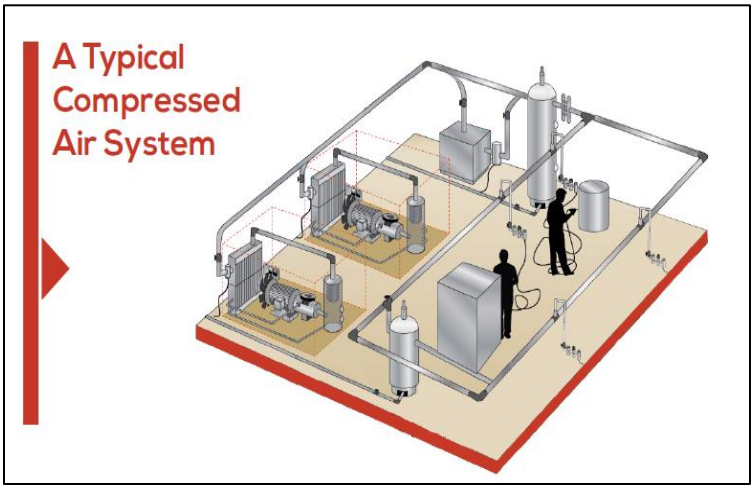
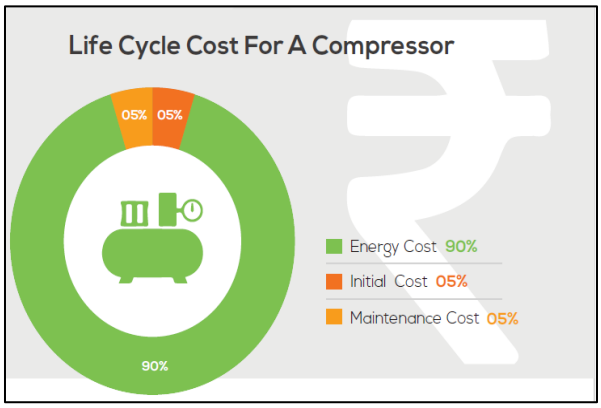
कमप्रेसेड़ एयर सिस्टम



कमप्रेसेड़ एयर सिस्टम में ऊर्जा की बचत क्षमता 20 - 30% तक होती है। कमप्रेसेड़ एयर संयंत्र का डिजाइन और कमप्रेसेड़ एयर का वितरण कुल ऊर्जा खपत में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। कमप्रेसेड़ एयर लेआउट और वितरण का चयन करते समय, डिजाइन चरण में ही यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि सिस्टम में दबाव ड्रॉप बहुत कम है, जिससे कंप्रेसर के लिए न्यूनतम ऑपरेटिंग दबाव बिंदु बनाए रखा जा सके। ज़्यादातर संयंत्र 7 किलो/सेमी² से 8 किलोग्राम/सेमी² के उच्च दबाव पर कमप्रेसेड़ एयर उत्पन्न करते हैं। उपयोगकर्ताओं की दबाव आवश्यकताओं के आधार पर कम्प्रेसर को अलग करने की सलाह दी गई है। यह अनलोडिंग समय को कम करेगा और उच्च दबाव के लिए अनावश्यक रूप से खपत होने वाली ऊर्जा को कम करेगा।



कम्प्रेसर का चयन करने के विकल्प बहुत हैं और इसी वजह से फ़ैक्टरी मैनेजर को इसके चयन में थोड़ी मुश्किल होती है। इसे अपनी आवश्यकता एवं कीमत के अनुसार चुना जाना चाहिए। ऊर्जा दक्षता (जीवन चक्र लागत विश्लेषण) और न्यूनतम रख-रखाव (उच्च विश्वसनीयता) पर जोर दिया जाना चाहिए। एक वर्ष के लिए लगातार 30 किलोवाट के कंप्रेसर का परिचालन लागत 5 लाख / किलोवाट की ऊर्जा लागत पर 10 लाख रुपये है।

1. एयर कम्प्रेसर के प्रकार

एयर कम्प्रेसर को मूल रूप से सकारात्मक विस्थापन और अपकेंद्रीय प्रकार में वर्गीकृत किया जाता है।

1.1 सकारात्मक विस्थापन प्रकार

सकारात्मक विस्थापन कम्प्रेसर यांत्रिक रूप से हवा की निश्चित मात्रा को कम मात्रा में विस्थापित करते हैं। जब इसे एक निश्चित गति से संचालित किया जाता है इसकी गति स्थिर होती है, जबकि डिस्चार्ज दबाव सिस्टम लोड स्थितियों द्वारा निर्धारित किया जाता है। सकारात्मक विस्थापन कम्प्रेसर के विभिन्न प्रकार इस प्रकार हैं:

1.1.1 रेसिप्रोकेटिंग एयर कम्प्रेसर

कम्प्रेसन चेम्बर में कमप्रेसेड़ एयर पिस्टन के आगे-पीछे चलने के कारण उत्पन्न होती है (आईसी ईंजन की तरह)। हर बार आगे-पीछे चलने के कारण एक निश्चित दबाव और निश्चित मात्रा में मुक्त हवा को संकुचित करता है। निर्माण के अनुसार, घूमने वाले कम्प्रेसर को एकल चरण / डबल चरण और एकल कार्यकारी / डबल कार्यकारी कम्प्रेसर के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। वर्टिकल प्रकार के एयर कम्प्रेसर 50-150 सीएफएम के बीच उपयोग हो रही एप्लिकेशन के लिए उपयुक्त हैं, और हॉरिजॉन्टल संतुलन 200 - 5000 सीएफएम एप्लिकेशन के लिए सबसे अनुकूल है।

1.1.2 रोटरी एयर कम्प्रेसर

हवा को दो घूर्णन, इंटरमेशिंग रोटर्स द्वारा कम्प्रेस किया जाता है (कुछ मामलों में एक रोटर को स्टेशनरी और दूसरे रोटेट्स को रखा जाता है)। रोटरी स्क्रू / लोब की कार्रवाई की तुलना एक घूमने वाले कंप्रेसर से की जा सकती है।

डायनमिक प्रकार

गतिशील कंप्रेशर्स यंत्रवत् एक संलग्न आवास में, उच्च गति पर घूमने वाले इम्पेलेर्स के उपयोग के माध्यम से, हवा को एक वेग प्रदान करते हैं। हवा की मात्रा कम कर दी जाती है। कंप्रेसर में हवा की मात्रा के अंतर दबाव के साथ प्रवाह अलग-अलग होगा।

1.1.3 अक्षीय प्रवाह प्रकार

अक्षीय प्रवाह प्रकार एयर कंप्रेसर अनिवार्य रूप से एक बड़ी क्षमता, उच्च गति वाली मशीन है, जिसमें अपकेंद्रीय से काफी अलग होती है। प्रत्येक चरण में ब्लेड की दो पंक्ति होती है, एक पंक्ति घूमती है और अगली पंक्ति स्टेशनरी होती है। मोटर के चालू होते ही रोटर ब्लेड और गैस पर दबाव पड़ता है, वेग स्टेशनरी ब्लेड में दबाव में परिवर्तित होता है।

1.1.4 अपकेंद्रीय प्रकार

अपकेंद्रीय एयर कंप्रेसर इम्पेलर से बना होता है, शाफ्ट पर लगाया जाता है और एक हाउसिंग आवास में स्थित होता है, जिसमें एक इनलेट डक्ट, एक वोल्यूट और एक डिफ्यूज़र होता है। इम्पेलर उच्च गति से घूमता है और हवा के लिए एक वेग प्रदान करता है। डिफ्यूज़र इम्पेलर को घेर लेता है और उच्च-दबाव स्तर पर हवा की गतिक ऊर्जा को संभावित ऊर्जा में बदलने का कार्य करता है।

2. कम्प्रेसर का प्रदर्शन

2.1 फ्री एयर डिलीवरी टेस्ट

फ्री एयर डिलीवरी कम्प्रेसेड़ हवा की वह मात्रा है जो वायु वितरण परिवेश दबाव पर होती है। पंप-अप परीक्षण विधि कंप्रेसर की क्षमता का आकलन करने का सबसे सरल तरीका है। वितरित हवा को किसी भी परिष्कृत माप उपकरणों का उपयोग किए बिना संयंत्र टीम द्वारा स्वयं मापा जा सकता है। परीक्षण किए जाने वाले कंप्रेसर और रिसीवर की एक ज्ञात मात्रा को मुख्य लाइन से अलग-अलग किया जाना चाहिए। कम्प्रेसेड़ वायु रिसीवर को पूरी तरह से खाली करें और रिसीवर के आउटलेट वाल्व को बंद करें। इसके अलावा, यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि रिसीवर के अंदर कोई कनडेनसेट पानी नहीं है और ड्रेन वाल्व भी पूरी तरह से बंद है। कंप्रेसर शुरू करें और प्रारंभिक दबाव (पी 1) से सामान्य ऑपरेटिंग दबाव (पी 2) में रिसीवर में दबाव बढ़ाने के लिए लगने वाले समय को नोट करें। इस प्रक्रिया को लगभग तीन बार दोहराया जा सकता है। फ्री एयर डिलीवरी का वितरण नीचे लिखी विधि का उपयोग करके अनुमान लगाया जा सकता है।

$$\text{Average Compressor Delivery} = \frac{P_1 - P_2}{P} * V_r * \frac{1}{\Delta t}$$

P_1 = Initial pressure in receiver
P_2 = Final pressure in receiver
P = Atmospheric pressure
V_R = Volume of air receiver
Δt = Time taken for charging the receiver from P_1 to P_2

2.2 लीकेज टेस्ट

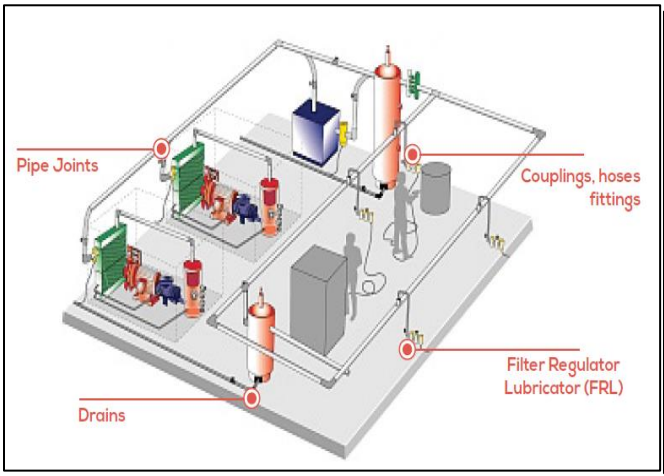
लीकेज टेस्ट का उपयोग समय-समय पर संयंत्र में कम्प्रेसेड़ हवा के लीकेज का अनुमान लगाने के लिए किया जाता है। लीकेज टेस्ट तब किया जाना है, जब ऑपरेशन में कोई कम्प्रेसेड़ एयर यूजर्स नहीं हैं। कंप्रेसर चलाएं और सिस्टम को सामान्य दबाव से दबाए। एक बार जब सिस्टम सामान्य ऑपरेटिंग दबाव तक पहुंच जाता है तो कंप्रेसर अनलोड हो जाएगा। यदि संयंत्र के अंदर कोई लीकेज नहीं हैं, तो कंप्रेसर को अनलोड स्थिति में रहने दें और फिर से लोड नहीं करना चाहिए। लेकिन असल में कम्प्रेसेड़ हवा के लीकेज के कारण सिस्टम का दबाव कम हो जाता है और कंप्रेसर लोड मोड में चला जाएगा। कंप्रेसर के लोडिंग और अनलोडिंग संयंत्र के अंदर कम्प्रेसेड़ हवा के लीकेज को दर्शाते हैं। लोड / अनलोड समय पर ध्यान दें (कम से कम 3 रीडिंग लें)। नीचे दी गई विधि का उपयोग करके लीकेज की मात्रा का अनुमान लगाया जा सकता है:

$$\text{Air leakage} \quad L = \left(\frac{T}{T+t}\right) * Q$$

$$\text{\% air leakage} = \frac{\text{Air leakage}}{\text{Compressor Capacity}} * 100$$

T = On-load time of compressor
t = Off-load time of compressor
Q = Capacity of compressor

2.2.1 कम्प्रेसेड़ हवा के लीकेज की लागत



Orifice (mm)	Air Leakage (CFM)	Power Wasted (kW)	Annual Savings @ Rs 5/kWh
1.6	6.5	1.26	Rs 0.60 Lakhs
3.2	26	5.04	Rs 2.40 Lakhs
6.4	104	20.19	Rs 7.25 Lakhs

3. प्रदर्शनकारी मापदंड

3.1 कूल एयर इंटेक

इनलेट हवा के तापमान में हर डिग्री सेल्सियस वृद्धि से उच्च ऊर्जा की खपत में 1% की वृद्धि होती है, जिससे बराबर उत्पादन होता है।

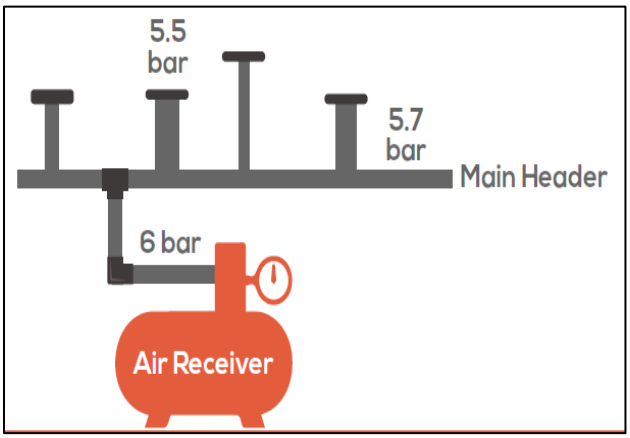
3.2 डस्ट फ्री एयर इंटेक

Effect of Air Temperature on Power consumption		
Inlet Temperature	Relative air delivery	Power Saved
10	102.00	+1.4
15.5	100.00	Nil
21.1	98.01	-1.3
26.6	96.03	-2.4
32.2	94.01	-4.0
37.7	92.8	-5.0
43.3	91.2	-5.8

सक्शन एयर में धूल के कारण प्रयोग में आ रहे मूविंग पार्ट्स में घर्षण के कारण वाल्व खराब होते है। सक्शन की तरफ एयर फिल्टर प्रदान किया जाना चाहिए। एयर फिल्टर में लगातार सफाई और धूल अलगाव क्षमता, कम दबाव की बूंदें और मजबूत डिजाइन होना चाहिए। एयर फिल्टर को कंप्रेसर प्रकार के आधार पर चुना जाना चाहिए और जहां तक हो सके कंप्रेसर के करीब ही लगाया जाना चाहिए। सामान्य नियम के अनुसार "हर 250 मिमी डब्ल्यूसी दबाव ड्रॉप के कारण अटके सक्शन के रास्ते में चोक फिल्टर आदि की वजह से, कंप्रेसर बिजली की खपत समान उत्पादन के लिए 2 प्रतिशत बढ़ जाती है।"

3.3 प्रैशर सेटिंग

कई प्लांट एयर कंप्रेशर्स 6.5 - 7.5 बार जी के फुल लोड डिस्चार्ज प्रेशर रेंज के साथ काम करते हैं। आमतौर पर इंस्ट्रूमेंटेशन, मशीनरी और टूल्स की वास्तविक दबाव आवश्यकताएं केवल 4.5 - 5.5 बार जी होती हैं। प्राथमिक रिसीवर के डाउनस्ट्रीम सिस्टम को कम करने और नियंत्रित करने से ऊर्जा की खपत, लीकेज, नई क्षमता की मांग कम हो सकती है, साथ ही साथ कम्पोनेंट्स और ऑपरेटिंग उपकरणों पर कम तनाव पैदा हो सकता है। कंप्रेसर ऑपरेटिंग पावर ऑपरेटिंग दबाव के सीधे आनुपातिक है। जिससे दबाव का उत्पादन कम एवं कम ऊर्जा की खपत होगी। इससे मूविंग पार्ट्स में टूट-फूट में कमी आएगी और यह एक महत्वपूर्ण लाभ है। एक कंप्रेसर में 1 बार वितरण दबाव में कमी से बिजली की खपत में 8% की कमी होगी।

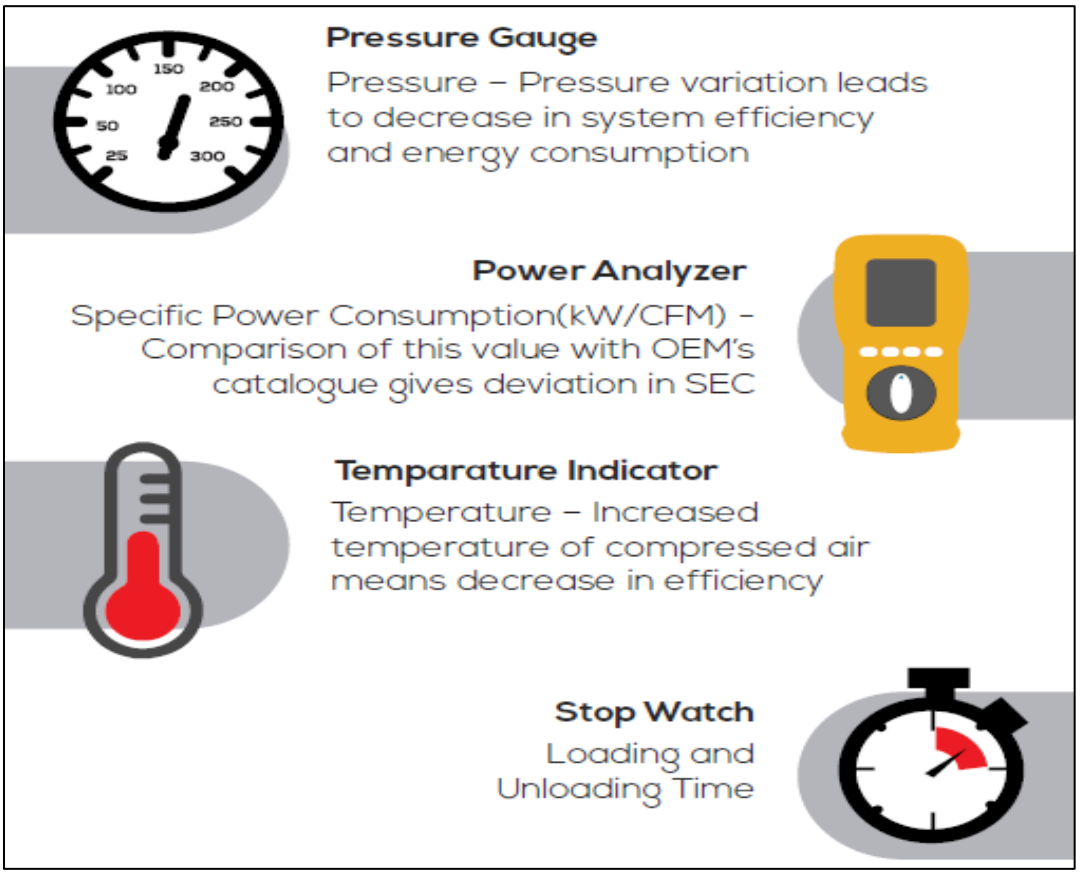


इसके अलावा, अधिक दबाव ड्रॉप पर्याप्त पाइप साइजिंग, बेंट, चोकिंग आदि के कारण हो सकता है। एक **कम्प्रेसेड़ एयर सिस्टम** में विशिष्ट दबाव ड्रॉप मुख्य हैडर में 0.3 बार और वितरण प्रणाली में 0.5 बार होना चाहिए जैसा कि नीचे दिखाया गया है:

4. कम्प्रेसेड़ एयर सिस्टम में ईई की गतिविधियाँ

- जरूरत न होने पर कम्प्रेसर बंद करें
- सही आकार के एयर कंप्रेसर का चयन करें
- आवश्यक दबाव पर कंप्रेसर का संचालन करें
- VFD इन्स्टॉल करें जिससे कंप्रेसर की अनलोडिंग से बचा जा सके
- नियमित रूप से लीकेज टेस्टिंग का संचालन करें और सिस्टम के नुकसान को कम करें
- कम्प्रेसेड़ हवा को ब्लोअर हवा से बदलें जिससे कोई गड़बड़ी न हो सके
- न्युमेटिक टूल्स को इलेक्ट्रिक टूल्स से बदलें
- कम्प्रेसेड़ हवा अपव्यय से बचने के लिए उपयोगकर्ता बिंदु पर बॉल वाल्व प्रदान करें
- वायु नली में ट्रांसवेक्टर नोजल का उपयोग करें
- कंप्रेसर को कूल इनलेट हवा प्रदान करें
- अनलोडिंग और स्विच ऑफ करने के लिए सेंसर प्रदान करें
- स्क्रू कम्प्रेसर को अयोग्य कंप्रेसर से बदलें

5. कॉमन मोनिटरेबल पैरामीटर्स



जीईएफ – यूएनआईडीओ – बीईई प्रोजेक्ट

“भारत में चयनित MSME समूहों में ऊर्जा दक्षता और नवीकरण को बढ़ावा देना”

चयनित ऊर्जा गहन एमएसएमई (MSME) समूहों में प्रोसेस एप्लिकेशन में ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी के उपयोग को बढ़ाने के उद्देश्य से, संयुक्त राष्ट्र औद्योगिक विकास संगठन (UNIDO) ब्यूरो ऑफ एनर्जी एफिशिएंसी (बीईई) के सहयोग से, भारत में चयनित एमएसएमई (MSME) क्लस्टर्स में "ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा को बढ़ावा देने" के नाम से एक परियोजना को चला रहा है, जिसे वैश्विक पर्यावरण सुविधा (GEF) , सूक्ष्म, लघु और मध्यम उद्यम मंत्रालय (Mo MSME) एवं नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE) द्वारा वित्तीय सहायता प्रदान की गई है। परियोजना वर्तमान में देश भर में 5 विभिन्न क्षेत्रों में 12 चयनित एमएसएमई (MSME) समूहों में कार्यान्वयन में है ["फाउंड्री" - (कोयम्बटूर, बेलगाम और इंदौर), "डेयरी" - (गुजरात, केरल और सिक्किम), "सिरेमिक" - (थानगढ़) मोरबी और खुर्जा), "हैंडटूल" - (जालंधर और नागौर) और "पीतल" - (जामनगर)])

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

डिस्क्लेमर

यह मैनुअल सीआईआई द्वारा जीईएफ- यूएनआईडीओ बीईई परियोजना की गतिविधियों के भाग लेने के लिए तैयार किया गया है, इसका मुख्य उद्देश्य लोगों तक यह जानकारी पहुंचाना है। जबकि सीआईआई ने इस मैनुअल में दी गई जानकारी की सटीकता सुनिश्चित करने के लिए हर संभव प्रयास किया है। हालांकि, न तो सीआईआई, जीईएफ - यूएनआईडीओ - बीईई, और न ही उनके किसी कर्मचारी को यहां दी गई जानकारी के उपयोग एवं उसके किसी भी परिणाम के लिए जिम्मेदार नहीं ठहराया जा सकता है। हालांकि, किसी भी विसंगति, त्रुटि आदि के मामले में, कृपया उचित सुधार के लिए पीएमयू से संपर्क किया जा सकता है।