေးတက်ခြင်း (သို့) အနည်ထိုင်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်သော Scale အထူနှင့် Overall heat transfer Coefficient (BTU/ft2/ F) ၏ ဆက်သွယ်မှုကိုဖော်ပြထားသည်။ Scale အထူများလာလေလေ heat transfer coefficient နည်းလာလေလေဖြစ်ပြီး heat transfer loss များလာလေလေဖြစ်သည်။

ဇယား၏ ပထမလိုင်းသည် Chiller အသစ် ၏ copper tube တွင် ကြေးချေးတက်ခြင်းသို့ အနည်ထိုင်ခြင်းမရှိသောကြောင့် 0.00 ဖြစ်သည်။ ထို အခြေအနေတွင် Overall heat transfer Coefficient (BTU/ft2/ F) မှာ 92.77 Btu ဖြစ်သည်။
92.77 Btu ၏ အဓိပ္ပါယ်မှာ ၁ ပေပတ်လည်ရှိသော heat transfer ဧရိယာနေရာတွင် အပူချိန် ၁ ဒီဂရီကွာခြားမှုအတွက် heat transfer ဖြစ်နိုင်သော အပူပမာဏမှာ 92.77 Btu ဖြစ်သည်။
Closed Loop Chiller Water System အတွင်း တွင်ရှိသော ရေ၏ အရည်အသွေးကို (water quality) ထိန်းသိမ်းထားရမည့် Control Limit မှာအောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

	Control Limit:	< 2,500	8 TO 11	< 20	< 3 ppm
Date:	Water Samples Taken Site	Conductivity (µS)	pH	Turbidity (FAU)	Iron (ppm)

Closed Loop Chiller Water ၏ **Conductivity (micro S)** မှာ 2500 micro S ထက်နည်းရမည်။
Closed Loop Chiller Water ၏ pH မှာ 8 to 11 အတွင်းရှိရမည်။ pH ၏ တန်ဖိုးသည် ရေ တွင် Acid ဓါတ်များမှု၊ Alkaline ဓါတ်များမှု၊ ကို ဖော်ပြသည်။ Closed Loop Chiller Water အတွက် သင့်လျော်သော pH ၏ တန်ဖိုးမှာ 8 to 11 အတွင်းဖြစ်သည်။ ၈ ထက်နည်းပါက -- ၁၀ ထက်များပါက ဆက်လက်အသုံးပြုရန်မသင့်လျော်ပေ။
သန့်စင်သည့်ရေ(Pure water) ၏ pH တန်ဘိုးသည် ၇ ဖြစ်သည်။ pH တန်ဘိုး ၇ ထက်နည်းလျှင် အက်စစ်ဓါတ်များသည်။ (Acidic ဖြစ်သည်။) pH တန်ဘိုး ၇ ထက်များလျှင် basic သို့ alkaline ဖြစ်သည်။ အယ်ကလိုင်းဓါတ်များသည်။ Closed Loop Chiller Water သည် အက်စစ်ဓါတ်များလွန်းလျှင် Equipment အတွင်းရှိသတ္တုများ နှင့် ဓါတ်ပြုနိုင်သည်။ အက်စစ်စားသည် ကိုဆိုလိုသည်။ အယ်ကလိုင်းဓါတ်များလွန်းလျှင် Equipment အတွင်းရှိသတ္တုများ နှင့် ဓါတ်ပြုနိုင်သည်။
Closed Loop Chiller Water ၏ Turbidity (FTU) မှာ 20 FAU ထက်နည်းရမည်။ ရေ၏ကြည်လင်မှု။ Turbidity (FTU) တန်ဖိုးများလေ ရေ သည် နောက်ကျိလေဖြစ်သည်။ အောက်ပါပုံသည် Turbidity (FTU) တန်ဘိုး ၅- ၅၀ နှင့် ၅၀၀ တို့ကိုပြထားသောပုံဖြစ်သည်။ Turbidity (FTU) တန်ဘိုး ၅ သည်အလွန်ကြည်လင်သောရေဖြစ်သည်။

Closed Loop Chiller Water ၏ Iron (ppm) သံမှုန်များပါဝင်မှု မှာ 3 ppm ထက်နည်းရမည်။ သံမှုန်များသည် pipe များမှပဲ့ကြွေလာသောသံမှုန်များဖြစ်သည်။ သံမှုန်များပါဝင်မှု များလေ Turbidity (FTU) များလေဖြစ်သည်။ (တနည်းရေသည် ကြည်လင်မှုနည်းလေဖြစ်သည်။)

Open Loop Condenser Water System

Open Loop Condenser Water ကို သင့်လျော်မှန်ကန်သော ထိန်းသိမ်းမှုမပြုလုပ်လျှင် မလိုလားအပ်သော ပြဿနာများစွာဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ ဖြစ်လေ့ဖြစ်ထရှိသော ပြဿနာများမှာ scale formation, သံချေးတက်ခြင်း (corrosion)၊ နှင့် biological fouling တို့ဖြစ်သည်။

Scale Formation

ရေထဲတွင် ပါဝင်သည့် very high mineral content တို့ကြောင့် Scale Formation ဖြစ်ပေါ်သည်။ ရေထဲတွင် Calcium နှင့် Sodium mineral content တို့ပါဝင်ကြသည်။ mineral content တို့သည် ရေ၏ အပူချိန်ပြောင်းလဲခြင်း နှင့် ဖိတ်ပြုခြင်းတို့ကြောင့် Scale Formation ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထင်ရှားသောဥပမာတစ်ခုမှာ ရေနွေးအိုး၏အတွင်းဘက်တွင် ချေးကပ်နေခြင်းသည် Scale Formation ပင်ဖြစ်သည်။

လပေါင်းများစွာကြာလာသည့်အခါတွင် ထို deposits များသည် heat exchange surface ပေါ်တွင် တဖြည်းဖြည်းထပ်လာကာ ချေးအလွှာတစ်ခုအဖြစ်တည်ရှိလာသည်။ Scale Formation ချေးအလွှာသည် Chiller Condenser ၏ copper tube အတွင်းနံရံများ၊ cooling tower ၏ basin များ၊ in fill များပေါ်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာကာ cooling tower ၏ heat rejection performance ကို ညံ့ဖျင်းဆိုးဝါးစေသည်။ ထို့ကြောင့် Open Loop Condenser Water System အတွက် water treatment system တစ်ခုလိုအပ်သည်။ cooling tower water treatment system ဟုလည်းခေါ်ဆိုကြသည်။

Inside Corrosion

ရေထဲတွင် ပါဝင်သည့် Calcium နှင့် Sodium mineral content တို့စတင် dissolve ဖြစ်ခြင်းကို corrosion ဟုခေါ်ဆိုနိုင်သည်။ Oxidation effects ကြောင့်ဖြစ်သည်။ open system သည် ရေနှင့် လေ အချိန်တိုင်းထိတွေ့ နေသောကြောင့် Corrosion ပို ဖြစ်နိုင်သည်။ Corrosion ဖြစ်ခြင်းကြောင့် system တစ်ခုလုံးသည် ပို၍လျှင်မြန်စွာပျက်စီးယိုယွင်းလာသည်။ ထိုသို့ Corrosion ဖြစ်မှုကို ကာကွယ်ရန် water treatment လုပ်ရန်လိုအပ်သည်။

Biological Fouling

အချိန်တိုင်းတွင် cooling tower အားလုံး သို့ Chiller အားလုံး သည် လည်ပတ်မောင်းနှင်နေသည်မဟုတ်ပေ။ အချို့သော cooling tower နှင့် အချို့သော Chiller တို့သည် မောင်းရန်မလိုအပ်သောကြောင့်သော်၎င်း၊ နားရန်လိုအပ်သောကြောင့်သော်၎င်း၊ ရပ်ထားရသည့်အချိန်များရှိသည်။ ထိုသို့ရပ်ထားချိန်များတွင် Condenser water သည် လည်းရပ်တန့်နေသည်။ ထိုသို့ စီးဆင်းခြင်းမရှိသည့် ရေသည် bacteria, fungus, algae, and protozoa တို့ကို ဖြစ်ပေါ် ပေါက်ပွားစေသည်။
ရေတွင်ရှိသော microorganisms များသည် heat exchange surface ပေါ်တွင် biological film (ဘိုင်အိုလော်ဂျီကယ်အလွှာ) တစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ထိုအလွှာဖြစ်ပေါ်လာပါက တိုက်ချွတ်ရန် အလွန်ခက်ခဲသည်။ ယင်းကို biological fouling ဟုလည်းခေါ်သည်။ Biological fouling သည် cooling tower system တွင် ဖြေရှင်းရန် အခက်ခဲဆုံးနှင့် အဆိုးဆုံး ပြဿနာဖြစ်သည်။ biological fouling ကြောင့် heat transfer နည်းခြင်း, in-fill များကောင်းစွာအလုပ်မလုပ်တော့ခြင်း ၊ ရေပိတ်ဆို့မှုများဖြစ်ပေါ်ခြင်း၊ သံချေးကြေးချေးတက်ခြင်းနှင့် မိုက်ခရိုအော်ဂင်နီဇန်များပေါက်ပွားလာခြင်း စသည့်ပြဿနာများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ အနီးရှိလူများ၊ ထိန်းသိမ်းရေပြုလုပ်သူများ ၏ ကျန်းမာရေးကိုလည်း ထိခိုက်စေနိုင်သည်။ ထိုသို့ biological fouling ဖြစ်မှုကို ကာကွယ်ရန် water treatment လုပ်ရန်လိုအပ်သည်။
water treatment system တစ်ခုတွင် Microbiological Controls, Corrosion Rate Controls နှင့် Water Quality Parameter Controls တို့ပါဝင်ရပါမည်။

Microbiological Controls

Microbiological Controls သည် လူကို အန္တရာယ်ပြုနိုင်သော ပိုးမွှားများနှင့် ဘက်တီးရီးများ ဖြစ်ပေါ်မှုကိုထိန်းချုပ်ရန်အတွက် Guide line များချမှတ်ပေးထားသည်။ ထို Guide line များသည် ရေထဲတွင် မည့်သည့် ပိုးမွှားများ နှင့် ဘက်တီးရီးများ မည့်သည့်မျှပါဝင်နေသည့်ကို မည့်သည့် နည်း(Testing Method) ဖြင့်စစ်ဆေးရန်လိုအပ်သည်ကိုဖော်ပြပေးထားသည်။

	Microbiological Analysis	Frequency	Control Criteria
1	Standard Plate Count	Monthly	< 100,000 CFU/mL
2	Legionalla Pneumophilla	Once every 3 months	Negative detection
3	Sulfate Reducing Bacteria	Once every 6 months	Negative detection
4	Denitrifying Bacteria	Once every 6 months	Negative detection
5	Pseudomonas	Once every 6 months	< 500 CFU/mL

The above test should follow international standards

Standard Plate Count ဆိုသည်မှာ သတ်မှတ်ထားသော ရေပမာဏအတွင်းတွင်ရှိသော bacteria အကောင်စု CFU (colony-forming units) ဆိုသည်မှာ bacteria အကောင်စုကလေးများ၏ အရေအတွက်ဖြစ်သည်။ the total number of bacteria in a specified amount of water. လက်ခံနိုင်သည့်အဆင့်မှာ Condenser water ရေပမာဏ 1 mL အတွက် bacteria အကောင်ရေ CFU 100,000 မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

Legionalla Pneumophilla ဆိုသည်မှာ legionellosis or Legionnaires' disease ရောဂါ ကို ဖြစ်စေသော Legionalla Pneumophilla bacteria ရှိမရှိကို စစ်ဆေးရန်ဖြစ်သည်။

Sulfate Reducing Bacteria များရှိမရှိသိနိုင်ရန် Condenser water ကို ဓါတ်ခွဲခန်းသို့ပေးပို့ စမ်းသပ်ရန် ဖြစ်သည်။ လက်ခံနိုင်သည့်အဆင့်မှာ Condenser water ရေပမာဏ 1 mL အတွက် **Pseudomonas Bacteria** အကောင်ရေ CFU 500 မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

Corrosion Rate Controls

	Corrosion Rate Analysis	Test Method	Control Criteria
1	Mild Steel		< 1 mpy
2	Copper		< 0.1 mpy

သံချေးတက်မှု (သို့) သံချေးစားမှုကို နှုန်းကို ထိန်းသိမ်းရန်ဖြစ်သည်။ ACMV System တွင်အသုံးပြုသော pipe များမှာ Galvanized Steel သို့ mild steel သို့ Carbon Steel သို့ Black steel တို့ဖြစ်သည်။ သံချေးစားမှုကို နှုန်း(Corrosion Rate) ၏ unit မှာ mpy ဖြစ်သည်။

Water Quality Parameter Controls

	Water Quality Analysis	Test Method	Control Criteria
1	pH Value	Field Test Kit & Laboratory method APHA 3120B	Between 7 to 8.8
2	Total Dissolved Solid (TDS)	Field Test Kit & Laboratory method APHA 3120B	< 3000 ppm
3	Iron (Fe)	Field Test Kit & Laboratory method APHA 3120B	< 1.00 mg/L
4	Copper (Cu)	Laboratory method APHA 3120B	<0.50 mg/L
5	Zinc (Zn)	Laboratory method APHA 3120B	<2 mg/L
6	Chloride	Laboratory method APHA 3120B	< 500 ppm Cl
7	Total Hardness	Laboratory method APHA 3120B	<800 ppm

Service Provider can provide an alternative equivalent method but subject to Owner approval. Condenser water ၏ သင့်လျော်သော pH Value မှ ၇ မှ ၈.၈ အတွင်းဖြစ်သည်။ Condenser water ၏ pH Value သည် ၇ ထက်နည်းခြင်းသည် Condenser water တွင် အက်စစ်ဓါတ်များခြင်းဖြစ်သည်။ ၈.၈ ထက်များခြင်းသည် အယ်ကာလိုင်းဓါတ်များခြင်းဖြစ်သည်။ အက်စစ်ဓါတ်များသည့် သို့ အယ်ကာလိုင်းဓါတ်များသည့် Condenser water သည် pipe များ နှင့် စက်ပစ္စည်းများကို Chemical နည်း ဖြင့်ဓါတ်ပြုနိုင်သည်။ ကြေးများ၊ သံများကို စားပစ်နိုင်သည်။

Condenser water အတွင်းတွင် Total Dissolved Solid (TDS) များသည် 3000 ppmထက်မများရပေ။ Total Dissolved Solid သည် Condenser water အတွင်းတွင် ပျော်ဝင်နေသည် အစိုင်အခဲများဖြစ်သည်။ ppm ဆိုသည်မှာ part per million ဖြစ်သည်။ Condenser water အလေးချိန် ကီလိုဂရမ် တစ်သန်းတွင် Total Dissolved Solid (TDS) အလေးချိန် ကီလိုဂရမ် ၃၀၀၀ မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

Condenser water အတွင်းတွင် ပိုက်များ စက်များမှ တိုက်စားမှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော သံမှုန် သံစများရှိသည်။ သံမှုန် သံစများ Iron (Fe) ကို လစဉ်တိုင်းတာရန်လိုအပ်သည်။ Condenser water တစ်လီတာ အတွင်းတွင် သံမှုန် သံစများ Iron (Fe) ၏ အလေးချိန် 1.00 mg မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

Condenser water အတွင်းတွင် ပိုက်များ စက်များမှ တိုက်စားမှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော ကြေးမှုန် ကြေးစများရှိသည်။ ကြေးမှုန် ကြေးစများ Copper (Cu) ကို လစဉ်တိုင်းတာရန်လိုအပ်သည်။ Condenser water တစ်လီတာ အတွင်းတွင် ကြေးမှုန် ကြေးစများ Copper (Cu) ၏ အလေးချိန် 0.50 mg မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

Condenser water အတွင်းတွင် ပိုက်များ စက်များမှ တိုက်စားမှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော သွတ်မှုန် သွတ်စများရှိသည်။ သွတ်မှုန် သွတ်စများ Zinc (Zn) ကို လစဉ်တိုင်းတာရန်လိုအပ်သည်။ Condenser water တစ်လီတာ အတွင်းတွင် ေ သွတ်မှုန် သွတ်စများ Zinc (Zn) ၏ အလေးချိန် 2.00 mg မကျော်ရန်ဖြစ်သည်။

အောက်ပါဇယားသည် စင်ကာပူနိုင်ငံတွင်ရှိသော Shopping Center တစ်ခု ၏ Cooling Tower များတွင်လည်ပတ်နေသော Condenser Water ကို ဓါတ်ခွဲခန်းသို့ပို၍ စမ်းသပ်မှုမှ ရရှိလာသော ရလာဒ် (Result) များဖြစ်သည်။ Water Treatment Specialist company သည် Condenser Water နှင့် Chiller water ၏ quality များကို သတ်မှတ်ထားသော တန်ဖိုးများအတွင်းတွင် ရှိနေအောင်လုပ်ရန် တာဝန်ရှိသည်။ လစဉ် စင်ကာပူနိုင်ငံက Certified လုပ်ထားသော ဓါတ်ခွဲခန်းသို့ပို၍ စမ်းသပ်မှု(Test) လုပ်ကာ ရလာဒ် (Result) များကို အဆောက်အဦးပိုင်ရှင်ထံသို့ တင်ပြရသည်။

2. WATER ANALYSES (PPM)

SAMPLE	M - Alk	Chloride	CaH	Conductivity (uS/cm)	pH	PO4	Tfe	Cu	NO2
CT 1 (Main Bldg)	81.3	206	260	1138	8.7	8.29	0.24	0.06	-
CT 2 (Main Bldg)	53.9	192	240	517	8.4	7.8	0.22	0.01	-
CT 3 (Main Bldg)	73.6	262	221	1430	8.8	8.45	<0.51	0.1	-
CT 4 (Main Bldg)	53.4	213	224	166	8.3	6.9	0.27	0.05	-
Chiller (Main Bldg)	-	-	-	2100	10.3	-	<0.52	0.1	610
3. RECOMMENDED READINGS									
CTS	<300	<500	<800	<1500	7 - 9	8-14	<2	<1	-
Chiller	-	-	-	<4000	8 - 11	-	<2	<1	>600

End