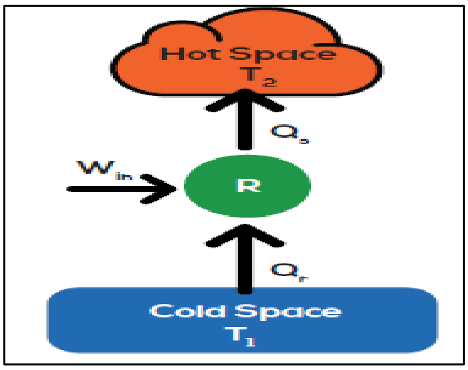
રેફ્રિજરેશન સિસ્ટમ

રેફ્રિજરેશન સિસ્ટમ, ડેરી પ્લાન્ટમાં કૂલ ઉર્જા વપરાશમાં 40%થી વધુ ફાળો આપે છે. વેપર્સ કમ્પ્રેશન-આધારિત રેફ્રિજરેશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ તમામ ડેરી પ્લાન્ટ્સમાં થાય છે. જ્યાં એમ્મોનિયાને રેફ્રિજરન્ટ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. રેફ્રિજરેશન સિસ્ટમ્સનો મુખ્ય ઉપયોગ દૂધનું પ્રિચિસીંગ, દૂધ અને અન્ય ડેરી ઉત્પાદનોની પ્રક્રિયા તેમજ કૂલિંગ ડેરી ઉત્પાદનો સંગ્રહ માટેના કોલ્ડ સ્ટોરેજ છે.

રેફ્રિજરેશનનો ઉદ્દેશ અમુક માધ્યમથી ગરમી દૂર કરવાનો છે, પ્રવાહી અથવા ઘન સ્વરૂપે ગરમીને અન્ય સ્થળે હટાવી ઠંડક સ્થાપવી. મોટાભાગની પ્રણાલિઓમાં, હવામાંથી ઉષ્મા દૂર કરવામાં આવે છે, આ ઉષ્મા બહારના વાતાવરણમાં સ્થળાંતરિત થાય છે. તેના ઉદાહરણો છે, રેફ્રિજરેટ કરેલાં વેરહાઉસ, પાણી અથવા ગ્લાયકોલ (વોટર ચિલર), અથવા ખોરાકનું ઉત્પાદન (આઈસ્ક્રીમ વગેરે).



W_{IN} - કાર્ય ઇનપુટ
Q_S - હિટ સપ્લાય
Q_R - હિટ રિજેક્ટેડ

ઉત્પન્ન થતા કૂલીંગને રેફ્રિજરેશનમાં ટન તરીકે પ્રમાણિત કરવામાં આવે છે. એક TR એમાઉન્ટ હિટ 24 કલાકમાં 0oC તાપમાન પર એક ટન પાણીને બરફમાં બદલવા માટે 0oC ગરમીની માત્રા હટાવે છે.

1.2 કામગીરીની શરતો

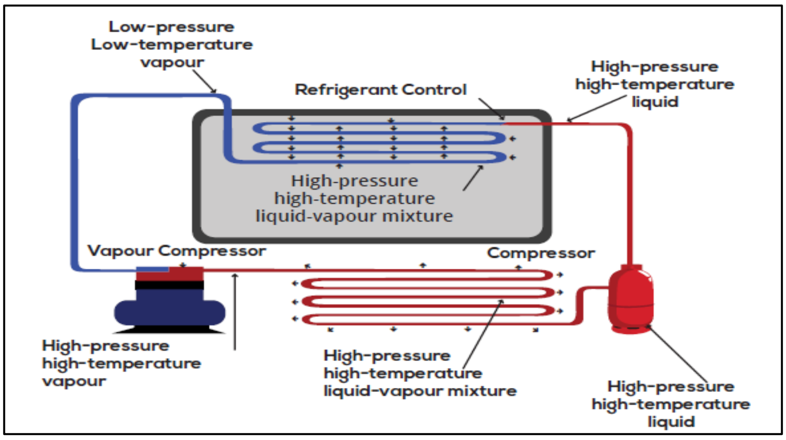
ચોક્કસ પાવર કન્ઝમ્પશન કેડબલ્યુ/ટીએફ રેફ્રિજરેશન સિસ્ટમના પ્રભાવનું ઉપયોગી સૂચક છે. ટીઆર અને કિલોવોટ ઇનપુટ્સમાં પ્રસ્તુત રેફ્રિજરેશન ડ્યૂટીને માપવાથી, કેડબલ્યુ/ટીઆરનો રેફરન્સ પર્ફોર્મન્સ ઇન્ડીકેટર તરીકે ઉપયોગ થાય છે.

$$\text{Net Refrigeration Capacity(TR)} = \frac{m \times C_p x(t_{in} - t_{out})}{3024}$$

1.3 વેપર કમ્પ્રેશન સાયકલ

રેફ્રિજરેશન સાઈકલમાં, જ્યારે કોમ્પ્રેસર ચાલે છે, ત્યારે સિસ્ટમ દ્વારા ઠંડક વહેવાનું શરૂ થાય છે. કમ્પ્રેસર સતત બાષ્પિભવનથી નીચું દબાણ અને નીચા તાપમાને રેફ્રિજન્ટ વેપર ઘટાડે છે અને ઉચ્ચ દબાણ અને ઉચ્ચ તાપમાન સ્થિતિ પર તેને કન્ડેન્સર પર પંપ કરે છે. કન્ડેન્સર દ્વારા વહેતી વખતે, ઉચ્ચ તાપમાન વાતાવરણમાં ગરમી છોડે છે અને હાઇ ટેમ્પરેચર લિક્વિડ સ્ટેટમાં પરિણમે છે. કન્ડેન્સર પછી આ હાઇ-પ્રેશર પ્રવાહી એક્સપાન્શન વાલ્વમાં દાખલ થાય છે જ્યાં તેને નીચા દબાણ તરફ ધકેલવામાં આવે છે. તે એ રીતે નિર્માણ થયેલું હોય છે કે ચોક્કસ અને પૂર્વનિર્ધારિત દબાણ પર રેફ્રિજન્ટ ફ્લો (વિસ્તરણ વાલ્વને કારણે)ની નિયંત્રણ ગુણવત્તા એકથી બીજા આવશ્યક પગલા પગલાં તરફ દોરાય છે. રેફ્રિજન્ટ (જેમ કે એમોનિયા, આર-22 વગેરે)નું

દબાણ અને તાપમાન થ્રોટલિંગ પર ઘટાડો થાય છે અને જ્યારે દબાણ ઓછું થાય છે, ત્યારે નીચા લિક્વિડ ઈવોપરેટરમાંથી પસાર થાય છે. જે ગરમીને શોષી લે છે અને ઠંડક પેદા કરે છે. બાષ્પિભવનમાં ગરમીને શોષી લેતા તમામ લો ટેમ્પરેચર્ડ લિક્વિડ નીચા દબાણવાળી, નીચા તાપમાનવાળી વરાળમાં બાષ્પિભવન થાય છે, જેને કોમ્પ્રેસર દ્વારા ફરી શોષી લેવામાં આવે છે. આ રીતે આ બધી પ્રક્રિયા સતત ચાલુ રહે છે અને જ્યાં સુધી કોમ્પ્રેસર ચાલે ત્યાં સુધી સિસ્ટમ બાષ્પિભવનની આસપાસ ઠંડક ઉત્પન્ન કરે છે.



1.4 રેફ્રિજરેશન કોમ્પ્રેશરના પ્રકાર

ઇવોપરેટરમાંથી કન્ડેન્સર પ્રેશર દ્વારા વેપ રેફ્રિજરન્ટને કોમ્પ્રેસ કરવાની ક્ષમતા. એપ્લિકેશન અને ક્ષમતાઓના આધારે કમ્પ્રેસરની પસંદગી કરવામાં આવે છે.

- **રેસિપ્રોકેટિંગ કોમ્પ્રેસર**

ડેરી પ્લાન્ટમાં નીચી રેફ્રિજરેશન ક્ષમતા માટે યોગ્ય છે <100 TR. નાના પ્રોસેસિંગ એકમના કદના કારણે તેમની પાસે ઓછી કાર્યક્ષમતા રેન્જ છે, કારણ કે મોટર સિસ્ટમ્સ અને ઘર્ષણ નાની સિસ્ટમ્સમાં ઊર્જા ઇનપુટના મોટા હિસ્સા માટે જવાબદાર હોય છે.

Description	Reciprocating	Centrifugal	Screw
kW/TR at 10°C chilled water temperature	0.8 - 0.9	0.38 - 0.70	0.55 - 0.75
Capacity Range	1 - 150 TR	>300TR	50 - 200 TR
Cost comparison w.r.t. reciprocating compressor	--	50% Higher	30% Higher

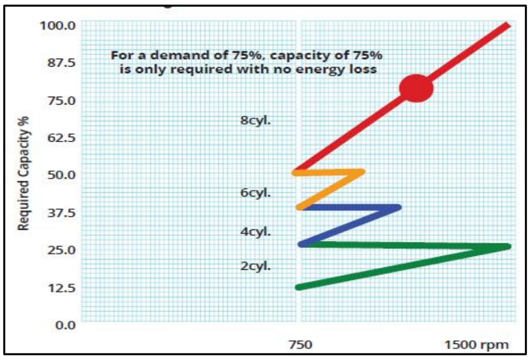
- **સ્ક્રૂ કમ્પ્રેસર**

સ્ક્રૂ **કમ્પ્રેસર**, જેને ક્યારેક "હેલિકલ રોટરી" **કમ્પ્રેસર** પણ કહેવામાં આવે છે, તેને ફરતા સ્ક્રુ આકારના રોટરના "થ્રેડ્સ"માં ફસાવવા દ્વારા રેફ્રિજરેટરને કોમ્પ્રેસ કરવામાં આવે છે. સ્ક્રુ **કમ્પ્રેસર**ના આઉટપુટને નિયંત્રિત કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે. વિવિધ પદ્ધતિઓમાં મુખ્ય કાર્યક્ષમતાનો તફાવત હોય છે. સૌથી સામાન્ય એ સ્લાઇડ વાલ્વ છે જે સ્ક્રૂને આવરી લેતાં આવાસનો ભાગ બનાવે છે. તે 100 TR કરતા વધુ એપ્લિકેશન્સ માટે યોગ્ય છે.

- **સેન્ટ્રિફ્યુગલ પ્રકાર**

સેન્ટ્રિફ્યુગલ **કમ્પ્રેસર** જ્યારે પૂર્ણ લોડની નજીક કાર્યરત હોય ત્યારે સૌથી કાર્યક્ષમ હોય છે. ફાયદા મોટા કદમાં તેની કાર્યક્ષમતાના સૌથી શ્રેષ્ઠ રીતે ખિલે છે, અને મોટા પાયે કરકસરની તક આપે છે, માટે જ મોટા ચિલરો માટે બજારમાં તેનું પ્રભુત્વ છે.

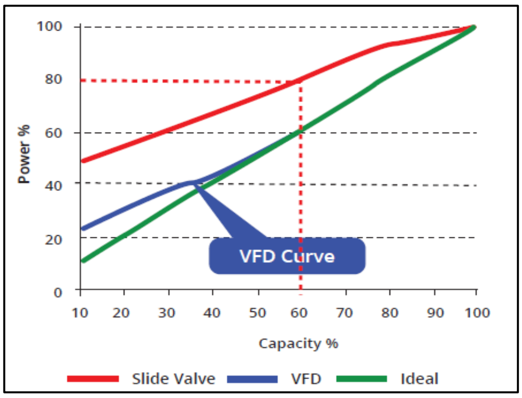
1.5 કોમ્પ્રેસર માટે વીએફડી ક્ષમતા નિયંત્રણ



રેસિપ્રોકેટિંગ કોમ્પ્રેસર સ્પિડ કંટ્રોલ

- પિસ્ટન અને વીએફડી કોમ્પ્રેસર ક્ષમતા માટે એકસાથે કાર્ય કરે છે.
- વીએફડી સ્પિડ સક્શન પ્રેશર પીઆઈડી નિયંત્રણ દ્વારા નક્કી કરવામાં આવે છે.
- તેમાં કોઇ ડેડ બેન્ડ નથી (રેમ્પ અપ/ડાઉન ટાઇમ મહત્તમ 30 છે).
- વધુ લાઈનર કંટ્રોલ શક્ય (યુનિટ સ્ટેપ્સ ++ લાઈનર કંટ્રોલ).
- ક્ષમતા પર આધારિત 10% -15% સુધી બચત.
- ન્યૂનતમ સ્પિડ જાળવી રાખવી જોઈએ (ઓઇલ પ્રેશર).

સ્ક્રુ કોમ્પ્રેસર સ્પિડ કંટ્રોલ



- સ્ક્રોલ વાલ્વ અને વીએફડી કોમ્પ્રેસર માટે એકસાથે કાર્ય કરે છે.
- ક્ષમતા.
- વીએફડી સ્પિડ સક્શન પ્રેશર પીઆઈડી નિયંત્રણ દ્વારા નક્કી કરવામાં આવે છે.
- તેમાં કોઇ ડેડ બેન્ડ નથી (રેમ્પ અપ/ડાઉન ટાઇમ મહત્તમ 30 છે).
- ત્વરિત પ્રણાલીની પ્રતિક્રિયા ઉચ્ચ તાપમાનની કામગીરીને મંજૂરી આપે છે.
- કમ્પ્રેસર સીઓપી ક્ષમતાના 60% સુધી લાઈનર છે.
- કોમ્પ્રેસર પાવર પર 20% સુધી બચત.
- ન્યૂનતમ સ્પીડ જાળવી રાખવી જરૂરી (ઓઇલ પ્રેશર).

1.6 કન્ડેન્સર

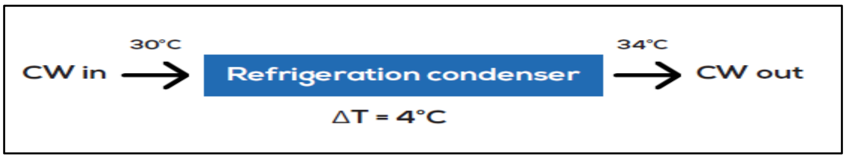
કન્ડેન્સરની પસંદગી હવાની ઠંડક, પાણીના સ્પ્રે સાથે ઠંડી કરવામાં આવતી હવા અને હિટ એક્સ્ચેન્જરને ઠંડુ કરવામાં તેમની ક્ષમતાના આધારે કરવામાં આવે છે. શિત અને ટ્યુબ હીટ એક્સ્ચેન્જર્સનો ઉદાર કદ કન્ડેન્સર્સ તરીકે આકાર લે છે, સારી કૂલિંગ ટાવર કામગીરી ઓછી ડિસ્ચાર્જ પ્રેશર વેલ્યુઓ સાથે કામ કરવામાં મદદ કરે છે અને રેફ્રિજરેશન પ્લાન્ટની ટીઆર ક્ષમતા પણ સુધારે છે. કોમ્પ્રેસર પાવર વપરાશ પર તાપમાન કન્ડેન્સિંગ અસર

વ્યાજબી કદના કન્ડેન્સર એક શેલ અને ટ્યૂબ હિટ એક્સચેન્જર તરીકે સારા કૂલિંગ ટાવર ઓપરેશન્સ સાથે લો ડિસ્ચાર્જ પ્રેશર વેલ્યૂ ક્રિએટ કરવામાં મદદરૂપ બને છે. સાથે જ તેના કારણે રેફ્રિજરેશન પ્લાન્ટની ટીઆર ક્ષમતા પણ વધે છે. કોમ્પ્રેસર પાવર વપરાશ પર તાપમાન કન્ડેન્સિંગ અસર થાય છે.

કોમ્પ્રેસર પાવર કન્ઝમ્પ્શન પર કંડેન્સર તાપમાનમાં વેરિએશનનો પ્રભાવ

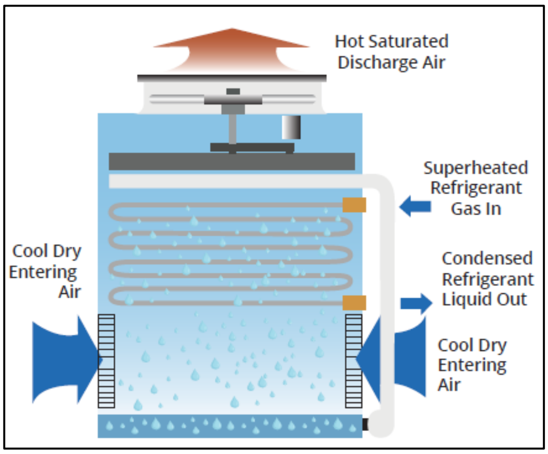
કન્ડેન્સિંગ ટેમ્પરેચર (oC)	રેફ્રિજરેશન કેપેસિટી (ટનમાં)	સ્પેસિફિક પાવર કન્ઝમ્પ્શન	kW/TRમાં વધારો
26.7	31.5	1.17	-
35	21.4	1.27	8.5
40	20	1.41	20.5

- ખરાબ કન્ડેન્સર ટ્યૂબ કમ્પ્રેસર ઇચ્છિત ક્ષમતા મેળવવા માટે સખત કામ કરવા દબાણ ઊભું કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કન્ડેન્સર ટ્યૂબ પર 0.8 એમએમ સ્કેલ બિલ્ડ-અપ ઉર્જા વપરાશમાં 35% જેટલો વધારો કરી શકે છે.
- રેફ્રિજરેશન કમ્પ્રેસર પર કૂલિંગ વોટર સિસ્ટમનો પ્રભાવ – કૂલિંગ વોટરનું તાપમાન શક્ય તેટલું ઓછું હોવું જોઈએ. દર 1oC ડ્રોપ અભિગમમાં માટે, કમ્પ્રેસર પાવરમાં 4% - 5% ઘટાડો નોંધાયો છે.



1.6.1 ઇવોપરેટિવ કન્ડેન્સર

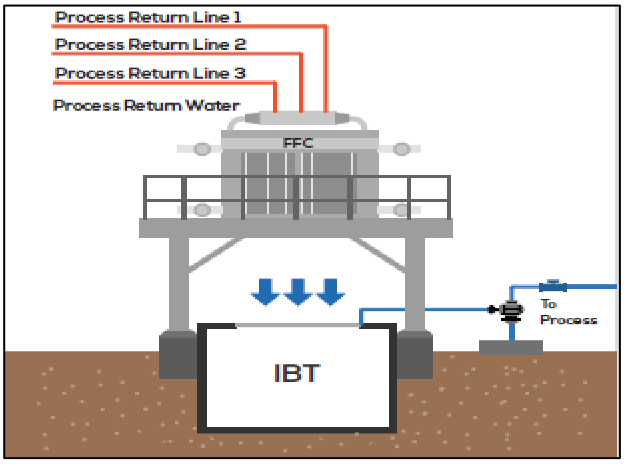
આ કન્ડેન્સર્સ એક જ યુનિટમાં કૂલિંગ ટાવર અને વોટર-કૂલ્ડ કન્ડેન્સરની બેવડી સુવિધા આપે છે. આ કન્ડેન્સર્સમાં, રેફ્રિજરેટરને લઇને ટ્યૂબ્સના કિનારે ઉપરના ભાગમાંથી પાણીનો સ્પ્રે કરવામાં આવે છે જે હવાને ઉપર તરફ દોરી જાય છે. આ કન્ડેન્સરમાં એક કન્ડેન્સિંગ કોઇલ દ્વારા વાયુનું સરક્યૂલેશન થાય છે. જે સતત બહારના ભાગમાં રિસરક્યૂલેટિંગ વોટર સિસ્ટમ દ્વારા ભરાય છે. તેનાં ઇન્સ્ટોલેશન દ્વારા, સમાન ઠંડક ક્ષમતા માટે 36oC નું કન્ડેન્સિંગ તાપમાન પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.



1.7 ચિલ્ડ વોટર જનરેશનની પ્રકારો

આઇબીટી સિસ્ટમ - આઇબીટી ટાંકી મૂળભૂત રીતે થર્મલ સ્ટોરેજ સિસ્ટમ છે, જે ચિલ્ડ વોટર/આઇસ બેંકના રૂપમાં ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે. પ્રોસેસ્ડ ચિલ્ડ વોટરની માંગને પહોંચી વળવા માટે આઇબીટી ટેંક બફર તરીકે મુકવામાં આવે છે. આ પરંપરાગત પદ્ધતિનો મોટાભાગની ડેરીઓમાં ઉપયોગ થાય છે. **આઇબીટીમાં વપરાતી કોઇલની લંબાઈ 110-120 ફિટ/ ટીઆરની હોવી જોઈએ.**

પ્રીચિલર/ફોલિંગ ફિલ્મ ચિલર – રિટર્ન વોટરના તાપમાનમાં અસમાનતા છે અને તે સીધું આઇબીટી ટાંકીમાં જાય છે. આઇબીટી માટે મુખ્ય જરૂરિયાત છે બરફ પર કોઇલ બનાવવા અને તેના માટે ચિલરનો ઉપયોગ થાય છે. રિટર્ન વોટરની આ પ્રક્રિયાથી પાણી ઊંચા તાપમાને આવે છે, આઈબીટીને કોઇલ પર બરફ બનાવવા માટે વધુ સમયની જરૂર પડે છે. પરિણામે તે કમ્પ્રેસરની વધારે શક્તિનો ઉપયોગ કરે છે. આઈબીટી કરતા પહેલાં પ્રિ ચિલર ઇન્સ્ટોલ કરવું એ આઇબીટીમાં પ્રવેશ કરતા પહેલા પ્રોસેસ રીટર્ન તાપમાન 2oC પર ઘટાડી શકે છે. આ

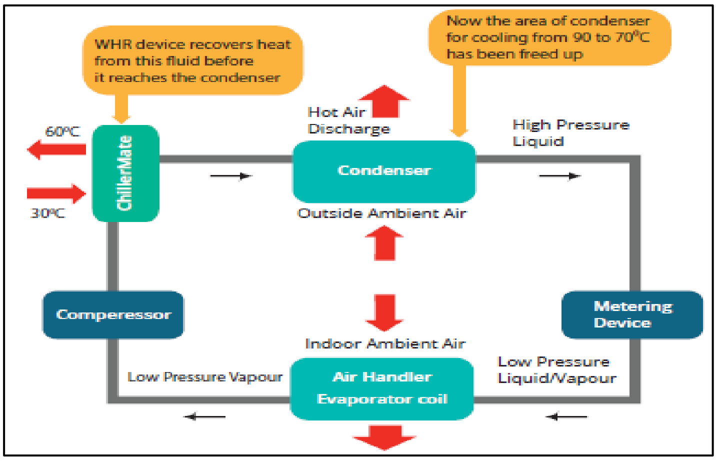


	IBT System	IBT cum Pre chiller
Total handling of milk (liters)	2.00 Lakhs	2.00 Lakhs
No of compressor	2 nos screw (1w+1S)	2 nos screw (1w+1S)
Comp. connected motor working	1nos. x 215 HP	1 no. x 180 HP
Suction/ Cond temp.	-10°C / 38°C	-5°C / 38°C
System Details	IBT	Pre chiller with IBT
Liq. pump system	YES	YES
Condenser Type	Evaporative Condenser	Evaporative Condenser
Refrigeration Capacity	150 TR	150 TR
Comp. BKW/ TR	0.95	0.782

નોંધપાત્ર રીતે ચિલર કમ્પ્રેસરના પાવર વપરાશને ઘટાડી શકે છે કારણ કે આઇબીટી પરનો સંપૂર્ણ લોડ ઘટાડે છે.

1.8 ચિલર કમ્પ્રેસરમાંથી વેસ્ટ હીટ રિકવરી

કમ્પ્રેશર્સમાંથી ડિસ્ચાર્જ ગેસનું તાપમાન સામાન્ય રીતે 80oC હોય છે અને તેમાં સારી માત્રામાં ગરમી શામેલ હોય છે. આ ગરમીના નિર્મૂલન માટે તે કન્ડેન્સરમાં જાય છે. ડેરીમાં વિવિધ ઉપકરણોની સફાઇ અને ધોવા માટે દરેક ડેરીને 60-65 ઓ.સી. પર ગરમ પાણીની જરૂર પડે છે. ડિસ્ચાર્જ ગેસની આ ફ્રી હિટનો ઉપયોગ ગરમ પાણી ઉત્પન્ન કરવા માટે ડી-સુપરહિટરને ઇન્સ્ટોલ કરીને કરી શકાય છે. હીટ એક્સ્ચેન્જરને એવી રીતે ડિઝાઇન કરાવવું જોઇએ કે જરૂરી ઉષ્ણતામાન લિફ્ટ સાથે પર્યાપ્ત ઉષ્ણતા પ્રાપ્ત થાય. ગરમ પાણી મેળવ્યા પછી સીધી ઊર્જા બચત સિવાય, કન્ડેન્સર પર ગરમીનો ભાર ઘટવાની ધારણા છે, અને જો ડિઝાઇન યોગ્ય રીતે

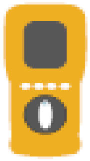


કરવામાં આવે તો, કન્ડેન્સિંગ દબાણ ઓછા પ્રમાણમાં ઘટાડો પણ કરી શકે છે, જેના કારણે કમ્પ્રેશરના પાવર વપરાશમાં ઘટાડો થાય છે.

માન્ય મોનિટર યોગ્ય પરિમાણ

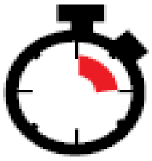
Pressure Guage

Pressure– Regularly check suction and discharge pressure to ensure performance



Power Analyser

Specific Power Consumption (kW/TR) - Comparison of this value with OEM's catalogue gives deviation in SEC



Flow Meter

Chilled Water Flow– Chilled water load of the plant to calculate TR

જીઇએફ -યુનાઈટેડ – બીઇઇ પ્રોજેક્ટ

" ભારતમાં પસંદ કરેલ એમએસએમઇ ક્લસ્ટરોમાં ઊર્જા કાર્યક્ષમતા અને નવીનીકરણ માટે પ્રોત્સાહન"

ઉર્જા કાર્યક્ષમતા બ્યૂરોના સહયોગથી સંયુક્ત રાષ્ટ્ર ઔદ્યોગિક વિકાસ સંગઠન (યુએનઆઇડીઓ) દ્વારા પસંદ કરાયેલા ઊર્જા-સઘન એમએસએમઇ ક્લસ્ટરોમાં ઊર્જા કાર્યક્ષમતા અને નવીનીકરણીય ઉર્જા ટેક્નોલોજીના વિસ્તૃત ઉપયોગને પ્રસ્તુત કરવા માટે બજાર પર્યાવરણને વિકસાવવા અને પ્રોત્સાહિત કરવાના હેતુ સાથે (બીઇઇ), ગ્લોબલ એન્વાયર્નમેન્ટ ફેસિલિટી (જીઇએફ) દ્વારા ભંડોળ પૂરું પાડવામાં આવ્યું હતું. માઇક્રો, સ્મોલ એન્ડ મીડિયમ એન્ટરપ્રાઇઝ (એમઓએમએમએમઇ) અને ન્યૂ એન્ડ રિન્યૂએબલ એનર્જી મંત્રાલય દ્વારા "ભારતમાં પસંદગીના એમએસએમઇ ક્લસ્ટરોમાં પ્રમોટિંગ એનર્જી એફિએન્સી અને રીન્યુએબલ એનર્જી" શીર્ષક હેઠળ આ પ્રોજેક્ટને અમલમાં મુકવામાં આવ્યો છે. આ પ્રોજેક્ટ હાલમાં દેશભરના 5 વિવિધ ક્ષેત્રોમાં "પસંદ કરેલ" - (કોઈમ્બતૂર, બેલગામ અને ઇન્દોર), "ડેરી" - (ગુજરાત, કેરાલા અને સિક્કીમ), "સિરામિક" - (થાનગઢ, મોરબી અને ખુરજા), "હેન્ડટૂલ" - (જલંધર અને નાગૌર) અને "બ્રાસ" - (જામનગર) ખાતે કાર્યરત કરવામાં આવ્યા છે.

Contact Details
GEF-UNIDO-BEE, Project Management Unit (PMU)
BEE, 4th Floor, Sewa Bhawan,
Sector-1, R.K. Puram, New Delhi – 110066

Phone : +011-26914770 / 71
Email Id : gubpmu@beenet.in

ડિસક્લેમર

આ માર્ગદર્શિકા સીઆઇઆઇ દ્વારા જીઇએફ -યુનાઈટેડ – બીઇઇ પ્રોજેક્ટ પ્રવૃત્તિઓના ભાગ રૂપે બનાવવામાં આવી છે, જેનો હેતુ મુખ્યત્વે જ્ઞાન પ્રસાર છે. સીઆઇઆઇએ આ માર્ગદર્શિકામાં રજૂ કરવામાં આવેલી માહિતીની ચોકસાઈની ખાતરી કરવા માટે દરેક પ્રયત્નો કર્યા છે. જો કે, જીઇએફ -યુનાઈટેડ – બીઇઇ, અથવા તેમના કર્મચારીઓને અહીં પૂરી પાડવામાં આવેલી માહિતીના ઉપયોગથી થતા કોઈપણ પરિણામો માટે જવાબદાર ઠેરવી શકાશે નહીં. જો કે, કોઇ વિસંગતતા, ભૂલ વગેરે કિસ્સામાં, યોગ્ય સુધારણા માટે પી.એમ.યુ.ને તે બાબત ધ્યાને લાવવાની રહેશે.