german cooperation
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

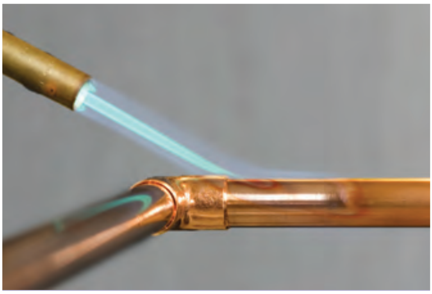
Published by

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

HPMP
HCFC Phase-Out Management Plan, Servicing Sector

HCFC–22 और ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट युक्त रूम एयर–कंडिशनरों को इन्स्टॉल करने और सर्विस के अच्छे तौर–तरीके

तकनीशियन की सहायक पुस्तिका



वित्त सहायताः

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत मल्टीलैटरल फंड (एमएलएफ)

क्रियान्वयनः
ओजोन प्रकोष्ठ, पर्यावरण, वन व जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, भारत सरकार
जर्मन सरकार के सहयोग के साथ, जिसका प्रतिनिधित्व
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
और United Nations Environment Programme (UNEP) कर रहे हैं

प्रकाशकः
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

पंजीकृत कार्यालयः
Bonn and Eschborn
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-565760 Eschborn, GermanyT +49 61 96 79-1022
F +49 61 96 79-80 1022
E proklima@giz.de
I www.giz.de/proklima

GIZ – Proklima International
Deutsche Gesellschaft fur
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Second Floor, B - 5/2, Safdarjung Enclave,
New Delhi – 110 029, India

कार्यक्रम प्रबंधकः
बर्नार्ड सीगल (bernhard.siegele@giz.de)

लेखकः
प्रो. आर. एस. अग्रवाल, अंकुर खंडेलवाल, सी. जे. मैथ्यु और रिंगखांग मुसाहारी

संपादकः
स्मिता विचारे

डिजाइन/लेआउटः
अस्पायर डिजाइन, नई दिल्ली

German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ)
Environment and Sustainable Use of Natural Resources Division Bonn, Germany
की ओर से

इस प्रकाशन की सामग्री के लिए GIZ उत्तरदायी है।
नई दिल्ली, भारत, सितंबर 2020

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस किताब या इसका कोई भी अंश प्रकाशक की पूर्वानुमति के बिना पुनरुत्पादित नहीं किया जा सकता और न ही किसी भी अन्य प्रकार से इसे उपयोग में लाया जा सकता है।

HCFC-22 और ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट युक्त रूम एयर–कंडिशनरों को इन्स्टॉल करने और सर्विस के अच्छे तौर–तरीके

तकनीशियन की सहायक पुस्तिका

प्रतिदावा

इस सहायक पुस्तिका में दी गई सूचना और वर्णित की गई कार्यवाहियों का उपयोग सिर्फ उचित तकनीकी कौशल और प्रशिक्षण वाले व्यक्ति ही करें, जो सावधानी बरतते हुए और जोखिम को समझते हुए इसका उपयोग करेंगे। इस पुस्तिका में दी गई तकनीकी और विधायी सूचना, पुस्तिका के मूल प्रकाशन के वक्त तक सही थी। इस क्षेत्र में तेजी से बदलती तकनीक और बदलते हुए नियमों की वजह से भविष्य में इस सूचना की सटीकता के बारे में कोई दावा नहीं किया जा सकता है। इस दस्तावेज के लेखक, समीक्षक और Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH तथा इसके कर्मी इस दस्तावेज में वर्णित किसी भी तकनीकी विकल्प और कार्यवाहियों के प्रदर्शन या कर्मी सुरक्षा के संबंध में किसी भी प्रकार की कोई पुष्टि या समर्थन नहीं करते हैं। प्रत्येक औद्योगिक कामकाज में कर्मियों की सुरक्षा और संक्रमणकारी तत्वों व अवशिष्ट के उचित निबटारे पर विचार करना अनिवार्य है।

डॉ. हर्ष वर्धन
Dr. Harsh Vardhan

सत्यमेव जयते

भारत सरकार
पर्यावरण, वन एवं जलवायु परिवर्तन मंत्री
GOVERNMENT OF INDIA
MINISTER OF ENVIRONMENT, FOREST & CLIMATE CHANGE

Disclaimer

Refrigeration and air-conditioning (RAC) servicing sector is very important as refrigeration and air conditioning equipment remains in use for nearly 10 years leaving a significant population with Ozone Depleting Substances (ODS) based equipment likely to be in operation. The refrigerant consumption in the Servicing Sector not only depends on the installed base of RAC equipment, but also on quality of the product and the quality of servicing during product life cycle. There could be potentially significant savings in refrigerant use if good service practices are followed. The good service practice is important not only because of environment issue but also to maintain the design energy efficiency of the air-conditioners.

As per informal industry level estimates, the number of servicing technicians for the residential Refrigeration and Air-conditioning (RAC) sector is estimated to be 200,000 this number will be growing with the growing market of room air-conditioners. The consumption in the servicing sector will be reduced mainly through training on better servicing practices and leak prevention in the present scenario the service technicians also need to be prepared on the introduction of alternatives to HCFC-22 like HC-290, HFC-32 etc. The technicians will have to be trained to appropriately handle the low GWP flammable refrigerants.

The HCFC Phase out Management Plans (HPMPs) in India are being implemented under the direct supervision of the Ozone Cell, Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEF&CC), Government of India. RAC servicing sector project under HPMP is being implemented by Government of Germany represented by

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH and United Nations Environment Programme (UNEP) under the guidance of Ozone Cell, MoEF&CC. The aim of HPMP is to minimize the emissions of ozone depleting substances into the environment and, thus, mitigate the ozone layer depletion

The Ministry is focussing on synergizing the training of RAC service technicians under HPMP Stage II with Skill India Mission in order to have wider positive impact on environment protection and livelihood of technicians. In this regard, the Technicians Handbook and the Trainers Handbook on Good Service Practices and Installation of Room Air-conditioners with HCFC 22 and flammable refrigerants will be a great help training of RAC service technicians.

I wish the trainings to be imparted under HPMP Stage II to RAC service technicians all success.

दिनांक 14.09.2018

(Dr. Harsh Vardhan)

Paryavaran Bhawan, Jor Bagh Road, New Delhi-110 003
Tel.: 011-24695136, 24695132, Fax : 011-24695329

प्रोक्लिमा (PROKLIMA) के बारे में

प्रोक्लिमा Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH का एक कार्यक्रम है। 2008 से प्रोक्लिमा ओजोन व जलवायु के प्रति संवेदनशील तकनीकी के विस्तार के लिए जर्मन सरकार के केंद्रीय पर्यावरण, प्रकृति संरक्षण और परमाणु सुरक्षा मंत्रालय (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, BMU) के इंटरनेशनल क्लाइमेट इनिशिएटिव (ICI) के तहत काम कर रहा है।

प्रोक्लिमा 1996 से विकासशील देशों को तकनीकी और वित्तीय सहायता मुहैया करा रहा है। इसे जर्मनी के केंद्रीय आर्थिक सहकार व विकास मंत्रालय (Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, BMZ) द्वारा मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल ऑन सब्सटांसेज दैट डिप्लीट द ओजोन लेयर के प्रावधानों को लागू करने की जिम्मेदारी सौंपी गई है।

यह पुस्तिका मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत बहुपक्षीय कोष के तत्वावधान में HCFC के उपयोग और उत्पादन को क्रमिक रूप से बंद करने की प्रबंधन योजना HCFC Phase-Out Management Plan Service Sector under Multilateral Fund (MLF) to the Montreal Protocol, के तहत तैयार की गई है।

आभार

यह सहायक पुस्तिका रेफ्रीजेरेशन व एयर–कंडिशनिंग (आरएसी) सर्विस तकनीशियनों के लिए खास तौर से तैयार की गई है ताकि वे HCFC-22 व ज्वलनशील गैसों से युक्त एसी के इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के लिए एक सहायक या संदर्भ सामग्री की तरह इसका उपयोग कर सकें। हम इस पुस्तिका में प्रो. आर.एस. अग्रवाल, श्री अंकुर खंडेलवाल, श्री सी.जे. मैथ्यु व श्री रिंगखांग मुसाहारी के बहुमूल्य योगदान के लिए उनका धन्यवाद करते हैं।

विशेष धन्यवाद श्री ज्ञानेश भारती, संयुक्त सचिव (ओजोन), पर्यावरण, वन व जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, तथा डॉ. अमित लव, संयुक्त निदेशक, ओजोन प्रकोष्ठ, पर्यावरण, वन व जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, भारत सरकार के प्रति, जिनका अनवरत सहयोग और मार्गदर्शन हमें मिलता रहा। हमें प्रोत्साहित करने और प्रेरणादायक मार्गदर्शन के लिए मि. बर्नार्ड सीगल, कार्यक्रम प्रबंधक, GIZ प्रोक्लिमा के प्रति विशेष आभार और धन्यवाद। मि. मार्सेल निट्समान, GIZ प्रोक्लिमा मुख्यालय, और सुश्री सुपर्णा दलाल, GIZ प्रोक्लिमा को उनके अनवरत सहयोग के लिए खास तौर से शुक्रिया।

इस सहायक पुस्तिका में कुछ चित्र "गुड प्रक्टिसेज इन रेफ्रीजेरेशन" से लिए गए हैं, जिन्हें GIZ–प्रोक्लिमा ने मार्च/अप्रैल 2010 में प्रकाशित किया था।

स्मिता विचारे, GIZ–प्रोक्लिमा

विषय सूची

भूमिका

1. मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल और पर्यावरण पर रेफ्रीजेरेन्ट का प्रभाव 1

2. एयर–कंडिशनिंग 19

3. HCFC-22 के वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स 45

4. औजार, उपकरण और रख–रखाव 61

5. तांबे की नलियों (ट्यूब्स) की प्रोसेसिंग और ब्रेजिंग 81

6. स्प्लिट एसी को उत्तम तरीके से लगाने के उपाय और निवारक व्यवस्था 99

7. रूम एसी और सुरक्षा के लिए सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके 115

8. रूम एयर–कंडिशनरों में ऊर्जा की बचत के लिहाज से सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके 139

9 व्यवहार कौशल 151

10. प्रमाणन (सर्टिफिकेशन) रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग सर्विस तकनीशियन 159

भूमिका

यह सहायक पुस्तिका रूम एयर–कंडिशनरों के इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के दौरान सर्विस के अच्छे तौर–तरीकों से आपको अवगत कराती है और जानकारी में वृद्धि करती है। रूम एसी अन्य घरेलू उपकरणों की तुलना में अधिक ऊर्जा का उपयोग करते हैं। इसलिए पर्यावरण संबंधी मुद्दों की वजह से और एसी की मूल ऊर्जा सक्षमता को उपकरण के कामकाजी आयु में बनाए रखने के लिए सर्विस के अच्छे तौर–तरीके महत्वपूर्ण हैं। रूम एसी की सर्विसिंग की गुणवत्ता तकनीशियन के ज्ञान और कौशल के स्तर पर तथा सही उपकरणों व औजारों के उपयोग पर निर्भर करती है।

वायुमंडल में ओजोन परत का ह्रास करने वाले पदार्थों, ओजोन डेप्लेटिंग सब्स्टांसेस (ODSs) को कम करने के लिए एक अंतरराष्ट्रीय पर्यावरण संधि, ओजोन परत का ह्रास करने वाले पदार्थों पर मॉन्ट्रियल संधि (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer) पर दस्तखत किए गए, जिसके लिए ओजोन परत को नुकसान पहुंचाने वाले पदार्थों के उपयोग और उत्पादन को क्रमशः बंद करने के लिए जरूरी कदम उठाए जाने थे। CFCs (क्लोरोफ्लोरोकार्बोन), CTC (कार्बन टेट्राक्लोराइड) व हैलोन जैसे पदार्थों के उत्पादन और उपयोग को भारत समेत दुनिया भर में पहले ही बंद किया जा चुका है। इस प्रोटोकॉल को भारत ने 1992 में अंगीकार किया था। भारत में HCFC (हाइड्रोक्लोरोफ्लोरोकार्बन) फेज–आउट मैनेजमेंट प्लान (HPMP) को पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (MoEF&CC), भारत सरकार के ओजोन प्रकोष्ठ के सीधे पर्यवेक्षण में लागू किया जा रहा है ताकि देश में लक्ष्यों के मुताबिक HCFCs के उत्पादन और उपयोग को क्रमशः बंद किया जा सके।

भारत में रेफ्रिजरेशन एंड एयर कंडीशनिंग (आरएसी) सर्विसिंग सेक्टर समेत विभिन्न सेक्टरों में HCFCs का व्यापक रूप से उपयोग होता है। सर्विसिंग सेक्टर में HCFCs का खासा उपयोग होता है, जिसमें HCFCs की कुल खपत का 40% उपयोग में लाया जाता है। इसकी वजह देश में आरएसी उपकरणों की बड़ी और बढ़ती जा रही संख्या है। HCFC-22, रूम एसी में सबसे उपयुक्त और आम तौर पर उपयोग में आने वाला रेफ्रीजेरेन्ट है, क्योंकि इसमें अनेक खूबियां हैं और भारत मे इसका 77% उपयोग रूम एसी में ही होता है। HCFC-22 रूम एसी के लिए उपयुक्त रेफ्रीजेरेन्ट भले ही हो, मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत दुनिया भर में क्रमशः इसका उपयोग बंद किया जा रहा है, क्योंकि यह ओजोन का ह्रास करने वाले पदार्थों में से एक है।

एक वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट की खोज करते समय अनेक कारकों को ध्यान में रखना चाहिए, जैसे सक्षमता, पर्यावरणीय मुद्दे, लागत और उपलब्धता, सुरक्षा, सामग्री की सुसंगतता आदि। ओजोन का ह्रास करने वाले पदार्थों की मनाही होने के कारण, जीरो ओजोन डिप्लेशन पोटेंशियल ODP (ओजोन को नुकसान पहुँचाने के शून्य सामर्थ्य) को छोड़कर बाकी सभी कसौटियों में थोड़ी बहुत रियायत बरती जा सकती है, ताकि एक श्रेष्ठ उपलब्ध रेफ्रीजेरेन्ट को चुना जा सके। HCFC-22 के विकल्प के रूप में कुछ

उपयुक्त रेफ्रीजेरेन्ट उपलब्ध हैं, जैसे HC-290, HFC-32, R-410A, जिनको भारत समेत दुनिया भर में उपयोग में लाया जा रहा है। HC-290 में ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य नहीं है और व्यावसायिक रूप से उपलब्ध अन्य रेफ्रीजेरेन्टों की तुलना में इसमें ग्लोबल वार्मिंग का सामर्थ्य भी नाममात्र का है, लेकिन यह ज्वलनशील होता है। HFC-32 और R-410A में ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य नहीं है, लेकिन ये अत्यधिक ग्लोबल वार्मिंग उत्पन्न करने वाले पदार्थ हैं। HC-290 संभावित दीर्घकालिक उपलब्ध प्रतिस्थापन है, क्योंकि मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के किगाली संशोधन में, HFCs के उपयोग को क्रमिक रूप से खत्म करने का भी एक समझौता किया गया है। वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स ज्वलनशील है और अधिक दाब वाले है, इसलिए उनकी सर्विसिंग करते समय सर्विस के अच्छे तरीके और सभी सुरक्षा उपायों की जानकारी जरूर होनी चाहिए और उन पर अमल किया जाना चाहिए।

इस सहायक पुस्तिका को भारत में HPMP परियोजना के तहत प्रशिक्षण लेने वाले तकनीशियनों के लिए GIZ प्रोक्लिमा द्वारा तैयार किया गया है। यह सहायक पुस्तिका तकनीशियनों को बुनियादी और व्यावहारिक सूचना प्रदान करती है, जिसका उपयोग दैनिक आधार पर एसी के इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के दौरान किया जा सकता है। एयर–कंडिशनिंग के सिद्धांतों, पर्यावरण पर रेफ्रीजेरेन्ट और एसी के प्रभावों को कम कैसे किया जा सकता है, इसको सरल और आसान तरीके से यहाँ बताया गया है। एसी के सही तरीके से काम करने के लिए और पर्यावरण में रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव को रोकने के लिए तांबे की नलियों (ट्यूब्स) पर सही तरीके से काम करना बहुत महत्वपूर्ण है। गलत तरीके से एसी लगाने (इन्स्टॉल करने) से बिजली का बिल बढ़ता है, हवा की आवाजाही में समस्या आती है और रख–रखाव की समस्याएँ भी सामने आती हैं। एसी की मरम्मत के समय सर्विसिंग के अच्छे तरीकों पर अमल करने के साथ–साथ सुरक्षा संबंधी कदमों का पालन करने से ग्राहक को संतुष्टि मिलती है, दोबारा ऑर्डर मिलते हैं और इससे पर्यावरण को बचाने में भी मदद मिलती है। वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स वाले नए एसी में खास विशेषताएँ होती हैं और यह जरूरी है कि उन्हें प्रशिक्षित तकनीशियनों द्वारा ही इन्स्टॉल और सर्विस किया जाए। अगर तकनीशियन एक प्रमाणित तकनीशियन है तो इसका मतलब है कि उसने एक स्वीकृति प्रक्रिया में हिस्सा लिया है, जिसमें यह सुनिश्चित किया गया कि वह सफलता पूर्वक और सुरक्षित रूप से एसी इन्स्टॉल करने और उसकी सर्विसिंग करने में एक सक्षम व्यक्ति है, वह आरएसी औजारों व उपकरणों के साथ तथा ज्वलनशील व अधिक दाब वाले रेफ्रीजेरेन्ट के साथ काम कर सकता है। प्रशिक्षण, आकलन और प्रमाणन इस भरोसे को मजबूत करते हैं कि सर्विसिंग, उपयुक्त मानदंडों के अनुसार की जाएगी। इसके अलावा व्यवहार कौशल यानी तकनीशियन का निजी व्यवहार महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सहायक पुस्तिका में तकनीशियन को संक्षेप में इस बात की जानकारी दी गई है।

यह योजना है कि सहायक पुस्तिका को नियमित रूप से संशोधित किया जाएगा ताकि सुझावों को शामिल किया जा सके और बदलते हुए अनुभवों के साथ तालमेल बिठाए रखा जाए।

01

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल और पर्यावरण पर रेफ्रीजेरेन्ट का प्रभाव

पृष्ठभूमि

कमरे को ठंडा रखने के लिए उपयोग में लाए जाने वाले एयरकंडिशनरों में इस्तेमाल होने वाले रेफ्रीजेरेन्ट के कारण पर्यावरण को लेकर दो बड़ी चिंताएँ जुड़ी हुई हैं और वो हैं ओजोन परत को होने वाला नुकसान (ह्रास) और वैश्विक रूप से तापमान का बढ़ना (ग्लोबल वार्मिंग)। दुनिया के वैज्ञानिकों ने इस पर गौर किया कि मानवों द्वारा बनाए गए ऐसे रासायनिक यौगिक धरती के वायुमंडल में ओजोन परत के ह्रास के लिए जिम्मेदार हैं, जिनमें CFC, HCFC, मिथाइल क्लोरोफॉर्म, CTC, हैलोन्स और मिथाइल ब्रोमाइड शामिल होते हैं। इस संदर्भ में ओजोन परत का ह्रास करने वाले पदार्थों पर मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल नाम की एक अंतरराष्ट्रीय संधि पर 16 सितंबर 1987 को दस्तखत किए गए और इसे लागू किया गया, जिसमें ओजोन परत की सुरक्षा के लिए इन पदार्थों के उत्पादन और उपभोग को चरणबद्ध रूप से बंद करना था। मॉन्ट्रियल संधि को पर्यावरण पर अब तक की सबसे सफल अंतरराष्ट्रीय संधि के रूप में जाना जाता है। इस प्रोटोकॉल को दुनिया भर में स्वीकार किया गया। सभी 197 देशों ने मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल पर हस्ताक्षर किए और इस संधि को अपनाया है। भारत ने जून 1992 में मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल को अपनाया।

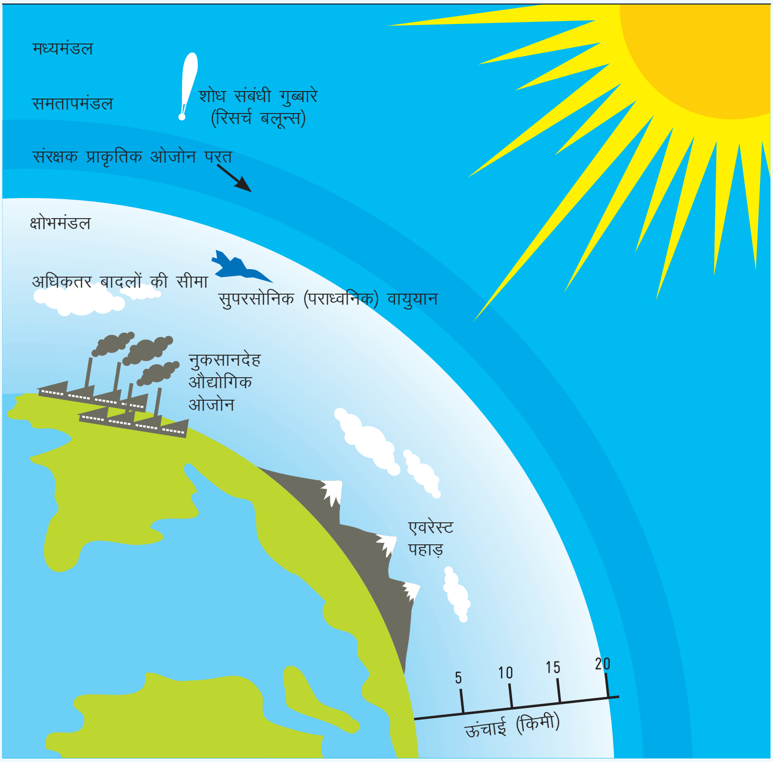
ऐतिहासिक रूप से CFC–11 का उपयोग एरोसॉल उत्पादों, फोम उत्पादों और चिलर उपकरणों के निर्माण में होता था। CFC-12 और HCFCs का उपयोग रेफ्रीजेरेशन और एयरकंडिशनिंग (आरएसी) उपकरणों में रेफ्रीजेरेन्ट के रूप में होता था। CFC-13 और मिथाइल क्लोरोफॉर्म का उपयोग सॉल्वेन्ट के रूप में होता था। CTC का उपयोग वस्त्र (टेक्स्टाइल) और धातु–सफाई सेक्टर में तथा फीडस्टॉक उपकरणों के लिए होता था। (अभी फीडस्टॉक एप्लीकेशन का उपयोग सिर्फ DV एसिड के निर्माण के लिए होता है) CTC का उपयोग क्लोरीनेटेड रबड़, क्लोरीनेटेड पैराफिन और फार्मास्यूटिकल उत्पादों में प्रोसेस एजेंट के रूप में भी होता था। हैलोन का उपयोग आग बुझाने वाले उपकरणों में होता था। HCFC का उपयोग आरएसी उपकरणों में रेफ्रीजेरेन्ट के रूप में होता था। HCFC-22 समेत HCFC पदार्थों का व्यापक उपयोग रेफ्रीजेरेन्ट्स में होता है क्योंकि उनमें उत्तम थर्मोडायनेमिक और थर्मो–फिजिकल गुण पाए जाते हैं। लेकिन क्लोरीन और ब्रोमिन वाले ये सभी रसायन ओजोन परत को नुकसान पहुँचाते हैं और इसलिए इन पदार्थों को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत नियंत्रित किया गया है। CFC, CTC और हैलोन जैसे पदार्थों का उत्पादन और उपयोग पहले से ही चरणबद्ध रूप से खत्म किया जा चुका है। HCFC पदार्थों के उत्पादन और उपयोग को भी दुनिया भर में चरणबद्ध रूप से बंद किया जा रहा है, जिसके बारे में यह सहमति बनाई गई थी कि इनका उत्पादन और उपयोग तेजी से ख़त्म किया जाए।

पर्यावरण को लेकर एक और मुद्दा, ग्रीन हाउस गैसों (GHG) के उत्सर्जन से होने वाली ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ा हुआ है। रेफ्रीजेरेन्ट्स के रूप में उपयोग में लाए जाने वाले HCFC-22 समेत ओडीएस पदार्थों का उत्सर्जन और रूम एयर–कंडिशनरों द्वारा अपने जीवनकाल में ऊर्जा की खपत भी ग्लोबल वार्मिंग में योगदान करती है। इन यौगिकों में भी ग्रीन हाउस गैसों, कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), मीथेन (CH_4), नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O), सल्फर–हेक्साफ्लोराइड्स (SF_6), हाइड्रो फ्लुओरो कार्बन्स (HFC), परफ्लोरोकार्बन्स (PFC) और नाइट्रोजन ट्राइफ्लोराइड (NF_3) की तरह ग्लोबल वार्मिंग बढ़ाने की भारी क्षमता भी होती है। रेफ्रीजेरेन्ट का उत्सर्जन उपयोग, निर्माण और एयरकंडिशनरों की सर्विसिंग, जैसे रेफ्रीजेरेन्ट को सिस्टम में चार्ज करने, रेफ्रीजेरेन्ट की अनुचित तरीके से रिकवरी और एयर–कंडिशनिंग सिस्टम और लाइनों में रिसाव (लीकेज) आदि के दौरान होता है। चूंकि मौजूदा समय में ज्यादातर रूम एयर–कंडिशनरों में HCFC-22 चार्ज की जाती है, इसलिए एयर–कंडिशनर के इन्स्टॉलेशन (संस्थापन) और सर्विसिंग के दौरान सर्विस तकनीशियन के लिए यह बहुत महत्वपूर्ण है कि वे जितना संभव हो HCFC-22 का उत्सर्जन कम करें।

समतापमंडल में ओजोन परत

ओजोन वायुमंडल में कुदरती रूप से पाई जाने वाली एक गैस है। यह ऑक्सीजन के तीन परमाणुओं (O_3) से मिल कर बनी है और यह एक अस्थिर कण (मॉलिक्यूल) है। यह पृथ्वी के ऊपरी वायुमंडल में, जिसे समतापमंडल (स्ट्रेटोस्फियर) के नाम से जाना जाता है, पाई जाती है और पृथ्वी की सतह से करीब 15–60 किलो मीटर ऊपर स्थित है। ओजोन गैस की एक तेज गंध होती है और इसका रंग नीला होता है। ओजोन सूरज की किरणों में पाए जाने वाले नुकसानदेह अल्ट्रावायलेट (पराबैंगनी, यूवी–बी) विकिरण को सोख लेती है और इस तरह धरती पर जीवन तंत्र की रक्षा करती है। हालाँकि वायुमंडल में मौजूद कुल गैसों में ओजोन का हिस्सा बहुत ही छोटा–सा है, लेकिन यह धरती पर मनुष्यों और जीवन के अन्य रूपों को सूरज की अल्ट्रावायलेट किरणों से बचाते हुए एक बेहद अहम भूमिका निभाती है।

धरती के ऊपर समतापमंडल में ओजोन गैस की मात्रा अलग–अलग दिन और अलग–अलग जगहों पर अलग–अलग होती है। यह अंतर क्षोभमंडल (ट्रोपोस्फेयर) और समतापमंडल दोनों में हवा के खड़े (ऊर्ध्व) प्रवाह की वजह से आता है। ओजोन की



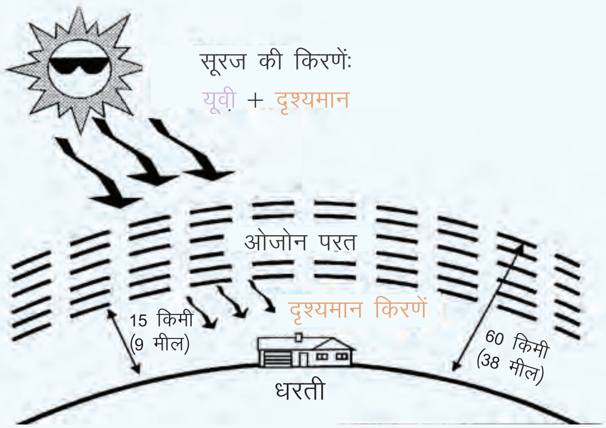
चित्र 1.1: ओजोन परत

कुल मात्रा मुख्यतः पृथ्वी के अक्षांश (लैटिट्यूड) के मुताबिक बदलती है। सबसे अधिक ओजोन गैस सभी मौसमों में मध्यम और उच्च अक्षांशों पर मौजूद होती है। एक तरफ जहाँ समतापमंडल की ओजोन गैस उपयोगी और अच्छी होती है क्योंकि यह धरती की रक्षा करती है, वहीं धरती की सतह पर, शहरों में वातावरण के प्रदूषण से पैदा होने वाली ओजोन गैस इंसानी सेहत के लिए नुकसानदेह होती है। इससे कुछ लोगों में साँस संबंधी समस्याएँ पैदा होती हैं। खास कर सर्दियों में ऐसा होता है जब शहरों की आबोहवा में प्रदूषण बढ़ जाता है।

पिछले कई दशकों में औद्योगिक गतिविधियों के बढ़ते जाने से CFC, HCFC पदार्थों जैसे मानव निर्मित रसायन वायुमंडल में अधिक से अधिक छोड़े जा रहे हैं, जिसके नतीजे में इस महत्वपूर्ण सुरक्षा परत का ह्रास हुआ है।

अल्ट्रावायलेट (यूवी) विकिरण को सोखती है ओजोन

सूरज इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम (विद्युतचुंबकीय पट्टी) के रूप में विभिन्न वेवलेंथ (तरंगदैर्घ्य) वाले विकिरण छोड़ता है। सूरज से निकलने वाली दृश्यमान किरणों के साथ पराबैंगनी (यूवी) किरणें भी निकलती हैं जो प्रकाशमान ऊर्जा का एक रूप हैं। इनमें से यूवी–बी और यूवी–सी सबसे अधिक ऊर्जावान होती हैं इसलिए ये धरती पर जीवन के लिए नुकसानदेह हैं। यूवी–बी विकिरण को सिर्फ समतापमंडल ओजोन (ओजोन परत) ही सोखती है और इस तरह इसका महज 2-3% धरती की सतह पर पहुँच पाता है। इसलिए ओजोन परत धरती पर जीवन की रक्षा के लिए अनिवार्य है। ओजोन परत में ह्रास के नतीजे में यूवी–बी और यूवी–सी विकिरण की अधिक मात्रा धरती पर पहुँचने लगेगी जिससे धरती पर जीवन के लिए खतरनाक परिणाम होंगे। इस तरह ओजोन परत धरती के सनस्क्रीन (धूप से बचाने वाले कवच) की तरह काम करती है।

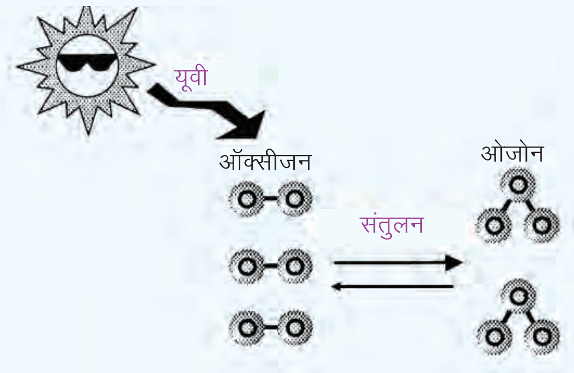


चित्र 1.2: अल्ट्रावायलेट (यूवी) विकिरण को सोखती है ओजोन

समतापमंडल में ओजोन का निर्माण

समतापमंडल में, ओजोन का निर्माण और इसका खंडन प्राकृतिक प्रक्रियाएँ हैं और ये एक ही साथ और लगातार चलती रहती हैं। ओजोन (O_3) सामान्यतः दो परमाणुओं वाले ऑक्सीजन के बजाए तीन परमाणुओं वाला एक कण है। यह गैस धरती के वायुमंडल के ऊपरी स्तरों (समतापमंडल क्षेत्र) में प्राकृतिक रूप से बनती है और इसका निर्माण सूरज के अधिक ऊर्जा वाले यूवी विकिरणों द्वारा होता है। यूवी विकिरण ऑक्सीजन के कणों को तोड़ देते हैं और इनसे छूटे हुए मुक्त परमाणु ऑक्सीजन के अन्य कणों के साथ जुड़ कर ओजोन का निर्माण करते हैं।

इसका उल्टा भी होता है, कुछ ओजोन ऑक्सीजन परमाणुओं में टूट जाती है जो आपस में मिल कर ऑक्सीजन के कण बनाते हैं। इस तरह ओजोन परत में ओजोन और ऑक्सीजन के बीच लगातार एक संतुलन (साम्यावस्था) बना रहता है। वायुमंडल में ओजोन की मात्रा बहुत कम है और इसकी अधिकतम सांद्रता समताप मंडल में है।



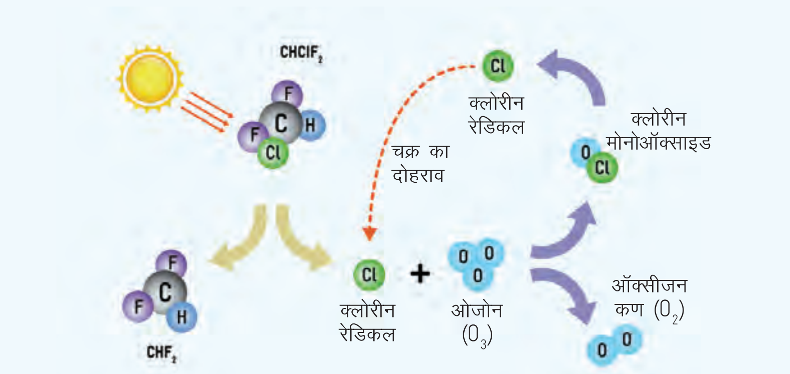
चित्र 1.3: समतापमंडल में ओजोन का निर्माण

समतापमंडल ओजोन के ह्रास की प्रक्रिया

जब ओजोन का ह्रास करने की क्षमता रखने वाले HCFC कण जैसे पदार्थ ओजोन परत में पहुँचते हैं, तो इनसे प्रतिक्रियाओं की एक शृंखला शुरू होती है, जिससे ओजोन परत का ह्रास होने लगता है। सबसे पहले, सूरज की पराबैंगनी (यूवी) किरणों की मौजूदगी में, HCFC कण क्लोरीन रेडिकल को अपघटित करके उसे मुक्त कर देते हैं। यह क्लोरीन रेडिकल ओजोन के एक कण के साथ प्रतिक्रिया करता है, जिससे एक ऑक्सीजन कण और एक क्लोरो–मोनो–ऑक्साइड कण तैयार होता है। क्लोरो–मोनो–ऑक्साइड कण अस्थिर होता है, जो टूट कर एक मुक्त क्लोरीन रेडिकल को छोड़ता है। यह क्लोरीन रेडिकल एक अन्य ओजोन कण के साथ वैसी ही प्रतिक्रिया का एक और चक्र फिर से शुरू करता है और एक बार फिर क्लोरीन रेडिकल की अपनी

अवस्था में वापस पहुँच जाता है। इस तरह HCFC पदार्थों की मौजूदगी से शुरू हुए इस चक्र से, यानी बार–बार होने वाली इन प्रतिक्रियाओं से, ओजोन परत का लगातार ह्रास होता रहता है।

सभी प्रकार के ओडीएस पदार्थों से भी वैसी ही प्रतिक्रिया होती है जैसी HCFC-22 से होती है, जिसे चित्र 1.4 में दिखाया गया है। ये सभी ओजोन परत के ह्रास में योगदान देते हैं। ओडीएस में क्लोरीन और ब्रोमिन अणुओं की मौजूदगी ही ओजोन में ह्रास की



चित्र 1.4: HCFC-22 द्वारा ओजोन का ह्रास

वजह बनती है।

समतापमंडल ओजोन की माप

ओजोन को डॉबसन ईकाई (DU) में मापा जाता है। स्टैंडर्ड टेम्परेचर एंड प्रेशर (STP) पर कंप्रेस (संघनित) करने पर, समुद्र की सतह पर एक मिलीमीटर मोटी परत बनाने के लिए जितनी मात्रा में ओजोन गैस जरूरी होगी, उतनी मात्रा को 100 DU माना जाता है। पृथ्वी ग्रह के ऊपर ओजोन की सामान्य मात्रा 200 से 500 DU के बीच में होती है। 1988 के बाद से पहली बार सितंबर 2017 में अंटार्कटिक ओजोन छिद्र का अधिकतम क्षेत्रफल अपने सबसे छोटे आकार पर आ गया था। यानी पिछले 29 वर्षों में पहली बार यह घट कर, 2 करोड़ वर्ग किमी से कम क्षेत्रफल का हुआ।

ओजोन परत के ह्रास के प्रभाव

पराबैंगनी (यूवी) विकिरण को तीन रूपों (रेंज) में वर्गीकृत किया गया है: यूवी–ए, यूवी–बी, यूवी–सी। इनमें से यूवी–ए सबसे कम ऊर्जावान और कम नुकसानदेह है। यूवी–बी इतनी ऊर्जावान है कि इससे बायो इंटरेक्शन (जैविक अंतरक्रिया) हो सकता है। यूवी–सी का हिस्सा सौर पट्टी में तो छोटा सा है और धरती पर वास्तव में वह लगभग नहीं ही पहुँच पाता। ओजोन परत को होने वाले नुकसान की वजह से, वास्तव में यूवी–बी ही धरती की सतह तक पहुँचती है जिससे अनेक नुकसानदेह प्रभाव पड़ते हैं जैसे कि:

- इसकी वजह से मानवों में त्वचा के कैंसर की आशंका बढ़ जाती है।

- यह आँखों को भी नुकसान पहुँचा सकती है क्योंकि यूवी विकिरण आँखों के कॉर्निया और लेंस को नुकसान पहुँचाने के लिए जानी जाती है। इसकी वजह से मोतियाबिंद हो सकता है।
- यूवी विकिरण के नतीजे में मानव शरीर की प्रतिरोध क्षमता कमजोर पड़ जाती है, जिससे अनेक संक्रामक बीमारियों से ग्रसित होने का खतरा पैदा होता है।
- यूवी विकिरण का मछलियों और अन्य समुद्री जीवन पर भी नुकसानदेह प्रभाव पड़ता है, क्योंकि जलीय जीवन (जल तंत्र) की उत्पादकता पर इसका बहुत बुरा प्रभाव पड़ता है। इसके नतीजे में पुनरुत्पादन क्षमता घट जाती है और विकास कुंठित हो जाता है।
- अधिक मात्रा में यूवी विकिरण, सिंथेटिक पॉलीमर्स, प्राकृतिक रूप से उत्पन्न होने वाले जैव पॉलीमर्स और व्यावसायिक संभावनाओं वाले अन्य पदार्थों पर भी बुरे प्रभाव छोड़ने के लिए जाना जाता है।
- इमारतों, रंगों, पैकेजिंग और अनगिनत अन्य पदार्थों में उपयोग में लाई जाने वाली सामग्री यूवी–बी के चलते खराब हो सकती है। यूवी–बी विकिरण इन पदार्थों के फोटो–अपघटन (फोटो–डिग्रेडेशन) की दर को तेज कर देता है, जिसके चलते इनका जीवनकाल सीमित हो जाता है। इसके चलते ऐसे पदार्थों के बदरंग होने से लेकर उनकी यांत्रिक क्षमता का विनाश तक हो जाना संभव है।
- यूवी–बी विकिरण की अधिक मात्रा से फसलों की उपज में कमी भी आ सकती है और वनों को नुकसान पहुँच सकता है। साथ ही इससे कैंसर के मामलों में बढ़ोतरी हो सकती है।
- साज–सामान पर भी यूवी विकिरण का असर पड़ता है। पेंट, रबड़, लकड़ी और प्ला. स्टिक की गुणवत्ता खराब हो जाती है। खास कर ऐसा उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में होता है। इस तरह से होने वाले नुकसान का मूल्य अरबों अमेरिकी डॉलर हो सकता है।

जल जीवन को नुकसान

संक्रामक बीमारियाँ

त्वचा को नुकसान

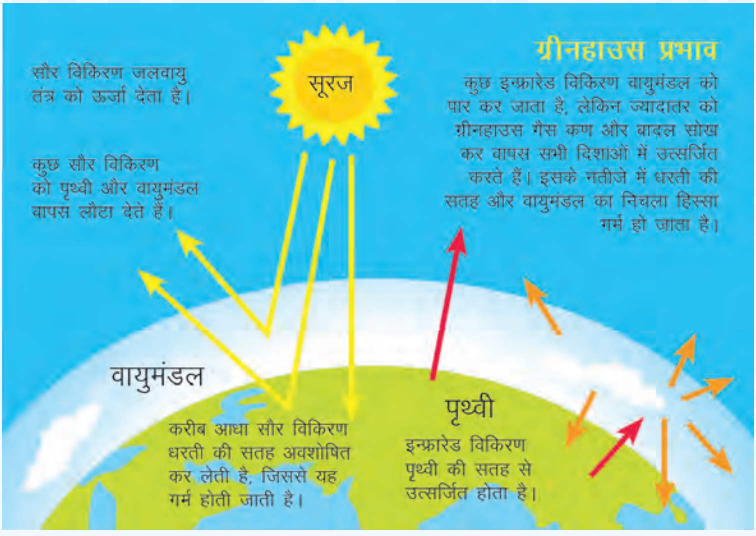
पौधों और फसलों को नुकसान

चित्र 1.5: ओजोन परत के ह्रास के प्रभाव

ग्लोबल वार्मिंग

रेफ्रीजेरेन्ट्स का एक अन्य महत्वपूर्ण पर्यावरणीय प्रभाव ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ा हुआ है। सौर विकिरण पृथ्वी की सतह के साथ अनेक तरीकों से अंतर्क्रिया करता है। कुल सौर विकिरण का करीब 20% धरती के वायुमंडल द्वारा वापस लौटा दिया जाता है (जिसे अंग्रेजी में रिफ्लेक्ट करना कहते हैं), 20% वायुमंडल में बिखर जाता है और 9% धरती की सतह या धूल के चलते वापस हो जाता है। बाकी बचा करीब 51% वायुमंडल को पार करके धरती की सतह तक पहुँच जाता है। धरती की सतह तक पहुँचने वाला अधिकतर सौर विकिरण वापस वायुमंडल में लौट जाता है। यह लौटने वाला विकिरण जब धरती को छोड़ता है तो एक बार फिर यह वायुमंडल से अंतर्क्रिया करता है। इसकी कुछ मात्रा तो बाहर जाने में कामयाब रहती है (करीब 17%); लेकिन विकिरण का अधिकतर हिस्सा ग्रीन हाउस गैसों की वजह से धरती की सतह पर वापस आ जाता है। धरती पर वापस लौटी हुई ऊर्जा धरती की सतह को गर्म करती है, जिससे एक ऐसी स्थिति बन गई है जिसे हम ग्रीनहाउस प्रभाव या ग्लोबल वार्मिंग कहते हैं।

हालाँकि, कुछ उच्च ग्लोबल वार्मिंग क्षमता वाली गैसें जैसे HCFC और ग्रीन–हाउस गैसें कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), मीथेन (CH_4), नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O), सल्फर हेक्साफ्लोराइड्स (SF_6), हाइड्रो फ्लुओरो कार्बन्स (HFCs), परफ्लोरोकार्बन (PFC) और नाइट्रोजन ट्राई फ्लोराइड (NF_3) बुनियादी तौर पर मानवीय गतिविधियों के जरिए उत्सर्जित होती हैं और ग्रीनहाउस प्रभाव के स्तर में वृद्धि करती हैं। इससे ग्लोबल वार्मिंग बढ़ती है जो धरती के वायुमंडल के संभावित औसत तापमान में वृद्धि के लिए जिम्मेदार है।



चित्र 1.6: ग्लोबल वार्मिंग

ग्लोबल वार्मिंग के प्रभाव

पिछले सौ वर्षों में धरती के औसत तापमान में 0.3 से लेकर 0.6°C तक की बढ़ोतरी हुई है। इसके चलते पानी का तापमान बढ़ने से समुद्री जल का विस्तार होता है, हिमखंड पिघलते हैं और इन सबसे समुद्र का स्तर बढ़ता है। यह तटीय शहरों को तबाह कर देता है और लोग बेघर हो जाते हैं। पिछले 100 वर्षों में दुनिया भर में समुद्र के जलस्तर में 4 से 10 इंच की वृद्धि आँकी गई है। इससे धरती पर वर्षा भी प्रभावित होती है, जिसके नतीजे में जलवायु परिवर्तन होता है और इससे जैव–विविधता में बदलाव आते हैं।

ग्लोबल वार्मिंग के चलते पानी की आपूर्ति और पानी की गुणवत्ता में बदलाव आए हैं। आवास, पौधे और जीव प्रजातियाँ प्रभावित हो रही हैं। इसका इंसानी सेहत पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ रहा है, जैसे कि मलेरिया, डेंगू और पीले बुखार (येलो फीवर) के मामलों में बढ़ोतरी देखी गई है। विशेषज्ञों के मुताबिक, अगले कुछ दशकों में दुनिया पर ग्लोबल वार्मिंग के निश्चित प्रभाव साफ–साफ दिखाई देंगे। वैश्विक तापमान में बढ़ोतरी के साथ–साथ आबादी में तेज वृद्धि होने के चलते समाज जलवायु परिवर्तन से और अधिक असुरक्षित हो जाएगा। इससे जलवायु अव्यवस्था, सूखा, अकाल, बाढ़ और नए इलाकों में लंबे समय तक गर्म हवाओं का विस्तार हो जाएगा। उष्णकटिबंधीय द्वीपों और निचली सतह वाले तटीय इलाकों के सामने डूब जाने का संकट होगा।

समुद्री स्तर में बढ़ोतरी

तापमान में वृद्धि

आवास को नुकसान और प्रभावित प्रजातियाँ

जलापूर्ति में बदलाव

चित्र 1.7: ग्लोबल वार्मिंग के प्रभाव

एयर–कंडिशनरों से ग्लोबल वार्मिंग कैसे बढ़ती है?

एयर–कंडिशनर का प्रयोग दो तरीकों से ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ाते हैं। एक प्रत्यक्ष योगदान है और दूसरा अप्रत्यक्ष योगदान। प्रत्यक्ष योगदान एसी में उपयोग में लाए जाने वाले रेफ्रीजेरेन्ट्स के सीधे उत्सर्जन से होता है। रेफ्रीजेरेन्ट्स, इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के दौरान, रिसाव, खराबी या एसी के जीवनकाल के अंत के समय उत्सर्जित होते हैं। चूँकि HCFC और HFC में ग्लोबल वार्मिंग की क्षमता अधिक होती है (उदाहरण के लिए HCFC-22 का GWP 1810 है), इसलिए पर्यावरण में इनका उत्सर्जन भी ग्लोबल वार्मिंग को जन्म देता है।

अप्रत्यक्ष योगदान ऊर्जा संबंधी योगदान है जो ग्रीन–हाउस गैसों (मुख्यतः CO_2) के उत्सर्जन से जुड़ा हुआ है जो बिजली उत्पादन के दौरान पैदा होती हैं। एसी उपकरण के पूरे जीवनकाल में बिजली की एक खासी मात्रा की खपत होती है। भारत सहित कई देशों में बिजली का उत्पादन ज्यादातर जीवाश्म ईंधन से होता है। विभिन्न प्रयोगों और आकलनों ने दिखाया है कि ग्रीनहाउस प्रभाव में एसी उपकरणों का अप्रत्यक्ष योगदान, HCFC के उत्सर्जन से जुड़े प्रत्यक्ष योगदान से खासा अधिक होता है।

रेफ्रीजेरेन्ट उत्सर्जनः
इन्स्टॉलेशन/सर्विसिंग + रिसाव + खराबी + जीवनकाल का अंत

+

एसी उपकरण चलाने के लिए उत्पन्न की गई ऊर्जा के चलते हुआ CO_2 उत्सर्जन

चित्र 1.8: ग्लोबल वार्मिंग में एयर–कंडिशनरों का योगदान

ओजोन डिप्लीटिंग पोटेंशियल (ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य, ODP और ग्लोबल वार्मिंग पोटेंशियल (ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ाने का सामर्थ्य, GWP)

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल का अंतरराष्ट्रीय नियमन ओजोन को नुकसान पहुँचाने वाले पदार्थों को चरणबद्ध रूप से हटाने की बात कहता है। इसी तरह क्योटो प्रोटोकॉल ग्रीनहाउस गैसों के बारे में ऐसा ही एक आदेश प्रस्तुत करता है।

ओडीपी एक रेफ्रीजेरेन्ट की ओजोन का ह्रास करने के सामर्थ्य या क्षमता की माप है, जिसके लिए CFC-11 को एक संदर्भ की तरह लिया जाता है, जिसका ओडीपी 1.0 होता है। उसी प्रकार, GWP एक सूचकांक है, जो इसकी तुलना करता है कि समय के साथ विभिन्न गैसों का पृथ्वी के तापमान में वृद्धि पर कितना प्रभाव पड़ता है। इसे इन गैसों का वार्मिंग इफेक्ट कहते हैं और इसके लिए आधार के रूप में CO_2 के उत्सर्जन को लेते हुए देखा जाता है कि CO_2 जो वजन से 1.0 की GWP है, का तापमान पर जो असर पड़ता है, उतनी ही मात्रा (वजन) वाली दूसरी गैस का कितना असर पड़ता है।

तालिका 1.1: कुछ चुने हुए रेफ्रीजेरेन्ट्स के ओडीपी और जीडब्ल्यूपी के मूल्य

रेफ्रीजेरेन्ट्स	ओडीपी	जीडब्ल्यूपी
CFC-11	1	4750
CFC-12	1	10900
HCFC-22	0.055	1810
प्रोपेन (HC-290)	0	3
HFC-32	0	675
R-407C	0	1700
R-404A	0	4200
R-410A	0	2100
HFC-134a	0	1430
HFO-1234yf	0	<1
HFO-1233zd(E)	0	<1

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत ODSs को चरणबद्ध रूप से हटाए जाने के बाद HFCs रेफ्रीजेरेन्ट्स उनके मुख्य विकल्प के रूप में उभरे हैं। HFCs ऐसे पदार्थ हैं जिनसे ओजोन का ह्रास नहीं होता, लेकिन इनमें ग्लोबल वार्मिंग करने का भारी सामर्थ्य होता है। इसलिए मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के पक्षों ने किगाली, रवांडा में आयोजित 28वीं मीटिंग ऑफ पार्टीज (पक्षों की 28वीं बैठक, एमओपी) में HFCs के उपयोग को चरणबद्ध रूप से घटाने के लिए मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में एक संशोधन करने का फैसला लिया। इस संशोधन को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में किगाली संशोधन कहा जाता है।

टोटल इक्वीवैलेंट वार्मिंग इम्पैक्ट (टेवी)

एयर–कंडिशनरों का ग्लोबल वार्मिंग या पर्यावरणीय प्रभाव उनके ग्रीन हाउस गैसों के प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष उत्सर्जन की वजह से होता है। रेफ्रीजेरेन्ट्स के उत्सर्जन से होने वाले प्रत्यक्ष प्रभाव के साथ–साथ, जिसका आकलन जीडब्ल्यूपी द्वारा किया जाता है, एयर–कंडिशनिंग सिस्टम को चलाने के लिए ऊर्जा की जरूरत पड़ती है, जो अप्रत्यक्ष रूप से पर्यावरण को प्रभावित करती है। यह प्रभाव ऊर्जा का उत्पादन के दौरान होने वाली प्रक्रियाओं के नतीजे में CO_2 के उत्सर्जन से पड़ता है। ग्लोबल वार्मिंग पर एसी से पड़ने वाले प्रभाव को टेवी में CO_2 के किलोग्राम में भी मापा जा सकता है।

टेवी में निम्नलिखित प्रभावों को एक साथ देखा जाता है:

- अपने पूरे जीवनकाल में एसी द्वारा सीधे–सीधे उत्सर्जित किए जाने वाले रेफ्रीजेरेन्ट्स
- अपने पूरे जीवनकाल में एसी जितनी बिजली की खपत करता है, उसको

उत्पन्न करने के लिए जीवाश्म ईंधनों के दहन से होने वाला CO_2 का अप्रत्यक्ष उत्सर्जन

टेवी, रेफ्रीजेरेन्ट और दूसरी ग्रीनहाउस गैसों के संचालन, सर्विस और उपकरण के अपनी आयु समाप्त करने के बाद उसके निबटारे तक की पूरी अवधि में होने वाले पर्यावरणीय प्रभावों की एक गणना है।

$$TEWI = (GWP \times L \times n) + (GWP \times m \, [1-\alpha \, recovery \,])+ (n \times E \, annual \times \beta)$$

|← रिसाव →|← रिकवरी में हानि →|← ऊर्जा की खपत →|

|← प्रत्यक्ष ग्लोबल वार्मिंग सामर्थ्य →|← अप्रत्यक्ष ग्लोबल वार्मिंग सामर्थ्य →|

GWP	=	ग्लोबल वार्मिंग पोटेंशियल	[CO_2-संबंधी]
L	=	प्रति वर्ष रिसाव की दर	[किग्रा]
n	=	सिस्टम के चलने का काल	[वर्ष]
m	=	रेफ्रीजेरेन्ट चार्ज	[किग्रा]
α recovery	=	पुनर्चक्रण कारक	
E annual	=	प्रति वर्ष ऊर्जा की खपत	[kWh]
β	=	प्रति kWh पर CO_2 का उत्सर्जन	(ऊर्जा–मिश्रित)

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल

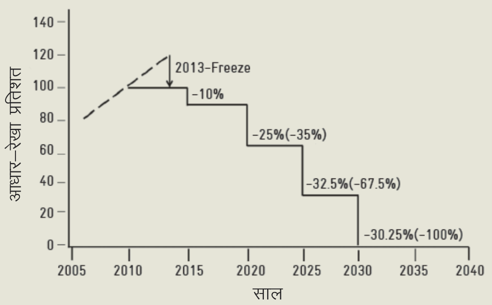
ओजोन सतह को नुकसान पहुँचाने वाले पदार्थों पर हुए मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल को भारत ने जून 1992 में अंगीकार किया। भारत को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के पैराग्राफ–1, अनुच्छेद–5 के तहत कार्यरत एक पक्ष के रूप में वर्गीकृत किया गया था, इसलिए भारत इसके योग्य माना गया कि इसे तकनीक और MLF फॉर द इम्प्लीमेंटेशन ऑफ़ द मोंट्रियल प्रोटोकॉल से वित्तीय सहायता हासिल हो सके। इसमें मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल की वित्तीय व्यवस्था के जरिए तकनीक का हस्तांतरण भी शामिल था। भारत ने कंट्री प्रोग्राम (राष्ट्रीय कार्यक्रम) तैयार किया, जिसमें नेशनल स्ट्रेटेजी एंड एक्शन प्लान (राष्ट्रीय रणनीति व कार्ययोजना) को शामिल किया गया, ताकि ओजोन का ह्रास करने वाले पदार्थों के उपयोग पर नियंत्रण किया जा सके। इसे 1993 में मंजूरी मिल गई। तबसे भारत ने ओडीएस को चरणबद्ध रूप से हटाने की परियोजनाओं के लिए सक्रिय रूप से कदम उठाए हैं, जिनमें तकनीक के हस्तांतरण में निवेश, तकनीकी सहायता, प्रशिक्षण और क्षमता–निर्माण, सूचना का प्रचार–प्रसार और जागरुकता बढ़ाना तथा नियमन लागू करना शामिल है। भारत ने ओडीएस को नियंत्रित करने के लिए एक विस्तृत नियामक रूपरेखा स्थापित की है। इसके नतीजे में, भारत मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के प्रावधानों पर सुसंगत रूप से पालन करता आ रहा है। MoEF&CC को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के लिए नोडल मंत्रालय का दर्जा दिया गया है। इसने ओजोन सेल (ओजोन प्रकोष्ठ) नाम से

एक विशेष निदेशालय गठित किया है, जो भारत में मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के प्रबंधन और इसके क्रियान्वयन के संयोजन के लिए समर्पित है। भारत ने CFC, CTC और हैलोन्स के उत्पादन और खपत को पहले ही चरणबद्ध रूप से बंद कर दिया है।

हालाँकि HCFC में CFC की तुलना में काफीं कम ओडीपी होता है, लेकिन इन सभी HCFC को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के एनेक्स–सी, ग्रुप–1 के तहत नियंत्रित पदार्थों के रूप में वर्गीकृत किया गया है। इसलिए पहले से तयशुदा समय–सीमा से पहले ही HCFC पदार्थों के उत्पादन और खपत को चरणबद्ध रूप से बंद करने के पर्यावरणीय फायदों को पहचानते हुए मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल की XIX मीटिंग टू द पार्टीज (पक्षों की 19वीं बैठक) में सितंबर 2007 में डिसीजन XIX/6 के तहत यह फैसला लिया गया कि HCFC को हटाने की प्रक्रिया तेज करते हुए इसे 10 वर्षों में पूरी तरह बंद कर दिया जाए।

अनुच्छेद–5 देशों के लिए HCFC को हटाने की त्वरित समय–सीमा इस प्रकार हैः 2013 में इसके उत्पादन और खपत के लिए क्रमशः 2009 और 2010 के औसत को बेसलाइन (आधार–रेखा) मानते हुए उस पर फ्रीज यानी ठहरा दिया जाए। 2015 में इस बेसलाइन में 10% की कटौती की जाए, 2020 में 35% की कटौती लाई जाए, 2025 में 67.5% और 2030 में इसे पूरी तरह खत्म कर दिया जाए। इसके बाद सर्विसिंग के लिए 2030–2040 की अवधि के दौरान सालाना औसत की दर से 2.5% की इजाजत दी जाए। अनुच्छेद 5 देशों के लिए HCFC को हटाने की समय–सीमा चित्र 1.9 में दी गई है।

अनुच्छेद 5 देशों के लिए HCFC को हटाने की समय–सीमा इस प्रकार हैः
- उत्पादन और खपत के लिए आधार रेखाः 2009 और 2010 का औसत
- 2013 में उत्पादन और खपत को आधार रेखा पर ले आना
- 2015 तक 10% कटौती
- 020 तक 35% कटौती
- 2025 तक 67.5% कटौती
- 2030 तक 100% कटौती, जिसके बाद 2030–2040 की अवधि के लिए सालाना औसतन 2.5% की अनुमति सर्विसिंग के लिए



चित्र 1.9: अनुच्छेद 5 देशों के लिए HCFCs को हटाने की समय–सीमा

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत आरएसी सर्विसिंग सेक्टर में HCFC को हटाना

भारत में HCFC की चरण और प्रबंधन योजना HPMP को पर्यावरण, वन व जलवायु परिवर्तन मंत्रालय के तहत ओजोन प्रकोष्ठ के सीधे पर्यवेक्षण में अमल में लाया जा रहा है। HPMP के तहत आरएसी सर्विसिंग सेक्टर प्रोजेक्ट को ओजोन प्रकोष्ठ के मार्गदर्शन में जर्मन सरकार, जिसका प्रतिनिधित्व Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) कर रही है, और संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम (यूएनईपी) द्वारा कार्यन्वित किया जा रहा है। भारत ने HCFC के लिए मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल द्वारा तयशुदा सारे लक्ष्यों को पूरा कर लिया है। भारत ने उत्पादन और खपत सेक्टरों के लिए बेसलाइन स्थापित कर ली है जो उत्पादन और खपत के लिए क्रमशः 2009 और 2010 का एक औसत है, HPMP स्टेज–I लक्ष्यों को पूरा कर लिया है, 2013 फ्रीज और 2015 में बेसलाइन में 10% कटौती के लक्ष्य को भी पूरा कर लिया है। भारत अब HPMP स्टेज–II को लागू कर रहा है।

भारत में HCFC पदार्थों का उपयोग विभिन्न सेक्टरों में व्यापक रूप से होता है, जिनमें फोम, आरएसी निर्माण सेक्टर, सॉल्वेन्ट सेक्टर, आरएसी सर्विसिंग सेक्टर आदि शामिल हैं। देश में आरएसी उपकरणों की बड़ी और बढ़ती हुई आबादी के चलते सर्विसिंग सेक्टर में HCFC पदार्थों जैसे HCFC-22, HCFC-123 की खासी खपत होती है। भारत में सर्विस सेक्टर में 40% से अधिक HCFCs की खपत होती है। HCFCs का उपयोग बहुत से यंत्रों में होता है, लेकिन इसका व्यापक उपयोग रूम एयर–कंडिशनरों में होता है। इसलिए इन पदार्थों को चरणबद्ध रूप से हमेशा के लिए हटाने (फेज–आउट) के लिए जरूरी है कि सर्विस सेक्टर को भी शामिल किया जाए, क्योंकि इससे रिवर्स कन्वर्जन का जोखिम हो सकता है।

HCFC पदार्थों की जगह अब वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स ले रहे हैं, जैसे कि HFC पदार्थ या प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट्स। दुनिया भर में रूम एसी सेक्टर के लिए भली–भांति स्थापित और ऊर्जा–सक्षम तकनीक उपलब्ध हो गई है, जिसमें HC-290, HFC-32 तथा R-410A जैसे रेफ्रीजेरेन्ट्स शामिल हैं जो ओजोन को नुकसान नहीं पहुँचाते हैं। हालाँकि R-410A में अधिक GWP पाई जाती है और HFC-32 में मध्यम GWP होती है, ये रेफ्रीजेरेन्ट्स भी एक दीर्घकालिक समाधान नहीं हैं। अधिक GWP वाले रेफ्रीजेरेन्ट्स से जुड़ी पर्यावरणीय समस्याओं के चलते नाममात्र के GWP वाले प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट्स को विभिन्न उपकरणों के लिए खासी लोकप्रियता हासिल हो रही है। इनमें रूम एसी भी शामिल हैं। हाइड्रोकार्बन्स में HC-290 (प्रोपेन) के गुण (प्रॉपर्टीज) HCFC-22 जैसे हैं। HC-290 एक ज्वलनशील पदार्थ है, इसलिए इसके उपयोग से जुड़े सुरक्षा संबंधी मुद्दों को दूर करने की जरूरत है, जिसके लिए कुछ विद्युत घटकों में पर्याप्त बदलाव लाने होंगे और एसी सिस्टम/उपकरण के आस–पास हवा की पर्याप्त आवाजाही का इंतजाम करना होगा।

HCFCs को चरणबद्ध रूप से हटाने में सर्विस तकनीशियनों की भूमिका

रूम एसी सर्विसिंग सेक्टर में HCFCs को चरणबद्ध रूप से हटाना बहुत महत्वपूर्ण है, क्योंकि रेफ्रीजेरेशन और एयर कंडीशनिंग उपकरण 10–15 वर्षों तक उपयोग में लाए जाते हैं। इसलिए संभव है कि HCFC आधारित उपकरण तब भी उपयोग में लाए जा रहे हों। सर्विसिंग सेक्टर में खपत को कम करने का मुख्य तरीका सर्विसिंग के बेहतर तौर–तरीकों का और रिसाव रोकने का प्रशिक्षण है। लेकिन सर्विस तकनीशियनों को HC-290, HFC-32 आदि विकल्पों के लिए तैयार करने की भी जरूरत है। तकनीशियनों को कम GWP वाले ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट्स के साथ समुचित तरीके से काम करने का प्रशिक्षण भी जरूर दिया जाना चाहिए।

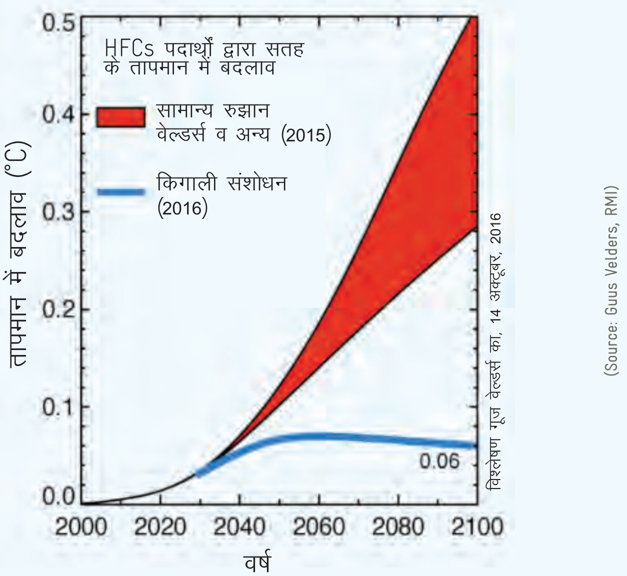
सर्विसिंग के तौर–तरीकों में सुधार की जरूरत सिर्फ इसलिए नहीं है कि सर्विसिंग में रेफ्रीजेरेन्ट की आवश्यकता को कम किया जाए, बल्कि इसलिए भी है कि आरएसी उपकरण उचित और कारगर (एफिशिएंट) ढंग से काम करते रह सकें। सर्विसिंग के दौरान, रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी एक आम चलन नहीं है। खास कर विकासशील देशों में रिकवरी काफी प्रचिलित है। अक्सर ही रेफ्रीजेरेन्ट को हवा में उड़ जाने दिया जाता है और मरम्मत के बाद उपकरण में नया रेफ्रीजेरेन्ट भरा जाता है। इसका भी चलन है कि आरएसी उपकरण में रिसाव की समुचित जाँच किए बिना और इसकी मरम्मत किए बिना ही उपकरण में रेफ्रीजेरेन्ट भर दिया जाता है। अगर रेफ्रीजेरेन्ट की पर्याप्त रिकवरी की जाए और सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके अपनाए जाएँ तो रेफ्रीजेरेन्ट के उपयोग में खासी बचत की जा सकेगी।

सर्विसिंग सेक्टर में रेफ्रीजेरेन्ट की खपत न सिर्फ आरएसी उपकरणों के इन्स्टॉलेशन बेस पर निर्भर करती है, बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता और इसके जीवनकाल में सर्विसिंग की गुणवत्ता पर भी निर्भर करती है। सर्विसिंग की गुणवत्ता तकनीशियन के ज्ञान और उसके कौशल के स्तर पर, समुचित उपकरण के उपयोग और औजारों आदि निर्भर करती है। भारत में सर्विसिंग के क्षेत्र में कुल टेक्नीशियन की संख्या लगभग 200,000 है। अगर सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके अपनाए जाएँ, मसलन रेफ्रीजेरेन्ट की समुचित रूप से रिकवरी और भराई (चार्जिंग) की जाए तो रेफ्रीजेरेन्ट में खासी बचत कर पाना संभव है। सर्विस के अच्छे तौर–तरीके सिर्फ इसलिए महत्वपूर्ण नहीं हैं कि इनके साथ पर्यावरण का मुद्दा जुड़ा हुआ है, बल्कि इसलिए भी जरूरी हैं कि एयर–कंडिशनर ऊर्जा का किफायत से उपयोग करते रह सकें। HPMP का उद्देश्य पर्यावरण में ओजोन का ह्रास करने वाले पदार्थों के उत्सर्जन को न्यूनतम बनाना और इस तरह ओजोन परत में ह्रास को दूर करना है।

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में किगाली संशोधन

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत ओडीएस पदार्थों का उत्पादन और उनकी खपत चरणबद्ध रूप से सफलतापूर्वक खत्म की जा रही है। सभी 197 देश ओडीएस पदार्थों को हटाने के लिए मिल कर काम कर रहे हैं। हालाँकि HFC ओजोन का ह्रास करने वाले पदार्थ नहीं हैं, लेकिन उनमें ग्लोबल वार्मिंग की भारी क्षमता है। ये रेफ्रीजेरेन्ट्स ओडीएस

पदार्थों के मुख्य विकल्प के रूप में उभरे, जिन ODS को मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत चरणबद्ध रूप से हटाया जा रहा है। अब जब ओडीएस पदार्थ चरणबद्ध रूप से हटाए जा रहे हैं, HFC पदार्थों में तेज वृद्धि हो रही है और यह आकलन किया गया है कि HFC के उत्पादन और खपत के चलते इस सदी के अंत तक तापमान 0.3 से 0.5°C तक बढ़ जाएगा। इसलिए ओजोन परत का ह्रास करने वाले पदार्थों पर मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के पक्षों ने 15 अक्तूबर 2016 को रवांडा देश के किगाली में 28वीं मीटिंग ऑफ द पार्टीज टू द मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में HFC पदार्थों को चरणबद्ध रूप से कम करने पर सहमति कायम की। यह HFC पदार्थों को चरणबद्ध रूप से कम करके और ऊर्जा सक्षमता को बेहतर बना कर ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को घटाने का एक समर्पित प्रयास है।

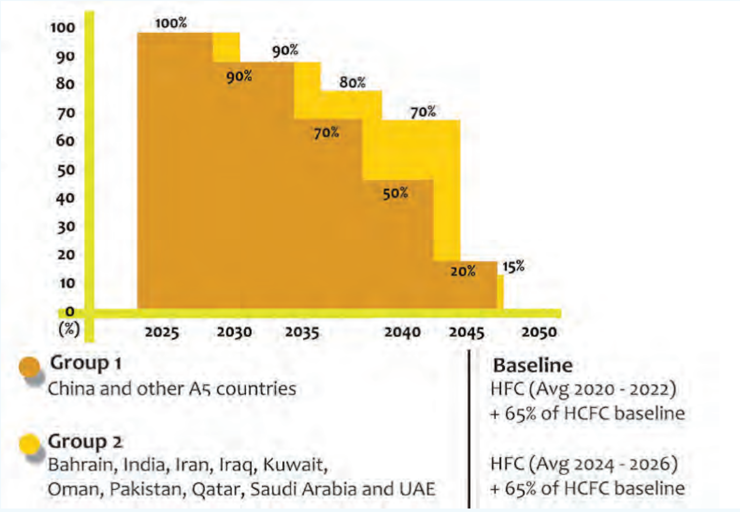


चित्र 1.10: सतह के तापमान पर किगाली संशोधन का प्रभाव

अनुच्छेद 5 के देशों के लिए HFC पदार्थों को चरणबद्ध रूप से कम करने की समय–सीमा

चित्र 1.11 में मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के किगाली संशोधन के तहत अनुच्छेद 5 के देशों के लिए HFC पदार्थों को चरणबद्ध रूप से कम करने की समय–सीमा को दिखाया गया है। कुल चार समूह हैं, जिनमें से दो गैर–अनुच्छेद 5 देशों के लिए हैं और दो अनुच्छेद 5 के देशों के लिए। भारत ने समूह 2 को चुना, क्योंकि यह माना गया कि देश में कूलिंग का विस्तार बहुत कम है लेकिन धीरे–धीरे बढ़ रहा है और सभी उपकरणों के लिए विकल्प अभी उपलब्ध नहीं हैं, खास कर उच्च दबाव वाले उपकरणों के लिए जिनकी अभी देश में जरूरत है। समूह 2 अनुच्छेद 5 के देशों के लिए

आधारसीमा साल 2024, 2025 और 2026 के लिए HFC पदार्थों का औसत उत्पादन और खपत है, जिसमें HCFC पदार्थों की आधारसीमा का 65% क्रमशः जोड़ दिया गया है।



समूह 1 समयसीमा		समूह 2 समयसीमा	
आधारसीमा	HFC (औसत.2020&2022). 65% of HCFC आधारसीमा	आधारसीमा	HFC (औसत 2024-2026 + 65% of HCFC आधारसीमा
2024	100%	2028	100%
2029	90%	2032	90%
2035	70%	2037	80%
2040	40%	2042	70%
2045	20%	2047	15%

Group 1 चीन और अन्य A5 देश ।
Group 2 बहरीन, भारत, ईरान, इराक, कुवैत, ओमान, पाकिस्तान, कतर, सऊदी अरब और संयुक्त अरब अमीरात।

चित्र 1.11: **अनुच्छेद 5 देशों के लिए HFC को चरणबद्ध रूप से घटाने की समय–सीमा**

02

एयर-कंडिशनिंग

पृष्ठभूमि

एयर–कंडिशनिंग (वातानुकूलन) की अच्छी सर्विसिंग करने और उपकरण के परफॉरमेंस को बेहतर बनाए रखने के लिए एक तकनीशियन को इस बात की जानकारी होनी चाहिए कि एयर–कंडिशनिंग कैसे काम करता है। इसमें हीट लोड की गणना, वेपर कंप्रेशन साइकल, विभिन्न प्रकार के एयर–कंडिशनिंग सिस्टमों, एयर कंडिशनिंग के यांत्रिक, इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स पुर्जों तथा उनके कार्यों, एयर–कंडिशनर उपकरणों के काम करने के सिद्धांतों आदि की जानकारी शामिल है। इस अध्याय में इन बुनियादी बातों की चर्चा की गई है, जिनके साथ आम तौर पर उपयोग की जाने वाली इन्वर्टर तकनीक जैसी नई तकनीक की भी चर्चा की गई है।

एयर–कंडिशनिंग

एयर–कंडिशनिंग की परिभाषा यह है कि "हवा को एक ऐसी प्रक्रिया से गुजारना जिसमें एक ही साथ इसके तापमान, नमी, स्वच्छता और वितरण को इस तरह नियंत्रित किया जाए ताकि एक कंडीशंड (अनुकूलित) स्थान की जरूरतों को पूरा किया जा सके." जैसा कि इस परिभाषा में संकेत किया गया है, एक एयर–कंडिशनिंग सिस्टम के कामकाज में महत्वपूर्ण प्रक्रियाएँ ये होती हैं:

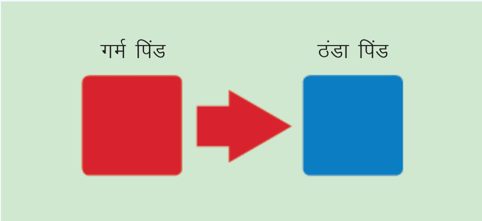
- तापमान नियंत्रण
- नमी (आर्द्रता) पर नियंत्रण
- हवा को फिल्टर करना, साफ और स्वच्छ करना
- हवा की गतिशीलता और प्रसरण

चित्र 2.1: एयर–कंडिशनिंग के उद्देश्य

22.1 से 26.7°C के बीच तापमान को आरामदेह तापमान (कम्फर्टेबल टेम्परेचर जोन) माना जाता है (मानव शरीर के तापमान से 10–15 डिग्री सेल्शियस का अंतर रखा जाता है)। सापेक्ष नमी की आरामदेह मात्रा मौसम के मुताबिक बदलती रहती है। गर्मियों में यह करीब 50–60% होती है और सर्दियों में करीब 45–55%। हवा की गतिशीलता करीब 0.4-0.8m/s होनी चाहिए, क्योंकि हवा का प्रसार मानव शरीर के लिए एक आरामदेह स्थिति के लिए जरूरी है।

उष्मा का हस्तांतरण

उष्मा ऊर्जा का एक रूप है और इसका प्रवाह एक अधिक गर्म पिंड (वस्तु या शरीर, इवकल) से एक कम गर्म पिंड की तरफ होता है, जैसा कि चित्र 2.2 में दिखाया गया है। मिसाल के लिए एक कमरे में रखा गया एक गिलास गर्म पानी, उष्मा के हस्तांतरण के जरिए ठंडा हो जाता है, जिसमें पानी की गर्माहट कमरे के वातावरण में मिल जाती है।



चित्र 2.2: उष्मा का हस्तांतरण

एयर–कंडिशनिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जो एक सीमित स्थान के तापमान को घटाती है और इसके तापमान को परिवेश के तापमान से कम बनाए रखती है। एयर–कंडिशनर में इसे इस तरह संभव बनाया जाता है कि वातानुकूलित स्थान के तापमान को रेफ्रीजेरेशन चक्र में उपयोग में लाए गए रेफ्रीजेरेन्ट्स को हस्तांतरित कर दिया जाता है और फिर रेफ्रीजेरेन्ट्स के तापमान को वातावरण (हीट सिंक) में हस्तांतरित कर दिया जाता है।

एयर–कंडिशनर द्वारा उष्मा या गर्मी को हटाया जाना

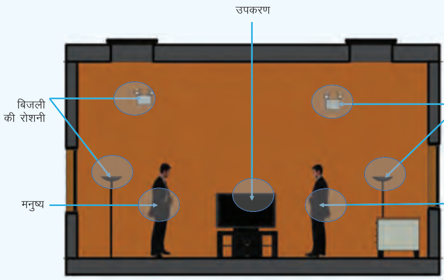
आगे चित्र 2.3 में एक सीमित स्थान के भीतर बाहरी और आंतरिक उष्मा के स्रोतों को दिखाया गया है। बढ़ी हुई गर्मी को एयर–कंडिशनर द्वारा हटाया जाता है, ताकि इस सीमित स्थान में तापमान और नमी को इस स्तर पर बनाए रखा जाए कि उस स्थान में रहने वालों को आराम मिल सके.

गर्मी का बाहरी स्रोतः गर्मी बाहरी दीवारों, छतों, खिड़कियों और अन्य माध्यमों से अंदर आती है। बाहर की गर्म या गुनगुनी हवा के खिड़कियों/दरवाजों की दरारों से सीमित स्थान में घुसने को इन्फिल्ट्रेशन यानी घुसपैठ कहा जाता है।

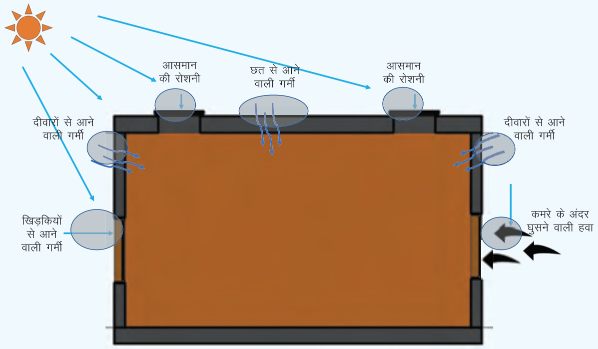
गर्मी के आंतरिक स्रोतः इसमें रोशनी के उपकरण, उस जगह के निवासी (जिनके शरीर की अपचय प्रक्रिया द्वारा उष्मा उत्पादित होती है), उपकरण और यंत्र जैसे कि कंप्यूटर, सर्वर, प्रिंटर, रेफ्रीजेरेटर, रसोई के उपकरण आदि। ये सभी एक वातानुकूलित स्थान में उष्मा पैदा करते हैं।

एयर कंडिशनर उपकरण, एक स्थान में निम्नलिखित स्रोतों से बढ़ने वाली गर्मी को हटाता हैः

- दीवारों और छतों से होकर आने वाली गर्मी
- खिड़कियों से आने वाली गर्मी
- कमरे के भीतर घुस आने वाली बाहर की हवा
- रोशनी के उपकरण
- कमरे के निवासी
- इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक उपकरण



कमरे को गर्म करने वाले भीतरी स्रोत



कमरे को गर्म करने वाले बाहरी स्रोत

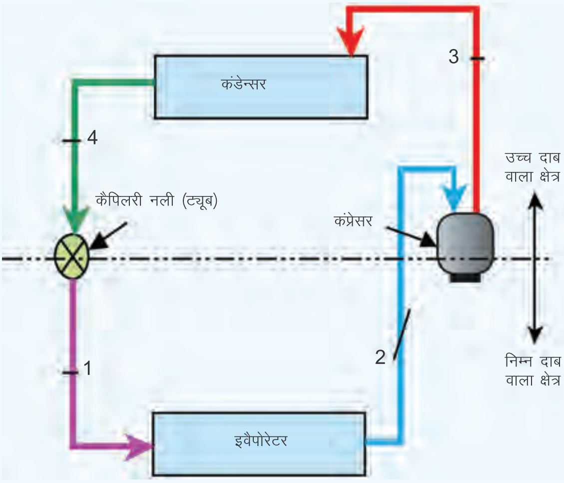
चित्र 2.3: रूम एसी द्वारा हटाई गई गर्मी के स्रोत

वेपर कंप्रेशन साइकल (वाष्प संपीड़न चक्र)

रूम एयर–कंडिशनर वाष्प संपीड़न रेफ्रीजेरेशन चक्र के आधार पर काम करते हैं। वाष्प संपीड़न रेफ्रीजेरेशन चक्र में चार प्रक्रियाएँ होती हैं, जैसा कि चित्र 2.4 में दिखाया गया है। (1) वाष्पन (इवैपोरेशन), (2) संपीड़न (कंप्रेशन), (3) संघनन (कंडेन्सेशन), (4) विस्तार (एक्स्पैन्शन)। वातानुकूलन चक्र में दो विभिन्न दाब काम करते हैं – उच्च दाब और निम्न दाब। वाष्पन निम्न दाब की तरफ होता है और संघनन उच्च दाब की तरफ। ये दो दाब क्षेत्र दो घटकों (कंपोनेन्ट्स) की वजह से बनते हैं। पहला घटक वे विस्तार यंत्र (एक्स्पैन्शन डिवाइस) या कैपिलरी हैं जो संघनन दाब से वाष्पन दाब में दाब को कम करते हैं और रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह को नियंत्रित करते हैं। दूसरा घटक कंप्रेसर (संपीड़क) है, जो वाष्पन दाब से संघनन दाब में रेफ्रीजेरेन्ट दाब को बढ़ाता है ताकि कंडेन्सर (संघनक) में गर्मी को वापस हवा में छोड़ना संभव हो सके।

एक हीट एक्सचेंजर में निम्न दाब पर रहने वाला तरल रेफ्रीजेरेन्ट ठंडी की जा रही हवा में से गर्मी को सोखता है। इस प्रक्रिया में यह तरल वाष्प में बदल जाता है। एक तरल रेफ्रीजेरेन्ट के वाष्प की अवस्था में बदलने की प्रक्रिया को 'वाष्पीकरण' (इवैपोरेशन) कहते हैं। जिस घटक में वाष्पीकरण की यह प्रक्रिया होती है उसे 'इवैपोरेटर' (वाष्पक) कहते हैं। इवैपोरेटर की बनावट ऐसी होनी चाहिए कि बाहर निकलते हुए रेफ्रीजेरेन्ट अत्यंत गर्म अवस्था (सुपरहीटेड स्टेट) में पहुँच जाए। निम्न दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट वाष्प कंप्रेसर में पहुँचता है और वह कंप्रेस (संपीड़ित) हो जाता है। इस प्रक्रिया में रेफ्रीजेरेन्ट का दाब और तापमान बहुत बढ़ जाता है। कंप्रेसर में पहुँचने वाला रेफ्रीजेरेन्ट सूखा और पर्याप्त रूप से बेहद गर्म होना चाहिए। कंप्रेसर के बाहरी रास्ते से निकलने वाला वाष्प बहुत ही गर्म होता है।

कंप्रेशन के बाद, उच्च दाब वाला बेहद गर्म रेफ्रीजेरेन्ट एक हीट एक्सचेंजर से होकर गुजरता है, जहां यह रेफ्रिजरेंट ऊष्मा को एक योग्य सिंक मे छोड़ देता है। यानी कि गर्म रेफ्रीजेरेन्ट की गर्मी वातावरण की हवा में मिल जाती है। हीट एक्सचेंजर को कंडेन्सर के रूप में जानते हैं। कंडेन्सर के पहले हिस्से में उष्मा को छोड़ने की प्रक्रिया को डीसुपरहीटिंग कहते हैं, यानी इसमें हवा की भारी उष्मा को कम किया जाता है। इस प्रक्रिया से निकला डिसुपरहीटेड रेफ्रीजेरेन्ट उष्मा का और भी त्याग करता है और हीट एक्सचेंजर के भीतर तरल अवस्था लाने के लिए कंडेन्स (संघनित) होने लगता है। कंडेन्सर के अंतिम हिस्से में, कंडेन्स किए हुए रेफ्रीजेरेन्ट को आगे की प्रक्रिया के लिए जरूरी तापमान के स्तर पर ले आया जाता है। जब उच्च दाब वाला संघनित रेफ्रीजेरेन्ट कैपिलरी से होकर गुजरता है, तो इसका दाब घट जाता है। कैपिलरी इस बात को भी नियंत्रित करती है कि इवैपोरेटर में जाने वाले रेफ्रीजेरेन्ट का प्रवाह या उसकी मात्रा कितनी होगी। इसलिए उचित डायमीटर (व्यास) और लंबाई की कैपिलरी का उपयोग होना चाहिए।



चित्र 2.4: रेफ्रीजेरेशन चक्र

रूम एसी में निम्नलिखित घटक होते हैं:

रूम एसी में निम्नलिखित घटक होते हैं:

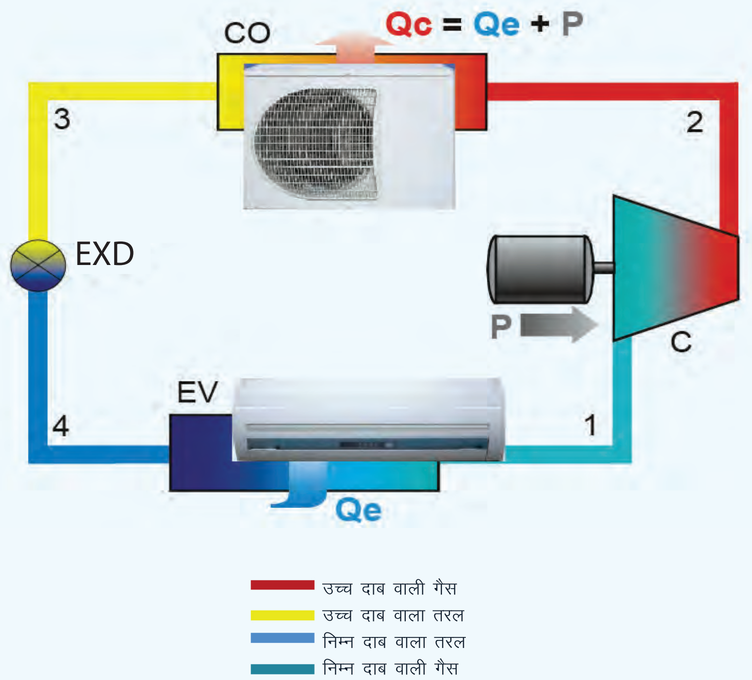
- कंप्रेसर – यह एक निम्न–दाब वाले वाष्प को एक उच्च दाब वाले वाष्प में बदलता है। आमतौर पर रूम एसी में छोटा हर्मेटिक रेसीप्रोकेटिंग या रोटर कंप्रेसर होते हैं। कुछ चुने हुए वर्गों में स्क्रॉल (लिपटे हुए) कंप्रेसर भी होते हैं।
- कंडेन्सर – यह उच्च दाब वाले वाष्प को उच्च–दाब वाले तरल में बदलता है, जिसके लिए यह रेफ्रीजेरेन्ट की उष्मा को उससे अलग करता है। इससे रेफ्रीजेरेन्ट कंडेन्स (संघनित) हो जाता है।
- विस्तारण यंत्र या कैपिलरी – कैपिलरी सैचुरेशन (अधिकतम संभव सीमा पर पहुंचे हुए यानी संतृप्त) तापमान को कम करने के लिए दाब को घटाती है और यह संभव बनाती है कि रेफ्रीजेरेन्ट इवैपोरेटर/कूलिंग कॉइल में वाष्पित हो सके या उबल सके। रूम एसी में कैपिलरी विस्तारण यंत्र की तरह काम करती है।
- इवैपोरेटर – यह निम्न दाब वाले तरल और वाष्पित रेफ्रीजेरेन्ट की दो अवस्थाओं के मिश्रण को बदलते हुए (यानी उनको उबालते हुए), रेफ्रीजेरेन्ट की एक वाष्पीय धारा का निर्माण करता है। इस प्रक्रिया में यह रेफ्रीजेरेन्ट की उष्मा का ही उपयोग करता है और इस तरह वाष्पीकरण की प्रक्रिया में ठंडक मुहैया करता है।

चित्र 2.5 में वातानुकूलन चक्र के विभिन्न घटकों को दिखाया गया है। इसमें रेफ्रीजेरेन्ट की विभिन्न अवस्थाओं को अलग–अलग रंगों के जरिए चित्रित किया गया है। कंप्रेसर से लेकर कंडेन्सर तक रेफ्रीजेरेन्ट उच्च दाब वाली गैसीय अवस्था में है। कंडेन्सर से विस्तारण यंत्र तक यह एक उच्च दाब वाली तरल अवस्था में है। विस्तारण यंत्र से इवैपोरेटर तक यह निम्न दाब वाली तरल अवस्था में है और इवैपोरेटर से कंप्रेसर तक यह निम्न दाब वाली गैसीय अवस्था में है।

Qe: इवैपोरेटर में रेफ्रीजेरेन्ट द्वारा स्थान में से हटाई गई गर्मी

P: कंप्रेसर द्वारा उपयोग में लाई गई शक्ति (बिजली)

Qc: कंडेन्सर में रेफ्रीजेरेन्ट द्वारा वातावरण में छोड़ी गई गर्मी, जो Qe और P के जोड़ के बराबर है।

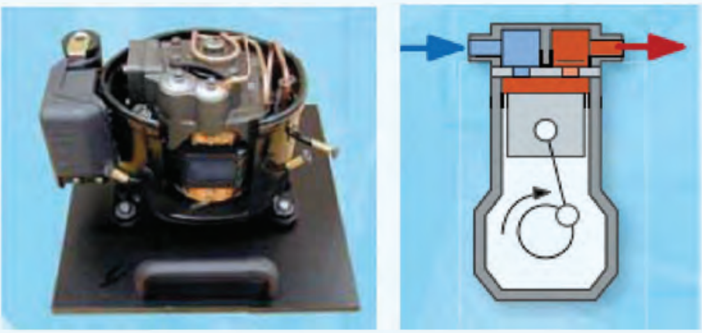


चित्र 2.5: वातानुकूलन के घटक

कंप्रेसर

वातानुकूलन चक्र में कंप्रेसर सबसे महत्वपूर्ण घटकों में से एक है। यह निम्न तापमान और दाब वाली रेफ्रीजेरेन्ट गैस को लेकर उसे उच्च दाब और तापमान में कंप्रेस करता है। यह उच्च दाब और तापमान वाली रेफ्रीजेरेन्ट गैस को कंडेन्सर में भेजता है। रूम एयर–कंडिशनरों में आम तौर पर उपयोग में लाए जाने वाले कंप्रेसर इस प्रकार हैं:

रेसीप्रोकेटिंग – हर्मेटिक: रेसीप्रोकेटिंग कंप्रेसर को पिस्टन कंप्रेसर के नाम से भी जाना जाता है। एक सिलिंडर में आगे–पीछे घूमने वाले पिस्टन की गति, सक्शन (खींचने वाले) और डिस्चार्ज (वापस लौटाने वाले) वाल्वों के साथ तालमेल करते हुए यह इस बात को संभव बनाता है कि रेफ्रीजेरेन्ट वाष्प को निम्न दाब और तापमान से कंप्रेस करते हुए उसे उच्च दाब और तापमान में पहुंचा दिया जाए। रेसीप्रोकेटिंग कंप्रेसर इस तरह से एक चक्र में काम करता है: यह रेफ्रीजेरेन्ट गैस को खींचता है, कंप्रेस करता है और फिर कंप्रेस की हुई इस गैस को लौटा देता है। हर्मेटिक कंप्रेसरों में, मोटर और कंप्रेसर एक बंद ढाँचे (हाउसिंग) में फिट किए हुए होते हैं, ताकि रेफ्रीजेरेन्ट का रिसाव न हो सके। इस ढाँचे में रेफ्रीजेरेन्ट को अंदर खींचने और बाहर छोड़ने की जगह बनी होती और बिजली के लिए सॉकेट जुड़ा हुआ होता है। मोटर को जितनी बिजली दी जाती है, उसके एक अंश को यह चक्करदार करेंट और घर्षण (फ्रिक्शन) की वजह से नकार देता है और कंप्रेसर घर्षण की वजह से और कंप्रेशन के दौरान वाष्प का तापमान बढ़ने के चलते गर्म भी हो जाता है।

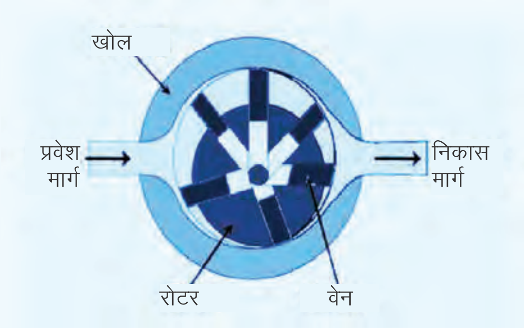


चित्र 2.6: वातानुकूलन रेसीप्रोकेटिंग कंप्रेसर

रोटरी–वेन कंप्रेसर: रोटरी–वेन कंप्रेसर में वेन की भूमिका वैसी ही है जैसी पिस्टन की होती है, इसलिए इसे रोटरी पिस्टन कंप्रेसर भी कहा जाता है। एक स्थिर दशा में रखा गया इसका खोल (केसिंग) एक सिलिंडर के रूप में काम करता। वेन की मदद से सिलिंडर तथा इसके भीतर घूमने वाले पिस्टन को अलग (स्प्लिट) करके खींचने (सक्शन) और छोड़ने (डिस्चार्ज) वाले हिस्सों को बनाया जाता है। पिस्टन जब घूमता है तो खींचने और छोड़ने वाले हिस्सों की मात्रा (वॉल्युम) में बदलाव के नतीजे में

कंप्रेसर के भीतर गैस खिंचकर आती है, वह कंप्रेस होती है और फिर उच्च दाब वाले रेफ्रीजेरेन्ट गैस बाहर निकलती है। क्रैंकशाफ्ट के हर घुमाव से ये यह सारी प्रक्रिया पूरी हो सकती है।

प्रति यूनिट क्षमता के हिसाब से रेसीप्रोकेटिंग कंप्रेसर से तुलना करने पर रोटरी–वेन कंप्रेसर अधिक कारगर, आकार में छोटा और वजन में हल्का होता है। इसमें कम घटक होते हैं और इसमें कंपन यानी वाइब्रेशन भी कम होता है, क्योंकि इसमें रोटेशन यानी चक्करदार गति, रेसीप्रोकेटिंग गति में नहीं बदलती।



चित्र 2.7: वातानुकूलन रोटरी वेन कंप्रेसर

स्क्रॉल कंप्रेसर: स्क्रॉल कंप्रेसर के मामले में, एक स्थिर और अपने कक्ष में घूमने वाली स्क्रॉल (लिपटी हुई पट्टियों) का उपयोग कम दाब वाली रेफ्रीजेरेन्ट गैस को एक उच्च दाब और तापमान वाली रेफ्रीजेरेन्ट गैस में कंप्रेस करने के लिए होता है। निम्न दाब और तापमान वाले रेफ्रीजेरेन्ट वाष्प को स्थिर पट्टी में खींचा जाता है। इसके बाद स्थिर और कक्षीय पट्टी के बीच में रेफ्रीजेरेन्ट गैस को कंप्रेस किया जाता है। कंप्रेशन के बाद उच्च दाब व ताप वाली कंप्रेस्ड रेफ्रीजेरेन्ट गैस स्थिर पट्टी के केंद्र से बाहर निकल जाती है।

रेसीप्रोकेटिंग या रोटरी वेन कंप्रेसर की तुलना में यह अधिक कारगर है, क्योंकि इसमें न तो खींचने (सक्शन) और न ही छोड़ने (डिस्चार्ज) वाल्वों की जरूरत होती है। इसमें नुकसान भी न्यूनतम होता है क्योंकि इसमें कोई क्लीयरेंस वॉल्युम नहीं होता है। सरल ढाँचे और कम घटकों के चलते यह कंप्रेसर अधिक भरोसेमंद है। इसमें कंपन भी कम होता है और सर्जिंग (उमड़न) भी कम ही रहती है क्योंकि रोटरों की स्वीपिंग गति के कारण गैस लगातार विस्थापित होती रहती है।

चित्र 2.8: वातानुकूलन स्क्रॉल कंप्रेसर

विस्तारण यंत्र

विस्तार यंत्र (कैपिलरी) का काम कंडेन्सर से आने वाले रेफ्रीजेरेन्ट के दाब और ताप को उपकरण की जरूरत के हिसाब से घटाना है। यह रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह (मीटरिंग) को भी इवैपोरेटर के लोड के मुताबिक नियंत्रित करती है। विस्तारण यंत्र असल में प्रवाह का प्रतिरोध करता है, जिससे दाब घट जाता है।

बुनियादी तौर पर दो तरह के विस्तारण यंत्र होते हैं

- प्रवाह को लगातार सीमित करने वाली किस्म – कैपिलरी नली
- प्रवाह को सीमित करने की परिवर्तनशील क्षमता वाली किस्म – एक्सपैन्शन (विस्तार) वाल्व

प्रवाह को लगातार सीमित करने वाली किस्म

कैपिलरी नली (ट्यूब): कैपिलरी नली (ट्यूब) एक ऐसा विस्तारण यंत्र है जिसमें प्रवाह को स्थिर रूप से सीमित करने की क्षमता होती है। यह एक लंबी और पतली नली है, जो कंडेन्सर को सीधे इवैपोरेटर से जोड़ती है। प्रवाह में प्रतिरोध पैदा करने की क्षमता के चलते कैपिलरी का उपयोग एक दाब घटाने वाले यंत्र के रूप में होता है, जो इवैपोरेटर को दिए गए रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह को नियंत्रित करता है।

चित्र 2.9: कैपिलरी नली (ट्यूब)

कैपिलरी नली में दाब इन वजहों से घटता है:

- तरल द्रव के गाढ़ेपन (विस्कॉसिटी) के चलते होने वाला घर्षण, जिसके नतीजे में घर्षण से दबाव घट जाता है
- तरल रेफ्रीजेरेन्ट को वाष्प में बदलने से आने वाली तीव्रता, जिसके नतीजे में त्वरित दाब घट जाता है।

दाब में कुल मिला कर जितनी कमी आती है, वह नली के दोनों सिरों पर मौजूद दाब में अंतर के बराबर होनी चाहिए। एक निश्चित अवस्था वाले रेफ्रीजेरेन्ट के लिए, दाब में गिरावट, नली की लंबाई के सीधे अनुपात और उसके छेद के व्यास के उल्टे अनुपात में होती है। यानी कोई नली जितनी लंबी होगी, रेफ्रीजेरेन्ट के दाब में उतनी ही गिरावट आएगी। इसी तरह उस नली का छेद जितना कम मोटा होगा, दाब उतना ही अधिक गिरेगा। रूम एयर–कंडिशनरों में विस्तारण यंत्र के रूप में सबसे आम तौर पर कैपिलरी नली का ही उपयोग होता है। कैपिलरी नली की सबसे बड़ी खूबी इसकी सरल बनावट, कम लागत और इसमें कोई गतिशील पुर्जा न होना ही है। इस बात को निश्चित बनाना चाहिए कि रेफ्रीजेरेन्ट में नमी और धूल बिल्कुल भी न रहे, क्योंकि इससे कैपिलरी का छेद बंद हो जाएगा और रेफ्रीजेरेन्ट का प्रवाह रुक जाएगा।

प्रवाह को सीमित करने की परिवर्तनशील क्षमता वाली किस्म

इस तरह के यंत्र में प्रवाह का द्वार, नियंत्रण की किस्म के आधार पर घटता–बढ़ता रहता है।

इसकी दो सबसे आम किस्में ये हैं:

- ऑटोमेटिक एक्सपैंशन वाल्व (प्रेशर कंट्रोल)/स्वचालित विस्तारण वाल्व (दाब नियंत्रण),
- थर्मोस्टैटिक एक्सपैंशन वाल्व

ऑटोमेटिक एक्सपैंशन वाल्व: यह इवैपोरेटर में लोड बढ़ने (जिससे दाब बढ़ता है) और कूलिंग लोड के घटने (जिससे दाब घटता है) के चलते दाब के बदलावों के मुताबिक काम करता है। यह वाल्व इवैपोरेटर में लोड के घटने–बढ़ने की स्थिति में भी एक समान दाब लगातार बनाए रखता है। यह इवैपोरेटर में जानेवाली रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा पर नियंत्रण बनाए रखता है। इसमें एक निडिल (सुईनुमा) वाल्व, एक सीट, एक डायफ्रेम और एक स्प्रिंग होता है। वाल्व का मुंह दो अलग–अलग और परस्पर विरोधी बलों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। वे हैं, स्प्रिंग में तनाव (दबाव) और इवैपोरेटर का वह दबाव जो डायफ्रेम पर लगता है। एक बार मनचाहे इवैपोरेटर दाब और लोड के लिए स्प्रिंग के एडजस्ट हो जाने के बाद, वाल्व इवैपोरेटर में

चित्र 2.10: ऑटोमेटिक एक्सपैंशन वाल्व

बदलनेवाली लोड की स्थितियों के मुताबिक खुद ब खुद काम करता रहता है।

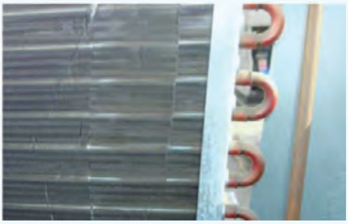
थर्मोस्टैटिक एक्पैन्शन वाल्वः थर्मोस्टैटिक एक्पैन्शन वाल्व इवैपोरेटर में रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह को इस तरह नियंत्रित करता है कि इवैपोरेटर से निकलने वाले वाष्प की गुणवत्ता हमेशा ही सुपरहीटेड (अत्यंत गर्म) अवस्था में हो। इसका उपयोग इवैपोरेटर के निकास मार्ग पर सुपरहीट की एक स्थिर डिग्री को बनाए रखने के लिए किया जाता है।

चित्र 2.11: थर्मोस्टैटिक एक्सपैंशन वाल्व

एयर कंडिशनिंग हीट एक्सचेंजर – कंडेन्सर और इवैपोरेटर

फिन और ट्यूब कंडेन्सर/इवैपोरेटरः

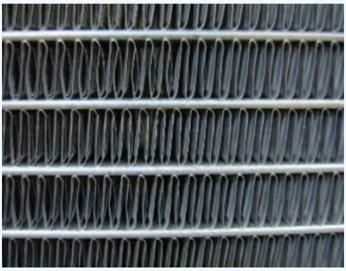
यह तांबे की नलियों से बनी कॉइल है जिसमें एक या इससे अधिक कतारों की संख्या एसी यूनिट के आकार के आधार पर निर्भर करती है। हीट एक्सचेंजर के सतह क्षेत्रफल को बढ़ाने के लिए तांबे की नलियों पर अल्युमिनियम के फिन लगा दिए जाते हैं।



चित्र 2.12: फिन और ट्यूब वाली किस्म

माइक्रोचौनल कंडेन्सर/इवैपोरेटरः

माइक्रोचौनल कॉइल अल्युमि. नियम कॉइलों के समांतर प्रवाह से बनती है, जिसमें छोटे–छोटे चौनलों (माइक्रोचौनल्स) वाली अनेक सपाट नलियां होती हैं, जिन्हें यांत्रिक रूप से अल्युमिनियम फिनों के साथ ब्रेजिंग करके जोड़ा जाता है। इसके नतीजे में उष्मा का बेहतर हस्तांतरण होता है और उपकरण का वजन भी हल्का रहता है।



चित्र 2.13: माइक्रोचौनल किस्म

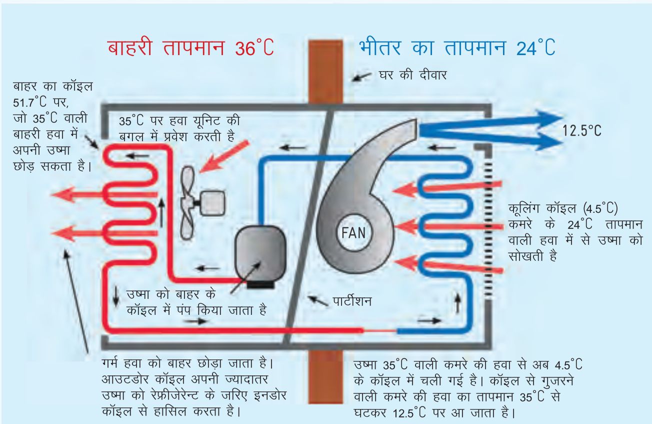
माइक्रोचौनल कॉइलें खासी छोटी और कारगर होती हैं और ये मानक नलियों और फिन कॉइलों की तुलना में कम रेफ्रीजेरेन्ट का उपयोग करती हैं।

रूम एयर–कंडिशनर

रूम एसी का वर्गीकरण उनकी बनावट यानी डिजाइन और उनकी खूबियों के आधार पर किया जाता है। मिसाल के लिए विंडो रूम एसी पहले से जोड़े हुए और पहले से चार्ज किए (भरे) हुए उपकरण होते हैं, जिन्हें बिजली से जोड़ कर फौरन चलाया जा सकता है। स्प्लिट रूम एसी को मौके (साइट) पर ही असेम्बल करना पड़ता है। ठंडक और गर्माहट देने के लिए बने कुछ मॉडलों में एक रिवर्सिबल साइकल (उत्क्रमणीय चक्र) होता है, जिसे हीट पंप कहा जाता है।

विंडो एसी की कार्यप्रणाली

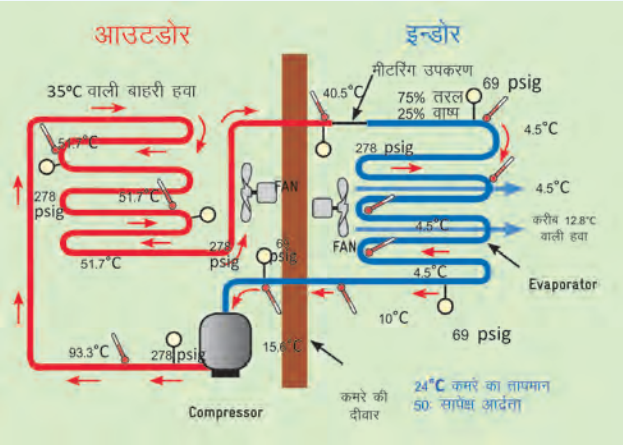
एक विंडो एसी के काम करने के तरीके को आगे चित्र 2.14 में दिखाया गया है, जिसमें उपकरण के विभिन्न स्थानों पर उसमें बनने वाला आम तापमान और हवा का प्रवाह भी चिह्नित किया गया है। रंगों के जरिए ठंडी और गर्म हवा तथा रेफ्रीजेरेन्ट के तापमान को दिखाया गया है। चित्र में विंडो एसी के घटकों जैसे कि कंप्रेसर, कंडेन्सर, कैपिलरी, इवैपोरेटर और पंखों को भी दिखाया गया है। विंडो एसी में इन्डोर और आउटडोर घटक दोनों होते हैं, लेकिन इन्हें एक ही यूनिट में बनाया गया होता है। इस एसी द्वारा आपूर्ति की जाने वाली और वातावरण में वापस छोड़ी जाने वाली हवा के तापमान में 10–14°C का फर्क होता है।



चित्र 2.14: एक विंडो एसी की कार्यप्रणाली

स्प्लिट एसी की कार्यप्रणाली

स्प्लिट एसी की कार्यप्रणाली को हवा के तापमान, सापेक्ष नमी (आर्द्रता) और संचार के साथ, चित्र 2.15 में दिखाया गया है। यह विंडो एसी से काफी मिलती–जुलती है, लेकिन यूनिट दो हिस्सों में बंटी होती है जिन्हें इन्डोर यूनिट और आउटडोर यूनिट कहते हैं। चित्र में रंगों की मदद से हवा और रेफ्रीजेरेन्ट के तापमान की उष्मा या ठंडक को दिखाया गया है।



चित्र 2.15: स्प्लिट एसी की कार्यप्रणाली

रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों के संकेत

रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों के संकेतों को नीचे दिया गया है।

1. पूरी तरह से संतृप्त हलोजनयुक्त यौगिकों को सूत्र के साथ नामित किया गया है:
   R XYZ

   जहाँ, R रेफ्रीजेरेन्ट का संकेत है

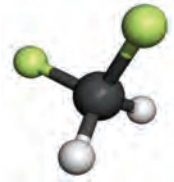
   X + 1 कुल कार्बन परमाणुओं (C) को इंगित करता है

   Y - 1 कुल हाइड्रोजन परमाणुओं (H) को इंगित करता है

   Z कुल फ्लोरीन परमाणु (F) को इंगित करता है

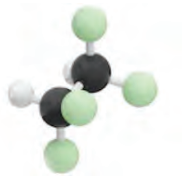
उदाहरण के लिए

HCFC-22 ($CHClF_2$)



HFC-32 (CH_2F_2)

आइसोमर्स (यौगिकों के एक से अधिक आणविक संरचना) होते हैं जो अंग्रेजी के छोटे अक्षर द्वारा विभेदित होते हैं। उदाहरण के लिए, HFC-134 और HFC-134a में दो अलग–अलग आणविक संरचना हैं और तदनुसार नामित हैं।



HFC – 134

HFC – 134a

2. अकार्बनिक (**Inorganic**) रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों को "7" द्वारा चिह्नित किया जाता है, जिसके बाद कण (मॉलेक्युल) का भार लिखा जाता है।

जैसे

e.g. R717-NH3 (अमोनिया)

R718–जल

R744-CO_2

3. रेफ्रिजरेटर के मिश्रणों और समिश्रणों में दो या अधिक घटक रेफ्रिजरेटर शामिल होते हैं। जिस के दो प्रकार होते हैं:

- एजियोट्रोपिक मिश्रणों को 500 सीरीज के जरिए दर्शाया जाता है; जैसे R-507A, R-512A
- जियोट्रोपिक मिश्रणों को 400 सीरीज के जरिए दर्शाया जाता है, जैसे R-410A, R-407C

एजोट्रोपिक और जियोट्रोपिक मिश्रणों के मामले में क्रमशः 500 और 400 श्रृंखलाओं के तहत निर्देशित किए जाते हैं क्योंकि इन्हें पदनाम के लिए ASHRAE को प्रस्तुत किया जाता है। ये संख्या के बाद अंग्रेजी का बडा अक्षर लगया जाता है। यदि समान घटकों के साथ मिश्रणों की अधिक संख्या, लेकिन विभिन्न रचनाओं होती है तो एक ही संख्या दी जाती है, लेकिन अंग्रेजी के विभिन्न अक्षरों के साथ प्रत्यय होता है,

जैसे R-407A, R-407B, R-407C, आदि। HFC-134 जैसे रेफ्रिजरेटर जिनमें एक से अधिक आणविक सूत्रीकरण हैं निचले मामलों के पत्रों के साथ नामित हैं 'a', 'b', and c' इत्यादि पदनाम। R-410A जैसे मिश्रणों के मामले में, ऊपरी मामला 'A' इंगित करता है विशिष्ट संरचना यानि प्रतिशत (%) रचना। यह अब बन गया है उनके साथ–साथ रासायनिक परिवार द्वारा रेफ्रिजरेंट को इंगित करने की प्रथा इस प्रकार है:- उदाहरण के लिए रेफ्रिजरेंट पदनाम संख्या, HFC-134a जो इंगित करता है R-134a HFC परिवार से है। R-22 और R-32 जैसे रेफ्रिजरेंट लिखे गए हैं क्रमशः HCFC-22 और HFC-32 के रूप में। हालांकि, मिश्रण हमेंशा लिखे जाते है केवल उनकी संख्या पदनाम द्वारा, उदाहरण के लिए R-410A, तथापि R-410A HFCs का मिश्रण है।

एयर–कंडिशनर के परफॉरमेंस के मानक

एक उपयोग में लाई जा रही यूनिट द्वारा पैदा की गई ठंडक को उस एयर कंडिशनर की कूलिंग कैपेसिटी (हवा को ठंडा करने की क्षमता) कहते हैं। एसी की कूलिंग कैपेसिटी को अनेक इकाइयों में दर्शाया जाता है, जैसे टन ऑफ रेफ्रीजेरेशन (TR), Btu/hr, kW आदि। टन ऑफ रेफ्रीजेरेशन को उष्मा की उस मात्रा के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसको 0°C तापमान वाले एक टन पानी में से हटाने की जरूरत पड़ती है अगर उस पानी को 24 घंटे में 0°C तापमान पर 1 टन बर्फ में बदलना हो।

1 TR = 2000x144/24 = 12, 000 Btu/hr

1 TR = 3-517 kW = 3,000 kcal/hr

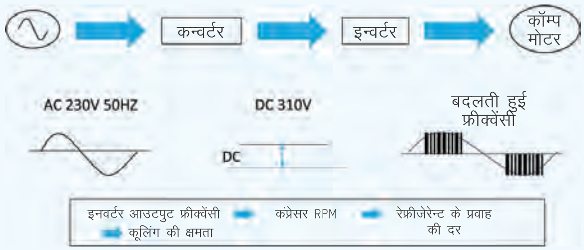
कोएफिशिएंट ऑफ परफॉर्मेंस (COP) अथवा एनर्जी एफिशिएंसी रेशियो (EER) को इस तरह परिभाषित किया जाता है कि यूनिट के रेफ्रीजेरेशन इफेक्ट या कूलिंग कैपेसिटी (वाट में) तथा उसमें लगने वाली कुल बिजली (वाट में) के बीच क्या अनुपात है। किसी भी रेफ्रीजेरेशन और वातानुकूलन सिस्टम के परफॉरमेंस को आमतौर पर इसके COP या EER में मापा जाता है। EER एक आयामविहीन संख्या है। रेफ्रीजेरेशन इफेक्ट को वाट (W) या kcal/hr अथवा Btu/hr में व्यक्त किया जाता है। सिस्टम को चलाने के लिए जरूरी बिजली की मात्रा को परंपरागत रूप से वाट में ही लिखा जाता है। अधिक EER का मतलब यह है कि सिस्टम की समान कूलिंग क्षमता के हिसाब से उसको चलाने में बिजली की कम मात्रा लगती है। इसलिए आम तौर पर अधिक EER वाले सिस्टमों के उपयोग की सलाह दी जाती है।

ऊर्जा की किफायत का महत्व

अगर एसी उपकरण ऊर्जा का किफायत से उपयोग करें, यानी ऊर्जा की एक निश्चित मात्रा का भरपूर उपयोग करते हुए, कम ऊर्जा में बेहतर परफॉरमेंस करें तो इससे ऊर्जा की खपत कम होगी। ऊर्जा की कम खपत के नतीजे में CO_2 गैस का उत्सर्जन कम होगा जिससे ग्लोबल वार्मिंग में कमी आएगी। एसी उपकरणों की बेहतर सर्विसिंग का लाभ यह होगा कि HCFC-22 उत्सर्जन में भी कमी आएगी, और इसके नतीजे

में ओजोन के ह्रास तथा ग्लोबल वार्मिंग में कमी आएगी। तकनीशियनों को यह याद रखना जरूरी है कि न तो रेफ्रीजेरेन्ट का रिसाव ही अच्छा है और न ही रेफ्रीजेरेन्ट की अत्यधिक चार्जिंग। इसलिए उनके लिए सर्विसिंग के तौर–तरीकों में सुधार लाना जरूरी है। पर्यावरण को बचाने के लिए, इसे सुनिश्चित बनाया जाना चाहिए कि एसी उपकरण कम ऊर्जा की खपत करें और रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव से बचें। हमें अधिकतम संभव ऊर्जा सक्षमता पर ध्यान देना चाहिए, और इसी के साथ इसका ध्यान भी रखना चाहिए कि रेफ्रीजेरेन्ट उत्सर्जन न्यूनतम हो। पर्यावरण और आर्थिक स्थिरता दोनों के लिए यह मूलभूत बात है।

इन्वर्टर तकनीक



चित्र 2.16: इन्वर्टर एसी की कार्यप्रणाली।

स्थिर गति वाले एसी उपकरण कम कारगर होते हैं, खास तौर से पार्ट लोड पर, क्योंकि सिस्टम ON-OFF कंट्रोल के साथ काम करता है। स्थिर गतिरोध किस्म वाली कैपिलरी का उपयोग एसी उपकरणों में विस्तारण यंत्र के रूप में होता है। जो कि रेफ्रिजरेशन बंद चक्र के दौरान गर्म रेफ्रिजरेंट को कंडेनसर से इवैपोरेटर में प्रवाहित करने देता है। इनके स्टार्ट होने में लगने वाली बिजली की मात्रा अधिक होती है और DC मोटरों की तुलना में AC मोटरों की सक्षमता सीमित होती है।

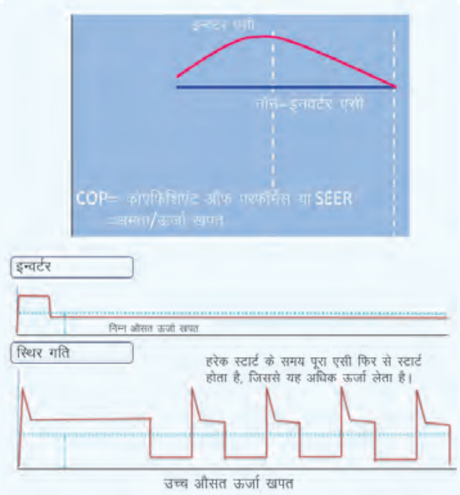
इन्वर्टर एसी में कंप्रेसर मोटर की गति इनडोर और आउटडोर स्थितियों के लगातार संवेदन द्वारा कमरे में कूलिंग लोड आवश्यकताओं के अनुसार बदलती है। एसी इन्वर्टर यूनिटों में एक परिवर्तनशील–फ्रीक्वेंसी ड्राइव होता है, जिसमें एक इन्वर्टर होता है जो मोटर की गति पर नियंत्रण रखता है। ड्राइव आने वाली AC को DC में बदल देता है और फिर एक इन्वर्टर में मॉड्यूलेशन के जरिए वांछित फ्रीक्वेंसी का करेंट उत्पादित करता है। फ्रीक्वेन्सी में परिवर्तन के साथ कंप्रेसर की रोटेशन गति में परिवर्तन होता है जिसके परिणामस्वरूप रेफ्रिजरेंट परिसंचरण और प्रति यूनिट हीट एक्सचेंज की मात्रा में परिवर्तन होता है। माइक्रोकंट्रोलर के जरिए इन्वर्टर तकनीक कमरे की कूलिंग लोड की जरूरत के मुताबिक कंप्रेसर की गति को एडजस्ट करती है।

स्थिर और परिवर्तनशील गति वाले एसी उपकरणों का परफॉरमेंस

बिना इन्वर्टर वाले एसी स्टार्ट होते समय अधिक ऊर्जा लेते हैं। वे कमरे को एक निर्धारित तापमान पर ठंडा करने तक चलते हैं, और इस तापमान तक पहुँचने के बाद

बंद हो जाते हैं और तापमान के फिर बढ़ने पर वे फिर से चालू हो जाते हैं। बार–बार चालू और बंद होने की प्रक्रिया के चलते वे औसतन अधिक ऊर्जा की खपत करते हैं। इन्वर्टर तकनीक में कंप्रेसर मोटर की गति को कंट्रोलर द्वारा इस तरह नियंत्रित किया जाता है कि वह एक निश्चित स्थान के लिए जरूरी ठंडक मुहैया करा सके। इसी के मुताबिक कंप्रेसर मोटर द्वारा ली जाने वाली ऊर्जा भी घट जाती है, और इससे सिस्टम का COP बेहतर हो जाता है।

चित्र 2.17 में इन्वर्टर और नॉन–इन्वर्टर एसी की कूलिंग क्षमता के साथ COP की तुलना दिखाई गई है। नॉन–इन्वर्टर एसी की COP स्थिर है, क्योंकि यह हमेशा अपनी अधिकतम क्षमता पर चलती है। इन्वर्टर एसी के मामले में, 100% कूलिंग क्षमता पर COP लगभग समान है, लेकिन पार्ट लोड पर COP, स्थिर गति की तुलना में अधिक है। इसलिए कि इसमें लगने वाली ऊर्जा, पार्ट लोड पर जितनी कूलिंग की जरूरत है, उसकी समानुपाती होती है।



चित्र 2.17: इन्वर्टर और स्थिर गति वाले एसी की ऊर्जा खपत

इन्वर्टर एसी की सबसे महत्वपूर्ण विशेषता परिवर्तनीय कूलिंग लोड के लिए उपयुक्तता है। स्थिर गति एसी की तुलना में तापमान नियंत्रण परिशुद्धता बहुत महीन होती है। इन्वर्टर एसी को ऑपरेट करने के लिए प्रारंभिक करंट कम होता है। इन्वर्टर एसी कूलिंग लोड के अनुसार ऊर्जा की खपत करता है जो कि स्थिर गति एसी की तुलना में लगभग 10 से 30% तक ऊर्जा की बचत करता है। इन्वर्टर एसी का ऑटोमेटिक कंट्रोल सिस्टम स्मार्ट है, इसमें बहु सेंसर सुरक्षा सिस्टम हैं जो उपकरण और इसके घटकों (कंपोनेंट्स) को बेहतर सुरक्षा प्रदान करते हैं। तालिका 2.1 में स्थिर गति एसी और इन्वर्टर एसी के बीच तुलना को दर्शाया गया है।

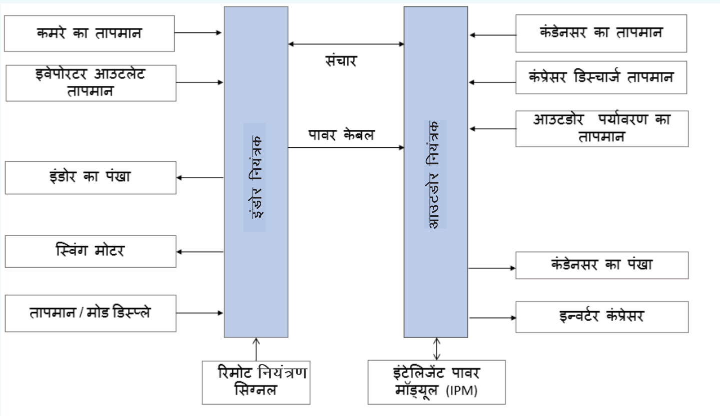
Table 2.1: स्थिर गति एसी और इन्वर्टर एसी के बीच अंतर

विषय	स्थिर गति ए.सी.	इन्वर्टर ए.सी.
परिवर्तनशील कूलिंग लोड के लिए उपयुक्त	नहीं	हाँ
तापमान नियंत्रण परिशुद्धता	±2°C	± 0.5°C

विषय	स्थिर गति ए.सी.	इन्वर्टर ए.सी.
कंप्रेसर शुरुआत	ज्यादा करंट	नरम शुरुआत (कम करंट)
ऊर्जा की बचत	--	स्थिर गति ए.सी. का 10-30%
बिजली की खपत	निश्चित	कूलिंग लोड के आनुपातिक
घटक (कंपोनेंट) संरक्षण	ओवरलोड रक्षक (प्रोटेक्टर)	बहु सेंसर रक्षक (प्रोटेक्टर)
स्वतरू नियंत्रण (ऑटोमेटिक कंट्रोल)	सरल	होशियार (स्मार्ट)

चित्र 2.18 इन्वर्टर एसी स्मार्ट नियंत्रण सिस्टम दिखाता है। स्मार्ट नियंत्रण प्रणाली कई एकत्रित सूचनाओं के आधार पर कूलिंग लोड की मांग की अनुमानित करती है और एयर कंडीशनर के आउटपुट को पहले से सक्षम और समायोजित करती है।

इन्वर्टर कंट्रोल सिस्टम में एक इनडोर यूनिट नियंत्रक, आउटडोर यूनिट नियंत्रक और इनडोर और आउटडोर यूनिट के बीच एक संचार केबल होता है। इंडोर यूनिट नियंत्रक कमरे के तापमान, इवैपोरटर आउटलेट (कॉइल) के तापमान का पता लगाता है, रिमोट नियंत्रक से सिग्नल प्राप्त करता है और यह इनडोर पंखे और ऑसिलेटर (स्विंग) मोटर के संचालन को नियंत्रित करता है। आउटडोर यूनिट नियंत्रक बाहरी पर्यावरण तापमान, कंडेनसर आउटलेट तापमान, कंप्रेसर तापमान, इन्वर्टर का आउटपुट करंट का पता लगाता है और यह इनडोर यूनिट से संवाद करता है और इनडोर यूनिट से कमांड का विश्लेषण करता है। आउटडोर यूनिट नियंत्रक (नियंत्रक) इंटेलीजेंट (बुद्धिमान) पावर मॉड्यूल (IPM) के माध्यम से आउटडोर पंखे और इन्वर्टर कंप्रेसर को नियंत्रित करता है, यह ओवर–लोड और अंडर–वोल्टेज से कंप्रेसर को अधिक तापमान से भी बचाता है।



चित्र 2.18: इन्वर्टर एसी कंट्रोल सिस्टम

इलेक्ट्रिकल घटक

किसी भी इलेक्ट्रिकल सर्किट में वोल्टेज, करेंट और रजिस्टेन्स वो तीन मापदंड होते हैं, जिनसे होकर इलेक्ट्रॉन आपस में जुड़े हुए अपने कनेक्शनों के बीच गुजरते हैं। एक इलेक्ट्रिक करेंट, एक इलेक्ट्रिक सर्किट में इलेक्ट्रिक चार्ज का प्रवाह होता है, जिसे एक तार में गतिशील इलेक्ट्रॉन अपने साथ लेकर चलते (ढोते) हैं। इस इलेक्ट्रिसिटी को तार के एक सिरे से दूसरे सिरे तक पहुंचाने में जो ताकत लगती है उसे वोल्टेज कहते हैं। करेंट के प्रवाह में कुछ वस्तुओं द्वारा खड़ी की गई रुकावटों को रजिस्टेन्स कहा जाता है।

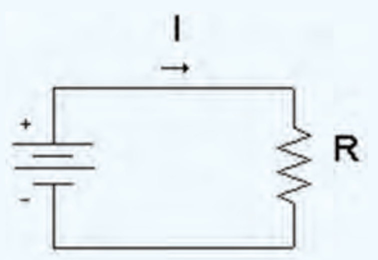
ओह्म का नियमः किसी वाहक पदार्थ में करेंट का प्रवाह, कंडक्टर के वोल्टेज का सीधा समानुपाती होता है

I = V/R

I = करेंट

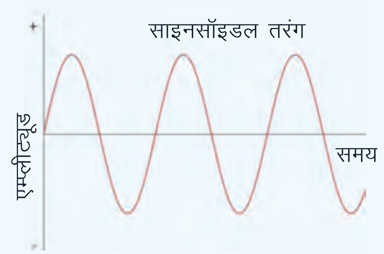
V = संभावित अंतर

R = रजिस्टेन्स



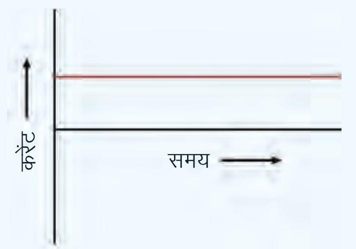
चित्र 2.19: इलेक्ट्रिकल सर्किट

आल्टरनेटिंग करेंट (एसी): आल्टरनेटिंग करेंट, करेंट का एक ऐसा प्रवाह है, जिसमें इलेक्ट्रॉन्स अपनी दिशा लगातार बदलते रहते हैं और आगे या पीछे की ओर आते–जाते रहते हैं। तार में छोड़ी गई करेंट का परिमाण (magnitude) समय के साथ बदलता रहता है। अधिकतर इलेक्ट्रिक पावर सर्किटों में एसी का मार्ग साइनसॉइडल (ज्यावक्रीय) होता है। ये कुछ मामलों में ट्रेपेजोइडल (विषम चतुर्भुज), वर्गीय या त्रिभुज आकार के भी होते हैं।



चित्र 2.20: आल्टरनेटिंग करेंट (एसी) का प्रवाह

डायरेक्ट करेंट (डीसी): करेंट या इलेक्ट्रिक चार्ज का ऐसा प्रवाह जो एक ही दिशा में स्थिर बना रहता है, डायरेक्ट करेंट कहलाता है। डीसी के मामले में, छोड़ी गई करेंट का परिमाण स्थिर बना रहता है।



चित्र 2.21: डायरेक्ट करेंट (डीसी) का प्रवाह

इलेक्ट्रिकल पावर और ऊर्जा: एक इलेक्ट्रिक सर्किट में इलेक्ट्रिकल ऊर्जा के प्रवाह की दर को इलेक्ट्रिकल पावर कहते हैं। यह वोल्टेज और करेंट से बनती है। इलेक्ट्रिकल पावर की इकाई वाट (W) या kW है। एक निश्चित समय के दौरान इलेक्ट्रिकल पावर की खपत को इलेक्ट्रिकल ऊर्जा की खपत कहते हैं। यह एक इलेक्ट्रिकल उपकरण के पावर (शक्ति) और इसके उपयोग की अवधि से मिल कर बनता है। अगर एक उपकरण की शक्ति 1 kW है और यह 1 घंटे चलता है, तो इलेक्ट्रिकल ऊर्जा की खपत 1 kWhr होगी।

LED: LED, p-n जंक्शन डायोड से बनता है। जब इसमें दोलन (oscillation) होता है तो इसमें से प्रकाश निकलता है। जब लीड्स में उचित वोल्टेज दी जाती है तो ऊर्जा फोटॉन्स के रूप में बाहर आती है।

चित्र 2.22: स्क

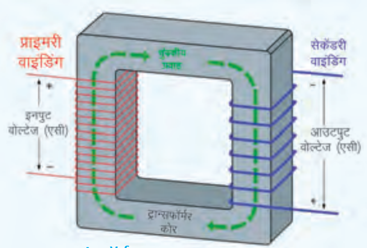
ट्रांजिस्टर: ट्रांजिस्टर का उपयोग इलेक्ट्रिकल पावर और इलेक्ट्रिकल सिग्नल को बढ़ाने या बदलने के लिए किया जाता है। एक बाहरी सर्किट से कनेक्ट होने के लिए इसमें तीन या इससे अधिक टर्मिनल होते हैं। यह सेमीकंडक्टर पदार्थ से बना होता है।

चित्र 2.23: ट्रांजिस्टर

इंटीग्रेटेड सर्किट (माइक्रोचिप): यह एक सेमीकंडक्टर वेफर है, जिस पर अनेक छोटे रेजिस्टर, कैपेसिटर और ट्रांजिस्टर जुड़े हुए होते हैं। यह एक oscillator (दोलक), एक amplifier (प्रवर्धक), एक timer (कालक), एक counter (गणक), एक माइक्रोप्रोसेसर (microprocessor) या एक कंप्यूटर मेमोरी के रूप में काम करता है।

चित्र 2.24: इंटीग्रेटेड सर्किट (माइक्रोचिप)

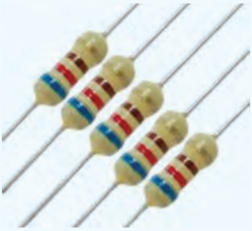
ट्रांस्फॉर्मर: ट्रांस्फॉर्मर में एक धातु का कोर (केंद्रीय हिस्सा) होता है जिस पर तार (कॉयल्स) लिपटे हुए होते हैं। यह एक इलेक्ट्रॉनिक या इलेक्ट्रिक सर्किट में आल्टरनेटिंग वोल्टेज को घटा या बढ़ा कर आल्टरनेटिंग करेंट (एसी) को जरूरी मात्रा तक ले आता है। एयर कंडिशनरों के लिए स्टेप



चित्र 2.25: ट्रांस्फॉर्मर

डाउन ट्रान्सफॉर्मर उपयोग में लाए जाते हैं, ताकि वोल्टेज को लाइन वोल्टेज से घटा (स्टेप डाउन) कर अधिक सुरक्षित और अधिक कारगर वोल्टेज में बदला जाए, जिनका उपयोग सिस्टम के कंट्रोल में हो सके।

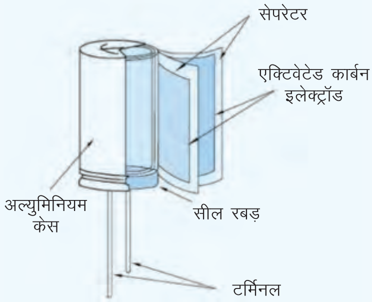
रजिस्टरः रजिस्टर एक छोटा सा कार्बन पुर्जा हो सकता है या फिर एक बड़ा सा, तार में लिपटा हुआ पावर रजिस्टर हो सकता है। यह एक सर्किट में करेंट के प्रवाह का प्रतिरोध करता है या उसको सीमित करता है।



चित्र 2.26: रजिस्टर

कैपेसिटरः कैपेसिटर एक या अधिक जोड़े वाले कंडक्टरों से मिल कर बनता है, जिनको अलग–अलग करने का काम इन्सुलेटर करता है। इसका उपयोग इलेक्ट्रिक चार्ज को जमा करके रखने के लिए होता है। एयर कंडिशनरों में निम्नलिखित प्रकार के कैपेसिटर उपयोग में लाए जाते हैं

- कंप्रेसर मोटर कैपेसिटरः यह कैपेसिटर एयर कंडिशनिंग यूनिट में मोटर को चलाता है।
- स्टार्ट कैपेसिटरः यह कैपेसिटर मोटर को उसके स्टार्ट होने के समय के शुरुआती टॉर्क को बढ़ाने में सहायक भूमिका निभाता है।
- इन्डोर ब्लोअर मोटर कैपेसिटरः इन्डोर ब्लोअर मोटर को स्टार्ट करने और कारगर तरीके से चलाने के लिए इसका उपयोग होता है।
- आउटडोर फैन मोटर कैपेसिटरः यह आउटडोर फैन को स्टार्ट करता है और कॉइल्स से होकर हवा के प्रवाह को बनाए रखता है।



चित्र 2.27: कैपेसिटर

इंडक्टरः इंडक्टर एक कॉइल या एक तार के लूप से बनता है। इसका उपयोग ऊर्जा को एक चुंबकीय क्षेत्र के रूप में स्टोर करने

के लिए होता है। इसके कॉइल में जितनी अधिक लिपटन होगी, उतना ही अधिक इंडक्टेन्स होगा।

थर्मिस्टर: थर्मिस्टर रजिस्टर का ही एक प्रकार है, जो बाकी रजिस्टरों की तुलना में तापमान को लेकर अधिक संवेदनशील होता है। इसका उपयोग इनरश करेंट लिमिटर, तापमान सेंसर, स्व–नियंत्रक हीटिंग तत्व और खुद को रीसेट कर लेने वाले ओवरकरेंट प्रोटेक्टर के रूप में होता है।

प्रिंटेड सर्किट बोर्ड (PCB): एक PCB घटकों के एक आधार के रूप में काम करता है, जिसकी सतह पर उन्हें जमाया जाता है और तारों, कंडक्टिव ट्रैक्स आदि के साथ उन्हें आपस में जोड़ा जाता है।

रिले: रिले एक स्विच होता है जो किसी इलेक्ट्रिकल सर्किट के एक दूसरे सर्किट के साथ उसके कनेक्शन को स्थापित करने और खत्म करने की प्रक्रिया को नियंत्रित करता है। इस काम को यह एक चुंबकीय ताकत के द्वारा विद्युतयांत्रिक तरीके से करता है या फिर इलेक्ट्रॉनिक तरीके से करता है। रिले का उपयोग एयर कंडिशनरों में कंट्रोल सर्किट में होता है जो सिस्टम के घटकों जैसे ब्लोअर मोटर, कंडेन्सर फैन मोटर या कंप्रेसर आदि को चालू या बंद करने का काम करता है।

स्विच: स्विच का उपयोग एक इलेक्ट्रिक सर्किट में कनेक्शन चालू करने या रोकने के लिए होता है। स्विच का उपयोग करेंट को एक कंडक्टर से घुमा कर दूसरे कंडक्टर में ले जाने के लिए होता है।

चित्र 2.28: इंडक्टर

चित्र 2.29: थर्मिस्टर

चित्र 2.30: च्ब्ठ

चित्र 2.31: रिले

चित्र 2.32: स्विच

कनेक्टर: यह एक पुर्जा है, जो दो सर्किटों को आपस में जोड़ने के लिए उपयोग में लाया जाता है। पोर्ट, प्लग या केबल कनेक्टर आदि कनेक्टर की विभिन्न किस्में हैं।

चित्र 2.33: कनेक्टर

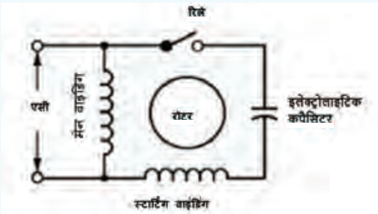
सर्किट ब्रेकर: एक इलेक्ट्रिकल पावर सिस्टम में इसकी भूमिका नियंत्रण (कंट्रोल) और सुरक्षा मुहैया कराने की है। यह एक स्विचिंग उपकरण है, जो ऑटोमेटिक और मैनुअल दोनों तरह से काम करता है। इसका मुख्य काम एक इलेक्ट्रिक सर्किट को ओवरलोड या शॉर्ट सर्किट से होने वाले नुकसान से बचाना है। जब प्रोटेक्टिव रिले कोई गड़बड़ी महसूस करते हैं, तो यह करेंट के प्रवाह को रोक देता है। एयर कंडिशनर में सर्किट ब्रेकर सभी इलेक्ट्रिकल सर्किटों को नियंत्रित करता है, जिसमें इनडोर यूनिट या कंप्रेसर भी शामिल है।

चित्र 2.34: सर्किट ब्रेकर

मोटर: मोटर का उपयोग इलेक्ट्रिकल ऊर्जा को मैकेनिकल (यांत्रिक) ऊर्जा में बदलने के लिए होता है। यह रेखीय या चक्रीय बल पैदा करता है। एयर कंडिशनर मोटर एक महत्वपूर्ण घटक होते हैं जो एयर कंडिशनिंग के कामकाज के लिए जरूरी होते हैं।

चित्र 2.35: मोटर

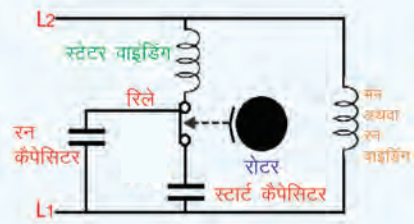
- कैपेसिटर स्टार्ट् मोटर: स्टार्टिंग वाइन्डिंग के साथ कैपेसिटर एक सीरीज में आपस में जुड़े होते हैं। इससे स्टार्टिंग वाइंडिंग में करेंट आने लगता है। जब मोटर निर्धारित (रेटेड) स्पीड के 75% पर पहुँच जाती है, तो कैपेसिटर और स्टार्टिंग वाइंडिंग का संपर्क एक स्विच द्वारा काट दिया जाता है।
- **रिले स्टार्ट् मोटर:** रिले, स्टार्टिंग और रन वाइंडिंग के बीच में जुड़ा होता है, जो स्टार्टिंग वाइंडिंग में करेंट ले आता है। करेंट के साथ मोटर का



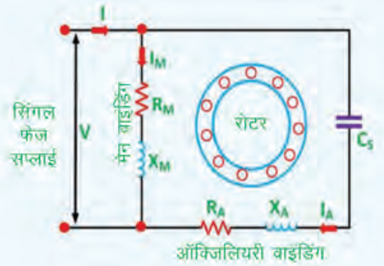
चित्र 2.36: कैपेसिटर स्टार्ट् मोटर

रिजिस्टेंस बढ़ता है, जो स्टार्टिंग वाइंडिंग को काट देता है और इसके बाद मोटर सिर्फ रन वाइंडिंग पर ही चलता है।

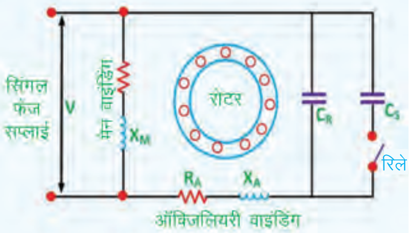
- **पर्मानेंट स्प्लिट कैपेसिटर (PSC) मोटर**: PSC मोटर में केज रोटर और दो वाइंडिंग होती है जिन्हें मेन (मुख्य) और ऑक्जिलियरी (सहायक) वाइंडिंग कहते हैं। इसमें स्टार्टिंग वाइंडिंग से सिर्फ एक कैपेसिटर सीरीज में जुड़ा होता है। कैपेसिटर स्टार्ट होने और चलने, दोनों ही स्थितियों में स्थायी रूप से सर्किट में जुड़ा (कनेक्टेड) होता है।
- **कैपेसिटर स्टार्ट कैपेसिटर रन (CSR) मोटर**: CSR मोटर में एक केज रोटर होता है, और इसका स्टेटर – दो वाइंडिंग्स – मुख्य और सहायक होती हैं। दो कैपेसिटर होते हैं – एक का उपयोग स्टार्ट होने के समय होता है जिसे स्टार्टिंग कैपेसिटर कहते हैं। दूसरा मोटर को लगातार चलाते रहने के लिए होता है, जिसे रन कैपेसिटर के नाम से जाना जाता है।
- **स्प्लिट फेज इंडक्शन मोटर**: फेज इंडक्शन मोटर को रिजिस्टंस स्टार्ट मोटर के नाम से भी जाना जाता है। इसमें एक सिंगल केज रोटर और स्टेटर यानी मुख्य वाइंडिंग और स्टार्टिंग वाइंडिग होती हैं। मुख्य वाइंडिंग में बहुत निम्न रिजिस्टंस तथा उच्च इंडक्टिव रिएक्टंस होता है, जबकि स्टार्टिंग वाइंडिंग में उच्च रेजिस्टेंस और निम्न इंडक्टिव रिएक्टेन्स होता है। मोटर के चालू होने से करंट कॉइल रिले, पीटीसी रिले का उपयोग करके स्टार्टिंग वाइंडिंग मोटर सर्किट से अलग हो जाती है।



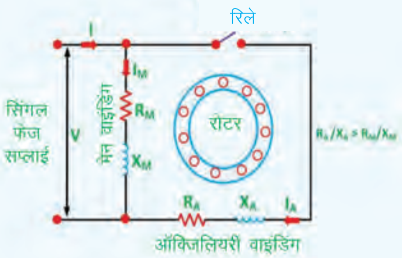
चित्र 2.37: रिले स्टार्ट्स मोटर



चित्र 2.38: परमानेंट स्प्लिट कैपेसिटर मोटर



चित्र 2.39: कैपेसिटर स्टार्ट कैपेसिटर रन (ब्ेट) मोटर



चित्र 2.40: स्प्लिट फेज इंडक्शन मोटर

03

HCFC-22
के वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स

पृष्ठभूमि

किसी भी रेफ्रीजेरेशन और वातानुकूलन यंत्र के काम करने के लिए रेफ्रीजेरेन्ट बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। रेफ्रीजेरेन्ट या तो सिंगल कंपोनंट (एकल घटक) वाले पदार्थ हो सकते हैं या फिर वे दो या इससे अधिक एकल घटक वाले पदार्थों का मिश्रण हो सकते हैं। ये एक कंडिशन्ड (अनुकूलित) जगह की उष्मा को सोख लेते हैं और वातावरण में या किसी दूसरे हीट सिंक में उस उष्मा को हस्तांतरित कर देते हैं। रेफ्रीजेरेन्ट में कुछ निश्चित विशेषताएँ (प्रॉपर्टीज) होनी चाहिए ताकि एयर कंडिशनर को चलाया जा सके जिससे वातानुकूलित की जाने वाली जगह में मनचाही ठंडक और आराम हासिल हो और सुरक्षा और पर्यावरणीय मुद्दों पर भी वे खरा उतर पाएँ। HCFCs रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों के परिवार का एक हिस्सा है, और HCFC-22, HCFC-123 आदि इसकी विभिन्न किस्में हैं। इनका व्यापक तौर पर उपयोग विभिन्न उपकरणों में रेफ्रीजेरेन्ट के रूप में किया जाता है, जिनमें रूम एसी भी शामिल हैं। सभी HCFC रेफ्रीजेरेन्ट को क्रमवार रूप से हटाया जा रहा है, क्योंकि उनमें ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य है।

HCFC-22 रेफ्रीजेरेन्ट के विकल्पों की जरूरत

रूम एयर–कंडिशनरों में HCFC-22 सबसे योग्य और सबसे आम तौर पर उपयोग में लाया जाने वाला रेफ्रीजेरेन्ट है, क्योंकि इसमें बहुत अच्छी थर्मोडायनेमिक और थर्मोफिजिकल विशेषताएँ होती हैं। इसकी कुल खपत का करीब 77% हिस्सा रूम एसी के निर्माण और सर्विसिंग में उपयोग में लाया जाता है। लेकिन यह ओजोन का ह्रास करने वाला पदार्थ है, हालाँकि इसमें ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य (ODP), CFC पदार्थों से कम है। इसमें ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ाने की क्षमता (GWP) भी अधिक होती है। HCFC-22 का उत्पादन और इसकी खपत को ओजोन परत का ह्रास करने वाले पदार्थों पर मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत क्रमशः बंद किया जा रहा है। इसलिए हमें HCFC-22 के वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों की जरूरत है, जिनमें ऐसी ही या इससे बेहतर विशेषताएँ होनी चाहिए जो रूम एसी के लिए योग्य हों। विकल्पों की इस तलाश में यह ध्यान में रखना होगा कि उनमें ओजोन का ह्रास करने की क्षमता (ODP) नहीं हो और ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ाने की क्षमता निम्न या नाममात्र की हो। ऐसे कुछ वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट हैं जो व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैं और दुनिया भर में उपयोग में लाए जा रहे हैं। हालाँकि ये रेफ्रीजेरेन्ट एसी के अनुकूल हैं, लेकिन HCFC-22 की तुलना में उनकी विशेषताएँ कुछ अलग हैं और कुछ रेफ्रीजेरेन्ट्स से सुरक्षा संबंधी चिंताएँ भी जुड़ी हैं। इसलिए एक तकनीशियन के लिए यह जानना बहुत महत्वपूर्ण है कि इन रेफ्रीजेरेन्ट्स की विशेषताएँ क्या हैं।

वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के चयन में रखें इन बातों का ख्याल

आरएसी तकनीशियनों को सर्विसिंग का काम इस तरह करना चाहिए कि रूम एसी सिस्टम से पर्यावरण पर न्यूनतम प्रभाव पड़े। ऐसा तभी हो सकता है जब रूम एसी सिस्टम कम ऊर्जा की खपत करे (यानी अधिक ऊर्जा सक्षम हो) और रेफ्रीजेरेन्ट्स का

रिसाव न्यूनतम या न के बराबर हो। चाहे निर्माता हों, इंजीनियर/तकनीशियन हों या एसी सिस्टम के उपयोगकर्ता हों, ऊर्जा के किफायती उपयोग के साथ–साथ उत्सर्जन को न्यूनतम संभव स्तर पर ले आना ही वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के चुनने की प्रक्रिया की मूल बात है, ताकि जलवायु के लिहाज से अधिकतम लाभ उठाया जा सके।

एयर–कंडिशनिंग सिस्टम के लिए एक वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट को चुनते हुए कुछ कारकों पर ध्यान दिया जाना चाहिए। वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट में ऐसी कुछ वांछित विशेषताएँ होनी चाहिए, जिन्हें नीचे चित्र 3.2 में दिखाया गया है:

चित्र 3.1: वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के चयन के लिए दो महत्वपूर्ण मानदंड जिन पर ध्यान देना चाहिए

चित्र 3.2: **रेफ्रीजेरेन्ट्स की वांछनीय विशेषताएँ**

1. नए रेफ्रीजेरेन्ट वाले एयर–कंडिशनर में HCFC-22 की तुलना में उसी के समान या उससे अधिक सक्षमता होनी चाहिए।

2. इसमें जीरो ODP और न्यूनतम/नहीं के बराबर GWP होनी चाहिए।

3. यह बाजार में उपलब्ध होना चाहिए और इसकी कीमत भी अधिक नहीं होनी चाहिए।

4. बेहतर हो कि यह विषैला और ज्वलनशील न हो।

5. इसे एसी सिस्टम में उपयोग में लाई गई सारी सामग्री के अनुकूल होना चाहिए।

6. वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट में लुब्रिकेंट ऑयल के साथ अनुकूलता और मिल जाने की अच्छी विशेषता होनी चाहिए।

रेफ्रीजेरेन्ट का स्थायित्व इससे जुड़ा हुआ है कि यह अन्य पदार्थों की मौजूदगी में किस तरह का व्यवहार करता है, खासकर रेफ्रीजेरेटिंग सिस्टम के भीतर इसका व्यवहार कैसा है। यह महत्वपूर्ण है कि रेफ्रीजेरेन्ट सिस्टम के भीतर की सामग्री के साथ कोई प्रतिक्रिया नहीं करे और न ही उनके सॉल्वेन्ट (उनको गलाने या घुलाने वाले पदार्थ) की तरह काम करने लगे। इस सामग्री में नलियाँ (ट्यूब्स) और अन्य घटक, कंप्रेसर मोटर वाइंडिंग इन्सुलेशन सामग्री, कंप्रेसर ऑयल्स और इससे जुड़ी हुई अन्य सामग्री शामिल है। इस पर विचार करते हुए नमी और हवा जैसे संक्रामक तत्वों की छोटी मात्राओं का भी ध्यान रखना चाहिए।

विकल्प के रूप में अनेक रेफ्रीजेरेन्ट उपलब्ध हैं, लेकिन किसी में भी वे सभी विशेषताएँ नहीं हैं जो वांछित हैं। हम Zero ODP के साथ कोई समझौता नहीं कर सकते, इसको छोड़ कर बाकी सभी वांछित विशेषताओं में थोड़ी छूट ली जा सकती है, ताकि HCFC-22 को हटाने के लिए सबसे बेहतर उपलब्ध रेफ्रीजेरेन्ट को चुना जा सके। इसलिए हमें ऐसा रेफ्रीजेरेन्ट चुनना है जिसमें सबसे अधिक वांछित खूबियाँ मिलती हों।

सुरक्षा के लिहाज से रेफ्रीजेरेन्ट का वर्गीकरण

HCFC पदार्थों के विकल्प को चुनते समय हमें रेफ्रीजेरेन्ट्स की परंपरागत वांछित खूबियों के साथ–साथ, सुरक्षा संबंधी विशेषताओं को भी ध्यान में रखना चाहिए। अमेरिकन सोसायटी ऑफ हीटिंग, रेफ्रीजेरेटिंग एंड एयर–कंडिशनिंग इंजीनियर्स (ASHRAE) स्टैंडर्ड 34 रेफ्रीजेरेन्ट की सुरक्षा के लिए वर्गों का निर्धारण करता है और रेफ्रीजेरेन्ट के लिए एक खास संकेत प्रदान करता है। रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों को उनके ज्वलनशील और विषैला होने के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। रेफ्रीजेरेन्ट की ज्वलनशीलता को संख्याओं से और विषैलेपन को A या B जैसे संकेतों से दिखाया जाता है। इस वर्गीकरण में शामिल हैं:

ज्वलनशीलता

- "1" – ज्वलनशील नहीं है
- "2" – ज्वलनशील है
- "2L" – हल्का ज्वलनशील है
- "3" – अधिक ज्वलनशील है

विषैलापन

- "A" – हल्का विषैलापन
- "B" – अधिक विषैलापन

उदाहरण के लिए, HCFC–22 अ–ज्वलनशील और कम विषाक्त है, जिसे A1 के रूप में वर्गीकृत किया गया है

	निम्न विषैलापन		अधिक विषैलापन	
अ - ज्वलनशील	A1	HCFC-22 R-744 HFC-134a R-410A, R-407C,R-404A	B1	R-514A HCFC-123
हल्का ज्वलनशील	A2L	HFC-1234ze HFC-1234yf HFC-32	B2L	R-717
ज्वलनशील	A2	HFC-152a	B2	
अधिक ज्वलनशील	A3	HC-290 HC-600a	B3	

सुरक्षा जरूरतों को बढ़ाना चाहिए

सुरक्षा जरूरतों को बढ़ाना चाहिए

चित्र 3.3: सुरक्षा के लिहाज से रेफ्रीजेरेन्ट का वर्गीकरण

इसी तरह R-744, R-410A, R-407C, R-404A अ–ज्वलनशील और कम विषैले हैं। प्रोपेन और आइसोब्यूटेन को A3 के रूप में वर्गीकृत किया जाता है, जो दिखाता है कि इसमें अधिक ज्वलनशीलता और कम विषैलापन है, जबकि अमोनिया को B2L के रूप में वर्गीकृत किया जाता है जो इसका संकेत है कि इसमें अधिक विषैलापन और हल्की ज्वलनशीलता है।

निम्न–GWP वाले एकल घटक रेफ्रीजेरेन्ट्स

ऐसे एकल घटक रेफ्रीजेरेन्ट्स की संख्या बहुत सीमित है, जिनमें जरूरी प्रॉपर्टीज हों, खासकर निम्न–GWP एकल घटक रेफ्रीजेरेन्ट को दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है, प्राकृतिक (नेचुरल) रेफ्रीजेरेन्ट और सिंथेटिक फ्लोरोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट।

1. प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट
   - HCs (जैसे HC-290, HC-600a),
   - CO_2 (R-744),
   - अमोनिया (R-717)।
2. फ्लोरोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट्स
   - HFC-32 – अधिक दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट जो HCFC-22 की जगह ले सकता है।
   - HFC-123yf, HFO-1234ze (E), HFC-152a – मध्यम दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट जो HFC-134a की जगह ले सकता है।

- HFO-1233zd (E), HFO-1336mzz– निम्न दाब वाले रेफ्रीजेरेन्ट HCFC-123 की जगह लेने के लिए।

चित्र 3.4: निम्न–GWP वाले एकल घटक रेफ्रीजेरेन्ट्स

एक तरफ रेफ्रीजेरेन्ट्स के विकल्पों पर लगातार ध्यान दिया जा रहा है, और दूसरी तरफ रूम एसी के लिए बाजार भी बढ़ रहा है, जिसके नतीजे में वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के विकास और उनके अध्ययन की कोशिशें होने लगी हैं।

प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट्स

रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग सिस्टमों के उपयुक्त कुछ कार्बनिक और अकार्बनिक यौगिकों को प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट कहा जाता है। प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट प्रकृति के जैविक और रसायनिक चक्र में मानवीय हस्तक्षेप के बिना पैदा होते हैं। हाइड्रोकार्बन, अमोनिया और कार्बन डाइऑक्साइड ऐसे ही प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट हैं जो सबसे आमतौर पर पाए जाते हैं। उनमें ODP नहीं होती और GWP भी शून्य या नहीं के बराबर होती है। हालाँकि इन रेफ्रीजेरेन्ट्स में सुरक्षा संबंधी कुछ समस्याएँ हैं, लेकिन इनका पर्यावरण पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है और एक दीर्घकालिक तकनीकी विकास की दृष्टि से वे उपयुक्त भी हैं, इसलिए भविष्य में भिन्न एयर–कंडिशनिंग सिस्टम में प्राकृतिक रेफ्रीजेरेन्ट की एक महत्वपूर्ण भूमिका हो सकती है। रूम एयर–कंडिशनरों में प्रोपेन अथवा HC-290 को HCFC-22 के विकल्प के रूप में व्यापक तौर पर उपयोग किया जा रहा है, जिसकी चर्चा आगे की गई है।

HC - 290 (प्रोपेन)

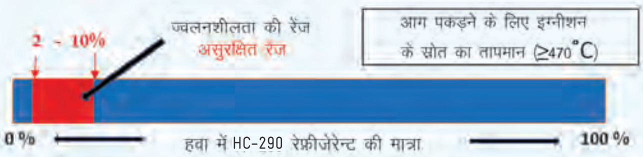
HC-290 रूम एसी को सफलतापूर्वक विकसित किया गया है और इनकी मार्केटिंग की जा रही है। नए–नए डिजाइन किए गए HC-290 रूम एसी ऊर्जा के लिहाज से अधिक सक्षम (एफिशिएंट) हैं। मौजूदा हालात में HCFC-22 एक बेहतरीन विकल्प है, क्योंकि इसमें ओजोन का ह्रास करने की क्षमता शून्य है और ग्लोबल वार्मिंग करने का सामर्थ्य भी नहीं के बराबर है। यह एक बहुत ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट है, इसलिए इसकी सुरक्षा संबंधी समस्याओं को पर्याप्त रूप से दूर करना जरूरी है। यह व्यावसायिक रूप से उपलब्ध है और भारत समेत अनेक देशों में उपयोग में लाया जा रहा है।

HC-290 की महत्वपूर्ण खूबियाँ ये हैं:

- यह सिंगल फ्लुइड हाइड्रोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट है, इसलिए इसके साथ काम करना आसान है।
- जीरो ODP और नहीं के बराबर GWP होने की वजह से यह एक दीर्घकालिक समाधान हो सकता है।
- HC-290 का बॉइलिंग प्वाइंट (क्वथनांक) तापमान –42.1˚C है, जो HCFC-22 से थोड़ा कम है।
- यह उपयुक्त चिकनेपन के साथ, मिनिरल ऑयल और आम तौर पर उपयोग किए जाने वाले दूसरे रेफ्रीजेरेशंस के साथ मिलने योग्य (miscible) है।
- यह पानी के साथ मिल कर कोई एसिड (अम्ल) नहीं बनता।
- HC-290 (हाइड्रोकार्बन प्योरिटी क्लास 99.5%) वाले सिस्टम की क्षमताएँ करीब–करीब उतनी ही हैं जितनी HCFC-22 के साथ होती हैं।
- HCFC-22 के लिए पहले से बने सिस्टमों में HC-290 को फिट नहीं किया जा सकता, इसको सिर्फ ऐसे सिस्टमों में ही उपयोग में लाया जा सकता है जो समुचित रूप से डिजाइन किए गए हों।
- समान कूलिंग क्षमता के लिए, HCFC-22 की तुलना में HC-290 के कम रेफ्रीजेरेन्ट चार्ज की जरूरत होती है।
- इसका हीट ट्रांस्फर कोएफिशिएंट (गुणांक) अधिक है।
- HCFC-22 की तुलना में कम दाब अनुपात और कम घनत्व की वजह से यह कम बिजली की खपत करता है।
- यह बाजार में आसानी से उपलब्ध है।

HC-290 की सबसे मुख्य दिक्कत यह है कि यह ज्वलनशील है। HC-290 हवा में 2 से 10% मात्रा की उपलब्धता में ज्वलनशील है। इग्नीशन स्रोत का तापमान 470˚C और

इससे ऊपर होना चाहिए। इसलिए सुरक्षा समस्या को दूर किया जाना चाहिए, जिसके लिए कुछ इलेक्ट्रिकल घटकों में पर्याप्त बदलाव करना और सिस्टम/उपकरण के आसपास हवा की पर्याप्त आवाजाही (वेंटिलेशन) की व्यवस्था करना शामिल है। यूरोपीय संघ के नियमन (रेगुलेशन) EN378 स्टैंडर्ड के तहत एयर–कंडिशनिंग सिस्टमों में HC-290 के रेफ्रीजेरेन्ट चार्ज की सीमा को निर्धारित कर दिया गया है। उन उपकरणों पर किसी तरह की सीमा नहीं लगाई गई है जिनमें HC-290 की 150g या इससे कम मात्रा उपयोग में लाई जाती है। लेकिन 150g से अधिक चार्ज वाले उपकरणों को स्थान या कमरे के क्षेत्रफल के मुताबिक चार्ज लिमिट (सीमा) का पालन जरूर करना चाहिए। 20°C पर और वातावरण के वायुदाब पर HC-290 की वेपर डेन्सिटी (वाष्प घनत्व), हवा से अधिक होता है, इसलिए रिसाव की स्थिति में इसका प्रवाह नीचे की तरफ होता है। इसे देखते हुए, दीवारों में लगाए गए एसी के लिए इन्डोर यूनिट को कम से कम 2.1 मीटर की ऊंचाई पर इन्सटॉल (स्थापित) करना चाहिए। HC-290



चित्र 3.5: HC-290 का ज्वलनशील चरित्र

रेफ्रीजेरेन्ट के साथ काम करने वाले तकनीशियनों का अच्छी तरह प्रशिक्षित होना बेहद जरूरी है और उन्हें हमेशा ही PPE का उपयोग करना चाहिए।

फ्लोरोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट्स

फ्लोरोकार्बन एक रसायनिक यौगिक अंश है या हाइड्रोकार्बन के सभी हाइड्रोजन अणु हैं, जिनमें मीथेन और इथेन को फ्लोरीन से स्थानांतरित किया जाता है। फ्लोरोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट्स में CFCs, HCFCs और HFCs आते हैं। CFCs के उत्पादन और उपयोग को दुनिया भर में क्रमवार रूप से बंद कर दिया गया है। अब HCFCs को भी मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के तहत दुनिया भर में क्रमशः बंद किया जा रहा है। HFCs में ओजोन का ह्रास करने का सामर्थ्य नहीं होता, लेकिन उनमें ग्लोबल वार्मिंग की क्षमता होती है। रूम एसी में उपयोग में लाए जाने वाले फ्लोरोकार्बन रेफ्रीजेरेन्ट HFC-32 के बारे में आगे चर्चा की गई है।

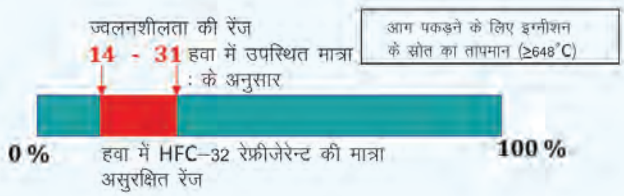
HFC-32:

यह एक उच्च–दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट है, और इसका दाब HCFC-22 से भी अधिक होता है। यह हल्का ज्वलनशील है। HFC-32 वाले नए उपकरण में अधिक क्षमता (एफिशिएंसी) भी होती है। लेकिन इस रेफ्रीजेरेन्ट में ग्लोबल वार्मिंग की औसत क्षमता होती

है (=675) जो HC-290 की तुलना में कहीं अधिक है। भारत में HFC-32 रूम एसी की मार्केटिंग 2013 से हो रही है। अनेक देशों में इसका व्यावसायिक उपयोग भी होता है।

HFC-32 की महत्वपूर्ण विशेषताएँ हैं

- HFC-32 डाइहैलोजीनोअल्केन किस्म का एक जैविक (ऑर्गेनिक) यौगिक है। यह मीथेन आधारित है, बस इसके चार में दो हाइड्रोजन अणुओं को फ्लोरीन अणुओं से बदल दिया जाता है।
- यह भी एक एकल घटक रेफ्रीजेरेन्ट है, जिसके साथ काम करना आसान है।
- इसमें ग्लोबल वार्मिंग की अधिक क्षमता है (675), हालाँकि यह HCFC-22 से 37% कम है।
- यह एक उच्च–दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट है, जिसका क्वथनांक (बॉइलिंग प्वाइंट) –51.7 ˚C है।
- यह रेफ्रीजेरेन्ट पॉलिओल इस्टर ऑयल्स के साथ मिश्रण योग्य है, जो इस रेफ्रीजेरेन्ट वाले सिस्टम के लिए सबसे अनुकूल लुब्रिकेंट है।
- HFC-32 हल्का ज्वलनशील है, जिसकी ज्वलनशीलता की रेंज हवा में इसकी उपस्थिति का 14 से 31% है। इसका इग्नीशन तापमान अधिक है (648˚C)।
- इसकी रेफ्रीजेरेटिंग क्षमता बहुत अधिक है। यह HCFC-22 की तुलना में करीब 1.6 गुना अधिक है, क्योंकि इसके वाष्पीकरण में उच्च अप्रत्यक्ष उष्मा (high latent heat) होती है।
- इसमें HCFC-22 की तुलना में रेफ्रीजेरेटिंग चार्ज की कम मात्रा की जरूरत होती है, इसलिए इसकी रेफ्रीजेरेन्ट सर्कुलेटिंग रेट (घूमने की दर) भी कम होती है। इससे कुल मिला कर इसके लिए छोटे आकार के कंप्रेसर की जरूरत होती है।
- HFC-32 का उष्मा हस्तांतरण कोएफिशिएंट (गुणांक), HCFC-22 से अधिक होता है।
- इसकी कूलिंग क्षमता और COP अधिक है।
- यह रेफ्रीजेरेन्ट बाजार में कम कीमत में उपलब्ध है।



चित्र 3.6: HFC-32 का ज्वलनशील चरित्र

HFC-32 और HC-290 रेफ्रीजेरेन्ट्स के साथ जुड़ी समस्याएँ

HFC-32 एक अधिक दाब वाला और हल्का ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट है। हालाँकि HC-290 एक कम दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट है, लेकिन यह अधिक ज्वलनशील है और इसलिए इसके कारण एक सुरक्षित डिजाइन की जरूरत होती है। इसलिए HC-290 के साथ काम करने के लिए और इसकी चार्ज की मात्रा के लिए तकनीशियन को ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट से जुड़े नियमन और मानकों की जानकारी होनी चाहिए। HFC-32, POE लुब्रिकेंट्स के साथ मिश्रण योग्य है, जो कि बहुत हाइग्रोस्कोपिक (द्रवग्राही) है।

निर्माताओं द्वारा एक अधिक सुरक्षित डिजाइन तैयार करने की जरूरत है, लेकिन इसी के साथ तकनीशियनों के लिए भी सुरक्षा के लिहाज से सर्विस के अच्छे तौर–तरीकों का पालन करना जरूरी है। इसका जरूर ध्यान रखा जाए कि HC-290 और HFC-32 रेफ्रीजेरेन्ट के साथ काम करने वाले तकनीशियन अच्छी तरह प्रशिक्षित हों और हमेशा ही PPE का उपयोग करें।

रेफ्रीजेरेन्ट्स का मिश्रण (ब्लेंड)

R-410A और R-407C जैसे कुछ HFC ब्लेंड हैं जो व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैं और जिन्हें रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग में उपयोग में लाया जा रहा है। इन रेफ्रीजेरेन्ट्स में ओजोन का ह्रास करने की क्षमता नहीं है लेकिन इनमें ग्लोबल वार्मिंग की भारी क्षमता होती है। इसलिए HCFC-22 के विकल्प के रूप में ये रेफ्रीजेरेन्ट एक स्थायी समाधान नहीं हैं।

R-410A (HFC-32/HFC-125): यह भी HFC-32 की तरह एक उच्च दाब वाला रेफ्रीजेरेन्ट है। यह भारत समेत दुनिया भर में रूम एसी में व्यापक रूप से उपयोग किया जाने वाला रेफ्रीजेरेन्ट है। यह ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट नहीं है। लेकिन इसमें ग्लोबल वार्मिंग की बड़ी क्षमता है, इसलिए यह एक स्थायी विकल्प नहीं है। विभिन्न HFCs को क्रमशः घटाने की प्रक्रिया अगले 5 से 7 वर्षों में शुरू हो जाएगी, जैसा कि मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के किगाली संशोधन (Kigali Amendment) में सहमति जताई गई थी।

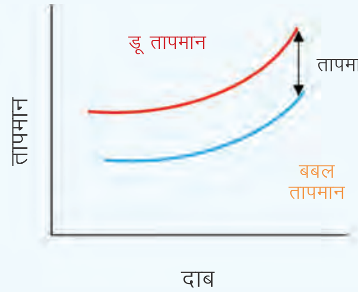
R-407C (HFC-32/125/134): यह भी HFCs का एक मिश्रण (ब्लेंड) है। इसका "तापमान ग्लाइड" बड़ा होता है, जिसके नतीजे में इसकी कूलिंग क्षमता कम होती है और साथ ही HCFC-22 की तुलना में यह ऊर्जा का किफायत से उपयोग नहीं कर पाता है। इसका दाब HCFC-22 की तुलना में थोड़ा अधिक होता है। लेकिन इसमें भी ग्लोबल वार्मिंग की अधिक क्षमता होती है और इसलिए यह एक लंबे समय के लिए विकल्प नहीं है।

HFC ब्लेंड (मिश्रणों) के साथ समस्याएँ

एजियोट्रॉपिक ब्लेंडः इस किस्म के ब्लेंड आम तौर पर बाइनरी मिक्सचर होते हैं, जो एक शुद्ध द्रव जैसा व्यवहार करते हैं। एक एकल तापमान, वाष्पीकरण या संघनित दाब (कंडेन्सिंग प्रेशर) को परिभाषित करता है।

जियोट्रॉपिक ब्लेंड: एक जियोट्रॉपिक ब्लेंड ऐसे रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थों का मिश्रण है जिनमें एक रेफ्रीजेरेशन चक्र के प्रदर्शन के दौरान विभिन्न वाष्पशीलताएँ देखने में आती हैं। उबलने या वाष्प के द्रव में बदलने (यानी कंडेन्सेशन) के दौरान मोलर घटक में बदलाव आता है और/या सैचुरेशन तापमान में बदलाव आता है, इसलिए यह कंडेन्स होने या वाष्प बनने के दौरान एक एकल रेफ्रीजेरेन्ट की तरह व्यवहार नहीं करता। सिस्टम की किस्म के आधार पर दो अलग–अलग स्थितियाँ सामने आती हैं।

हीट एक्सचेंजर नली से होकर गुजरते हुए रेफ्रीजेरेन्ट घटकों के जियोट्रॉपिक मिश्रण को चित्र 3.7 में दिखाया गया है। शुद्ध द्रव के मामले में ऐसा होता है कि रेफ्रीजेरेन्ट का तापमान समान बना रहता है, चाहे द्रव वाष्प में बदले या वाष्प द्रव में। लेकिन जियोट्रॉपिक ब्लेंड के मामले में, जब रेफ्रीजेरेन्ट वाष्प बनता है तो सैचुरेशन तापमान बढ़ जाता है (या जब वाष्प द्रव में बदलता है तो सैचुरेशन तापमान गिर जाता है)। रेफ्रीजेरेन्ट जब एक शुद्ध द्रव होता है तो यह एक बबल (bubble) तापमान पर होता है (जैसे जब यह महज वाष्पीकृत हो रहा हो) और यह जब महज एक शुद्ध गैस हो तो यह डू (DEW) तापमान पर होता है (जैसे कि जब यह बस द्रव में बदल रहा हो)।



चित्र 3.7: HFC मिश्रण के साथ समस्याएँ

तापमान ग्लाइड: "तापमान ग्लाइड" की विशेष स्थिति तब बनती है, जब एक समान दाब पर वाष्पीकृत होने या सघन होने के समय रेफ्रीजेरेन्ट ब्लेंड का तापमान बदल जाता है।

हीड्रोफ्लुओरोलीफींस (HFOs)

HFO रेफ्रीजेरेन्ट पदार्थ हाइड्रोजन, फ्लोरीन और कार्बन अणुओं से बने होते हैं, लेकिन उनमें कार्बन अणुओं के बीच में कम के एक दोहरा बंधन (डबल बॉन्ड) होता है। ये रेफ्रीजेरेन्ट इस तरह विकसित किए गए हैं कि इनमें ODP जीरो होता है और इनका पर्यावरणीय जीवन बहुत कम होता है, जिसके नतीजे में ग्लोबल वार्मिंग का सामर्थ्य नाममात्र का होता है (<1)। हाल ही में विकसित किए गए ऐसे कुछ रेफ्रीजेरेन्टों का विवरण नीचे दिया गया है।

- **HFO-1234yf:** यह एक असंतृप्त HFC है और यह HFC-134a की जगह ले सकता है, जिसके लिए सिस्टम को बदलने की जरूरत भी नहीं पड़ती,

क्योंकि इनका दाब–तापमान विशेषताएँ लगभग समान हैं। इसे A2L में वर्गीकृत किया गया है। कारगरता के लिहाज से यह सामान्य तौर पर यह रेफ्रीजेरेन्ट HFC-134a के समान ही काम करता है, लेकिन सैद्धांतिक COP उससे कुछ प्रतिशत कम है।

- **HFO-1234ze(E)**: यह एक असंतृप्त HFC है और यह HFC-134a की जगह ले सकता है, जिसके लिए नया सिस्टम लगाना पड़ता है, जहाँ इसका निम्न वॉल्युमेट्रिक क्षमता को उपकरण के डिजाइन के जरिए संबोधित किया जा सकता है। इसे A2L में वर्गीकृत किया गया है।
- **HFO-1233zd(E)**: यह एक असंतृप्त HCFC है और इसका दाब HCFC-123 के समान होता है। इसे A1 में वर्गीकृत किया गया है। सेंट्रीफ्यूगल कंप्रेसर के साथ उपयोग करने पर, यह रेफ्रीजेरेन्ट HCFC-123 के समान सक्षमता स्तर उत्पन्न करता है, और सिस्टम के डिजाइन को बहुत अधिक ऊर्जा सक्षम बनाने में मदद करता है।

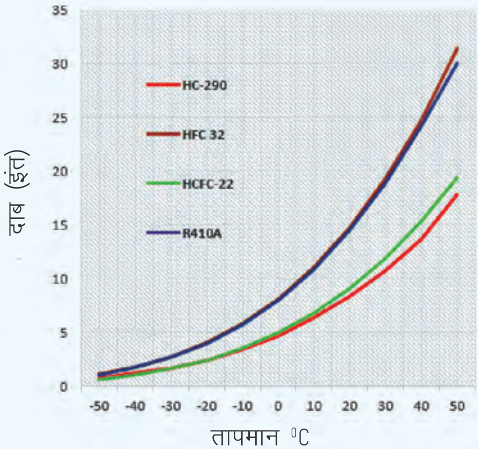
रूम एसी के व्यावसायिक रेफ्रीजेरेन्ट विकल्पों की विशेषताएँ

HCFC-22 की तुलना में कुछ वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्टों की महत्वपूर्ण विशेषताओं को तालिका 3.1 में दिखाया गया है।

तालिका 3.1: वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के महत्वपूर्ण विशेषताओं की HCFC-22 के साथ तुलना

गुणधर्म	HCFC-22	HFC-32	HC-290	R-410A
रसायनिक सूत्र	$CHClF_2$	CH_2F_2	C_3H_8	CH_2F_2/C_2HF_5 (50% HFC-32+ 50% HFC-125)
HCFC-22 की तुलना में कूलिंग क्षमता	100	160	94	140
ODP	0.055	0	0	0
GWP	1810	675	3	2100
ज्वलनशीलता	अज्वलनशील (A1)	(A2L) मध्यम ज्वलनशील	(A3) अधिक ज्वलनशील	अज्वलनशील (A1)
विषैलापन	निम्न	निम्न	निम्न	निम्न

नीचे चित्र 3.8 में HCFC-22, HC-290, HFC-32 और R-410A के दाब बनाम तापमान की तलुना दी गई है। HCFC-22 और HC-290 के लिए वाष्प दाब के कर्व (बनतअम) बहुत मिलते–जुलते हैं। अधिक तापमान पर HC-290 का दाब, HCFC-22 की तलुना में थोड़ा कम हो जाता है। लेकिन HFC-32 और R-410A के लिए, दाब HCFC-22 से अधिक है।



चित्र 3.8: उपलब्ध वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट के लिए दाब बनाम तापमान का लेखाचित्र (ग्राफ)

लुब्रिकेटिंग ऑयल और विशेषताएँ

कंप्रेसर निर्माता हमेशा ऑयल की किस्म के बारे में बताते हैं और इसी के मुताबिक कंप्रेसर के हर मॉडल को भरते हैं। हर्मेटिक सिस्टम में, लुब्रिकेंट इलेक्ट्रिकल मोटर वाइंडिंग के साथ बहुत करीबी संपर्क में रहता है। इसलिए ऑयल, उपयोग में लाई गई सामग्री के अनुकूल होना चाहिए और उसमें तापमान के संदर्भ में अधिक स्थिरता (थर्मल स्टेबिलिटी) वाले गुण होने चाहिए। हालाँकि ज्यादातर लुब्रिकेंट कंप्रेसर में ही रहता है, लेकिन एक छोटी सी मात्रा बाकी रेफ्रीजेरेन्ट सर्किट में भी चली जाती है। इसलिए लुब्रिकेंट में कंप्रेसर डिस्चार्ज वाल्व पर अधिक तापमान और एक्सपैंनशन डिवाइस पर निम्न तापमान का प्रतिरोध करने की क्षमता होनी चाहिए। यह पर्याप्त रूप से रेफ्रीजेरेन्ट में घुलनशील (सॉल्युबल) होना चाहिए ताकि यह कंप्रेसर में वापस लौट सके जिससे कि समय के साथ कंप्रेसर में ऑयल की कमी न हो जाए। वरना इससे यांत्रिक खराबी आ सकती है।

एक अच्छे रेफ्रीजेरेशन लुब्रिकेंट की विशेषता इस प्रकार है:

- वैक्स (मोम) पदार्थ की मात्रा कम होनी चाहिए: रेफ्रीजेरेशन ऑयल मिश्रण में से वैक्स के अलग हो जाने की स्थिति में यह रेफ्रीजेरेन्ट का नियंत्रण करने वाले छिद्रों को भर कर उन्हें बंद कर सकता है।

- तापमान में अच्छी स्थिरता होनी चाहिए: कंप्रेशन में, डिस्चार्ज पोर्ट में इसकी वजह से कठोर कार्बन जमा नहीं होना चाहिए और इसके धब्बे नहीं बनने चाहिए।
- रसायनिक लिहाज से अच्छी स्थिरता होनी चाहिए: ऑयल और रेफ्रीजेरेन्ट या सिस्टम में आम तौर पर पाए जाने वाले तत्वों से इसका बहुत कम या बिल्कुल भी कोई रसायनिक प्रतिक्रिया नहीं होनी चाहिए।
- निम्न पोर (pour) बिंदु: यह ऑयल की वह क्षमता है जिसके तहत यह सिस्टम में निम्नतम तापमान पर भी तरल अवस्था में बना रहता है।
- अच्छी घुलनशीलता और मिश्रण की क्षमता: घुलने की अच्छी क्षमता यह निश्चित बनाती है कि ऑयल कंप्रेसर में वापस लौट आएगा, हालाँकि बहुत अधिक घुलनशीलता के नतीजे में यह भी हो सकता है कि लुब्रिकेंट घूमने वाले पुर्जों से अलग–थलग हो जाए, जैसा नहीं होना चाहिए।
- निम्न विस्कॉसिटी इन्डेक्स: यह ऑयल की वह क्षमता है जिसके तहत यह अधिक तापमान पर अपनी अच्छी ऑयलिंग गुणवत्ता और निम्न तापमान पर अच्छी तरलता बनाए रखता है और सारे समय लुब्रिकेंट की एक अच्छी परत मुहैया कराता है।

नीचे तालिका 3.2 में रेफ्रीजेरेन्ट्स के लिए अनुकूल उपलब्ध लुब्रिकेंट्स बताए गए हैं।

तालिका 3.2: रूम एसी में उपयोग किए जाने वाले लुब्रिकेंट्स की उपयुक्तता

रेफ्रीजेरेन्ट	खनिज ऑयल (MO)	अल्काइल बेन्जीन (AB)	पॉलिओल इस्टर (POE)	पॉलिअल्केलाइन ग्लाइकोल (PAG)
HCFC-22	योग्य	योग्य	योग्य (नमी सोखने वाला)	अयोग्य
प्रोपेन (HC-290)	विस्कॉसिटी में सुधार के साथ	योग्य विस्कॉसिटी में सुधार के साथ	योग्य विस्कॉसिटी में सुधार के साथ	योग्य सीमित रूप से उपयोग (नमी सोखने वाला)
HFC-32	योग्य	योग्य	योग्य (नमी सोखने वाला)	अयोग्य

HC-290 को चार्ज करने संबंधी सीमाएँ

HC-290 रेफ्रीजेरेन्ट वाले एसी में चार्ज की मात्रा कमरे के आकार के हिसाब से IEC 60335-2-40 के मुताबिक होनी चाहिए। HC-290 के अधिकतम चार्ज की गणना (किलोग्राम में) नीचे दिए गए सूत्र की मदद से निकाली जा सकती है

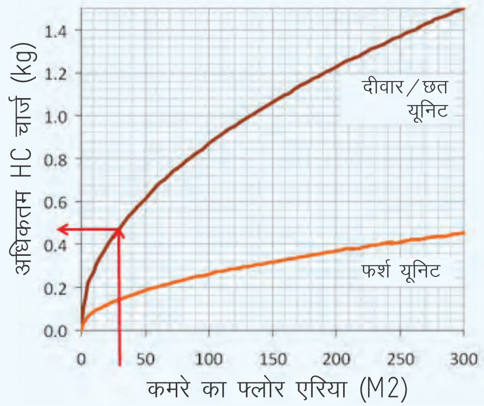
$M_{max}=2.5 \times (LFL)^{5/4} \times h \times (A)^{1/2}$

जहाँ

A = कमरे का क्षेत्रफल, वर्गमीटर में

h = इनडोर यूनिट की फर्श से ऊंचाई, मीटर में

LFL = प्रोपेन की निम्न ज्वलनशीलता सीमा = 0.038 kg/m3



चित्र 3.9: HC-290 को चार्ज करने संबंधी सीमाएँ

ऊपर चित्र 3.9 में कमरे के फ्लोर एरिया के अनुसार चार्ज सीमा को दर्शाया गया है। इस ग्राफ को ऊपर दिए गए सिद्धांत के आधार पर तैयार किया गया है। इससे एक निश्चित फ्लोर एरिया और एक निश्चित ऊंचाई पर लगाए गए रूम एसी के इंडोर यूनिट के लिए चार्ज सीमा की अधिकतम मात्रा निकाली जा सकती है। जैसा कि इस चित्र 3.9 में दिखाया गया है, 30 वर्ग मीटर (M^2) के फ्लोर एरिया में, 2.1 मीटर की ऊंचाई पर लगाए गए इंडोर यूनिट के लिए अधिकतम चार्ज सीमा 0.48 kg है।

04

औजार, उपकरण और रख–रखाव

पृष्ठभूमि

रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग की सर्विस करने वाले तकनीशियन मुख्यत हाथ के औजारों और उपकरणों से काम करते हैं। काम में सफलता के लिए तकनीशियन को उत्तम गुणवत्ता के औजार चुनने चाहिए, उनकी अच्छी देखभाल करनी चाहिए और उनके उपयोग में कुशल हो जाना चाहिए। तकनीशियनों को हमेशा ही सही काम के लिए, हाथ के सही औजारों और उपकरणों का उपयोग करना चाहिए और एसी निर्माता द्वारा दिए गए सुझावों का पालन करना चाहिए। एक निश्चित काम के लिहाज से, अनुचित या गलत उपकरण या औजारों का उपयोग करना असुरक्षित हो सकता है। जैसे कि फिलिप्स स्क्रूड्राइवर की जगह एक सपाट स्क्रूड्राइवर का उपयोग करना सही नहीं होगा। सपाट स्क्रूड्राइवर फिसल सकता है जिससे चोट लग सकती है। सही और उचित औजारों और उपकरणों का उपयोग इन्सटालेशन की गुणवत्ता को सुधारने में तो मदद करता ही है, बेहतर मरम्मत और सर्विसिंग में भी मददगार होता है। इस अध्याय में आरएसी औजारों और उपकरणों के चुनाव, देखभाल और उनके उपयोग के लिए उपयोगी सूचना मुहैया कराई गई है।

आरएसी औजार

स्पैनर (पाना)

स्पैनरों की सबसे आम किस्मों में खुले सिरे वाले (ओपन–एंड) स्पैनर, बॉक्स स्पैनर और मिश्रित (कॉम्बिनेशन) स्पैनर शामिल हैं। इनके अलावा ट्यूब–टाइप (नली जैसे आकार वाले) स्पैनर और समायोजित हो सकने वाले (एडजस्टेबल) स्पैनर भी होते हैं, जिनको मनचाहे आकार के हिसाब से घटाया–बढ़ाया जा सकता है। अगर नट और बोल्ट के आसपास पर्याप्त जगह हो तो बॉक्स–एंड तथा सॉकेट–स्पैनर–सह–स्क्रूड्राइवर सबसे अच्छे विकल्प हैं। अप्रचलित या अलग आकार के नट–बोल्ट्स को खोलने या कसने के लिए जरूरी एडजस्टेबल रेंच स्पैनर की सबसे लोकप्रिय किस्म 150 मिमी (6") एडजस्टेबस स्पैनर है।

एलेन कीज

एलेन कीज, छह कोणों वाली धातु की एक डंडी (हेक्सागोनल बार) है और इसका उपयोग उन नट्स को कसने में किया जा सकता है, जिनके सिरे पर छहकोणीय आले (रिसेस) बने होते हैं। एलेन कीज का सेट विभिन्न आकारों में उपलब्ध है।

चित्र 4.1: स्पैनर्स, लाईन टेस्टर और एलेन कीज

लाइन टेस्टर

बिजली पर काम शुरू करने से पहले यह देखने के लिए इन्सुलेटेड इलेक्ट्रिक टेस्टर (500V) का उपयोग करना चाहिए कि तारों और सॉकेट में बिजली की आपूर्ति हो रही है या नहीं। यह इलेक्ट्रिक सॉकेट में पोलैरिटी का पता लगाने में भी मददगार होता है।

प्लायर्स

जरूरत के हिसाब से विभिन्न प्लायरों का उपयोग करना जरूरी होता है। इन्सुलेटेड मिश्रित प्लायर 150 मिमी (6") साइज वस्तुओं को पकड़ने और तारों को छीलने और काटने में मदद करता है। आम उपयोग के लिए यह एक सुविधाजनक औजार है। सुरक्षा के लिहाज से नट्स, बोल्ट् और फिटिंग में इसका उपयोग नहीं करने की सलाह दी जाती है। छोटे पुर्जों (हार्डवेयर) को पकड़ने या तारों को छीलने या काटने के लिए नुकीले सिरों वाले, इंसुलेटेड नोज प्लायर्स का उपयोग करने की सलाह दी जाती है। इनसे कम जगह में भी काम करने में आसानी रहती है। ट्यूब, नट्स या बोल्ट्स जैसे बड़ी वस्तुओं को पकड़ने के लिए मंकी प्लायर्स 100 मिमी (4") साइज का उपयोग किया जा सकता है।

फाइल्स (रेती)

जरूरत के हिसाब से, नलियों या अन्य धातुई सतहों पर काम करते हुए अवांछित खुरदरे कणों या बुरादों को हटाने के लिए विभिन्न किस्म की फाइलों का उपयोग किया जा सकता है। अगर एक सपाट सतह से कम समय में किसी धातु को हटाना हो तो एक सुरक्षित हत्थे (हैंडल) वाली 200 मिमी (8") आकार की एक सपाट खुरदरी रेती (फ्लैट रफ फाइल) का उपयोग करने की सलाह दी जाती है। इसी तरह, घुमावदार या गोलाकार धातुई पुर्जों को वांछित प्रकार (शेप) देने या धातुई सतह को साफ करने के लिए 150 मिमी (6") की गोलाकार रेती (राउंड फाइल) का उपयोग करने की सलाह दी जाती है।

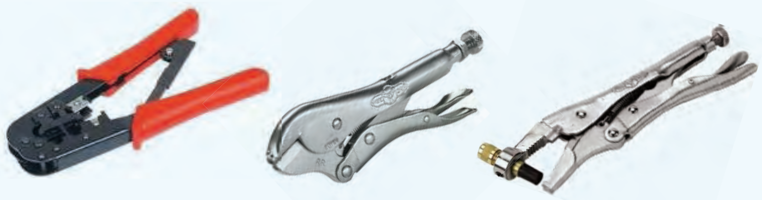
चित्र 4.2: प्लायर्स और फाइल्स (रेती)

क्रिम्पिंग प्लायर्स

तार के सिरे पर बंधक चिमटियाँ (फास्टनर क्लिप्स) लगने के लिए क्रिम्पिंग प्लायर्स का उपयोग करना पड़ता है। इनका उपयोग तारों को काटने और उन्हें छीलने के लिए भी हो सकता है। इन्हें तारों पर बिना सोल्डर वाले कनेक्टर लगाने के लिए भी उपयोग में लाया जा सकता है।

पिंच ऑफ प्लायर्स और सेल्फ–लॉकिंग प्लायर्स

विंडो रूम एसी की सर्विसिंग के अंत में, नलियों को दबा कर (पिंच करके) सील करने की जरूरत पड़ती है। इस काम के लिए पिंच ऑफ प्लायर्स आदर्श औजार हैं।



चित्र 4.3: क्रिम्पिंग पिंच ऑफ और पियर्सिंग प्लायर्स

पिंचिंग प्लायरों के दोनों जबड़ों के बीच की फांक या दूरी को जरूरत के हिसाब से घटाया–बढ़ाया जा सकता है। सीलिंग की प्रक्रिया के दौरान पिंच ऑफ प्लायर के जबड़ों को गर्म नहीं होना चाहिए।

पियर्सिंग प्लायर्स/वाल्व

पियर्सिंग प्लायर्स का उपयोग रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी जैसी प्रक्रिया के लिए नलियों में छेद करने और रेफ्रीजेरेशन सिस्टम को खोलने के लिए होता है। सिस्टम को खाली (इवैक्युएट) करने के लिए इनका उपयोग नहीं किया जाना चाहिए। ये प्लायर और वाल्व 1/4" SAE थ्रेड्स के कनेक्शन के साथ आते हैं।

हथौड़ी और मुंगरी (मैलट)

एसी की सर्विसिंग या इन्सटॉलेशन के दौरान धातु को मोड़ने या उसे जरूरी आकार देने के लिए ठोकने–पीटने की खातिर हथौड़ी और मुंगरी (400/500g) एक उपयोगी और सुविधाजनक औजार है।

छेनी और छुरियाँ

छेनी और छुरियाँ धातुओं या धातुई तारों को काटने के काम आती हैं। 20 मिमी (0.78") की एक सपाट, ठंडी छेनी धातुओं को काटने के लिए जरूरी होती है, जबकि एक छुरी का उपयोग छोटे आकार के तारों को काटने या छीलने के लिए किया जा सकता है।

चित्र 4.4: हथौड़ी, मुंगरी, छेनी, छुरियाँ और लोहा– आरी

लोहा–आरी (हैकसॉ)

बड़ी, कठोर तांबे की नलियों (ट्यूब्स) को काटने के लिए हैकसॉ का उपयोग किया जाता है। आरी (सॉ) का उपयोग करने के लिए, 32 दाँत प्रति इंच वाला ब्लेड सबसे उपयुक्त होता है।

टॉर्क रेंच

टॉर्क रेंच का उपयोग एक नट या बोल्ट जैसी कसी जाने वाली वस्तु पर सटीक जोर लगाने के लिए किया जाता है, ताकि जरूरत से कम या अधिक दबाव डालने से बचा जा सके। 200 N-m (2030 kgf-cm) तक के टॉर्क रेंच का एक सेट (जिसमें अनेक सिरों वाले विकल्प उपलब्ध हों) जरूरी होता है ताकि फ्लेयर कनेक्शन को कसा जा सके। एक एडजस्टेबल टॉर्क रेंच का उपयोग विभिन्न आकार की फिटिंग्स पर किया जा सकता है, जो खुले सिरे वाले स्पैनरों के उपयुक्त होता है।

इलेक्ट्रिकल ड्रिल मशीन

हाथ से चलाई जाने वाली हैंड ड्रिल मशीन का उपयोग पेंच (स्क्रू) कसने के लिए धातु की चादरों में छेद करने के लिए होता है। इन्सटॉलेशन के समय अतिरिक्त पुर्जे लगा कर, इससे दीवारों पर रेफ्रीजेरेशन नलियों और ड्रेन पाइपों के लिए बड़े छेद भी किए जा सकते हैं।

चित्र 4.5: टॉर्क रेंच, इलेक्ट्रिकल ड्रिल मशीन, रैचिट रेंच/सर्विस वाल्व रेंच

रैचिट रेंच/सर्विस वाल्व रेंच

यह भी सबसे महत्वपूर्ण औजारों में से एक है। सर्विस और सिलिंडर वाल्व को खोलने या बंद करने के लिए इसका उपयोग होता है जो घड़ी की सुई की दिशा में या उसकी उलटी दिशा में भी घूम सकती है। अगर फील्ड तकनीशियन इस रेंच का उपयोग न करके प्लायर या एडजस्टेबल स्पैनर का उपयोग करते हैं तो उससे वाल्व की धुरी (स्पिंडल) को नुकसान पहुँचेगा और ऐसा हो सकता है कि कुछ समय बाद वाल्व काम ही करना बंद कर दे। किसी भी सिलिंडर के साथ अनुचित तरीके से काम करने के नतीजे में रिसाव हो सकती है, जिसको रोकना संभव नहीं होगा और इससे भी बुरा ये हो सकता है कि इससे कोई दुर्घटना हो सकती है।

ट्यूब कटर

नलियों की कटाई करने वाले ट्यूब कटर विभिन्न आकारों और डिजाइनों में उपलब्ध हैं। ट्यूब कटर तांबे की नलियों को सटीक 90 डिग्री पर काट सकते हैं। मानक ट्यूब

कटर 1/8" से 1 1/8" आकार की नलियों के लिए उपलब्ध हैं। सीमित जगहों के लिए छोटे आकार के मिनी ट्यूब कटर का उपयोग किया जा सकता है। कटाई की प्रक्रिया में, ट्यूब कटर तांबे की नली के चारों तरफ एक बार घूमता है, और फिर हैंडल व्हील को हल्के से घुमा कर कस दिया जाता है और एक बार फिर यह नली के चारों तरफ घूम जाता है। अगर हैंडल व्हील बहुत अधिक कस जाए तो नली विकृत या टेढ़ी हो जाएगी और ब्लेड अनुपयोगी हो जाएगा।

चित्र 4.6: ट्यूब कटर, कैपिलरी ट्यूब कटर और बुरादा हटाने का औजार

कैपिलरी ट्यूब कटर

आरएसी तकनीशियनों के लिए यह एक बहुत महत्वपूर्ण औजार है। यह बिना किसी बुरादे के कैपिलरी नली को एक कोण पर काट सकता है। यह बहुत कम समय लेता है और इससे कोई बुरादा नहीं बनता। तकनीशियन कैपिलरी नली पर 45° का कोण बना कर कैपिलरी कटर का उपयोग कर सकते हैं। कैपिलरी कटर की जगह वायर कटर का उपयोग न करें, क्योंकि वायर कटर में कटर के भीतर कोण नहीं होता।

बुरादा हटाने का औजार (डिबर्रिंग टूल)

जब एक नरम तांबे की नली को एक ट्यूब कटर से काटा जाता है, तो इससे आम तौर पर कटे हुए सिरे पर कुछ नुकीले बुरादे बन जाते हैं। नली की दीवार की सतह को चिकना और साफ बनाए रखने के लिए बुरादों को रगड़ कर हटाना जरूरी होता है। अधिकतर ट्यूब कटर्स में रीमर भी जुड़े होते हैं। रीमर/डिबर्रिंग औजार का उपयोग तांबे की नली की बाहरी और भीतरी दोनों दीवारों से बुरादे हटाने के लिए किया जा सकता है। बुरादे हटाते समय औजार को निचले हाथ पर रखें और नली को ऊपर वाले हाथ पर, ताकि सभी बुरादे डिबर्रिंग औजार में जमा होते जाएँ। ऐसा नहीं करने पर बुरादे तांबे की नली में भीतर घुस जाएँगे।

स्वेजिंग किट युक्त फ्लेयरिंग टूल

एक फिटिंग के साथ तांबे की नली को जोड़ने के लिए आम तौर पर फ्लेयर्ड कनेक्शन का उपयोग किया जाता है। फ्लेयरिंग टूल में नली पकड़ने का एक उपकरण होता है, जिसे फ्लेयरिंग ब्लॉक कहते हैं। इसके साथ ही एक योक असेम्ब्ली होती है, जिसमें एक फीड स्क्रू और एक चिकनी सतह वाला फ्लेयर कम्प्रेशन कोन (cone) होता है। नलियों को फ्लेयरिंग बार में कस दिया जाता है, फिर योक को लगा कर फीड स्क्रू को तब तक घुमाया जाता है, जब तक एक शंकु (कोन) जैसा आकार नहीं बन जाता और हल्का सा प्रतिरोध देखने को नहीं मिलता।

एक मिश्रित फ्लेयरिंग और स्वेजिंग टूल में ब्लॉक का उपयोग नली को पकड़ने के लिए होता है और योक असेम्ब्ली से जुड़े हुए स्वेजिंग एडैप्टर्स को जब एक लीवर के साथ कसा जाता है तो नली बढ़ कर एक वांछित आकार हासिल कर लेती है।

चित्र 4.7: स्वेजिंग किट युक्त फ्लेयरिंग टूल

ट्यूब बेंडर (लीवर टाइप)

नली को सफाई के साथ और सटीक तौर पर मोड़ने के लिए ट्यूब बेंडर एक महत्वपूर्ण औजार है, जो इंस्टॉल किए जाने के बाद फिटिंग पर कोई जोर नहीं डालता। लीवर किस्म वाला ट्यूब बेंडर उपयोग करने से नलियों में ऐंठन नहीं आती, वे सपाट होने और पिचकने से भी बची रहती हैं। इसलिए यह एक अच्छी बात है कि एसी इन्स्टॉल करने और उनकी सर्विसिंग करने के समय लीवर टाइप ट्यूब बेंडर का उपयोग किया जाए। कुछ तकनीशियन स्प्रिंग बेंडर का उपयोग भी करते हैं, क्योंकि वे सस्ते होते हैं।

चित्र 4.8: ट्यूब बेंडर (लीवर टाइप), स्क्रबर–सह–तार ब्रश और सँड़सी

स्क्रबर–सह–तार ब्रश

ब्रेजिंग के पहले और बाद में तांबे की नलियों के जोड़ के बाहरी हिस्से को साफ करने के लिए स्क्रबर का उपयोग करें।

सँड़सी

सँड़सी का उपयोग उन वस्तुओं को उठाने के लिए किया जाएगा, जो बहुत गर्म हों और उन्हें हाथ से पकड़ कर नहीं उठाया जा सकता।

मेल और फीमेल क्विक कपलर

मेल और फीमेल कपलर्स का उपयोग नलियों को जोड़ने के लिए होता है, जिसमें नलियों को फ्लेयर करने की जरूरत खत्म हो जाती है और इससे समय बचता है। इनसे सर्विसिंग के दौरान रिसाव की संभावना भी खत्म हो जाती है, जो साधारण वाल्वों के मामले में हो सकती है। ये 1/4" की तांबे की नलियों के उपयुक्त हैं।

चित्र 4.9: मेल और फीमेल क्विक कपलर, डिजिटल क्लैंप मीटर और कोर रिमूवल टूल

डिजिटल क्लैंप मीटर

डिजिटल क्लैंप मीटर का उपयोग अनेक कार्यों में किया जा सकता है, और यह रेजिस्टेंस, एसी/डीसी वोल्टेज और करेंट को चेक करने में मदद करता है। यह 0-200kΩ के रेंज में रेजिस्टेंस, 1000V तक डीसी वोल्टेज और 750V तक एसी वोल्टेज तथा 0-300amp तक एसी करेंट की माप कर सकता है। इसका उपयोग कन्टीन्यूइटी/डायोड टेस्टर के रूप में भी किया जाता है, जिसमें एक साफ सुनाई पड़ सकने वाली बीप की आवाज आती है। इसे दीवार में लगे सॉकेट (वाल सॉकेट) में अर्थिंग की जाँच करने के काम में भी लाया जा सकता है।

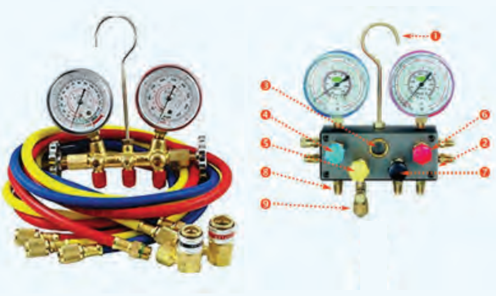
कोर रिमूवल टूल

स्प्लिट एसी की सर्विसिंग के लिए यह औजार महत्वपूर्ण है। इसका उपयोग रेफ्रीजेरेन्ट का बिना कोई नुकसान किए स्प्लिट एसी के सर्विस पोर्ट पर पिन वाल्व को बदलने के लिए किया जा सकता है। इसका उपयोग रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी और सिस्टम को हटाने के दौरान पिन वाल्व को हटाने के लिए भी किया जा सकता है। इस वाल्व पर काम करने के लिए सबसे पहले वाल्व को घड़ी की सुई की दिशा में कसें और कोर/पिन वाल्व में उसे अटका दें। उसके बाद वाल्व लगे हुए एक चार्जिंग होज को उससे जोड़े और फिर घड़ी की सुई की उल्टी दिशा में घुमाएँ। सिस्टम में दाब के चलते स्पिंडल (धुरी) में बाहर की तरफ धक्का लगेगा, इसके बाद वाल्व को बंद करें और फिर जरूरी प्रक्रिया पूरी करें।

दोतरफा गेज मेनिफोल्ड

बाजार में विभिन्न किस्मों के गेज मेनिफोल्ड उपलब्ध हैं। ये एसी सिस्टम में समस्याओं का पता लगाने में बहुत महत्वपूर्ण हैं। मुख्यतः इनका उपयोग सिस्टम को हटाने या चार्जिंग के दौरान होता है। इनमें दो शट–ऑफ वाल्व, तीन बाहरी कनेक्शन और दो प्रेशर गेज होते हैं। सभी गेज और लचीली नलियों (होज), जो मेनिफोल्ड को सिस्टम से जोड़ती हैं, के बीच अंतर को रंगों के जरिए दर्शाया जाता हैः नीला रंग सिस्टम के निम्न दाब पक्ष (लो साइड) और लाल रंग उच्च दाब पक्ष (हाई साइड) के बारे में बताता है। बाईं तरफ का गेज मिश्रित या सक्शन प्रेशर गेज कहलाता है। दाईं तरफ का गेज हाई प्रेशर या डिस्चार्ज प्रेशर गेज कहलाता है। दाईं तरफ का शट ऑफ वाल्व सेंटर पोर्ट और बाईं तरफ के पोर्ट (नीला, निम्न दाब पक्ष) के जरिए प्रवाह को नियंत्रित करेगा,

जबकि बायाँ शट ऑफ वाल्व (हैंड नॉब या हाथ से चलने वाली घुंडी) खुली अवस्था में होगा। सिर्फ सेंटर पोर्ट (पीली लाइन) से प्रवाह को ले जाना हो तो नीले लेबल वाले निम्न दाब पक्ष का शट ऑफ वाल्व बंद कर दें।



1. सपोर्ट बार (सहारे के लिए लगी छड़ी)
2. मेनिफोल्ड बॉडी
3. रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह को देखने के लिए शीशा
4. निम्न दाब वाल्व
5. निर्वात (वैक्युम) पंप वाल्व
6. उच्च दाब वाला वाल्व
7. वाल्व कनेक्शन – चार्जिंग सिलिंडर
8. होज कनेक्शन ¼" मेल फ्लेयर
9. निर्वात नली (वैक्युम होज) कनेक्शन ⅜"

चित्र 4.10: दोतरफा गेज और चौतरफा गेज मेनिफोल्ड

गेज वैक्युम (निर्वात) और दाब दोनों ही स्थितियों को दर्शाएगा, जो इस पर निर्भर करेगा कि हाथ से घुमाई जाने वाली घुंडियाँ (हैंड नॉब्स) खुली में हैं या बंद अवस्था में।

चौतरफा गेज मेनिफोल्ड

एक चौतरफा गेज मेनिफोल्ड एसी का काम करने वाले तकनीशियनों के लिए एक बुनियादी औजार है। यह सिस्टम के उच्च और निम्न दोनों तरफों के दाबों को माप कर बताता है। इसका उपयोग सिस्टम के निम्न दाब वाली तरफ में निर्वात (वैक्युम) को जानने के लिए भी किया जा सकता है।

एक चौतरफा मेनिफोल्ड समय की बचत करता है और हवा/नमी को घुसने से रोकता, क्योंकि इसके उपयोग के दौरान विभिन्न प्रक्रियाओं के लिए होज बदलने की जरूरत नहीं पड़ती है। निम्न और उच्च दोनों तरफों में वैक्युम पंप और चार्जिंग उपकरण,

चित्र 4.11: सिस्टम को खाली करने और भरने की किट

दोनों को ही काम की शुरुआत में ही जोड़ दिया जा सकता है। मेनिफोल्ड, सर्विस का सेंट्रल कंट्रोल है। बस एक तकनीशियन को उचित वाल्व का उपयोग करने की जरूरत पड़ती है।

सिस्टम को खाली करने और भरने की किट (इवैक्युएशन और चार्जिंग किट)

गैस भरने के पोर्टेबल गैस चार्जिंग स्टेशन में फीमेल क्विक कपलर्स वाले होज, वजन मापने का यंत्र, मेनिफोल्ड, उच्च निर्वात पंप (हाई वैक्युम पंप), वैक्युम गेज और प्रेशर गेज होता है। यह एसी सिस्टम को एक वांछित वैक्युम (निर्वात) पर खाली करने, और रेफ्रीजेरेन्ट की सटीक और निश्चित मात्रा चार्ज करने में मदद करता है।

प्रेशर गेज

प्रेशर गेज की विभिन्न किस्में होती हैं, जिनमें बोर्डन ट्यूब सबसे आम तौर पर उपयोग किया जाता है। ये प्रेशर और वैक्युम को मापने की विभिन्न रेंजों में उपलब्ध हैं। वैक्युम गेज का उपयोग वातावरण में मौजूद वायुमंडलीय दाब से कम दाबों को मापने के लिए किया जाता है (जैसेः –15 psig या –760 mmHg कुल वैक्युम के बराबर है)। एक मिश्रित गेज एक चल रहे सिस्टम के निम्न (लो) और उच्च (हाई), दोनों तरफ के दाब को मापने के लिए उपयोगी है।

एक थर्मो–कपल वैक्युम गेज ऐसे सूक्ष्म वैक्युम को मापने के लिए उपयोगी है, जिसको मिश्रित गेज का उपयोग करके पता लगाना मुश्किल है। यह गेज माइक्रॉन या पास्कल में वैक्युम की माप करता है। (1 माइक्रॉन = 0.001 mm; i.e. 1/1000mmHg)।

भार मापने का इलेक्ट्रॉनिक पैमाना (स्केल)

यह एसी में रेफ्रीजेरेन्ट की सटीक मात्रा चार्ज करने में मदद करता है।

मापने का फीता

विंडो एसी और स्प्लिट एसी लगाने (इन्सटॉल करने) के दौरान कमरे का आकार मापने के लिए मापने वाले फीते का उपयोग करने की जरूरत पड़ती है, ताकि हीट लोड का हिसाब लगाया जा सके और इंडोर और आउटडोर यूनिट्स की सही जगह तय की जा सके। यह नलियों को जरूरी आकार में काटने में भी मदद करता है।

चित्र 4.12: भार मापने का इलेक्ट्रॉनिक पैमाना (स्केल), मापने का फीता और स्पिरिट लेवल

स्पिरिट लेवल

एसी लगाने के दौरान, खास कर इंडोर यूनिट के मामले में, यूनिट को समतल लगाना जरूरी होता है। इसके लिए 150 mm (6") आकार का स्पिरिट लेवल उपयोगी होगा।

डिजिटल थर्मोमीटर

एक नोकदार (पंक्चर प्रोब वाला) डिजिटल थर्मोमीटर तापमान और आर्द्रता को मापने का एक उपकरण है। इसमें भीतर (इंडोर) और बाहर (आउटडोर) के तापमान को दिखाने वाले डिस्प्ले के साथ–साथ एक सटीक इलेक्ट्रॉनिक सिग्नल होता है। इसका संकेतक (इंडिकेटर) –50°C से 100°C के बीच तापमान को दिखा सकता है, और इस तापमान को फॉरेनहाइटया सेंटीग्रेड में बदलने के लिए एक स्विच भी होता है।

रिसाव का पता लगाने वाला लीक डिटेक्टर

एक एसी सिस्टम में रिसाव का होना अपरिहार्य है, क्योंकि सिस्टम में अनेक ढीले जोड़ या फिटिंग हो सकती हैं। या फिर उपकरण के चलने से होने वाले कंपन (वाइब्रेशन), अत्यधिक तापमान और वातावरण के नतीजे में भी रिसाव हो सकता है।

इलेक्ट्रॉनिक लीक डिटेक्टर अधिक सटीक होता है और इसका उपयोग बड़ी आसानी से किया जा सकता है। अधिक विकसित मॉडल इन्फ्रारेड संसर का उपयोग करते हैं और वे सालाना 2 gms से भी कम रिसाव का सटीक तौर पर पता लगा सकते हैं। HFCs, HCFCs और HCFC आधारित रेफ्रीजेरेन्ट मिश्रण को इस अत्यधिक विकसित तकनीक वाले औजार के जरिए आसानी से पता लगाया जा सकता है। इस डिटेक्टर में एक छन्नी (फिल्टर) होता है जो इसमें दूषणकारी तत्वों और पानी को घुसने से रोकता है। यह एक ऐसे परिवेश में भी काम करने में सक्षम है, जो रेफ्रीजेरेन्ट से दूषित हो। इसके लिए यह रि–कैलीब्रेशन के विकल्प का उपयोग करता है।

चित्र 4.13: डिजिटल थर्मोमीटर, लीक डिटेक्टर और प्रोपेन/एलपीजी गैस डिटेक्टर/अलार्म

प्रोपेन/एलपीजी गैस डिटेक्टर/अलार्म

इसका उपयोग एक स्थान या क्षेत्र में दहनशील, ज्वलनशील या विषैली गैसों का पता लगाने के लिए किया जाता है। ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट्स के साथ काम करते हुए इस प्रकार के उपकरण महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि अधिकांश रेफ्रीजेरेन्ट

गंधहीन होते हैं और उनका कोई भी उत्सर्जन या रिसाव खतरनाक होता है। किसी क्षेत्र में रिसाव होने की स्थिति में एक गैस डिटेक्टर वहां काम कर रहे ऑपरेटरों को इसकी चेतावनी दे सकता है और इस तरह उन्हें जरूरी सावधानियाँ बरतने का अवसर मुहैया कराता है।

रेफ्रीजेरेन्ट नलियाँ (होज)

नलियों की अनेक किस्मों में रेफ्रीजेरेन्ट स्टैंडर्ड होज, वैक्युम होज, सिरे पर बॉल वाल्व से युक्त रेफ्रीजेरेन्ट होज और खास तौर से डिजाइन किया गया HC रेफ्रीजेरेन्ट वेन्टिंग होज आदि आते हैं। रेफ्रीजेरेन्ट स्टैंडर्ड होज 50.8 mm x 6.35 mm (2" x 1/4) SAE साइज का होता है जिसमें 900 mm (35.43") लंबा फीमेल फ्लेयर कनेक्शन जुड़ा होता है। चार्जिंग के दौरान, रेफ्रीजेरेन्ट के न्यूनतम उत्सर्जन के लिए सिरे पर बॉल वाल्व युक्त रेफ्रीजेरेन्ट का उपयोग जरूर किया जाना चाहिए।

चित्र 4.14: रेफ्रीजेरेन्ट होज, लचीले होज के साथ कैन एडैप्टर और कंट्रोल वाल्व

लचीले होज के साथ कैन एडैप्टर

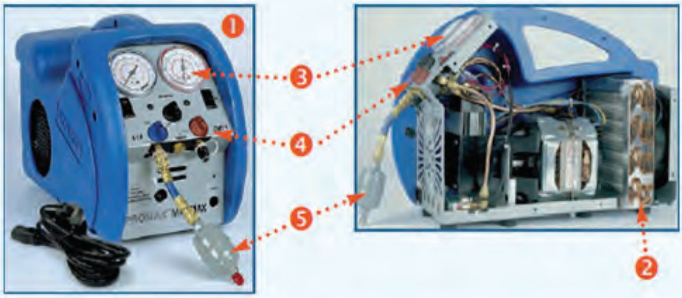
HC-290 अधिकतर कैन में उपलब्ध होता है। यह बात महत्वपूर्ण है कि निर्माता द्वारा बताई गई रेफ्रीजेरेन्ट की सटीक मात्रा एसी में चार्ज की जाए। इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि रेफ्रीजेरेन्ट कैन को इलेक्ट्रॉनिक पैमाने पर समुचित रूप से रखें और इसे लचीली कैपिलरी टाइप चार्जिंग लाइन की मदद से गेज मेनिफोल्ड के साथ जोड़ें। इसके लिए लचीली होज वाला एक रेफ्रीजेरेन्ट कैन एडैप्टर सबसे उपयुक्त रहता है।

कंट्रोल वाल्व

रेफ्रीजेरेन्ट चार्जिंग के दौरान उपयोग के लिए यह आदर्श है। यह कनेक्शनों के दौरान रेफ्रीजेरेन्ट या ऑयल के फुहारे छूटने (स्प्रे) से रोकता है।

रिकवरी सिलिंडर युक्त रेफ्रीजेरेन्ट रिकवरी मशीन

HCFCs के उत्सर्जन को घटाने और HCFC को क्रमशः बंद करने के फैसले का पालन करना महत्वपूर्ण है, इसलिए जितना संभव हो सके HCFC को रिकवर करना जरूरी है। इसी तरह HFCs को भी रिकवर करना चाहिए, क्योंकि उनमें ग्लोबल वार्मिंग को



1. रिकवरी यूनिट
2. कंडेन्सर व वेंटिलेटर
3. उच्च व निम्न दाब गेज
4. रेफ्रीजेरेन्ट इनलेट व आउटलेट वाल्व
5. इनलाइन फिल्टर ड्रायर

चित्र 4.15: **रेफ्रीजेरेन्ट रिकवरी मशीन**

1, 3 व 4 – रेफ्रीजेरेंट रिकवरी सिलिंडर
2 – लिक्विड लेवल फ्लोट
5 – सिलिंडर कट
6 – लिक्विड/वेपर वाल्व
7 – गैसीय रेफ्रीजेरेन्ट के लिए ट्रांस्फर लाइन
8 – तरल रेफ्रीजेरेन्ट के लिए ट्रांस्फर लाइन

चित्र 4.16: **रेफ्रीजेरेन्ट रिकवरी सिलिंडर**

बढ़ाने की क्षमता बहुत अधिक होती है। रेफ्रीजेरेन्ट्स की ऐसी रिकवरी के लिए एक रिकवरी मशीन जरूरी होती है। इसके लिए ऑयल–मुक्त (ऑयल–लेस) कंप्रेसर वाली रिकवरी मशीन के उपयोग की सलाह दी जाती है। ऑयल–मुक्त रिकवरी मशीन में इस बात का कोई जोखिम नहीं होता है कि कंप्रेसर से ऑयल रेफ्रीजेरेन्ट में मिल जाएगा।

अलग–अलग रेफ्रेजेरेंट की रिकवरी के लिए अलग–अलग रिकवरी सिलिंडरों का उपयोग किया जाना चाहिए। रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी के लिए डिस्पोजेबल (उपयोग के बाद फेंक दिए जाने वाले) सिलिंडरों का उपयोग न करें।

ब्रेजिंग टूल किट

पर्याप्त तापमान का उपयोग करते हुए एक उत्तम ब्रेजिंग करने के लिए एलपीजी ब्रेजिंग किट का होना सबसे जरूरी है। एक उदाहरण स्वर्ल जेट या स्पिट फायर का है, जो साधारण एलपीजी टॉर्च की तुलना में कहीं अधिक तापमान प्रदान कर सकता है। इससे भी बेहतर है ऑक्सी–एसिटिलीन ब्रेजिंग टॉर्च, लेकिन यह महंगा पड़ता है और आर्थिक सीमाओं के चलते संभव है कि इसका उपयोग न किया जा सके.।

चित्र 4.17: ऑक्सी– एसिटिलीन ब्रेजिंग सेट, ब्यूटेन / एलपीजी ब्रेजिंग सेट और ब्रेजिंग फिलर मेटल

ब्रेजिंग फिलर मेटल (भराई धातु)

ब्रेजिंग के लिए उपयोग में लाई जाने वाली भराई धातु से, समान और असमान धातुओं को ब्रेजिंग के तापमान पर आपस में जोड़ा जा सकता है। ब्रेजिंग फिलर धातु 538 से 816°C के तापमान रेंज पर पिघलती है। तांबे की ब्रेजिंग नलियों (कॉपर ट्यूब्स) के लिए उपयोग की जाने वाली कुछ फिलर सामग्री की दो श्रेणियाँ होती हैं, पहली श्रेणी में ऐसी मिश्र धातु आती है जिसमें 30% से 60% चांदी हो, और दूसरी श्रेणी तांबे की उन मिश्र धातुओं की है, जिनमें कुछ फॉस्फोरस होता है। पिघलने, प्रवाह और फ्लक्सिंग की विशेषताओं के लिहाज से इन दोनों श्रेणियों में अंतर होता है। इन दोनों किस्म की फिलर धातुओं से मजबूत जोड़ बनाए जा सकते हैं।

हीट डिफ्लेक्टर (ऊष्मा संकेंद्रक)

ब्रेजिंग के समय उष्मा को जोड़ पर केंद्रित करने के लिए एस्बेस्टस की परत वाले हीट डिफ्लेक्टर का उपयोग किया जाना चाहिए.।

चित्र 4.18: रेफ्रीजेरेन्ट आइडेन्टिफायर, तेल की कुप्पी (ऑयल कैन) और हीट डिफ्लेक्टर

रेफ्रीजेरेन्ट आइडेन्टिफायर (अभिज्ञापक)

रेफ्रीजेरेन्ट आइडेन्टिफायर की मदद से बहुत जल्दी, आसानी से और सटीक तरीके से रेफ्रीजेरेन्ट की पहचान की जा सकती है। यह भंडारण के लिए उपयोग किए जानेवाले सिलिंडरों में रेफ्रीजेरेन्ट की शुद्धता का भी पता लगाता है। विभिन्न रेफ्रीजेरेन्ट्स के संकेंद्रण को निर्धारित करने के लिए भी इसका उपयोग किया जा सकता है।

तेल की कुप्पी (ऑयल कैन)

तेल की कुप्पी का उपयोग पंखे के मोटर में तेल डालने के लिए किया जाता है, ताकि उसमें चिकनाई बनी रहे। यह सर्विसिंग के समय जरूरी होता है।

एयर वेलोसिटी मीटर (वायु संवेग मीटर अथवा एनिमोमीटर)

एनिमोनीटर, हवा की गति को मापने का एक उपकरण है। एनिमोमीटर की सबसे आम किस्म में एक गोलाकार रिंग में पंखे के ब्लेड लगाए गए होते हैं। जब इसे हवा के प्रवाह की दिशा में रखा जाता है तो उपकरण में मौजूद हल्की धातु के पत्ते इनसे होकर गुजरने वाली हवा के कारण घूमने लगते हैं। पत्तों के चक्कर खाने की गति, एनिमोमीटर से होकर गुजरने वाली हवा की गति की समानुपाती होती है। उपकरण में लगाई गई गियरिंग और क्लच की मशीनरी पत्तियों के चक्कर खाने की संख्याओं को गिनती है और इस तरह स्क्रीन पर हवा की गति प्रदर्शित होती है।

चित्र 4.19: एनिमोमीटर, हाथ से उपयोग किया जाने वाला बिजली का एयर ब्लोअर और साउंड लेवल मीटर

हाथ से उपयोग किया जाने वाला बिजली का एयर ब्लोअर (हैंड इलेक्ट्रिकल एयर ब्लोअर)

एसी की सर्विसिंग के समय इसका उपयोग इवैपोरेटर या कंडेन्सर क्वायल से तथा एसी के बाहरी हिस्सों से धूल के कण हटाने के लिए किया जाता है। इससे बहुत तेज गति से हवा फूंकी जाती है जो क्वायल और सिस्टम के बाहरी हिस्सों से धूल को उड़ा देती है।

साउंड लेवल मीटर (डीबी मीटर)

इसका उपयोग कंप्रेसर और एसी द्वारा पैदा हो रहे शोर और कंपन को मापने के लिए होता है। इसके ऊपरी सिरे पर एक नोक होती है, जो ध्वनि के नमूने लेकर उन्हें मापने वाला एक माइक्रोफोन है। मीटर के निचले हिस्से में बॉक्स के भीतर इलेक्ट्रॉनिक सर्किट माइक्रोफोन द्वारा हासिल की गई ध्वनि को मापता है और उसे अनेक तरह से एम्प्लीफाई और फिल्टर करता है, जिसके बाद नतीजे को वह डिजिटल एलसीडी डिस्प्ले पर प्रदर्शित करता है। जिन जगहों पर शोर के स्तर को ध्यान में रखना जरूरी हो, वहां इसका उपयोग भरोसेमंद है। लेकिन जिस वस्तु की जाँच की जा रही हो, उसके शोर के स्तर से, परिवेश के शोर का स्तर 12 dB कम होना चाहिए, वरना मीटर के नतीजे गलत आएँगे.।

2 स्टेज वाले रेगुलेटर व होज युक्त नाइट्रोजन सिलिंडर

एक रेफ्रीजेरेन्ट सिस्टम की धुलाई (फ्लशिंग) और रिसाव की जाँच के लिए नाइट्रोजन गैस के उपयोग की सलाह दी जाती है, क्योंकि यह एक निष्क्रिय गैस है जिसका ऑक्सीकरण नहीं होता यानी यह ऑक्सीजन के साथ मिल कर प्रतिक्रिया नहीं करती। सिलिंडर में नाइट्रोजन का दाब 2000 psi से अधिक है और इतना दाब गंभीर दुर्घटना को अंजाम दे सकता है। इसलिए किसी दुर्भाग्यपूर्ण घटना से बचने के लिए 2–स्टेज रेगुलटर का उपयोग जरूर करना चाहिए ताकि इसके निकास दाब को नियंत्रित रखा जा सके और इसे करीब 15–20 bar (220–290 psig) की सुरक्षित कार्यसीमा के भीतर रखा जा सके.।

दोहरे अवरोध (स्टेज) वाले रेगुलेटर दो अवस्थाओं (स्टेज) में स्रोत के दाब को घटा कर वांछित आपूर्ति दाब पर ले आते हैं। दोहरे स्टेज वाले रेगुलेटर का लाभ यह है कि यह एक निरंतर दाब पर गैस की आपूर्ति करने में सक्षम होता है, चाहे प्रवेश द्वार (इनलेट) पर दाब में कमी ही क्यों न आ जाए.।

चित्र 4.20: 2 स्टेज वाले रेगुलेटर युक्त नाइट्रोजन सिलिंडर और अग्निशमक

अग्निशमक

यह सबसे महत्वपूर्ण है, पावडर टाइप अग्निशमक को पास में रखना न भूलें। अग्निशमक का सिर्फ यही एक प्रकार है जो किसी भी तरह की आग (तेल, बिजली, कागज आदि) को बुझाने में इस्तेमाल किया जा सकता है। इसे एक सुरक्षित स्थान पर रखा जा सकता है, लेकिन इसे ऐसे रखा जाना चाहिए कि जरूरत पड़ने पर उपयोग करने के लिए इस तक आसानी से पहुँचा जा सके। बेहतर है कि इसको किसी कार्यशाला के प्रवेश द्वार के पास या ब्रेजिंग किट के करीब इस तरह रखा जाए कि आसानी से दिखाई दे सके। अग्निशमक के लेबल की जाँच जरूर कर लें, ताकि पता लग सके कि यह काम करने लायक है या नहीं.।

चुनिंदा औजारों व उपकरणों के गुणवत्ता का रख–रखाव (मेन्टेनेन्स)

'रख–रखाव' का मतलब है एक सामग्री, औजार या उपकरण को कामकाजी स्थिति में बनाए रखने या उसे फिर से कामकाजी बनाने के लिए सभी जरूरी कदम उठाना। इसमें सर्विसिंग, मरम्मत, बदलाव, आमूलचूल निरीक्षण और मरम्मत (ओवरहॉल), जाँच और स्थिति की पुष्टि शामिल हैं। रख–रखाव जरूरत पड़ने पर औजारों और उपकरणों की उपलब्धता को बढ़ाता है और उन्हें कामकाजी स्थिति में बनाए रखता है, जिसके लिए लुब्रिकेशन, उपकरणों और औजारों की आमूलचूल मरम्मत तथा तेल/लुब्रिकेंट का बदलाव आदि किया जाता है। औजारों और उपकरणों के अच्छे और समय पर होने वाले रख–रखाव से यह निश्चित हो जाता है कि जब जरूरी होगा तब ये उपकरण पर्याप्त रूप से काम आ सकेंगे।

1. आरएसी तकनीशियन जब इलेक्ट्रो–मैकेनिकल औजारों/उपकरणों का उपयोग कर रहे हों तो नियमित रूप से उनका रख–रखाव अनिवार्य है।
2. रख–रखाव का बुनियादी लक्ष्य औजारों और उपकरण में कोई खराबी आने से पहले ही उसे रोकना है।
3. रख–रखाव इस तरह किया जाता है कि वह औजारों और उपकरणों को सुरक्षित रखे और उनकी विश्वसनीयता बढ़े। इसके लिए उनके घिसे हुए पुर्जों को खराब होने से पहले ही बदल दिया जाता है।
4. यह विश्वसनीयता, सुरक्षा और उत्पादकता में मदद करता है और अपशिष्ट, गतिरोध, दुर्घटना और असुविधा उत्पन्न होने से बचाता है।

निर्वात (वैक्युम) पम्प

समय के साथ निर्वात पम्प ऑयल का ऑक्सीकरण हो सकता है या इसमें सिस्टम से नमी लग कर यह खराब हो सकता है, इसकी वजह से पम्प की अपने अधिकतम निर्वात स्तर (वैक्युम लेवल) तक पहुँचने की क्षमता घट जाती है। इसलिए सावधानी से ऑयल का रख–रखाव किया जाना चाहिए और इसे उचित अंतराल पर बदला जाना चाहिए या फिर पंप के 100 घंटे उपयोग में आने के बाद ऑयल को बदल दिया जाना चाहिए। इसके देखने के लिए दिए गए शीशे (साइट ग्लास) से ऑयल को चेक करें। अगर ऑयल दूधिया या जंग की तरह लाल रंग का दिखे तो इसे फौरन बदला जाना चाहिए। हमेशा ऑयल की वही किस्म उपयोग में लाएँ, जिसका सुझाव पंप के निर्माता ने दिया हो। निर्वात पंप ऑयल में एक निम्न वाष्प दाब (लो वेपर प्रेशर) होता है। इसलिए यह सामान्य हाइड्रॉलिक ऑयल या मोटर ऑयल से अलग होता है।

किसी भी रख–रखाव की शुरुआत से पहले बिजली के स्रोत से निर्वात पंप का संपर्क काट दें। कैलिब्रेटेड वैक्युम गेज या माइक्रॉन गेज से दाब को मापें। रख–रखाव के दौरान जो भी काम किया गया हो उसका विवरण दर्ज करें। हर महीने बिजली के तारों और प्लगों की घिसाई या टूट–फूट तथा नुकसान की जाँच करें। अगर कोई नुकसान या अत्यधिक घिसाई पाई जाए तो उसे बदलें। निर्वात पंप ऑयल को बदलने के चरण इस प्रकार हैं:

1. निर्वात पंप चलाएँ ताकि निर्वात पंप ऑयल गर्म हो सके।
2. निर्वात पंप को बंद करें और बिजली के स्रोत से इसके प्लग को हटा कर बिजली से इसका संपर्क काट दें।
3. एक समतल सतह पर निर्वात पंप को रखें।
4. पंप के निचले हिस्से में लगे ऑयल निकासी प्लग को खोल कर उसे अलग कर दें और पंप में से ऑयल को पूरी तरह बह कर निकल जाने दें।
5. निकासी (ड्रेन) प्लग को वापस उसकी जगह पर कस दें।
6. पंप के ऊपरी सिरे पर ऑयल भरने के लिए लगे प्लग (ऑयल फिल प्लग) को खोलें।
7. सुझाई गई मात्रा में निर्वात पंप ऑयल भरें और ऑयल देखने के लिए दिए गए शीशे (ऑयल साइट ग्लास) पर अंकित ऑयल के स्तर के पूर्ण निशान तक ऑयल को भर दें।
8. ऑयल फिल प्लग को वापस कस दें।
9. निर्वात पंप को थोड़ी देर के लिए चलाएँ।
10. ऑयल देखने के शीशे से ऑयल का स्तर चेक करें।

माइक्रॉन गेज

सिस्टम की मरम्मत या खाली करने में माइक्रॉन गेज बहुत महत्वपूर्ण है। इसे उत्तम अवस्था में बनाए रखना अनिवार्य है। सेंसर को नियमित रूप से चेक करना और सुरक्षित रखना चाहिए। कनेक्शनों को हमेशा साफ रखें। एक निर्वात गेज में कभी–कभी निर्वात चेंबर में ऑयल आ सकता है, और निर्वात सेंसर में भी ऑयल लग सकता है, जिससे सेंसर का सटीक प्रदर्शन (एक्योरेसी) प्रभावित हो सकता है। इसे आइसोप्रोपिल अल्कोहल से साफ करें। कोई भी दूसरा सॉल्वेंट उपयोग में न लाएँ। एक नाजुक उपकरण होने के कारण, खुद से कभी इनके साथ छेड़–छाड़ न करें बल्कि मदद के लिए इनके आपूर्तिकर्ता या निर्माता से संपर्क करें। मरम्मत के विवरणों को डायरी या मोबाइल फोन में दर्ज करें ताकि आगे भी उनसे मदद ली जा सके। रख–रखाव का विवरण (रेकॉर्ड) जरूर दर्ज किया जाना चाहिए।

मेनिफोल्ड गेज और भराई की नलियाँ (चार्जिंग होज)

मेनिफोल्ड गेज को बेहतर और सुरक्षित कामकाज के लिए साफ रखना चाहिए और नियमित रूप से इनका रख–रखाव करना चाहिए। मेनिफोल्ड को आम तौर पर अल्युमिनियम से बड़े सटीक तौर पर और बारीक सफाई से बनाया जाता है। इस

प्रक्रिया को प्रिसीजन मशीन्ड प्रक्रिया कहते हैं। इस मेनिफोल्ड में टेफ्लॉन वाल्व लगा होता है। ये हल्के स्पर्श की मदद से काम करने के लिए बने होते हैं, इसलिए उनको जोर से कभी भी नहीं कसना चाहिए। अगर किसी वाल्व में कोई रिसाव हो रहा हो तो वाल्व पिस्टन पर लगे O रिंग (छल्ले) को बदलने की जरूरत पड़ती है। मेनिफोल्ड को कभी बारिश में भींगने न दें या इनको नम या गीले परिवेश में उपयोग में न लाएँ। गेज का उपयोग करने से पहले अगर कोई पुर्जा बिगड़ा हुआ या टूटा हुआ दिखाई दे तो उसकी सावधानी से जाँच की जानी चाहिए ताकि यह तय किया जा सके कि यह ठीक तरीके से अपना काम कर पाएगा। अगर कोई संदेह हो तो इसे नहीं चलाया जाना चाहिए। एक गेज पर कभी भी उसके अधिकतम पैमाने (फुल स्केल रीडिंग) से अधिक दाब नहीं लगाया जाना चाहिए। अधिकतम पैमाने से अधिक दाब लगाने के नतीजे में उपकरण का कामकाज सटीक नहीं रह जाता, इससे सिस्टम में रिसाव हो सकता है और गेज की आयु बहुत कम हो सकती है। ऑक्सीजन सिलिंडरों के लिए उपयोग में लाए जाने वाले गेज को ऑयल और ग्रीज से मुक्त होना चाहिए और समुचित मानदंडों के अनुसार उन्हें ऑक्सीजन सर्विस के लिए साफ किया हुआ होना चाहिए। शराब या नशीली दवाओं के नशे में या थकान की अवस्था में गेज पर काम नहीं किया जाना चाहिए।

नलियों (होज) की समय–समय पर जाँच की जानी चाहिए। अगर किसी नली पर दाब लगा हुआ हो तो ऐसी स्थिति में उसको न खोलें।

हमेशा नलियों में कटाव, दरार, घिसाई, खुली हुई जोड़ों आदि की जाँच करते रहें। किसी भी पाइप के लिए पहले से बताए हुए कामकाजी दाब से अधिक दाब उस पर न डालें। किसी भी होज में अगर घिसाई या दुरुपयोग के लक्षण दिखाई दें तो उन्हें सर्विस से फौरन अलग कर दें।

रिसाव (लीक) डिटेक्टर

आप जिस रेफ्रीजेरेन्ट पर काम कर रहे हैं उसका पता लगा लेने के लिए बने उचित रिसाव डिटेक्टर को चुनें और उनका उपयोग करें। उनके सेंसरों का खयाल जरूर रखें। किसी भी सामग्री या किसी भी किस्म के दूषण से सेंसरों को संपर्क में आने से बचाना जरूरी है। जिस जोड़ की जाँच हो रही हो, उसमें और रिसाव डिटेक्टर के सेंसर के बीच 2mm की दूरी जरूर बनाए रखें। सेंसर को धूल से मुक्त क्षेत्र में रखें।

रेफ्रीजेरेन्ट की भराई का स्टेशन

एक सिस्टम में HCFC रेफ्रीजेरेन्ट को भरने का वही तरीका है, जो CFCs और HCs को भरने का तरीका होता है। आमतौर पर इनके लिए समान उपकरणों का उपयोग किया जा सकता है। लेकिन ध्यान रखें कि उपकरण में विभिन्न पदार्थ आपस में घुल–मिल कर एक दूसरे को दूषित न कर दें। इसके लिए उपकरण और इसके साथ जुड़े यंत्रों को ऑक्सीजन मुक्त शुष्क नाइट्रोजन (OFDN) से फ्लश करें। विभिन्न किस्म के रेफ्रीजेरेन्ट्स के लिए नलियों के अलग–अलग और उपयुक्त सेट का ही उपयोग करें, ताकि उन्हें एक दूसरे के संपर्क में आकर अशुद्ध कर देने और उच्च दाब से बचा जा सके।

रिकवरी यूनिट

पेशेवर ढंग से निर्मित यूनिट्स की तुलना में, जोड़ कर (असेम्बल करके) बनाए गए रिकवरी यूनिट उतने भरोसेमंद शायद न हों। अगर मशीन को नियमत रूप से और काफी अधिक उपयोग में लाया गया तो कंप्रेसर खराब हो सकता है और उसे बदलने की जरूरत पड़ेगी। इसलिए सलाह दी जाती है कि इस काम के लिए हमेशा ही एक अतिरिक्त कंप्रेसर को तैयार अवस्था में साथ रखें।

1. रिकवरी मशीन और प्रवेशिका नली (इनलेट होज) के बीच में एक फिल्टर ड्रायर का हमेशा ही उपयोग करें।
2. 'जले हुए' एसी से रिकवरी करते समय खास सावधानी बरतें। एक साथ दो हाई एसिड कैपेसिटी फिल्टरों का उपयोग करें। सिस्टम से रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी पूरी हो जाने के बाद, OFDN या साफ रेफ्रीजेरेन्ट और लुब्रिकेंट की थोड़ी सी मात्रा के साथ इसको फ्लश करें ताकि भीतर रह गया कोई भी बाहरी कण बाहर निकल आए।
3. रेफ्रीजेरेन्ट को हमेशा ही एक बाहरी स्टोरेज सिलिंडर में निकालें। कंडेन्सर में रह गया तरल रेफ्रीजेरेन्ट फैल (विस्तारित हो) सकता है और घटकों को नुकसान पहुँचा सकता है।
4. निश्चित करें कि किसी भी किस्म का रख–रखाव का काम शुरू करने से पहले बिजली की आपूर्ति बंद हो।
5. अगर यूनिट को भंडारित (स्टोर) करके रखना हो या उसका लंबे समय तक उपयोग नहीं किया जाना हो, तो सलाह दी जाती है कि उसमें से रेफ्रीजेरेन्ट का अवशेष (रेजीडुअल) निकाल लें और यूनिट को OFDN से साफ कर लें।
6. रिकवरी मशीन से अगर कोई असामान्य शोर या आवाज आती हुई सुनाई पड़े तो यह किसी संभावित खराबी का संकेत हो सकता है। संभव है कि पंखे का ब्लेड/गार्ड/आलंबन (माउंटिंग) ढीला हो गया हो और अगर उसका खयाल नहीं रखा गया तो यह कंडेन्सर को नुकसान पहुँचा सकता है। कैपेसिटर माउंटिंग, नलियों के आंतरिक जोड़ों और बिजली के सभी जोड़ों की जाँच करें।
7. अगर रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी अपर्याप्त हुई हो तो इसकी वजह यह हो सकती है कि रिकवरी यूनिट या रिकवरी सिलिंडर में घनीभूत होने में अक्षम (नॉन–कंडेन्सेबल) गैस मौजूद है।
8. सभी नलियों को ठीक तरह से साफ करें और रिकवरी सिलिंडर को खाली कर दें।
9. अगर यूनिट को चालू (स्टार्ट) करना मुश्किल हो तो कृपया पर्ज वाल्व (सफाई वाल्व) को ऑन करें, आंतरिक दाब को संतुलित करें और स्टार्ट होने को आसान बनाएँ।
10. इसे सुनिश्चित करें कि प्रवेशिका और निकास द्वार (इनलेट व डिस्चार्ज पोर्ट) सुरक्षित हों और साफ रहें। इसके लिए हरेक उपयोग के बाद उन पर प्लास्टिक की कैप वापस लगाएँ।
11. बेहतर नतीजों के लिए, फिल्टर को प्रवेशिका द्वार से मजबूती से जोड़े रखें और नियमित रूप से इसे बदलते रहें।
12. नलियों (होज) को समय–समय पर बदलते रहें, क्योंकि समय के साथ उनमें रिसाव होने लगता है और उनमें दूषित करने वाले पदार्थ जमा होते जाते हैं।

05

तांबे की नलियों (ट्यूब्स) की प्रोसेसिंग और ब्रेजिंग

पृष्ठभूमि

रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग (RAC) में अधिकतर तांबे से बनी नलियों (ट्यूबिंग) का उपयोग किया जाता है। एयर–कंडिशनिंग में सभी नलियों का बड़ी सावधानी से प्रसंस्करण (प्रोसेस) किया जाता है, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि वे भीतर से साफ और सूखी हुई हैं। तांबे की नलियों के प्रकार (टाइप) और उनके आकार (साइज) की पहचान करना, तांबे की नलियों के साथ काम करने वाले औजारों का चुनाव और उनका समुचित उपयोग बहुत महत्वपूर्ण है ताकि तांबे की नलियों को लगाने के विभिन्न चरणों, जैसे कि मोड़ने (बेंडिंग), फ्लेयर्ड कनेक्शंस और ब्रेजिंग से जोड़ों को बनाने आदि को समझा जा सके। ब्रेजिंग (हिंदी में इसे उत्ताप टंकन कहते हैं), आरएसी में दो धातुओं या मिश्र धातुओं की नलियों को जोड़ने की एक प्रक्रिया है। तकनीशियन को यह समझने की जरूरत है कि रेफ्रीजेरेन्ट का उत्सर्जन पर्यावरण को नकारात्मक रूप से प्रभावित करता है, और ब्रेजिंग और फ्लेयर कनेक्शन जैसे तांबे की नलियों का प्रसंस्करण समुचित तरीके से किया जाना चाहिए ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि रेफ्रीजेरेन्ट उपकरण के भीतर ही बंद रहें। ब्रेजिंग की प्रक्रिया में आग की लौ का उपयोग किया जाता है, इस प्रक्रिया में बहुत गर्मी (उष्मा) उत्पन्न होती है। इसलिए ब्रेजिंग करते समय सुरक्षा संबंधी सावधानियाँ बरतना बहुत महत्वपूर्ण है।

तांबे की नलियाँ

ASTM और IS10773 मानक RAC में तांबे की नलियों के रेफ्रिजरेंट के साथ वांछित डिजाइन, शुद्धता, आकार, सुरक्षा और संगतता निर्दिष्ट करते हैं जब एयर–कंडिशनिंग के लिए तांबे की नलियों का निर्माण किया जाता है, तो नमी को पूरी तरह खत्म करने के लिए नलियों को भीतर से अच्छे से सुखाया (निर्जलीकृत किया) जाता है। इसके बाद नलियों में निम्न–दाब वाली नाइट्रोजन गैस भरी जाती है और इसे हवा में मौजूद ऑक्सीजन और नमी से दूषित होने से बचाने के लिए इसके दोनों सिरों पर ढक्कन (बंच) लगा कर इसे सील कर दिया जाता है। तांबे के अणुओं के साथ ऑक्सीजन के

चित्र 5.1: तांबे की नलियाँ (ट्यूब्स)

अणु मिल जाएँ (जिसे ऑक्सीकरण कहते हैं) तो नली के भीतर कॉपर ऑक्साइड की एक परत बन जाएगी। ढक्कन धूल और अन्य बाहरी तत्वों को भी बाहर रखता है, जो रेफ्रीजेरेशन सिस्टम को दूषित कर सकते हैं। नलियों को काटने के बाद ढक्कन या प्लग को वापस उसकी जगह पर लगा दिया जाना चाहिए।

एसी में उपयोग की जाने वाली नलियों को उनके बाहरी व्यास के आधार पर मापा जाता है। एयर–कंडिशनिंग और रेफ्रीजेरेशन नलियों को उनकी मोटाई के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

तालिका 5.1: तांबे की नलियाँ और उनकी मोटाई

बाहरी व्यास इंच (मिमी)	दीवार की मोटाई इंच (मिमी)
1/4 (6.35)	0.030 (0.762)
3/8 (9.525)	0.032 (0.813)
1/2 (12.7)	0.032 (0.813)
5/8 (15.875)	0.035 (0.889)
3/4 (19.05)	0.035 (0.889)
7/8 (22.225)	0.045 (1.143)
1 1/8 (28.575)	0.050 (1.27)
1 3/8 (34.925)	0.050 (1.27)

बाजार में तीन प्रकार की तांबे की नलियाँ उपलब्ध हैं:

- K क्लास: मोटी दीवार वाली नलियाँ जिनका उपयोग भारी काम वाले उपकरणों में और ऐसी जगहों में किया जाता है जहाँ उनका क्षरण होने की आशंका हो।
- L क्लास: मध्यम मोटाई की दीवार वाली नलियाँ जिनको करीब सभी उपकरणों में व्यापक रूप से उपयोग में लाया जाता है। (L और K क्लास की नलियाँ रूम एसी के लिए उपयुक्त होती हैं)।
- M क्लास: पतली दीवार वाली नलियाँ जिनको एयर–कंडिशनिंग सिस्टम में इस्तेमाल नहीं किया जाता क्योंकि वे सुरक्षा जरूरतों पर खरी नहीं उतरतीं।

तांबे की नलियों पर काम

तांबे की नलियों पर किए जाने वाले काम में निम्नलिखित प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं:

- सीधा करना (स्ट्रेटेनिंग) और मापना
- कटाई (कटिंग)
- घिसाई (रीमिंग)
- मोड़ना (बेंडिंग)
- सफाइ पॉलिश लगाना

- सॉफ्ट–ड्रॉन तांबे की नलियों की स्वेजिंग (उनके आयाम में बदलाव करना)
- सॉफ्ट–ड्रॉन तांबे की नलियों की फ्लेयरिंग, और
- ब्रेजिंग

इन सभी कार्रवाइयों को बहुत सावधानी से करने की जरूरत होती है, जिसमें सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके अपनाए जाने चाहिए। उपयुक्त आकार की तांबे की नलियों का उपयोग करें, जो एक खुलने वाली दूरबीन की तरह एक दूसरे में अच्छे से समा जाएँ जैसे 5/8 से ½", ½ से 3/8", 3/8 से ¼" (15.8 mm से 12.7 mm, 12.7 mm से 9.5 mm, 9.5 mm से 6.3 mm)।

नली को सीधा करना और मापना (स्ट्रेटेनिंग और मेजरिंग)

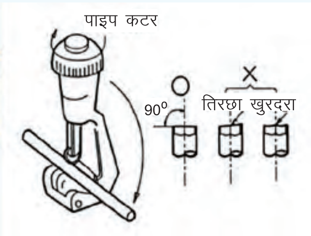
एयर–कंडिशनिंग में उपयोग होने वाली तांबे की नली को सीधी करने की प्रक्रिया का एक फोटो नीचे चित्र 5.2 में दिखाया गया है। तांबे की नली के प्रसंस्करण में यह पहला कदम है। नली को उसके दोनों सिरों तक सीधा करना चाहिए। नली इस तरह सीधी की जाती है कि एक हाथ से नली के छल्ले (कॉइल) को पकड़ा जाए और दूसरे हाथ या पैर से नली के मुक्त सिरे को एक समतल सतह पर दबा कर स्थिर रखा जाए। इसके बाद छल्ले (कॉइल) को वांछित लंबाई तक खोल दिया जाता है। जितनी लंबी नलियों की जरूरत हो, उतनी ही खोलें, उससे अधिक नहीं, क्योंकि नलियों का फिर से छल्ला बनाना मुश्किल होता है क्योंकि उनमें मोड़ या ऐंठन आ जाती है।

नली को काटने से पहले उस पर निशान लगाना जरूरी है। चिह्नित हिस्से को एक समतल सतह पर सुरक्षित तरीके से लगाएँ, ध्यान रखें कि उसे कोई नुकसान न पहुँचे। तांबे की नलियों पर काम करते समय सही आयाम बना कर उन्हें अपनाना चाहिए।

चित्र 5.2: नली को सीधा करना और मापना

तांबे की नली की कटाई

एसी की सर्विसिंग में, तांबे की नली की कटाई सटीक ढंग से होनी चाहिए। हालाँकि तांबे की नली की कटाई एक आसान काम है, लेकिन इसे उचित ढंग से किया जाना चाहिए। इसका जरूर ख्याल रखें कि काटे जा रहे सिरों को कोई नुकसान न पहुँचे। नली की कटाई करने के लिए ट्यूब कटर का ही उपयोग करें। तांबे की नलियों के कटर 90° के सटीक कोण पर कटाई करते हैं। कटे हुए हिस्से की सतह खुरदरी या तिरछी नहीं होनी चाहिए। यह नली की धुरी के समकोण में होनी चाहिए और इसे चिकना होना चाहिए। ब्लेड पर अत्यधिक दबाव न डालें, क्योंकि कटर पर अधिक दबाव पड़ने पर नली का कटाव (मुँह) पिचक सकता है और उसमें बुरादे बन सकते हैं। नली को ऐंठने से बचें और कटाव को निचली सतह तक या दूसरी ओर तक पहुँचने दें। नली के आकार के मुताबिक ही कटर का चुनाव करें, तांबे की नर्म नलियों को काटने के लिए हैकसॉ या किसी अन्य औजार का उपयोग न करें। हैकसॉ का उपयोग सिर्फ बड़ी और कठोर नलियों को काटने के लिए ही होता है। कटर की ब्लेड को तेज, धारदार रखें। वांछित लंबाई में काटने के बाद बची हुई नलियों के छल्ले के सिरे पर ढक्कन या प्लग जरूर लगा दें ताकि उसका अंदरूनी हिस्सा दूषित न हो। सँकरी, सीमित जगहों में एक मिनी ट्यूब कटर का उपयोग किया जा सकता है।



चित्र 5.3: तांबे की नली की कटाई

घिसाई (रीमिंग)

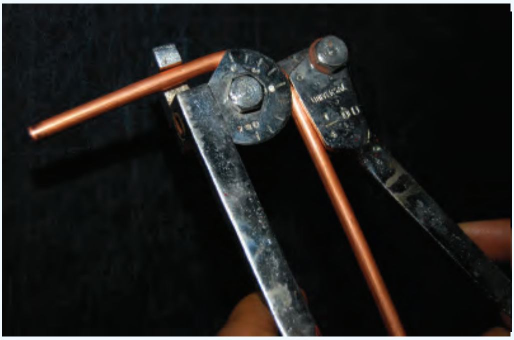
कटाई के बाद नली के सिरों पर कुछ नुकीले बुरादे होंगे और उन्हें हटाना जरूरी होता है। रीमिंग बुरादों को हटाने और सिरों को एक समतल सतह पर घिसने की प्रक्रिया है। नली के सिरे और रीमर को बिना टेढ़े या विचलित हुए एक दूसरे के सामने रहना चाहिए। बुरादे को हटाने के लिए, रीमर को नली के जरूरी सिरे पर लगाएँ और उसे हल्के–हल्के घुमाएँ। रीमर की मदद से बाहर और भीतर दोनों तरफ के बुरादे हटाएँ। यह सावधानी बरतें कि तांबे के टुकड़े या बुरादे नलियों के भीतर न चले जाएँ। घिसाई की प्रक्रिया में नली को उलट कर या ऐसे कोण पर पकड़ें कि बुरादे फर्श पर गिरें। नली के कटे हुए सिरे का एक समुचित आयाम में होना जरूरी है। भीतरी हिस्से में

बुरादे या उभार, नलियों को जोड़ते समय समस्या पैदा करेंगे। कटे हुए सिरे पर नली की मोटाई बाकी की नली की मोटाई जितनी ही होनी चाहिए।

चित्र 5.4: घिसाई (रीमिंग)

मोड़ना (बेंडिंग)

एक एयर–कंडिशनिंग सिस्टम में तांबे की नलियों के काम में बेंडिंग सबसे महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं में से एक है। यह कार्रवाई सर्विसिंग के दौरान एसी में कई जोड़ लगाने से बचने में मदद करती है। नलियों को मोड़ते समय यह सुनिश्चित करें कि मोड़ की जगह नली की पूरी सतह गोल बनी रहे। नली पिचकनी या सपाट नहीं होनी चाहिए। उचित बेंडिंग ऐसी होनी चाहिए कि नली सपाट न हो जाए या उसमें ऐंठन न आ जाए। इसके लिए बेंडिंग औजार की कैलिब्रेटेड लीवर वाली किस्म (कैलिब्रेटेड लीवर टाइप बेंडिंग टूल) का उपयोग करना चाहिए। नलियों को मोड़ने के लिए लीवर–टाइप बेंडर उपयोग में आसान होते हैं और उन्हें इस तरह कैलिब्रेट किया गया होता है कि उनसे छोटी त्रिज्या वाले 180° तक के मोड़ (बेंड) बनाए जा सकते हैं। कुछ बेंडर एक ही आकार की नली के लिए बनाए गए होते हैं, जबकि कुछ बेंडरों को विभिन्न आकार की नलियों पर उपयोग किया जा सकता है।



चित्र 5.5: मोड़ना (बेंडिंग)

मोड़ने के चरण

स्थापन (पोजिशनिंग): मोड़ने वाले औजार का व्यास तांबे की नली के व्यास से जरूर मेल खाना चाहिए। हैंडल 180° पर हो और नली को पकड़ने वाली क्लिप उठी हुई हो, तब नली को पहिएदार खाँचे (फॉर्मिंग व्हील ग्रूव) में प्रविष्ट कराना चाहिए।

मोड़ना शुरू करने का स्थापन: नली को पकड़ने वाली क्लिप को नली के ऊपर रखें और हैंडल को करीब–करीब समकोण पर ले आएँ, फॉर्मिंग शू को नली के संपर्क में लाएँ। तब फॉर्मिंग व्हील पर शून्य का निशान, फॉर्मिंग शू के सामने वाले छोर के बराबर में होना चाहिए।

नली को मोड़ना: एक सहज, निरंतर गति के साथ हैंडलों को एक दूसरे की तरफ खींचते हुए नली को मोड़ें। मोड़ का वांछित कोण फॉर्मिंग व्हील के कैलीब्रेशन द्वारा दर्शाया जाएगा।

औजार को हटाना: मुड़ी हुई नली को इस तरह हटाते हैं कि हैंडल को नली के साथ एक समकोण बनाते हुए घुमाएँ, और इस प्रक्रिया में फॉर्मिंग शू को नली से अलग कर दें। इसके बाद नली को पकड़ने वाली क्लिप को खोले दें।

चित्र 5.6: मोड़ने के चरण

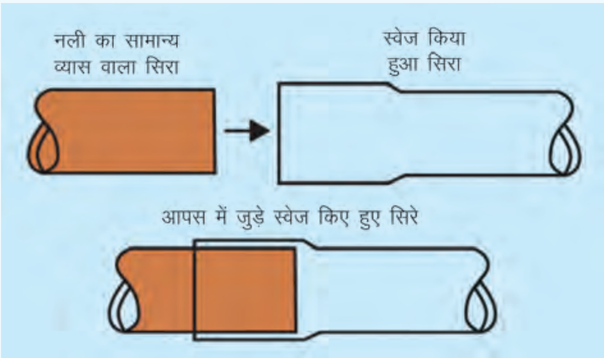
सफाई और पॉलिशिंग

तांबे की नलियों को हमेशा साफ रखना जरूरी है। इसके लिए पॉलिश, एमरी क्लॉथ, वायर ब्रश आदि जैसे अपघर्षकों (अब्रेसिव) का उपयोग किया जाना चाहिए। सतह को साफ करने के लिए प्लास्टिक के खुरदरे मार्जक (स्काउअरिंग पैड) का उपयोग करते हैं। सफाई के कणों या बारीक टुकड़ों को नली के भीतर जाने से रोकें। अंदरूनी फिटिंग की सफाई के लिए समुचित आकार की फिटिंग ब्रश का ही उपयोग करना चाहिए।

चित्र 5.7: सफाई (बाएँ) और पॉलिशिंग (दाएँ)

स्वेजिंग

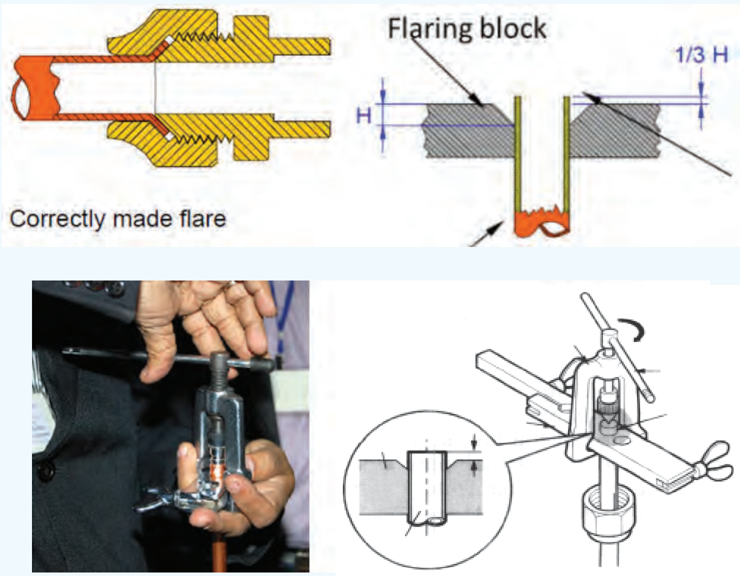
स्वेजिंग से समान व्यास की दो नलियों को आपस में जोड़ा जाता है। स्वेजिंग, तांबे की नर्म नलियों (सॉफ्ट कॉपर ट्यूबिंग) के एक सिरे के व्यास को इस तरह बड़ा करने की एक प्रक्रिया है, कि उसमें दूसरा सिरा समा सके। इस तरह स्वेज किए हुए जोड़ को ब्रेजिंग के जरिए पक्का करना पड़ता है। स्वेज करने के लिए, फ्लेयरिंग ब्लॉक, हथौड़ी और उचित आकार का स्वेजिंग औजार जरूरी होता है। नली के समाने के लिए छेद के सही आकार का चुनाव बहुत महत्वपूर्ण है। फ्लेयरिंग ब्लॉक पर नली की स्थिति नली के बाहरी व्यास से 3 mm अधिक होनी चाहिए। आपस में मिलने वाली तांबे की दोनों नलियों का ओवरलैप (अतिच्छादन), नलियों के बाहरी व्यास के बराबर होना चाहिए।



चित्र 5.8: स्वेजिंग

उभारना (फ्लेयरिंग)

फ्लेयर कनेक्शन बनाना नलियों को फिटिंग से जोड़ने का एक आम तरीका है। एयर कंडिशनर सर्विसिंग में चूड़ियों वाले मेल (उंसम) फ्लेयर फिटिंग के साथ तांबे की नली को जोड़ने के लिए फ्लेयरिंग का काम बहुत सफाई से करने की जरूरत पड़ती है। तांबे की नली का सिरा 45° के कोण पर फ्लेयर किया जाता है। नली का फ्लेयर किया हुआ सिरा, जोड़े जाने वाली फिटिंग के मेल (male) अंश पर बैठता है। फ्लेयरिंग करने के लिए एक फ्लेयरिंग ब्लॉक और एक फ्लेयरिंग योक की जरूरत होती है। यह एक यांत्रिक जोड़ है, जिसमें बीच में कोई गैस्केट नहीं लगाया जाता। नर्म तांबे का फ्लेयर फिटिंग के आकार का हो जाता है और उसके साथ ठीक से कस जाता है। इसलिए फ्लेयरिंग की प्रक्रिया में बहुत ध्यान देने की जरूरत पड़ती है। फ्लेयर के जोड़ सावधानी से बनाए जाने चाहिए, ताकि रेफ्रीजेरेन्ट के उत्सर्जन की आशंका न रहे।



चित्र 5.9: फ्लेयरिंग

फ्लेयरिंग के चरण

कटाई, घिसाई और सफाई की प्रक्रिया के बाद ये कदम उठाए जाने चाहिए।

नली को फ्लेयरिंग औजार में कसें: फ्लेयर नट को नली के ऊपर रखें, नट की चूड़ियाँ नली के उस सिरे की तरफ रहनी चाहिए जिस तरफ फ्लेयर किया जाना है।

इसके बाद नली को फ्लेयरिंग औजार की फ्लेयरिंग छड़ियों (bars) के बीच में रखें। छड़ियों का मुंह, फ्लेयर होने वाली नली के व्यास के बराबर होना चाहिए।

फ्लेयर बनाएँ: नली के सिरे पर कंप्रेशन कोन (संघनक शंकु, compression cone) को लगाएँ और स्क्रू को कसें। हैंडल घुमाने पर कोन (शंकु) नली के सिरे को फ्लेयर करने (उभारने) लगता है।

अपने काम का निरीक्षण करें: फ्लेयरिंग औजार से नली को हटाने के बाद अपने काम का निरीक्षण जरूर करें। अगर नली के सिरे में दरार या टूटन आ गई हो तो फ्लेयर किया हुआ हिस्सा काट दें और प्रक्रिया को फिर से दोहराएँ। यह जरूरी है कि मेल फ्लेयर के मिलन (यूनियन), फीमेल फ्लेयर–नट और फ्लेयर की गई तांबे की नली की कसी हुई स्थिति की जाँच की जाए। फिटिंग कसी हुई और साफ होनी चाहिए।

जुड़ाई (असेम्ब्लिंग): फ्लेयर यूनियन को नली के फ्लेयर किए हुए सिरे के सामने रखें और फिर नट को नीचे की तरफ खिसकाएँ। अगर ठीक से किया जाए तो फिटिंग को हाथ से ही आसानी से कसा जा सकता है। पाइप का जोड़ या सील करने के लिए किसी अन्य वस्तु (जैसे तेल या टेफ्लॉन टेप) की जरूरत नहीं है।

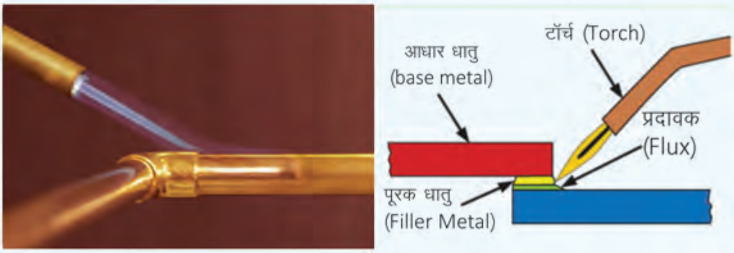
कसना: जोड़ को कसने के लिए एक रेंच यूनियन पर और एक रेंच नट पर लगाएँ। फ्लेयर के जोड़ को जरूरत से अधिक न कसें। एक बार हाथ से पुर्जों के फिट हो जाने के बाद हर एक नट/रेंच को बस आधा घुमाने (कसने) भर से ऐसा जोड़ बन जाता है कि उससे गैस का रिसाव नहीं हो सकता।

चित्र 5.10: फ्लेयरिंग के चरण

ब्रेजिंग

ब्रेजिंग यानी उत्ताप टंकन, जोड़ लगाने की एक प्रक्रिया है, जिसका उपयोग आम तौर पर वातानुकूलन यंत्र (एयर–कंडिशनर) के कल–पुर्जों और नलियों में मजबूत और पुख्ता जोड़ लगाने के लिए किया जाता है। ब्रेजिंग की मदद से तांबे और तांबे, तांबे और अल्युमिनियम तथा तांबे और इस्पात (स्टील) की नलियों को आपस में जोड़ा जा सकता है और इस विधि से जुड़ने के बाद वे कंपन (वाइब्रेशन), आघात (शॉक) और तनावों आदि को सहने के काबिल हो जाती हैं। रिसाव से मुक्त जोड़ लगाने की यह सबसे अच्छी विधियों में से एक है।

ब्रेजिंग विधि से जोड़ने के लिए एक स्ट्राइकर, एयर–कंडिशनिंग सर्विस रेंच, ब्रेजिंग रॉड या पूरक सामग्री, तथा एक एसिटिलीन–ऑक्सीजन सिलिंडर और टॉर्च की जरूरत होती है। इसे चित्र 5.11 में दिखाया गया है।



चित्र 5.11: उत्ताप टंकन (ब्रेजिंग)

अगर तांबे की नली को जोड़ने के लिए उपयोग में लाई जा रही पूरक धातु को पिघलाने के लिए जरूरी तापमान 450°C से अधिक हो तो जोड़ लगाने की इस विधि को ब्रेजिंग कहते हैं। अगर जोड़ लगाने के लिए इससे कम तापमान ही जरूरी हो तो उस विधि को सोल्डरिंग कहते हैं। ताप का स्रोत इस पर निर्भर करेगा कि जोड़ी जाने वाली नली का आकार क्या है। वातानुकूलन यंत्र के मामले में जोड़ लगाने के लिए आम तौर पर ताप के स्रोत से 450°C तापमान उत्पन्न होना चाहिए। ब्रेजिंग रॉड को तांबे की गर्म नलियों के संपर्क में आते ही पिघलना चाहिए, और इसे कभी भी सीधे टॉर्च की लौ से गर्म करके पिघलाना नहीं चाहिए। यह तभी हो सकता है कि जब तांबे की नलियों को उचित तापमान पर गर्म किया जाए। गर्म आधार धातु (तांबे की नलियों) के संपर्क में आकर पिघला हुआ पूरक छड़ केशिका गति (कैपिलरी एक्शन) के चलते रिस कर जोड़ी जा रही तांबे की दोनों नलियों के बीच की जगह में जाकर जम जाएगा। पिघली हुई धातु में केशिका गति तभी होगी, जब दोनों नलियों के बीच एक निश्चित दूरी बनाई रखी जाए और जोड़ के दोनों तरफ और जोड़ वाली जगह पर लौ को घुमाते रहा जाए।

ब्रेजिंग के दौरान टयूबिंग में ऑक्साइड के गठन को रोकने के लिए, ट्यूब संरचना से बहुत कम दबाव में नाइट्रोजन पास करें। ब्रेजिंग के दौरान सर्विस वॉल्वों को गीले कपड़े या उष्मारोधी हीट सिंक सामग्री की मदद से बचाना चाहिए। विभिन्न किस्म के जोड़ों के लिए सिर्फ सुझाए गए पूरकों (फिलर्स) का ही उपयोग करें।

ब्रेजिंग करते वक्त सुरक्षा संबंधी सावधानियाँ

"सुरक्षा सबसे पहले और हर जगह"। ब्रेजिंग के दौरान सुरक्षा के लिए खास तौर से बनाए गए गॉगल्स, जूते, एप्रन/प्रयोगशाला कोट और दस्तानों जैसे निजी रक्षण उपकरणों (पीपीई) का उपयोग जरूर करें।

चित्र 5.12: ब्रेजिंग करते वक्त सुरक्षा संबंधी सावधानियाँ

सुरक्षा के लिहाज से धूम्रपान एक महत्वपूर्ण मुद्दा है। प्रयोगशाला या काम की जगह पर कभी भी धूम्रपान नहीं करना चाहिए। कामकाज के सुरक्षित माहौल में काम करने को हमेशा एक आदत बनाएँ और ऐसी जगहों पर प्राथमिक सहायता किट तथा अग्निशमक को सुविधाजनक स्थानों पर लगाने के साथ–साथ सुरक्षा संकेतों को लगाने की याद भी दिलाएँ। यह अपने लिए, दूसरे लोगों और संपत्ति की सुरक्षा के लिए जरूरी है। ब्रेजिंग करते हुए, ताप का स्रोत इस पर निर्भर करता है कि जोड़ी जाने वाली नलियों का क्या आकार है। इसके लिए जरूरी है कि औजारों और उपकरणों का सावधानी से उपयोग किया जाए। अगर प्रदावक (फ्लक्स) का उपयोग जरूरी हो तो उसे उँगलियों से नहीं लगाएँ।

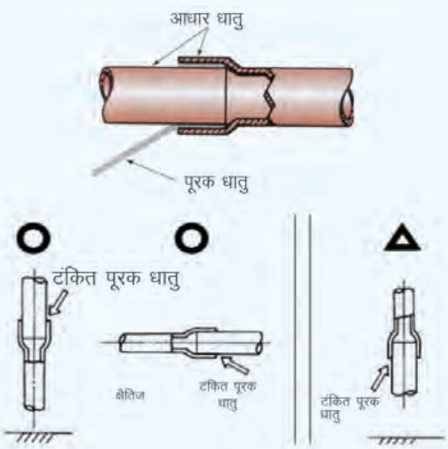
टॉर्च का मुँह कभी भी एक खुली हुई लौ या चिन्गारी की तरफ करके न रखें। यह सुझाव दिया जाता है कि टॉर्च को जलाने के लिए एक स्पार्कर का ही उपयोग करें, माचिस या सिगरेट लाइटर का उपयोग न करें। एसिटिलीन और ऑक्सीजन दोनों रेगुलेटरों के लिए फ्लैशबैक अरेस्टर का उपयोग करना चाहिए। काम करने की जगह पर हमेशा एक अग्निशमक रखें।

ब्रेजिंग के लिए पूरक सामग्री (फिलर मटेरियल)

पूरक सामग्री तरल अवस्था में केशिका गति के चलते जोड़े जा रहे दो या अधिक पुर्जों के बीच में जाकर जम जाती है। पूरक सामग्री आधार धातु (जिसे क्लेदक या वेटिंग के नाम से जाना जाता है) की एक पतली सतह के साथ क्रिया करती है और जब यह ठंडी हो जाती है तो जोड़ों को भर कर उन्हें एक साबुत पुर्जा तरह बना देती है जिससे उनमें रिसाव की संभावना खत्म हो जाती है।

उत्ताप टंकन (ब्रेजिंग) पद्धति से लगाया गया जोड़ पूरक धातु से अधिक मजबूत होता है, जिसकी वजह जोड़ की ज्यामिती और धातुओं का आपस में बनने वाला जोड़ है।

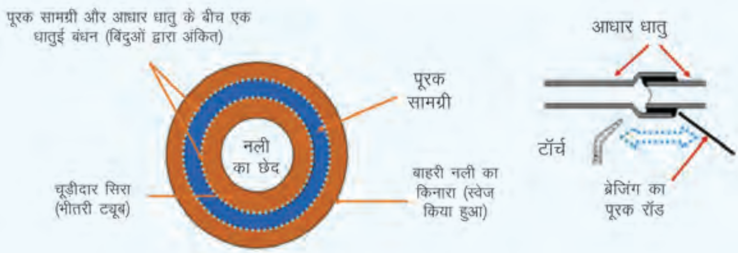
इस्पात के आधार धातु को तांबे के साथ टंकित करने के लिए आम तौर पर चाँदी (Ag) 35% का उपयोग पूरक धातु के रूप में किया जाता है। सोडियम, पोटैशियम, लिथियम और बोरेक्स से बने प्रदावकों का उपयोग लेई (पेस्ट), पाउडर के रूप में उपयोग किया जाता है, ताकि जोड़ी हुई धातु से ऑक्साइड्स को हटाया जा सके। तांबे से तांबे के बीच में जोड़ लगाते समय कम से कम 2% चाँदी मिश्रधातु (सिल्वर एलॉय) का उपयोग पूरक सामग्री के रूप में किया जाना चाहिए।



चित्र 5.13: जोड़ों में टंकित पूरक धातु का वितरण

उत्ताप टंकन बिंदु (ब्रेजिंग जॉइंट)

उत्ताप टंकन बिंदु की प्रक्रिया में, पिघली हुई पूरक धातु, आधार की उबड़–खाबड़, अनियमित सतह पर इस तरह से जुड़ जाती है कि पूरक सामग्री और आधार धातु के



चित्र 5.14: ब्रेजिंग से बना जोड़

बीच एक धातुई बंधन तैयार हो जाता है। दृश्य रूप में, उत्ताप टंकन के जरिए जोड़ी जा रही आंतरिक और बाह्य नलियों की एक अनुप्रस्थ काट चित्र 5.14 में दिखाई गई है, जिसमें पिघली हुई पूरक सामग्री भी चित्रित की गई है। पिघली हुई पूरक छड़ एक द्रव के रूप में तांबे की नलियों की सतह को गीली कर देती है और नलियों की सतह के ऊपर इस तरह घुस कर पैठ जाती है कि जोड़ पर एक दूसरे को आच्छादित (ओवरलैप) करने वाली एक नली की बाहरी सतह और दूसरी नली की भीतरी सतह के बीज में एक मजबूत धातुई बंधन बन जाता है। चित्र में बंधन को मजबूती से बांधने वाली सतह इस धातुई बंधन को दिखाती है।

ब्रेजिंग से जोड़ लगाने की तैयारी

ब्रेजिंग की प्रक्रिया की शुरुआत करने से पहले नलियों को तैयार करना पड़ता है। अगर जोड़ी जा रही दोनों नलियों का आकार समान हो तो सबसे पहले एक नली के सिरे का स्वेज करें। दोनों नलियों को आपस में फिट करने के बाद उनके बीच की खाली जगह 0.05 mm से 0.5 mm के बीच होनी चाहिए। समान आकार वाली नलियों के मामले में, उनके बीच के जोड़ की लंबाई कम से कम उनके व्यास के बराबर होनी चाहिए। नलियों की सतह और उनके सिरे को उचित सामग्री से साफ करें। छोटे व्यास वाले सिरे को बड़े व्यास वाले सिरे में लगाते समय, नलियों को सीधा और एक दूसरे की सीध में रखें। दो असमान आकार वाली नलियों, जैसे ¼" व 3/8" के बीच भी ब्रेजिंग हो सकती है। ऐसी स्थिति में जोड़ की लंबाई, छोटी नली के व्यास का 1.5 गुना होनी चाहिए। ब्रेजिंग शुरू करने से पहले सबसे पहली बात यह सुनिश्चित करें कि जोड़ों को सही तरीके से तैयार कर लिया गया है। इसके लिए जोड़ी जाने वाली सतहों को एमरी या तार ब्रश से साफ कर लें ताकि एक साफ और चमकीली सतह बन जाए। इससे सभी धूल, चिकनाई, तेल या दूसरी गंदगी दूर हो जाएगी, जो आमतौर पर सतह पर होती है और जो सतह पर एक सही जोड़ लगाने में समस्या खड़ी कर सकती है। छोटे सिरे को स्वेज किए हुए सिरे या बड़ी नली के सिरे या फिटिंग वाले सिरे में लगाएँ। ब्रेज की जाने वाली नलियों को एक संबल पर टिकाएँ ताकि उनके जोड़ों के बीच में खाली जगह समरस बनी रहे। इससे नलियाँ ब्रेजिंग के समय फिसलने और टेढ़ी होने से बची रहेंगी।

ब्रेजिंग प्रक्रिया

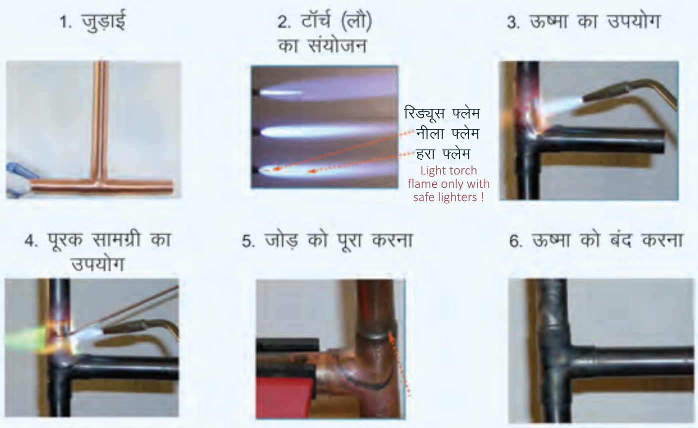
जुड़ाई (असेम्ब्ली): पाइप और फिटिंग या विस्तारित नलियों को एक साथ रखें और सिस्टम में जोड़ की सही गहराई को बनाए रखें।

टॉर्च (लौ) का संयोजन: टॉर्च की लौ को थोड़ा हल्का करें। धीरे–धीरे नलियों में नाइट्रोजन गैस छोड़ें ताकि नलियों की भीतरी सतह पर ऑक्साइड न बन पाए। नलियों में रेफ्रीजेरेन्ट का एक बार प्रसार होने के बाद नलियों के भीतर मौजूद ऑक्साइड गंभीर समस्याएँ खड़ी कर सकता है। प्रवाह की दर 1 से 2 लीटर प्रति मिनट होनी चाहिए। प्रवाह की दर की संवेदनशीलता को गीले हाथ की दूसरी तरफ आसानी से महसूस किया जा सकता है।

ऊष्मा का उपयोगः नली और फिटिंग दोनों पर ही समान रूप से ऊष्मा दें। इसके लिए टॉर्च को घुमाते रहें और पूरक सामग्री (सरिया) लगाने से पहले सुनिश्चित करें कि नली और फिटिंग समान रूप से गर्म हो गई हैं।

पूरक सामग्री का उपयोगः गर्म हो चुका स्थान जब धीरे–धीरे लाल रंग का होने लगे (चेरी के रंग का लाल, न कि चमकीला लाल), तब पूरक सामग्री (छड़ी) का उपयोग करें। छड़ी के सिरे को फिटिंग के शोल्डर पर हौले से घिसें। ध्यान रखें कि नली अत्यधिक गर्म न होने पाए।

ऊष्मा को बंद करनाः जब पिघली हुई ब्रेजिंग मिश्रधातु कठोर होकर भूरी काली रंग की हो जाए, ऊष्मा को हटा लें।



चित्र 5.15: ब्रेजिंग की प्रक्रिया

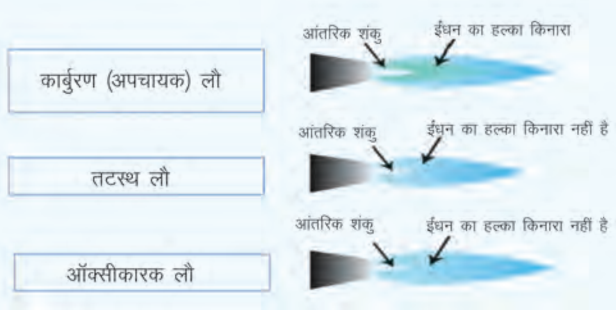
ऑक्सी–एसिटिलीन/एलपीजी ब्रेजिंग में लौ के प्रकार

ब्रेजिंग टॉर्च में लौ तब बनती है, जब एसिटिलीन (C_2H_2) और (O_2) एक साथ जलते हैं। इसमें तीन तरह की लौ बनती हैः तटस्थ (न्यूट्रल), अपचायक (रेड्युसिंग) और ऑक्सीकारक (ऑक्सीडाइजिंग)। इसके रेखांकन चित्र 5.16 में दिए गए हैं। तटस्थ लौ की स्थिति में, आंतरिक शंकु 2/3वाँ हिस्सा ऊष्मा देती है, जबकि बाहरी आवरण 1/3 ऊर्जा प्रदान करता है।

C_2H_2 और O_2 के मिश्रण में, जब अधिक C_2H_2 होता है, जब एसिटिलीन का दहन अपूर्ण होता है। इस प्रकार की लौ अल्युमिनियम मिश्रधातुओं और उच्च कार्बन इस्पात (स्टील्स) के लिए अच्छी होती है। जलने वाले मिश्रण में अगर O_2 अधिक हो तो इसकी वजह से ऑक्सीकारक लौ बनती है। पीतल की जुड़ाई के लिए ऐसी लौ अच्छी होती

है। आरएसी जोड़ों की ब्रेजिंग के लिए तटस्थ या अपचायक लौ का उपयोग करने की सलाह दी जाती है।

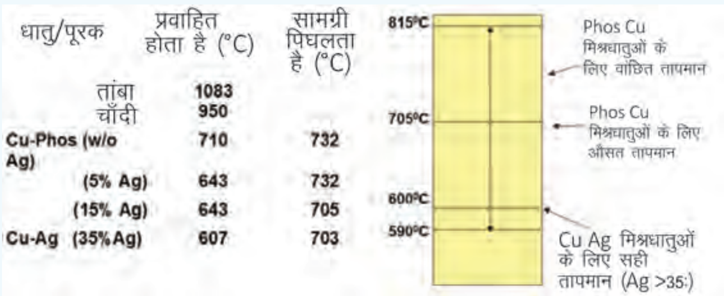
एक ऑक्सी–एसिटिलीन लौ की तरह ऑक्सी–एलपीजी की लौ जलने (फ्लेमआउट) पर भी तापमान 2800°C पर पहुँच जाता है। इसलिए उचित लौ का उपयोग करना महत्वपूर्ण है, वरना धातु की नलियाँ जल या पिघल सकती हैं, या फिर नलियों के जोड़ों पर कार्बन जमा हो सकता है जो आगे चल कर नलियों के मार्ग को बंद कर सकता है। इसलिए सलाह दी जाती है कि तटस्थ या अपचायक या कार्बुरण (कार्बुराइजिंग) लौ का ही उपयोग करें, न कि ऑक्सीकारक लौ का।



चित्र 5.16: ऑक्सी–एसिटिलीन/एलपीजी ब्रेजिंग में लौ के प्रकार

ब्रेजिंग का तापमान

सही ब्रेजिंग के लिए, प्रक्रिया को एक वांछित तापमान पर संपन्न किया जाना चाहिए। विभिन्न पूरक सामग्री के लिए सही तापमान चित्र 5.17 में दिया गया है। अगर तापमान वांछित तापमान से बढ़ जाए तो फिर पूरक सामग्री (फिलर मटेरियल) बहने लगते हैं।



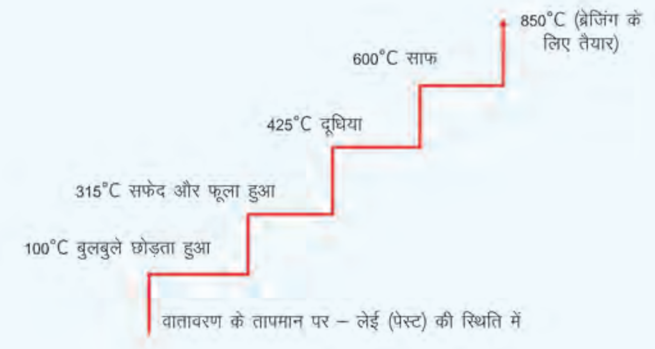
चित्र 5.17: ब्रेजिंग तापमान

तांबे में ब्रेजिंग के लिए सभी मिश्र धातुओं के हिसाब से तापमान 600 से 815°C के बीच होना चाहिए। ऐसे ब्रेजिंग रॉड (सरिया) के लिए औसत तापमान 705°C होना चाहिए।

पूरक सामग्री में चाँदी के तत्वों को मिला देने से रॉड (सरिया) का गलनांक (मेल्टिंग पॉइंट) कम हो जाता है। 35% चाँदी वाले रॉड 600°C पर पिघलने लगते हैं। 5% चाँदी युक्त फॉस्फोरस Cu रॉड 643°C के आसपास पिघलने लगते हैं। चाँदी युक्त पूरक सामग्री का उपयोग आदर्श है और यह ताँबे की नलियों के जलने या पिघलने की आशंका को दूर कर देता है।

विभिन्न तापमान पर प्रदावक (फ्लक्स)

चित्र 5.18 में विभिन्न तापमानों पर ब्रेजिंग फ्लक्स की स्थिति को दर्शाया गया है। फ्लक्स 100°C पर बुलबुले छोड़ने लगता है, 315°C पर सफेद हो जाता है, 425°C पर दूधिया, और 600°C पर साफ हो जाता है। 850°C पर यह ब्रेजिंग के लिए तैयार हो जाता है। चूँकि इस प्रक्रिया में सिर्फ फ्लक्स पाउडर का ही उपयोग करना होता है और थर्मोमीटर की जरूरत नहीं पड़ती, इसलिए जरूरी है कि तकनीशियन सावधानी से और हमेशा इसका उपयोग करें। खास कर तब जब इस्पात जैसी असमान धातुओं की ब्रेजिंग की जा रही हो। ब्रेजिंग करते समय फ्लक्स इस बात को समझने में मदद करता है कि कब पूरक सामग्री को छुआ जाए या कब कैपिलरी एक्शन के जरिए पूरक सामग्री को स्वीकार करने के लिए धातु तैयार है।



चित्र 5.18: विभिन्न तापमानों पर फ्लक्स की स्थिति

ब्रेजिंग जोड़ की गुणवत्ता

ब्रेजिंग किए हुए जोड़ों की लंबी आयु के लिए यह जरूरी है कि ब्रेजिंग से जोड़े जाने वाले पूरे हिस्से में उष्मा एकसमान रहे। दोनों नलियों के बीच में अधिक अंतराल या खाली जगह नहीं होनी चाहिए, वरना पूरक सामग्री में खोखली जगहें बन जाएँगी। ऐसे में जोड़ कमजोर हो जाएगा। इसलिए जोड़ों पर कुछ पट्टिकाएँ (फिलेट्स) रखने की सलाह दी जाती है, ताकि खाली

जगहों (वॉइड्स) की भरपाई की जा सके। पूरक सामग्री को हमेशा ही अपने आप ही पिघलना चाहिए और कभी भी पूरक सामग्री को पिघला कर गिराने की कोशिश नहीं होनी चाहिए। जोड़ इससे अच्छे/मजबूत बनते हैं।

ब्रेजिंग के फायदे

ब्रेजिंग के ये फायदे हैं

- इससे असमान धातुओं को जोड़ा जा सकता है।
- यह धातु के बहुत पतले जोड़ों के लिए अच्छा है।
- विभिन्न मोटाई के धातुओं को आसानी से जोड़ा जा सकता है।
- जोड़े जा रहे टुकड़े में ताप–बलाघात (थर्मल स्ट्रेस) नहीं बनता और कोई अशुद्धि नहीं रहती।
- इस प्रक्रिया का उपयोग करते हुए, कार्बाइड (प्रांगेय) की नोक को इस्पात के औजारों के दस्ते (होल्डर) पर ब्रेज किया जाता है।

06

स्प्लिट एसी को उत्तम तरीके से लगाने के उपाय और निवारक व्यवस्था

पृष्ठभूमि

एयर–कंडिशनर को लगाने (इन्स्टॉलेशन) के सही तरीके पर अमल करना बहुत महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह एसी के परफॉरमेंस को प्रभावित करता है। गलत तरीके से लगाया गया एसी खराब परफॉरमेंस देता है और स्टार रेटिंग प्रमाणन के बावजूद अधिक ऊर्जा की खपत करता है, जिससे बिजली का बिल भी अधिक आता है, हवा का – प्रवाह अच्छे से नहीं होता और साथ ही रख–रखाव संबंधी समस्याएँ भी सामने आती हैं। अगर एसी को सही तरीके से नहीं लगाया गया, तो यह उस तरह काम नहीं कर पाएगा, जिसके लिए इसे बनाया गया है। साथ ही, उसकी काम करने की आयु भी अपेक्षा के अनुरूप नहीं होगी। अनेक अध्ययनों ने यह साबित किया है कि गलत तरीके से लगाए गए एसी की कूलिंग क्षमता और कारगरता 20 फीसदी घट जाती है। गलत ढंग से लगाए गए एसी में हवा के प्रवाह में गड़बड़ी एक और आम समस्या है। असल में, सिस्टम को किफायत और सुचारू ढंग से चलाने के लिए उनका समुचित इन्स्टॉलेशन एक बुनियादी शर्त है।

एसी को लंबे समय के लिए सुरक्षित रखने और बेहतर परफॉरमेंस के लिए रख–रखाव जरूरी है। एसी की सर्विसिंग में नियोजित (प्लान्ड) या समयबद्ध और निवारक (प्रीवेन्टिव) रख–रखाव अनिवार्य है। सलाह दी जाती है कि यह तय किया जाना चाहिए कि एक साल में किन–किन तारीखों को नियमित रख–रखाव संबंधी प्रक्रियाएँ पूरी की जाएँगी। इसके अतिरिक्त रख–रखाव, अवांछित खर्चों और अचानक आनेवाली खराबियों से बचने में मदद करता है।

एसी लगाने में सुरक्षा संबंधी आम उपाय

तकनीशियनों को यह जानना चाहिए कि एसी लगाने (इन्स्टॉल करने) के समय सुरक्षा बरतने के उपाय और अच्छे तौर–तरीके क्या हैं एवं उन्हें अमल करना चाहिए। यह अनिवार्य बनाया जाना चाहिए कि सिर्फ योग्य, प्रशिक्षित और अनुभवी तकनीशियन ही एसी को इन्स्टॉल करें। सुरक्षा संबंधी सभी उपायों का पालन जरूर किया जाना चाहिए, जैसे कि बिजली कनेक्शन ठीक से लगाए जाएँ, सिस्टम पर काम करते समय सिस्टम की मुख्य बिजली आपूर्ति (मेन पावर सप्लाइ) काट दी जाए, निर्देशों के अनुसार एसी को बिठाया जाए (ग्राउंडिंग की जाए), गर्म जगहों के आसपास एसी न लगाई जाए, रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव की जाँच की जाए, काम शुरू करने से पहले स्थान को साफ किया जाए और काम पूरा होने पर भी सफाई की जाए, हवादार जगह पर काम किया जाए, एसी के भीतर कोई घटक छूट न जाए, काम करने वाली जगह पर अग्निशमक को रखा जाए और काम करने की जगह पर कोई धूम्रपान न करे।

एसी लगाने के औजार और उपकरण

एसी लगाने के लिए औजार और उपकरण बुनियादी जरूरत हैं। अधिकतर तकनीशियन ऐसे औजार और उपकरण अपने पास रखते हैं। नीचे उन औजारों और उपकरणों की

एक न्यूनतम सेट की सूची दी गई है, जो एसी लगाने के लिए जरूरी होते हैं:

1. एक पेंचकस (स्क्रूड्राइवर) सेट
2. फिलिप्स हेड पेंचकस (स्क्रूड्राइवर)
3. छुरी या तार को छीलने का औजार
4. मापने के लिए स्टील का टेप (फीता)
5. स्पिरिट लेवल
6. हैकसॉ (आरी)
7. ड्रिलिंग के लिए कोर बिट्स
8. हथौड़ी
9. ड्रिलिंग मशीन
10. ट्यूब कटर
11. ट्यूब फ्लेयरिंग औजार
12. ट्यूब बेंडर
13. टॉर्क रेंच
14. एडजस्टेबल रेंच (पाना)
15. रीमर (बुरादे हटाने के लिए)
16. रेफ्रीजेरेशन (थर्मल) इन्सुलेशन टेप
17. बिजली के तारों को जोड़ने के लिए इन्सुलेटेड स्टेपल्स (कुंडियाँ)
18. पुट्टी
19. रेफ्रीजेरेन्ट नलियों को सुरक्षित रखने के लिए क्लैंप (शिकंजा) या सैडल (पुट्ठा)
20. थर्मोमीटर
21. मल्टी–मीटर या क्लैंप टेस्टर
22. गेज मेनिफोल्ड
23. संड़सी
24. टेस्टर
25. क्लैंप मीटर
26. ब्रेजिंग कैप
27. निर्वात पंप
28. डिजिटल निर्वात मीटर

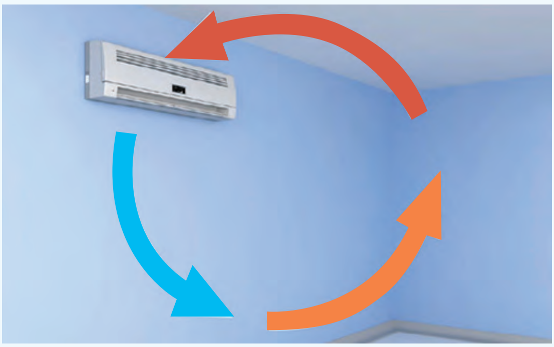
बिजली का प्वाइंट

एसी लगाने का काम शुरू करने से पहले बिजली के कनेक्शन की जाँच करके इस बात की पुष्टि करना जरूरी है कि निर्धारित करेंट, वोल्टेज और सॉकेट के दाहिने पक्ष (RHS) में फेज कनेक्शन आ रहा है। इसे चित्र 6.1 में दिखाया गया है। तकनीशियन को यह बात सुनिश्चित करनी चाहिए कि राष्ट्रीय मानदंड के अनुसार पर्याप्त अर्थिंग मुहैया कराई गई है।

चित्र 6.1: बिजली का प्वाइंट

स्प्लिट एसी लगाने का तरीका

विंडो एसी की तुलना में स्प्लिट एसी में इवैपोरेटर (इंडोर यूनिट) एक ऊँची जगह पर लगाया जाता है। ठंडी हवा का घनत्व गर्म हवा की तुलना में अधिक होता है। जो हवा इवैपोरेटर कॉइल या कूलिंग कॉइल के संपर्क में आती है वह ठंडी हो जाती है और यह ठंडी हवा सप्लाई ग्रिल (आपूर्ति जाली) के जरिए एक निश्चित वेग से कमरे में सप्लाई की जाती है। ठंडी हवा का घनत्व अधिक होता है, इसलिए यह फर्श की तरफ नीचे



चित्र 6.2: स्प्लिट एसी की सही जगह

की ओर प्रवाहित होती है। गर्म हवा हल्की होने के कारण, कमरे में ऊपर की तरफ प्रवाहित होती है। इस परिघटना को चित्र 6.2 में दर्शाया गया है।

इंडोर यूनिट के लिए स्थान

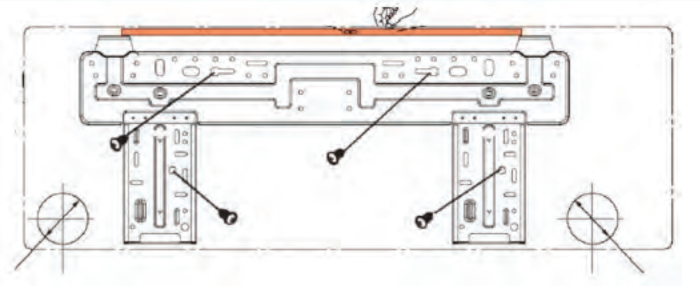
इंडोर यूनिट को एक मजबूत दीवार पर ही एक ऐसी जगह लगाया जाना चाहिए, जहाँ सीधी उष्मा (गर्मी) नहीं पहुँचती हो। इंडोर यूनिट के आसपास पर्याप्त जगह होनी चाहिए। IDU की छत से दूरी 150 मिमी (6") से अधिक होनी चाहिए और साइड की दीवारों से दूरी 50 मिमी (2") से अधिक होनी चाहिए। पानी के निकासी के लिए, नली (नाली नली) दीवार के बाहर ढलाव (स्लोप) के साथ निकलना चाहिए। इंडोर यूनिट की जगह को ज्वलनशील पदार्थों से दूर होना चाहिए और कनेक्टिंग नलियों (ट्यूबिंग) में जितना कम हो सके मोड़ या एल्बो होनी चाहिए। निकास नली, रेफ्रीजेरेन्ट नलियों और बिजली के तार आदि के लिए दीवार में ड्रिल करके एक छेद बनाया जाना चाहिए। छेद का आकार ऐसा होना चाहिए कि उसमें ऊपर बताए गए सभी घटक आसानी से आ जाएँ।

चित्र 6.3: इंडोर यूनिट के लिए सही स्थान

इंडोर यूनिट को इन्स्टॉल करना

इंडोर यूनिट को लगाने का तरीका नीचे दिया गया है:

1. इन्स्टॉलेशन प्लेट को दीवार पर क्षैतिज अवस्था में समतल करें और बंधकों (फास्टनर्स) के लिए जगहों का निशान लगाएँ। स्पिरिट लेवल का उपयोग करके खड़ी मध्य रेखा (वर्टिकल सेंटर लाइन) का निशान लगाएँ।
2. चिह्नित बिंदुओं पर 6 mm (0.23") का छेद बनाएँ, उनमें शीथ/प्लग लगाएँ और आठ स्क्रू से इन्स्टॉलेशन प्लेट को फिट करें।
3. निकासी (ड्रेनेज) के लिए उपयुक्त दिशा के हिसाब से प्लास्टिक नली के छेद का ढक्कन खोलें।
4. ड्रिल से 1.0 TR और 2.0 TR यूनिट्स की नलियों और तारों के लिए क्रमशः 70 व 100 mm (2.7" व 4") व्यास के छेद बनाएँ।
5. छेद बाहर की तरफ 4–6 mm तक ढलावदार होने चाहिए।



चित्र 6.4: इंडोर यूनिट को इन्स्टॉल करना

6. निकासी लाइन के अनुसार इन्स्टॉलेशन प्लेट की दाहिनी या बाईं तरफ नली के लिए एक छेद बनाएँ।
7. विशेष वाहकों (कॉन्डुइट) का उपयोग करें ताकि छेदों में से नलियाँ सहज रूप से पार कर जाएँ।
8 निकास पाइप को ठीक करें और तार को आईडीयू से कनेक्ट करें।
9. पाइपिंग के लिए ड्रिल किए गए छेद के माध्यम से कनेक्टिंग ट्यूब, निकास पाइप और केबल डालें।
10. इंस्टॉलेशन प्लेट पर आईडीयू को लगाए ।
11. हवा के फिल्टर को हटा दें और पानी के निर्बाध प्रवाह की पुष्टि करने के लिए कुछ पानी निकास पाइप में डालें।
12. पुटीन का उपयोग करके ट्यूबों के चारों ओर के अन्तराल को सील करें।

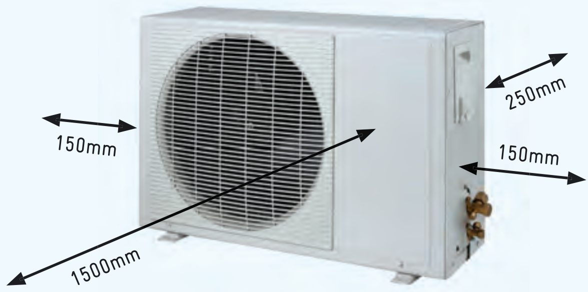
आउटडोर यूनिट के लिए स्थान

आउटडोर यूनिट के उत्तम इन्स्टॉलेशन के लिए एक मजबूत आधार जरूरी होता है, जो सीधी उष्मा से दूर भी हो। आसपास हवा के प्रवाह में कोई बाधा नहीं होनी चाहिए। आउटडोर यूनिट के आसपास, उसके पीछे की तरफ 150–250 mm (6"–9.8") से अधिक और यूनिट के सामने की तरफ 1500 mm (59") से अधिक खाली जगह होनी चाहिए। इसे किसी ज्वलनशील सामग्री से दूर रखा जाना चाहिए। अगर आउटडोर यूनिट के ऊपर कोई छायादार जगह (शेड) हो तो एसी बेहतर परफॉर्म करता है। आउटडोर यूनिट को ऐसी जगह लगाने से बचें जहाँ यह गैसीय वातावरण के संपर्क में आ सकता हो। और कंडेनसर से गर्म हवा का निकास पड़ोसियों को परेशान कर सकता हो। नलियों में जितना कम संभव हो मोड़ और एल्बो होनी चाहिए।

आउटडोर यूनिट को इन्स्टॉल करना

आउटडोर यूनिट को लगाने के लिए निम्नलिखित निर्देशों का पालन करें:

1. यह सुनिश्चित करें कि आउटडोर यूनिट के लिए आधार पुख्ता हो।



चित्र 6.5: आउटडोर यूनिट का सही स्थान

2. अगर स्थान ऐसी जगह पर हो जहाँ हवा तेज बहती हो, या फिर यह बहुत ऊँची जगह पर स्थित हो, तब आउटडोर यूनिट को दीवार पर लंबवत लगाएँ और इसके पंखे को सुरक्षा देने के लिए एक आवरण (शील्ड) का उपयोग करें। आउटडोर यूनिट के लिए जगह इस तरह चुनें कि इन्स्टॉल करने और भविष्य में सर्विसिंग के लिए उस तक आसानी से पहुँचा जा सके।
3. अगर निकासी सही नहीं हो, या अगर आउटडोर यूनिट के पास पानी जमा होने की आशंका हो, तो संभव हो तो यूनिट को एक पक्के चबूतरे (कंक्रीट ब्लॉक या प्लेटफॉर्म) पर लगाएँ।
4. अगर आउटडोर यूनिट में बहुत अधिक कंपन (वाइब्रेशन) हो रहा हो, तो इन्स्टॉलेशन लेग्स (पायों) के कोण को ठीक करें। अगर इसका अंदेशा हो कि यूनिट झुक या गिर सकती है, तो इसे 8 mm (0.31") के व्यास वाले एंकर बोल्ट से कस दें।

स्प्लिट एसी की नलियों (ट्यूब्स) को इन्स्टॉल करना

रेफ्रीजेरेन्ट नलियों को इन्स्टॉल करने का तरीका नीचे दिया गया है। तकनीशियन को नलियों को लगाते समय इन निर्देशों का पूरा–पूरा पालन करना चाहिए और इनमें कोई लापरवाही नहीं करनी चाहिए।

चित्र 6.6: आउटडोर यूनिट को इन्स्टॉल करना

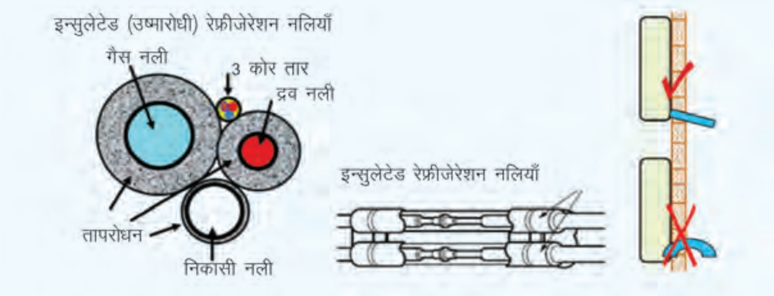
1. दीवार में 70–100 mm (2.75"–4") व्यास का एक छेद (दाहिनी या बाईं तरफ) बनाएँ ताकि नलियाँ, निकासी नली और तार ले जाए जा सकें।
2. इंडोर और आउटडोर यूनिटों के बीच दूरी की माप करें और इसमें सभी मोड़ों को भी जोड़ें।
3. मापी गई दूरी से थोड़ी अधिक लंबी नलियाँ काटें।
4. नलियों के कटे हुए सिरों पर से बुरादे और छोटे कणों को हटाएँ।
5. नली के सिरे पर से फ्लेयर नट हटाएँ।
6. फ्लेयर नट लगाने के बाद नली के सिरों को फ्लेयर करें।
7. फ्लेयर किए गए हिस्से को धूल और नुकसान से बचाने के लिए टेप लगाएँ।
8. इंडोर यूनिट और आउटडोर यूनिट, दोनों ही के दोनों फ्लेयरों के केंद्र को एक दूसरे के साथ मिलाएँ। अब फ्लेयर नट्स को कसें।
9. बेहतर प्रदर्शन के लिए सभी नलियों को उष्मारोधी बनाएँ यानी इन्सुलेट करें।
10. निकासी नली (drain hose) को लगाएँ और लंबाई बढ़ाने की जरूरत पड़े तो एक स्थिर नली से इसको जोड़ें।
11. घर के भीतर (इंडोर) में निकासी नली का जो हिस्सा आ रहा हो, उसको इन्सुलेट करें। निकासी नली नीचे की तरफ झुकी हुई होनी चाहिए।
12. फिल्टर हटाएँ और निकासी के छेद (ड्रेन पैन) में पानी डाल कर देखें कि पानी सहजता से बाहर निकल रहा है।

नलियों को जोड़ना

इंडोर व आउटडोर यूनिटों को कंप्रेसर से जोड़ने के लिए तांबे की नलियाँ लगाने की जरूरत पड़ती है। जब इंडोर यूनिट और आउटडोर यूनिट के बीच की दूरी 3m के करीब हो तो नली की लंबाई 5m होनी चाहिए और जब दूरी 7m हो तो नली की लंबाई 10m होनी चाहिए। नली को इंडोर यूनिट में लगाएँ। इंडोर यूनिट और नली, दोनों के फ्लेयरों के केंद्र को एक दूसरे की सीध में रखते हुए फ्लेयर नट्स कसें, जिससे नली का संपर्क आउटडोर यूनिट से हो जाएगा। फ्लेयर नट्स के लिए सही टॉर्क लगाएँ, उन्हें जरूरत से अधिक कसने से नलियों में दरार पड़ सकती है, जिससे अंत में रिसाव हो सकता है।

अच्छे नतीजे के लिए सभी नलियों को इन्सुलेट करें। चित्र 6.7 में विभिन्न रंगों के सहारे द्रव और गैसीय रेफ्रीजेरेन्ट ले जाने वाली नलियों, निकासी, और बिजली के 3 कोर तारों को दर्शाया गया है।

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट्स वाले एयर–कंडिशनरों के मामले में यह सलाह दी जाती है कि कमरे के भीतर फ्लेयर कनेक्शन लगाने से बचें। अगर रेफ्रीजेरेन्ट नलियों को कमरे के भीतर (इंडोर) जोड़ना पड़े तो फ्लेयर कनेक्शनों को काटें, नलियों के सिरों को स्वेज करें और नलियों को ब्रेजिंग करके जोड़ें।



चित्र 6.7: तांबे की नली के जोड़

विभिन्न आकार के फ्लेयर नट्स के लिए जरूरी कसाव का टॉर्क

विभिन्न आकार की नलियों को कसने के लिए टॉर्क, नलियों के व्यास के आधार पर तय होता है। उतना ही टॉर्क लगाएँ, जितना फ्लेयर नट्स के लिए ठीक हो। नलियों को जरूरत से अधिक कसने से वे चटक सकती हैं, जिसके नतीजे में रिसाव हो सकता है। अगर जरूरी टॉर्क के साथ कसे जाने के बाद भी एक फ्लेयर जोड़ में रिसाव हो रहा हो तो इसकी वजह गलत फ्लेयर, बुरादा या गलत आकार का फ्लेयर हो सकता है। ऐसे में नली को काट कर नया फ्लेयर बनाएँ।

तालिका 6.1: फ्लेयर जोड़ों को कसने के लिए जरूरी टॉर्क

फ्लेयर साइज			ट्यूब की न्यूनतम मोटाई (मिमी)	टॉर्क (Nm)
मीट्रिक (मिमी)	इंपीरियल सीरीज			
	मिमी	इंच		
6			0.8	14 to 18
	6.35	1/4	0.8	14 to 18
	7.94	5/16	0.8	33 to 42
8			0.8	33 to 42
	9.52	3/8	0.8	33 to 42
10			0.8	33 to 42
12			0.8	50 to 62
	12.7	1/2	0.8	50 to 62
15			0.8	63 to 77
	15.88	5/8	0.95	63 to 77
18			1.0	90 to 110
	19.06	4/4	1.0	90 to 110

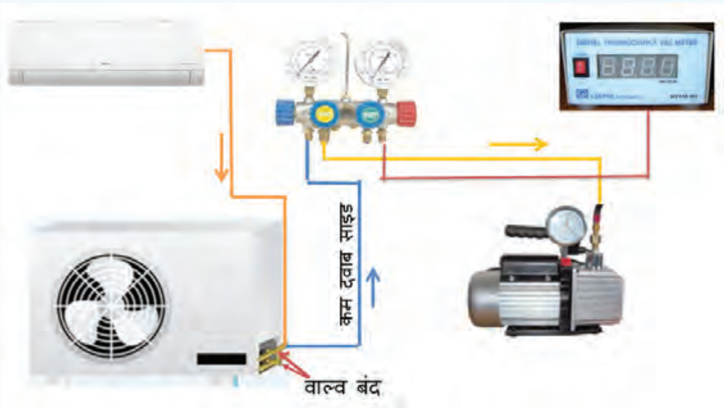
रिसाव की जाँच

विश्वसनीयता और पर्यावरण की सुरक्षा के लिए सिस्टम में दाब और रिसाव संबंधी जाँच जरूर की जानी चाहिए। सिस्टम को रेफ्रीजेरेन्ट की मदद से साफ (पर्ज) न करें और न ही रिसाव की जाँच के लिए रेफ्रीजेरेन्ट का उपयोग करें। ऐसा इसलिए है कि वे ज्वलनशील होती हैं और उनमें ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ाने की क्षमता होती है। रिसाव के लिए सिस्टम की जाँच OFDN का उपयोग करके की जानी चाहिए।

रेफ्रीजेरेशन और एयर कंडिशनिंग उपकरणों में फ्लशिंग और रिसाव की जाँच के लिए जिस नाइट्रोजन का उपयोग किया जाता है, वह 99.995% शुद्ध होना चाहिए। उसे ऑक्सीजन और हवा की धूल आदि से भी मुक्त होना चाहिए। उसका डू प्वाइंट (dew point) कम से कम –40°C होना चाहिए। अगर इन विशेषताओं वाला नाइट्रोजन उपलब्ध न हो, तो नाइट्रोजन सिलिंडर के पाइप में, एसी सिस्टम से जोड़े जाने वाले पाइप के प्रवेश (इनलेट) वाल्व के पहले 25g ड्राइड–फिल्टर लगाएँ। OFDN का टेस्ट प्रेशर लगभग 150 psig होना चाहिए। रिसाव के जाँच की कार्यवाही HCs और HFCs के समान ही है। सिस्टम में कम से कम 15 मिनट तक दाब बनाए रखें और देखें कि दाब में कोई गिरावट तो नहीं आ रही है। अगर दाब में कोई गिरावट आई हो तो रिसाव की पहचान करें और उसे सुधारें। अगर सिस्टम का दाब, परिवेश के वायुदाब से अधिक हो (यानी सिस्टम में सकारात्मक दाब या पॉजिटिव प्रेशर हो) तो रिसाव की जाँच के लिए साबुन के घोल का उपयोग किया जा सकता है। हरेक जोड़ पर ब्रश की मदद से साबुन का घोल लगाएँ और देखें कि क्या कोई रिसाव हो रहा है।

खाली करना (निकासी) (इवैक्युएशन)

एसी सुचारू और कारगर तरीके से चल सके इसके लिए सिस्टम को हवा, नमी और घनीभूत न हो सकने योग्य (नॉन–कन्डेन्सेबल) गैसों से मुक्त होना चाहिए। एसी के



चित्र 6.8: निकासी (इवैक्युएशन)

इन्स्टॉलेशन के दौरान इन्डोरे यूनिट और कनेक्टिंग ट्यूब को खाली करना जरूरी है। सिस्टम को भली–भाँति खाली करने के लिए एक उपयुक्त 2–चरणों वाले रोटरी वेन वैक्युम पंप का उपयोग करना चाहिए (100–120 lpm और ब्लैंक–ऑफ 20 माइक्रॉन्स)। माइक्रॉन गेज का उपयोग निकास दाब (इवैक्युएशन प्रेशर) को मापने के लिए करें। निकासी को 500 या इससे भी कम माइक्रॉन स्तर पर पहुँचना जरूरी है। बोर्डोन टाइप वैक्युम गेज माइक्रॉन में निर्वात की माप नहीं कर सकता, इसलिए इस किस्म के वैक्युम गेज में कभी भी निर्वात के वास्तविक स्तर को नहीं जाना जा सकता।

लेकिन, माइक्रॉन वैक्युम गेज उपलब्ध न होने की स्थिति में, बोर्डोन टाइप वैक्युम गेज की रीडिंग जब –30"/–760 mm / 0 मिलीबार (समुद्र तल पर) दिखाने लगे तो इसके बाद निर्वात पंप को कम से कम करीब 15 मिनट तक चलाना चाहिए।

स्प्लिट एसी के लिए रेफ्रीजेरेन्ट की अतिरिक्त मात्रा

अगर इंडोर और आउटडोर के बीच की दूरी OEM द्वारा सुझाई गई दूरी से अधिक हो, तो संभव है कि निर्माता द्वारा निर्देशित रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा पर्याप्त न हो और ऐसे में अतिरिक्त रेफ्रीजेरेन्ट भरा (चार्ज किया) जाना चाहिए।

आमतौर पर नली की लंबाई सिर्फ 3 से 5 मीटर ही होती है। इसलिए गैस की भराई की अतिरिक्त मात्रा इस पर निर्भर करती है कि रेफ्रीजेरेन्ट की नलियों की लंबाई और उनका व्यास कितना है।

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट वाले एसी के मामले में, एसी का चुनाव कमरे के आकार और रेफ्रीजेरेन्ट भराई की मात्रा के आधार पर किया जाता है। इसलिए रेफ्रीजेरेन्ट नलियों की लंबाई बढ़ाने या अतिरिक्त रेफ्रीजेरेन्ट भरने से पहले निर्माता से संपर्क करना जरूरी है।

HCFC-22 यूनिट के लिए भराई की अतिरिक्त मात्रा की गणना इस तरह की जाती है:

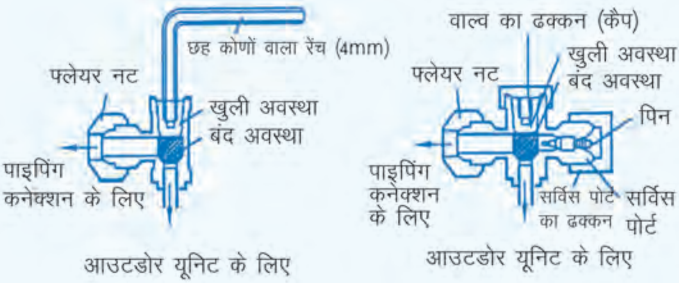
अगर कुल 15 मीटर (49.2 फुट) लंबी नली हो, जिसमें द्रव नली (लिक्विड ट्यूब) का व्यास 6.35 mm (1/4") और गैस नली (गैस ट्यूब) का व्यास 12-7 mm (1/2") हो तो ऐसे में करीब 256 ग्राम HCFC-22 रेफ्रीजेरेन्ट अतिरिक्त भरा जाएगा। HCFC-22 यूनिट के मामले में अतिरिक्त भराई की मात्रा की गणना करने के लिए तकनीशियनों को नीचे दी गई तालिका 6.2 का उपयोग करना चाहिए। या फिर इस काम के लिए OEM से संपर्क किया जाना चाहिए या उनके सर्विस मैनुअल में देखना चाहिए।

तालिका 6.2: HCFC-22 के लिए अतिरिक्त रेफ्रिजरेंट भराव

गैस नली का व्यास	g/m	द्रव नली का व्यास	g/m
12.7 mm (1/2")	1.87	6.35 mm (1/4")	21.38
15.87 mm (5/8")	3.71	7.94 mm (5/16")	37.16
19.05 mm (3/4")	5.58	9.52 mm (3/8")	57.66

स्प्लिट एसी के सर्विस वाल्व

नीचे चित्र 6.9 में दिए गए रेखांकन में, द्रव वाले हिस्से में उपयोग किए जाने वाले दोतरफा वाल्व और गैस वाले हिस्से में उपयोग होने वाले तीनतरफा वाल्व का एक खाका पेश किया गया है। इस चित्र में नलियों के साथ वाल्वों का जो जोड़ (कनेक्शन) दिखाया गया है, स्प्लिट एसी लगाने के दौरान उसका पालन करना तकनीशियन के लिए अनिवार्य है। किसी भी औजार का उपयोग करने के बजाए सही कीज (keys) का उपयोग करें। यहाँ एक तीनतरफा वाल्व का उपयोग सिस्टम को खाली करने (इवैक्युएशन) और गैस भरने के लिए किया जा सकता है।



चित्र 6.9: स्प्लिट एसी के सर्विस वाल्व

स्प्लिट एसी के लिए बिजली के कनेक्शन जोड़ना

तकनीशियनों को चाहिए कि वे मूल एसी निर्माता द्वारा दिए गए सुझावित निर्देशों/मार्गदर्शन और कार्यवाही का जरूर पालन करें:

1. नली की लंबाई से 1500 mm (59″) अधिक लंबा बिजली का तार काटें।
2. कनेक्शन जोड़ने के लिए तार के रंगों का जरूर खयाल रखें और उसका पालन करें। सिर्फ सुझाए गए तारों का ही उपयोग करें।
3. यूनिट (आउटडोर और इंडोर) पर चिपकाए गए मानक वायरिंग डायग्राम का पालन करें।
4. इस बात को सुनिश्चित करें कि उचित जगहों पर अर्थिंग मुहैया कराई जाए।
5. इसको सुनिश्चित करें कि बिजली के तार, रेफ्रीजेरेन्ट नलियों, कंप्रेसर, और एसी के दूसरे घटकों के संपर्क में न आएँ।
6. जरूरत के मुताबिक रिमोट कंट्रोलर में बैटरी लगाएँ।
7. स्प्लिट एसी में रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह के लिए सर्विस वाल्व को चलाएँ।
8. एसी के बिजली के तार (केबल) को बिजली के प्वाइंट से जोड़ें और यूनिट के लिए बिजली ऑन करें।

9. जरूरत के मुताबिक कंट्रोल पैनल सेट करें और एसी चालू करें।
10. एसी को करीब 20–25 मिनट तक चलने दें।
11. देखें कि सक्शन प्रेशर, आपूर्ति (सप्लाई) होने वाली और वापस जाने वाली (रिटर्न) हवा का तापमान कैसा है।
12. सर्विस वाल्वों पर लॉकनट्स वापस लगाएँ। अंतिम बार रिसाव की जाँच करें। इसे सुनिश्चित करें कि कोई रिसाव नहीं हो रहा है।
13. एसी का कारगर ढंग से उपयोग कैसे करना चाहिए, यह करके दिखाएँ (डेमॉन्स्ट्रेट करें)।
14. एसी के वारंटी दस्तावेजों को भरें।
15. आपने सिस्टम में जो कुछ भी देखा और पाया उसको एक रिपोर्ट में दर्ज करें और इन्स्टॉलेशन पूरा करने के बाद एक चेकलिस्ट भरें।
16. स्थान को छोड़ने से पहले अपना सारा सामान समेटें।
17. ग्राहक से विनम्रता के साथ विदा लें।

इन्स्टॉलेशन के बाद किया जाने वाला चेकअप

आपने जो काम किया है, उसके मूल्यांकन के लिए सवालों की सूची नीचे दी गई है:

1. क्या एसी को सुरक्षित ढंग से लगाया गया है?
2. क्या बेहतर प्रदर्शन के लिए इंडोर और आउटडोर यूनिटों के आसपास पर्याप्त जगह है?
3. हवा की आवाजाही में कोई रुकावट तो नहीं है?
4. क्या यूनिट के आसपास सभी फाँकों और अंतरालों (गैप्स) को थर्मल इन्सुलेशन से भर दिया गया है?
5. क्या इस बात का खयाल रखा गया कि भविष्य में पड़ोसियों को एसी के कंपन और पानी टपकने की शिकायत न हो?
6. क्या बिजली के तारों को जरूरत के मुताबिक उपयोग किया गया है?
7. क्या यूनिट से अर्थिंग का तार ठीक से जोड़ा गया है?
8. क्या लाइन का वोल्टेज और करेंट की सप्लाई निर्देश के मुताबिक है?
9. रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव की आशंका को दूर करें।
10. इलेक्ट्रॉनिक और इलेक्ट्रिकल कंट्रोल पैनल के कामकाज की जाँच करें।
11. क्या आपूर्ति (सप्लाई) होने और वापस जाने वाली (रिटर्न) हवा का तापमान दर्ज किया गया है? (अंतर 10–14°C होना चाहिए)।
12. क्या निकासी (ड्रेन) सहजता से हो गई?
13. क्या ग्राहक को एसी के फायदों, फिल्टर की सफाई, सामने के ग्रिल पैनल और नियमित देख–रेख आदि के बारे में सही से जानकारी दे दी गई है?

इन्स्टॉलेशन रिपोर्ट

तकनीशियन के लिए यह जरूरी है कि वे नीचे दिए गए प्रारूप (फॉर्मेट) में इन्स्टॉलेशन रिपोर्ट भरें। तकनीशियन को सही से एसी लगाने की सभी कार्यवाहियों को सीखना चाहिए और इस काम में महारत हासिल कर लेना चाहिए। यह रिपोर्ट इस बात का सबूत है कि काम अच्छे से हो गया, और साथ ही यह भविष्य के लिए भी उपयोगी रहेगी।

तालिका 6.3: इन्स्टॉलेशन रिपोर्ट

इन्स्टॉलेशन करनेवाली कंपनी का नामः	
इन्स्टॉलेशन करनेवाली कंपनी का पताः	
टेलीफोन नंबरः	
तकनीशियन का नामः	
ग्राहक का नामः	
पताः	
टेलिफोन नंबरः	
इन्स्टॉलेशन/उपकरण डाटाः	
मॉडल नंबरः	सीरियल नंबरः
इन्स्टॉलेशन/मरम्मत की तारीखः	समयः
रेफ्रीजेरेन्ट का नाम/प्रकारः	रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा (g):
सक्शन दाबः	निकासी दाबः
कंडेन्सर में जाने वाली हवा का तापमानः	कंडेन्सर से निकलने वाली हवा का तापमानः
	इवैपोरेटर से निकलने वाली हवा का तापमानः
	इन्स्टॉलेशन की ऊँचाईः
इलेक्ट्रिकल डाटा	
बिजली की आपूर्ति (वोल्टेज):	
कुल एंपियर रीडिंगः	
करेंट ड्रॉ कंप्रेसरः	

	सिस्टम कमिशनिंग के लिए दूसरे कार्य (काम पूरा होने पर खानों में सही का निशान लगाएँ)
	नोटः सिस्टम कमिशनिंग के लिए सिर्फ सही और विश्वसनीय औजार/उपकरण ही उपयोग में लाएँ
	कार्यरत एसी सिस्टम चेक, प्रदर्शन की जाँच समेत
	एसी सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव की जाँच
	जाँच करें कि बिजली के सभी संपर्क (कनेक्शन) कसे हुए हैं
	जाँच करें कि कंडेन्सेट ड्रेन कसी हुई है और उसमें नीचे की तरफ ढाल है
	रेफ्रीजेरेन्ट लाने–ले जाने वाली नलियों और क्विक कपलर का इन्सुलेशन जाँचें
	जाँच करें कि कंडेन्सर और इवैपोरेटर के पंखे बिना रुकावट के घूम रहे हों
	जाँच करें कि सिस्टम (इंडोर/आउटडोर) चलने पर कोई असामान्य शोर न हो रहा हो
	एयर फिल्टर समेत सिस्टम के घटकों को साफ करें (अगर निर्देश दिया गया हो)
	रिमोट कंट्रोलर के डिस्प्ले की जाँच करें

एसी सिस्टम के उपयोगकर्ता को सिस्टम की जानकारी दें
कंपनी का हस्ताक्षर और तारीख:
ग्राहक का हस्ताक्षर और तारीख:

समस्याओं से बचने के लिए रूम एसी का रख–रखाव

रूम एसी का नियमित रख–रखाव उसकी आयु, परफॉरमेंस, विश्वसनीयता और सुरक्षा को बेहतर बनाता है। समस्याओं से बचने के लिहाज से रख–रखाव करना (जिसे निवारक रख–रखाव कहा जाता है) इसलिए भी महत्वपूर्ण है कि सिस्टम की मूल ऊर्जा सक्षमता को बनाए रखा जाए। यह पर्यावरणीय लिहाज से भी जरूरी है, ताकि पर्यावरण में रेफ्रीजेरेन्ट का कोई रिसाव न होने पाए। सिस्टम में अचानक किसी खराबी की संभावना से बचने के लिए समय–समय पर उसका निरीक्षण तथा सफाई करना और खराब पुर्जों को बदलना अच्छा होता है। सिस्टम के कुछ पुर्जों के कामकाज में कोई खराबी आ गई हो तो उनके काम करना बंद कर देने से पहले ही उन्हें समय रहते बदलना अच्छा होता है। वरना इससे सिस्टम अधिक ऊर्जा की खपत करने लगेगा या फिर रेफ्रीजेरेन्ट का रिसाव हो सकता है। निर्माता निवारक रख–रखाव के लिए समय–सारिणी बनाने के सुझाव देते हैं। तकनीशियनों को सलाह दी जाती है कि वे निर्धारित समय–सारिणी के मुताबिक निवारक रख–रखाव पर अमल करें। यह जरूरी है कि उपभोक्ता और तकनीकी प्रोफेशनल यानी सर्विस तकनीशियन दोनों ही रख–रखाव पर अमल करें। ग्राहक और तकनीशियनों को नीचे दी गई बातों का पालन करना चाहिए।

ग्राहक द्वारा किया जाने वाला रख–रखाव

- प्राथमिक फिल्टर को समय–समय पर बदलते रहें या उसे साफ करते रहें। अगर यूनिट में एक प्लाज्मा इंडोर एयर क्वालिटी फिल्टर लगा हुआ हो तो उसकी रिमाइंडर लाइट जलने पर उसे साफ करें।
- इंडोर इवैपोरेटर कॉइल में से धूल को वैक्युम करके निकालें और जमा हो गई धूल की परतों को पोंछें। अगर धूल बहुत अधिक हो या गंदगी जम कर सख्त हो गई हो या फफूँद जमा हो गई हो, तो उसे खुद साफ न करें और प्रोफेशनल तकनीशियन के लिए छोड़ दें।
- कंडेन्सेट ड्रेन पैन को साफ करें और पुष्टि करें कि निकासी खुली हुई है। अगर वहाँ किसी फफूँद या बैक्टीरिया के पनपने के आसार दिखाई दें तो उसे तकनीशियन के लिए छोड़ दें।
- आउटडोर कंडेन्सर के आसपास उग आने वाली घास–पतवार आदि को काटते रहें और चारों तरफ से दो फुट खुली जगह बनाए रखें ताकि हवा की आवाजाही होती रहे।

तकनीशियन द्वारा किया जाने वाला रख–रखाव

1. इवैपोरेटर कॉइल का निरीक्षण करें और उसे साफ करें।
2. ब्लोअर और फैन व्हील के संतुलन की जाँच करें और देखें कि हवा की पर्याप्त आवाजाही हो रही है।

3. देखें कि कंडेन्सेट ड्रेन सिस्टम में एल्गी तो नहीं है और अगर जरूरी हुआ तो एल्गीसाइड का उपयोग करें।
4. जाँच करें कि रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा ठीक है और अगर जरूरी हो तो अतिरिक्त मात्रा भरें। अगर रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा बहुत कम हो तो जाँच करें कि सिस्टम में कहीं कोई रिसाव तो नहीं हो रहा है।
5. कंडेन्सर कॉइल को साफ करें और घास के टुकड़ों और पत्तियों आदि मलबे को साफ करें।
6. आउटडोर यूनिट के बिजली कनेक्शन की जाँच करें और कुचालक की एक परत लगा कर उसे मौसमों के बदलाव के दुष्प्रभावों से सुरक्षित बनाएँ।
7. कंडेन्सर फैन में तेल लगाएँ और जरूरी हुआ तो बेल्ट के तनाव को ठीक करें।
8. थर्मोस्टेट ऑपरेशन (परिचालन) की जाँच करें और अगर जरूरी हुआ तो कैलिब्रेट करें।
9. तकनीशियन को इवैपोरेटर कॉइल, कंडेन्सेट पैन और फिल्टरों की सफाई जरूर करनी चाहिए।

रूम एसी का नियमित निवारक रख–रखाव

1. वोल्टेज, करेंट और अर्थिंग की जाँच करें।
2. रेफ्रीजेरेन्ट/लुब्रिकेंट/तेल के रिसाव की जाँच करें और देखें की उनका स्तर ठीक है।
3. सुनिश्चित करें कि कंडेन्सर कॉइल में कोई मलबा या गंदगी नहीं हो।
4. कंडेन्सर कॉइल पर हीट एक्सचेंजर की किसी मुड़ी हुई पत्ती (फिन) को सीधा करें।
5. सक्शन पाइप के इन्सुलेशन की जाँच करें और अगर जरूरी हो तो उसे बदलें।
6. अगर एसी बहुत पुरानी डिजाइन की हो तो पंखे के मोटर/बियरिंग्स में तेल डालें।
7. देखें कि फैन/ब्लोअर ब्लेड/फिन आदि में कोई खराबी नहीं हो। उनको साफ रहना चाहिए।
8. देखें कि दोतरफा और तीन तरफा सर्विस वाल्व सही अवस्था में हैं और उन पर ढक्कन लगे हुए हैं।
9. सभी तारों और बिजली कनेक्शनों की जाँच करें।
10. कंट्रोल/थर्मोस्टेट/PCB की जाँच करें कि वे सही से काम कर रहे हों।
11. देखें कि फिल्टर सही आकार के हों और साफ हों।
12. सुनिश्चित करें कि इवैपोरेटर कॉइल धूल से मुक्त हो।
13. कंडेन्सेट पैन और ड्रेन की सफाई की जाँच करें।
14. इसे सुनिश्चित करें कि आरएसी उत्पादों, औजारों/उपकरणों में कोई रिसाव नहीं हो रहा हो।
15. निवारक रख–रखाव के दौरान किए गए सभी काम को दर्ज करें। ऊपर दिए गए सैंपल की मदद लें।

07

रूम एसी और सुरक्षा के लिए सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके

पृष्ठभूमि

सर्विस के अच्छे तौर–तरीके महत्वपूर्ण हैं, ताकि एसी की मूल ऊर्जा सक्षमता (एनर्जी एफिशिएंसी) बनी रहे और ओजोन का ह्रास करने वाले और ग्लोबल वार्मिंग बढ़ाने वाले रेफ्रीजेरेन्ट का वातावरण में उत्सर्जन न्यूनतम हो। सर्विसिंग के दौरान रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी, रिसाव और दाब की जाँच और सिस्टम को खाली करना (इवैक्युएशन) जैसे तरीके 'सर्विस के अच्छे तरीके' हैं, जो उपकरण की काम करने की आयु को बढ़ाते हैं और साथ ही पर्यावरण के लिहाज से भी बेहतर होते हैं। सर्विसिंग के दौरान, रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी का चलन आम नहीं है। सर्विसिंग या मरम्मत के दौरान रेफ्रीजेरेन्ट को खुली हवा में उड़ जाने दिया जाता है और एसी को फिर से पूरा भरा (चार्ज किया) जाता है। अगर सर्विस तकनीशियन द्वारा ठीक से रिकवरी की जाए तो रेफ्रीजेरेन्ट की खपत में भारी बचत की जा सकेगी।

अक्सर ऐसा भी होता है कि एसी सिस्टम में रिसाव की सही से जाँच किए बिना ही उसमें फिर से रेफ्रीजेरेन्ट (टॉप–अप) भर दिया जाता है और इस तरह रिसाव का होना जारी रहता है। फिर, दोबारा रेफ्रीजेरेन्ट भरने (टॉप–अप) की प्रक्रिया द्वारा सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट की सही मात्रा नहीं भरी जा सकती है। इसलिए एसी का परफॉरमेंस घट जाता है। HCFC-22 के वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट ज्वलनशील हैं और उनमें अधिक दाब होता है, इसलिए यह बेहद जरूरी है कि सर्विसिंग करते समय सर्विस के अच्छे तरीकों का पालन किया जाए और सुरक्षा संबंधी सभी कार्यवाहियों पर भी अमल किया जाए।

एयर–कंडिशनिंग की किसी भी गतिविधि के साथ 'सुरक्षा' का मामला जुड़ा होता है। यह परिचालक (ऑपरेटर), तकनीशियन और ग्राहक की सुरक्षा पर लागू हो सकता है, तथा औजारों व उपकरणों की सुरक्षा पर भी लागू हो सकता है। काम करते समय तकनीशियन द्वारा निजी सुरक्षा संबंधी उपकरणों (PPE) को जरूर पहनना चाहिए, जो उन्हें किसी खतरे से बचाएँगे। इस बात में कभी भी कोई ढील नहीं होनी चाहिए कि 'सुरक्षित तरीका ही सही तरीका है'। कोई भी काम सिर्फ सही तरीके से प्रशिक्षित व्यक्तियों द्वारा ही किया जाना चाहिए, जिसे अच्छी अवस्था और अच्छी गुणवत्ता वाले औजारों और उपकरणों की मदद से ही किया जाना चाहिए।

सर्विस के अच्छे तौर–तरीके (गुड सर्विस प्रैक्टिसेज)

एसी की सर्विसिंग और मरम्मत के दौरान उठाए जाने वाले दस मुख्य कदमों की सूची नीचे दी जा रही है। ये सभी कदम जरूरी हैं और एक के बाद एक उनका पालन करना चाहिए।

1. सील किए हुए रेफ्रीजेरेशन सिस्टम से रेफ्रीजेरेन्ट रिकवर करना या फिर HC-290 जैसे बचे–खुचे रेफ्रीजेरेन्ट की निकासी (वेंटिंग) करना या उसे निकालना। (HC-290 का पर्यावरण पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है)।
2. काम नहीं कर रहे पुर्जों की मरम्मत करना या उन्हें बदलना
3. सिस्टम की सफाई/पॉलिशिंग और भीतर से फ्लशिंग करना

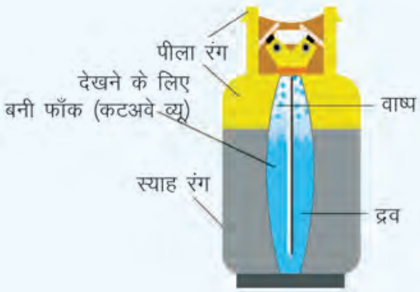
4. नलियों की सावधानी से ब्रेजिंग और फ्लेयरिंग करना
5. रिसाव और दाब की जाँच करना
6. सिस्टम खाली करना और निर्वात बनाना (वैक्युम होल्डिंग)
7. रेफ्रीजेरेन्ट भरना
8. प्रोसेस नली को सील करना और वाल्वों को बंद करना
9. सिस्टम के सही से काम करने के लिए नियमित जाँच करना
10. किए गए काम के विवरणों को दर्ज करना

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट युक्त एसी की सर्विसिंग शुरू करने से पहले यह महत्वपूर्ण है कि उन सभी सुरक्षा उपायों पर पूरी तरह अमल किया जाए, जिन्हें इस अध्याय के आखिर में दिया गया है।

सील किए हुए रेफ्रीजेरेशन सिस्टम में से रेफ्रीजेरेन्ट को रिकवर करना

सर्विसिंग के समय किसी सिस्टम से रेफ्रीजेरेन्ट रिकवर करने से पहले तकनीशियन को चाहिए कि वह सिस्टम में उपयोग में लाए गए रेफ्रीजेरेन्ट के प्रकार और उसकी मात्रा का पता लगाए। इसके बाद वह इस बात की जाँच करे कि रिकवरी यूनिट और सिलिंडर उपलब्ध है कि नहीं। इसके साथ–साथ, तकनीशियन के पास सभी जरूरी औजार, जैसे कि सुरक्षा दस्ताने, 3/8" या ¼" व्यास वाले छोटी लंबाई के होज पाइप होने चाहिए। सलाह दी जाती है कि सर्विसिंग किए जा रहे प्रत्येक रेफ्रीजेरेन्ट के लिए कम से कम एक सिलिंडर होना चाहिए, ताकि सर्विस पूरी होने के बाद रिकवर किए हुए रेफ्रीजेरेन्ट को वापस उसी सिस्टम में भरा जा सके। इसके साथ, जले हुए रेफ्रीजेरेंट्स और अन्य जरूरतों के लिए एक अतिरिक्त सिलिंडर भी साथ रखें।

सिस्टम को दूषण और गंदगी से बचाने के लिए एक मान्यता प्राप्त इन–लाइन फिल्टर का उपयोग करें। रेफ्रीजेरेन्ट को इसकी मौजूदा अवस्था में सिस्टम से निकालें और एक सिलिंडर में भर कर रखें। सिस्टम से रेफ्रीजेरेन्ट को निकालने के लिए वाष्प रिकवरी पद्धति (वेपर रिकवरी मेथड) या द्रव रिकवरी पद्धति (लिक्विड रिकवरी मेथड) का उपयोग किया जा सकता है।



चित्र 7.1: रिकवरी सिलिंडर

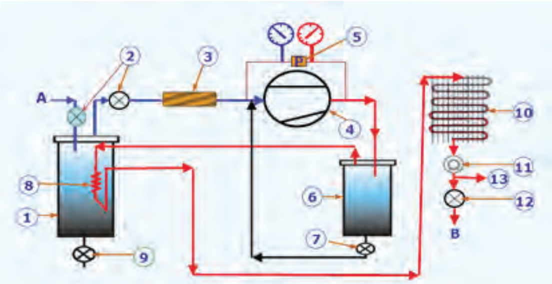
रिकवरी सिलिंडर के अंदरूनी हिस्सों को चित्र 7.1 में दिखाया गया है, जिसका उपयोग वाष्प और द्रव दोनों अवस्थाओं वाले रेफ्रीजेरेन्ट को रिकवर करने के लिए किया जाता है। विभिन्न किस्म के रेफ्रीजेरेन्ट के लिए सिलिंडर चुनते समय सावधानी बरतनी चाहिए। उपयोग के बाद फेंक दिए जाने वाले डिस्पोजेबल सिलिंडर, सिस्टम में फिर से रेफ्रीजेरेन्ट की भराई (रिफिलिंग) के लिए उपयुक्त नहीं होते। सिर्फ ऐसे सिलिंडरों का ही उपयोग किया जाना चाहिए, जो तेल, एसिड (अम्ल) और नमी आदि से दूषित न हों। यह सलाह भी दी जाती है कि सिर्फ प्रमाणित (सर्टिफाइड) सिलिंडरों का ही उपयोग करें और उनका उपयोग करने से पहले उनको अच्छी तरह से देख कर जाँच कर लें।

सिलिंडर की जो क्षमता अंकित की गई हो, उसका 80% ही भरें, उससे अधिक उसे नहीं भरा जाना चाहिए। कभी भी भिन्न रेफ्रीजेरेंट्स को आपस में न मिलाएँ और एक रेफ्रीजेरेन्ट को ऐसे किसी सिलिंडर में न रखें जो किसी और रेफ्रीजेरेन्ट के लिए निर्धारित हो या उपयोग में लाया गया हो। रिकवरी सिलिंडर पर हमेशा उसमें भरे गए रेफ्रीजेरेन्ट का नंबर, सिलिंडर का नाम और कुल भार के साथ तारीख का एक लेबल लगाएँ। रिकवरी सिलिंडरों को खाली करना भी जरूरी होता है और होज पाइप को साफ (पर्ज) करें ताकि वह गंदा या दूषित न हो या घनीभूत होने में अक्षम गैसें बची न रह जाएँ, जिनसे डिस्चार्ज प्रेशर बढ़ जाएगा।

रिकवरी मशीन

आगे चित्र 7.2 में एक सरल वाष्प रिकवरी मशीन की रूपरेखा पेश की गई है। रेखांकन द्वारा विभिन्न घटकों को दिखाया गया है ताकि इसे आसानी से समझा जा सके।

कृपया ध्यान दें कि डिजाइन की अपनी विशेषताओं के चलते रिकवरी मशीन के सिस्टम की बनावट (विन्यास, configuration) में अंतर हो सकता है। लेकिन उनके कामकाज का सिद्धांत समान होता है। यूनिट के लिए सही विन्यास जानने के लिए परिचालन पुस्तिका (ऑपरेशन मैनुअल) देखें। रिकवरी मशीन के उपयोग और सही ढंग से काम करने के लिए कुछ बुनियादी पहलुओं पर अमल किया जाना चाहिए।

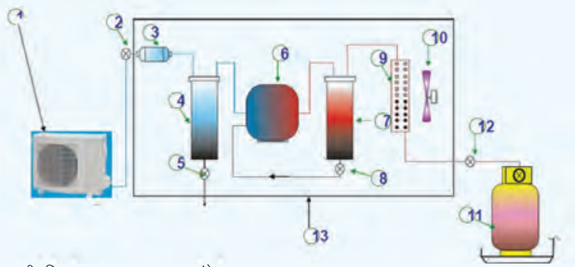


1. डिस्टिलेटर
2. वाल्व
3. फिल्टर
4. कंप्रेसर
5. प्रेशर कंट्रोल
6. ऑयल सेपरेटर
7. ऑयल ड्रेन वाल्व
8. हीट एक्सचेंजर
9. ऑयल ड्रेन वाल्व
10. कन्डेन्सिंग यूनिट
11. साइट ग्लास
12. वाल्व
13. एक्सेस वाल्व

A. एंट्री सक्शन

चित्र 7.2: डिस्टिलेटर के साथ रिकवरी यूनिट

- इसे सुनिश्चित करें कि रिकवरी यूनिट को किसी दूसरे प्रकार के रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी में उपयोग में नहीं लाया गया था। अगर ऐसा किया गया था तो उसको सही तरीके से खाली करना जरूरी है।
- सिर्फ प्रमाणित रिकवरी सिलिंडरों का ही उपयोग करें।
- रिकवरी के दौरान सुरक्षा दस्ताने और गॉगल्स जरूर पहनें।
- सिस्टम को चालू करें और कंप्रेसर को गर्म करने के लिए 5 मिनट तक चलाएँ। इससे कंप्रेसर ऑयल मिश्रित रेफ्रीजेरेन्ट मुक्त (रिलीज) होगा।
- सिस्टम को बंद करें।
- वेपर लाइन वाल्व के सर्विस पोर्ट से एक होज को गेज मेनिफोल्ड (निचली तरफ) में जोड़ें। एक दूसरे होज को गेज मेनिफोल्ड से रिकवरी यूनिट के प्रवेश द्वार (इनलेट) तक और फिर रिकवरी यूनिट के निकास द्वार (आउटलेट) से रिकवरी सिलिंडर तक जोड़ें।
- सिस्टम के सर्विस वाल्व को खोलें और सर्विस वाल्व से लेकर रिकवरी मशीन के प्रवेश द्वार (इनलेट) तक लाइनों को सावधानी से साफ (पर्ज) करें।
- रिकवरी मशीन का इनलेट वाल्व खोलें।
- सेलेक्शन नॉब (घुंडी) को घुमाकर रिकवरी मोड पर लाएँ।
- रिकवरी यूनिट के आउटलेट वाल्व को खोलें और रिकवरी सिलिंडर से जुड़ी लाइन को साफ (पर्ज) करें।
- रिकवरी सिलिंडर को तौलने के पैमाने (स्केल) पर रखें और शुरुआती वजन को दर्ज करें।
- सिलिंडर वाल्व को खोलें।
- रिकवरी यूनिट को चालू करें और तब तक चलाएँ जब तक सक्शन प्रेशर गिर कर –20″ Hg तक न पहुँच जाए।



1. एसी सिस्टम
2. इनलेट वाल्व
3. फिल्टर ड्रायर
4. ऑयल सेपरेटर
5. ऑयल ड्रेन वाल्व
6. कंप्रेसर
7. ऑयल सेपरेटर
8. ऑयल रिटर्न वाल्व
9. कंडेन्सर
10. फैन (पंखा)
11. रिकवरी सिलिंडर
12. आउटलेट वाल्व
13. रिकवरी यूनिट

चित्र 7.3: ऑयल सेपरेटर युक्त रेफ्रीजेरेन्ट की रिकवरी

- कुछ देर तक इंतजार करें, अगर दाब (प्रेशर) बढ़ने लगे, तो रिकवरी यूनिट को फिर से चलाएँ और तब तक रिकवर करें जब तक दाब गिर कर –20" Hg तक न पहुँच जाए। अंतिम भार को दर्ज करें।
- निर्वात खत्म करने के लिए सिस्टम को OFDN से भरें और सिस्टम में वातावरण से अधिक दाब (सकारात्मक दाब) बनाए रखें, जिसे 2 से 5 psig तक होना चाहिए।
- आउटडोर यूनिट का सर्विस वाल्व बंद करें।

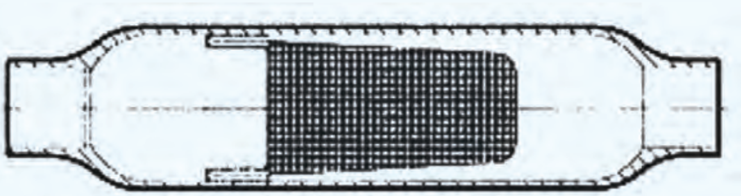
रिकवरी मशीन की एक भिन्न किस्म की डिजाइन चित्र 7.3 में दिखाई गई है, जिसमें ऑयल सेपरेटर भी लगा हुआ है। इसके कामकाज का तरीका भी, सरल वाष्प रिकवरी मशीन से मिलता–जुलता है। समझने में आसानी के लिए इस चित्र में दी गई रूपरेखा में मशीन के सभी घटकों के नाम दिए गए हैं।

HC-290 युक्त रूम एसी में से गैस की सुरक्षित निकासी (वेंटिंग)

रेफ्रीजेरेन्ट HC-290 ओजोन को नुकसान पहुँचाने वाली गैस नहीं है, और इसमें ग्लोबल वार्मिंग की क्षमता नगण्य है। यह बहुत ज्वलनशील होती है, इसलिए इसको बाहर, खुली हुई सुरक्षित जगह में निकालना चाहिए और इसे घर के भीतर, कामकाज की जगहों पर या ऐसी जगहों पर नहीं छोड़ना चाहिए जहां प्रज्वलन यानी इग्नीशन का स्रोत मौजूद हो। एसी के सर्विस वाल्व में एक लंबा होज लगाएँ और रेफ्रीजेरेन्ट को धीरे–धीरे बाहर आने दें। अगर उपकरण में सर्विस वाल्व न हो तो पियर्सिंग प्लायर्स/वाल्व का उपयोग करें। रेफ्रीजेरेन्ट की निकासी के बाद, सिस्टम में बचे रह गए रेफ्रीजेरेन्ट के अवशेष को निकालना जरूरी है। यह सिस्टम लाइनों में डी–ब्रेजिंग के दौरान एकाएक आग लगने की आशंका को दूर करने के लिए जरूरी है। निर्वात पंप का उपयोग करते हुए पारे के -20" (Hg) पर गिरने तक सिस्टम को खाली करें। सिस्टम को खाली करने के बाद निर्वात खत्म करने के लिए सिस्टम में करीब 5 psig दाब जितना शुष्क नाइट्रोजन भरें। निर्वात को खत्म करने के लिए शुष्क नाइट्रोजन भरना जरूरी है, वरना सिस्टम में हवा अंदर आ जाएगी और रेफ्रीजेरेन्ट सर्किट को दूषित कर देगी। इसे सुनिश्चित करें कि काम करने की जगह हवादार हो और निर्वात (वैक्युम) पंप से निकली गैस काम करने की जगह के आसपास जमा न हो जाए।

बिगड़े हुए पुर्जों की मरम्मत और/या उनको बदलना

सिस्टम में से OFDN रिलीज (मुक्त) करें और सर्विस वाल्वों से लाइन का संपर्क खत्म कर दें। बिगड़े हुए पुर्जों की जगह असली और सुझाए गए पुर्जे लगाना चाहिए। हर बार जब सिस्टम की मरम्मत की जाए, एक नया स्ट्रेनर (छन्नी) लगाया जाना चाहिए। इसकी संभावना बहुत कम होनी चाहिए कि अंदरूनी हिस्सों में बर्फ जमने से कैपिलरी नलियाँ बंद हो जाएँ। ड्रायर/छन्नी का चुनाव सिस्टम की दो विशेषताओं के आधार पर किया जाता है, 1) सिस्टम में किस प्रकार की और कितनी मात्रा में गंदगी (दूषण) विकसित होने की आशंका है और 2) सिस्टम का न्यूनतम परिचालन दाब क्या है। एक पर्याप्त स्क्रीन एरिया वाली छन्नी नमी तथा अन्य बाहरी पदार्थों को छान कर रोक सकती है, जो समय के साथ एक यूनिट में जमा होते रहते हैं, और इसी के साथ



चित्र 7.4: स्ट्रेनर का कट सेक्शन

यह छन्नी दाब में कोई अधिक गिरावट लाए बिना रेफ्रीजेरेन्ट के प्रवाह को होने देती है। इसलिए दूषणकारी तत्वों के आकार और उनकी मात्रा को ध्यान में रखना जरूरी है। छन्नी की तार की जाली आम तौर पर इस्पात, पीतल या फॉस्फर कांस्य से बनती है और इसका आकार 100 X 90 से 150 X 140 आदि होता है। अगर सिस्टम को फिर से भरने (रिचार्जिंग) के लिए खोला गया हो तो फिल्टर/छन्नी को जरूर बदलें।

सफाई और भीतर से फ्लशिंग

सिस्टम को खोला गया हो तो फिर सिस्टम के सभी पुर्जों को साफ किया जाना चाहिए और फिर एमरी क्लॉथ या कागज से उनकी पॉलिश की जानी चाहिए। OFDN का उपयोग करके कम से कम 10 bar (150 psi) के दाब पर सिस्टम की भीतर से फ्लशिंग की जानी चाहिए (शुद्धता: 99.995%, डु प्वाइंट: कम से कम –40°C)। चित्र 7.5 में दिखाए गए दो–स्टेज रेगुलेटर युक्त नाइट्रोजन सिलिंडरों का उपयोग किया जाना चाहिए। एक सही रेगुलेटर का होना अनिवार्य है। वातावरण की हवा में नमी होती है, जो सिस्टम के लिए नुकसान देह है। हवा के उपयोग से पूरी तरह बचना चाहिए। विलायक द्रव (सॉल्वेंट) के रूप में पेट्रोल के उपयोग से भी बचना चाहिए, पेट्रोल में ऐसी अशुद्धियाँ होती हैं जो कंप्रेसर को नष्ट कर सकती हैं। अगर जमा होने वाली गाद या गंदगी को हटाने

चित्र 7.5: दो और चार स्टेज रेगुलेटर युक्त नाइट्रोजन सिलिंडर

चौतरफा गेज मेनिफॉल्ड

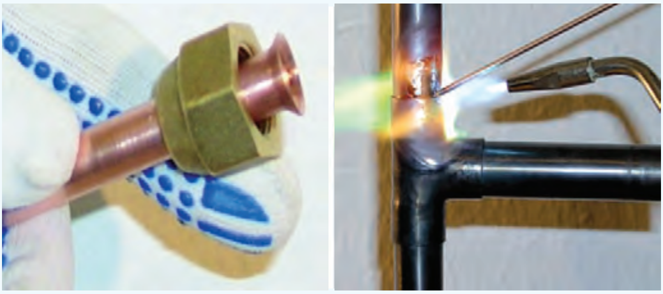
के लिए किसी सॉल्वेंट की जरूरत पड़े तो परक्लोरोएथिलीन (PCE), हेक्सेन या मेथिलीन डाइक्लोराइड (MDC) या किसी भी दूसरे ब्रांडेड रासायनिक सॉल्वेंट का उपयोग किया जाना चाहिए। ट्राइक्लोरो एथिलीन (TCE) का उपयोग नहीं किया जाना चाहिए, क्योंकि इसके बारे में संदेह है कि यह कैंसरकारक (कार्सिनोजीन) तत्व है। रेफ्रीजेरेन्ट्स और लुब्रिकेन्ट्स दूषण (गंदगी) और नमी के प्रति बहुत संवेदनशील होते हैं।

नलियों की ब्रेजिंग या फ्लेयरिंग

धातु के पुर्जों को सही से साफ करें और ब्रेजिंग और/या फ्लेयरिंग करें, जिसका तरीका पिछले अध्याय 'तांबे की नली की प्रोसेसिंग और ब्रेजिंग' में बताया गया है। लाइनों को सही से जोड़ें। टॉर्क रेंच का उपयोग करें और नट्स को कसें। फ्लेयर नट्स को जरूरत से अधिक न कसें।

रिसाव और दाब की जाँच

सिस्टम में पुर्जों को जोड़ने के बाद पूरे सिस्टम में रिसाव की जाँच करना अनिवार्य है। विश्वसनीयता और पर्यावरण सुरक्षा के लिए दाब और रिसाव के लिए सिस्टम की जाँच

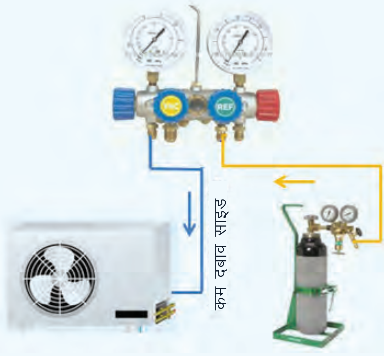


चित्र 7.6: फ्लेयरिंग और ब्रेजिंग

जरूरी है। OFDN का उपयोग करते हुए पूरे सिस्टम में जोड़ों पर रिसाव की जाँच करें, जैसा कि चित्र 7.7 में दिखाया गया है। सिस्टम पर इसके टेस्ट प्रेशर (परीक्षण दाब) से अधिक दाब न डालें (परीक्षण दाब, परिचालन दाब का 1.1 गुना होता है)। रिसाव की जाँच करने के लिए, सिस्टम पर दाब बना कर उसे 15 मिनट तक छोड़ दें (प्रेशर होल्डिंग)। *सिस्टम पर जब OFDN का उपयोग करके दाब बनाया गया हो तो सिस्टम को कभी भी चालू नहीं किया जाना चाहिए।*

साबुन का घोल/बुलबुला का तरीका

सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव का पता लगाने के लिए आमतौर पर साबुन के घोल से बुलबुले बनने वाले तरीके का उपयोग किया जाता है। रिसाव की जाँच करने के



चित्र 7.7: रिसाव और दाब की जाँच

लिए साबुन के घोल का उपयोग करना तभी कारगर होता है, जब सिस्टम के भीतर का दाब, वातावरण के वायुदाब से अधिक हो। साबुन का घोल सबसे प्रचलित, सबसे सस्ता और सबसे कारगर तरीका है, जिसका उपयोग सर्विस तकनीशियन करते हैं। जब सिस्टम चालू अवस्था में हो या नाइट्रोजन के स्थिर दाब में हो, तब जोड़ों, कनेक्शनों और फिटिंग्स पर साबुन का घोल लगा कर यह देखा जाता है कि कहीं कोई बुलबुला उठ रहा है या नहीं। अगर कहीं कोई बुलबुला उठ रहा हो तो इसका मतलब है कि वहाँ रिसाव हो रहा है।

चित्र 7.8: साबुन के घोल से रिसाव की जाँच

इलेक्ट्रॉनिक डिटेक्टर

इलेक्ट्रॉनिक रेफ्रीजेरेन्ट डिटेक्टर में ऐसे तत्व होते हैं जो एक रेफ्रीजेरेन्ट में मौजूद एक इलेक्ट्रॉनिक रेफ्रिजरेंट डिटेक्टरों को एक विशेष रेफ्रिजरेंट का बोध करने के लिए डिजाइन किया गया जाता है सेंसर को अगर रेफ्रीजेरेन्ट की अधिक मात्रा कहीं एक जगह जमा मिलती है तो यह एक 'टिकिंग' सिग्नल और/या लैंप की बत्ती को

चित्र 7.9: इलेक्ट्रॉनिक रेफ्रीजेरेन्ट डिटेक्टर

चमका कर (उसकी बारंबारता बढ़ा कर या चमक को तेज करके) यह संकेत देता है कि रिसाव का स्रोत और स्थान कहाँ है।

जोड़ों में रिसाव आम तौर पर इन जगहों पर होता है:

1. फ्लेयर कनेक्शन/नट्स
2. सर्विस वाल्व: O–रिंग्स, एक्सेस फिटिंग, आलंबन
3. नलियों में ब्रेजिंग जोड़ में आई दरार
4. इवैपोरेटर और/या कंडेन्सर के खराब हो गए एंड बेंड
5. आपस में या किसी और सामग्री से रगड़ खाने वाली नलियाँ (ट्यूब्स)

जब रेफ्रीजेरेन्ट रिस कर निकल जाता है तब इससे मरम्मत और सर्विसिंग का खर्च बढ़ जाता है। पर्यावरण पर भी इसका बुरा प्रभाव पड़ता है। सिस्टम की कारगरता घट जाती है और ऊर्जा की खपत बढ़ जाती है। इसलिए CO_2 की खपत भी बढ़ जाती है और इसका पर्यावरण और जलवायु परिवर्तन पर बड़ा असर पड़ता है। इसलिए रेफ्रीजेरेन्ट के रिसाव से बचने के लिए सावधानी जरूर बरतनी चाहिए।

सिस्टम खाली करना (इवैक्युएशन) और निर्वात धारण (वैक्युम होल्डिंग)

इवैक्युएशन की प्रक्रिया के तहत एक सील किए हुए सिस्टम में दाब को घटाया जाता है, जिससे नमी उबल कर वाष्प में बदल जाए। इस प्रक्रिया में सिस्टम में से हवा, नमी और घनीभूत होने में अक्षम (नॉन– कन्डेन्सेबल) गैसों को बाहर निकाला जाता है। सिस्टम में बर्फ के रूप में जमी हुई नमी से निम्नलिखित समस्याएँ पैदा हो सकती हैं:

1. कैपिलरी नलियाँ, मीटरिंग उपकरण और छन्नियाँ बंद हो सकती हैं
2. फिल्टर ड्रायर बंद हो सकते हैं
3. सिस्टम की उपयोगिता और कार्यक्षमता घट सकती है

खाली करने की प्रक्रिया को कम समय में पूरा करने के लिए बड़े वाल्व पोर्ट/होज पाइपों (9.52 mm या 3/8") का उपयोग करना चाहिए। वांछित स्तर पर सिस्टम को खाली करने के लिए, माइक्रो गेज को मेनिफोल्ड से जोड़ें। सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट भरने से पहले, अगर संभव हो तो सिस्टम को उच्च और निम्न दाब सीमाओं, दोनों का उपयोग करके खाली करें। इसके लिए डबल–स्टेज रोटरी निर्वात पंप (100 lpm और ब्लैंक ऑफ 20 माइक्रॉन) का उपयोग करें। सिर्फ 2–स्टेज रोटरी निर्वात पंप ही वांछित स्तर पर निर्वात उत्पन्न करने में सक्षम होते हैं। आदर्श निर्वात 0.666 mbar (500 माइक्रॉन) या इससे कम होना चाहिए। सिस्टम में जब निर्वात उत्पन्न किया गया हो तो कंप्रेसर को नहीं चलाया जाना चाहिए। वांछित निर्वात (500 माइक्रॉन) हो जाने के बाद, पंप को हटाएँ और सिस्टम के दाब/निर्वात को 5–7 मिनट तक स्थिर होने दें। (5–7 मिनट के निर्वात धारण के दौरान, दाब 1500 माइक्रॉन से अधिक नहीं जाना चाहिए)। अगर इवैक्युएशन (निकासी) 500 माइक्रॉन के वांछित स्तर पर नहीं पहुँच पाए, तो कंप्रेसर में हवा और नमी की मौजूदगी से कंप्रेसर के चलने वाले पुर्जों के अत्यधिक घिसने या मोटर के बहुत गर्म होने या जल जाने से कंप्रेसर खराब हो सकता है या काम करना बंद कर सकता है। (कृपया गौर करें कि अगर निर्वात के जरिए दाब को घटाया जाए तो पानी कम तापमान पर भी उबल सकता है। इसलिए डीप वैक्युम करने से ऊपर बताए गए अवांछित तत्वों को सिस्टम में से निकालने में मदद मिलेगी।)

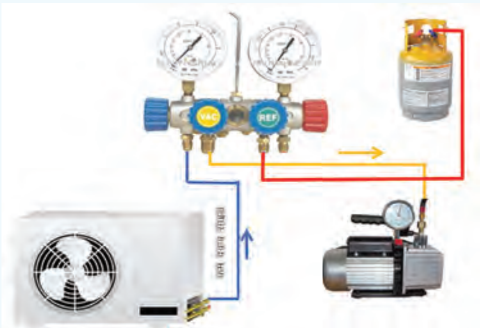
तालिका 7.1: दाब के अनुसार पानी के उबलने का तापमान (क्वथनांक)

माइक्रॉन	तापमान (°C)
7,59,968	100
5,35,000	96.11
5,25,526	90
3,55,092	80
2,33,680	70
1,49,352	60
92,456	50
55,118	40
31,750	30
25,400	26.67
22,860	24.44
20,320	22.22
17,780	20.56
15,240	17.78
12,700	15
10,160	11.67
7,620	7.22
4,572	0
2,540	-6.11
1,270	-14.44
500	-23
254	-31.11

चित्र 7.10: सिस्टम को खाली करने (इवैक्युएशन) की प्रक्रिया का पहला कदम

चित्र 7.10 में दर्शाए गए सिस्टम को उचित तरीके से खाली करने (इवैक्युएशन) के कदमों को नीचे दिया गया है।

- सर्विस वाल्व को खोलें और सिस्टम में से नाइट्रोजन के दाब को छोड़ दें।
- एक चौतरफा गेज मेनिफोल्ड का उपयोग करते हुए एक इवैक्युएशन व चार्जिंग यूनिट को सिस्टम से जोड़ें। (गैस बैलस्ट और डिजिटल माइक्रॉन मीटर युक्त एक डबल स्टेज निर्वात पंप का उपयोग करें।)
- सिस्टम में जोड़ने से पहले निर्वात पंप को जाँच लें और निश्चित करें कि चरम अवदाब (ब्लैंक ऑफ प्रेशर) 100 माइक्रॉन से कम हो।
- वाल्व को खोलें और सिस्टम को खाली करना शुरू करें।
- सिस्टम को 500 माइक्रॉन या उससे कम पर खाली (इवैक्युएट) करें।
- एक बार वांछित निर्वात तक पहुँच जाने के बाद, पंप को हटाएँ और निर्वात धारण की जाँच करें (इसे 5 मिनटों के बाद 1500 माइक्रॉन से ऊपर नहीं बढ़ना चाहिए)।
- अगर निर्वात स्तर बढ़ कर 1500 माइक्रॉन से अधिक हो जाए, तो इवैक्युएशन और वैक्युम होल्डिंग की प्रक्रिया को दोहराएँ।

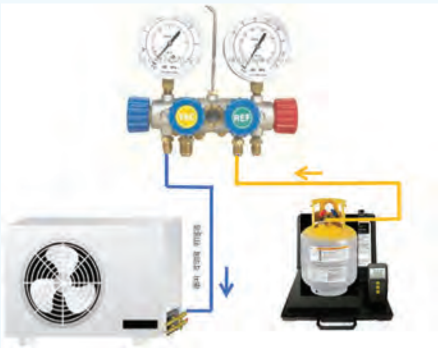


चित्र 7.11: सिस्टम को खाली करने (इवैक्युएशन) की प्रक्रिया का दूसरा कदम

निर्वात गेज जब सुझावित निर्वात के संकेत देने लगे, तब सब वोल्वों को बंद करें और माइक्रॉन गेज हटाएँ। इसके बाद बंद वाल्व की अवस्था में चार्जिंग सिलिंडर को जोड़ें जैसा कि चित्र 7.11 में दिखाया गया है। निर्वात पंप को दो मिनट तक चलाएँ और मैनीफोल्ड के रेफ्रिजरेटर चार्जिंग वाल्वों खुली अवस्था में रखे ताकि चार्जिंग होज से घनीभूत होने में अक्षम गैसें (नॉन–कन्डेन्सेबल गैसेज) निकल जाएँ। ऐसा करने से चार्जिंग होज से रेफ्रीजेरेन्ट को साफ (पर्ज) करने की जरूरत नहीं पड़ेगी।

रेफ्रीजेरेन्ट चार्जिंग

एसी के बेहतर प्रदर्शन के लिए, सही मात्रा में रेफ्रीजेरेन्ट की भराई (चार्जिंग) बहुत महत्वपूर्ण है। हमेशा एक ठीक तरीके से खाली (इवैक्युएट) किए गए सिस्टम में ही चार्ज करें। स्वीप चार्ज और अपने मन या अंदाजे के आधार पर रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा तय करने की सलाह नहीं दी जाती। चार्जिंग धीरे–धीरे और क्रमिक रूप से की जानी चाहिए ताकि कोई भी तरल पदार्थ कंप्रेसर में न जा सके। रेफ्रीजेरेन्ट के द्रवमान या वजन पर वातावरण (दाब/ताप) का कोई प्रभाव नहीं पड़ता इसलिए गैस चार्जिंग के समय रेफ्रीजेरेन्ट की मात्रा को मापने के लिए चित्र 7.12 के मुताबिक तौलने के पैमाने या तराजू का उपयोग करें। सही मात्रा जानने के लिए एक डिजिटल पैमाने या तराजू का उपयोग जरूर करें। एसी के सुचारू रूप से काम करने के लिए यह अनिवार्य है और यह काम करने का एक अच्छा तरीका (GSP) है। अगर सिस्टम में जरूरत से अधिक रेफ्रीजेरेन्ट चार्ज हो जाए, तो इस अतिरिक्त मात्रा को हवा में उड़ाने के बजाए उसको रिकवर कर लेना चाहिए। कंप्रेसर में जाने वाला रेफ्रीजेरेन्ट सिर्फ वाष्प अवस्था में ही होना चाहिए। रेफ्रीजेरेन्ट चार्जिंग के 5 मिनटों के बाद रेफ्रीजेरेन्ट का दाब व ताप दोनों जरूर जाँचें। अधिक या कम दाब व ताप इस बात के संकेतक हैं कि सिस्टम में अधिक या कम गैस भरी गई है। कम रेफ्रीजेरेन्ट वाला सिस्टम कम कारगर होता है, उसके परिचालन की लागत अधिक होती है और संभव है वह वांछित ठंडक न पहुँचा सके।



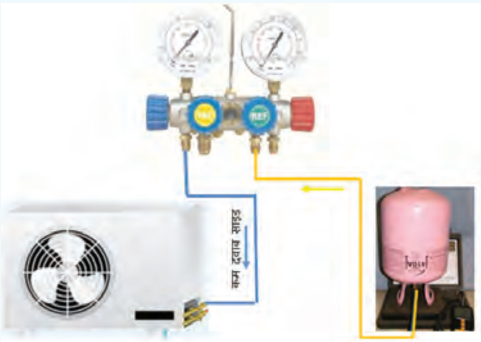
चित्र 7.12: एसी में रेफ्रीजेरेन्ट की भराई (चार्जिंग)

जरूरत से अधिक भर दिए गए सिस्टम में रिसाव की आशंका अधिक होती है। कुछेक अधिक गंभीर मामलों में, ऐसे सिस्टम में हेड प्रेशर (शीर्ष दाब) बढ़ जाता है और परफॉरमेंस और कारगरता घट जाती है।

रेफ्रीजेरेन्ट मिश्रणों की भराई

रेफ्रीजेरेन्ट मिश्रण, विभिन्न रेफ्रीजेरेन्ट घटकों से मिल कर बनते हैं। अगर यह मिश्रण एक जियोट्रॉपिक मिश्रण है (यानी R4xx) और इसे वाष्प के रूप में भरा जाता है तो जिन रेफ्रीजेरेंटों में अधिक वाष्प दाब होता है, उनको दूसरे घटकों की तुलना में अधिक अनुपात में भरा जाता है। एक मिश्रण को उसकी वांछित बनावट (कॉम्पोजीशन) में चार्ज सुनिश्चित करने का सिर्फ यही तरीका है कि रेफ्रीजेरेन्ट को तरल अवस्था में चार्ज किया जाए।

एक रेफ्रीजेरेन्ट मिश्रण के खंडित होने (उसका अपने पृथक घटकों में बंट जाने) की स्थिति तब आ सकती है जब रेफ्रीजेरेन्ट को तरल के बजाए वाष्प अवस्था में सिलिंडर से निकाला जाए। इससे संभावित रूप से सुरक्षा और परफॉरमेंस संबंधी समस्याएँ पैदा हो सकती हैं। इसलिए, यह सलाह दी जाती है कि सभी मिश्रणों को तरल अवस्था में ही चार्ज करें। इसके लिए अगर रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडर लिक्विड अपटेक वाल्व युक्त न हो तो उसे रिवर्स (उल्टी अवस्था) में लगाएँ, जैसा कि चित्र 7.13 में दिखाया गया है। लेकिन यह सावधानी जरूर बरतें कि चार्ज के बाद मशीन को फौरन न चलाएँ। एक छोटी लंबाई की कैपिलरी का उपयोग करते हुए सिस्टम के सक्शन साइड से क्रमिक रूप से चार्ज करें। इसके बाद सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट को स्थिर होने के लिए थोड़ा समय दें।



चित्र 7.13: रेफ्रीजेरेन्ट मिश्रणों की भराई

नली को सील करने की प्रक्रिया/वाल्व को बंद करना

रेफ्रीजेरेन्ट की सही भराई के बाद, भरने वाली नली (चार्जिंग ट्यूब) को सील किया जाना चाहिए या वाल्व को सही तरीके से बंद किया जाना चाहिए। नीचे बताए गए कदमों का पालन करें:

1. सील की जाने वाली नली को दो स्थानों पर क्रिम्प/पिंच करें।
2. नली सील होने तक पिंचिंग के औजार को नहीं हटाएँ।
3. नली की ब्रेजिंग करें या उसे सील करें।
4. पिंचिंग और/या क्रिम्पिंग औजार को हटाएँ।
5. आखिरी बार रिसाव की जाँच जरूर करें।

अथवा

1. तीन–तरफा सर्विस वाल्व ठीक से बंद करें।
2. रिसाव की जाँच करें।
3. लॉक–नट लगाएँ।
4. रिसाव की अंतिम जाँच करें।

सही परिचालन के लिए नियमित जाँच

नियमित (रूटीन) जाँच के रूप में, 20 मिनट के बाद आपूर्ति (सप्लाई) और वापस जाने वाली (रिटर्न) हवा का तापमान मापें। एसी द्वारा लिए जाने वाले करेंट की माप करें। जॉब कार्ड पर इसे दर्ज करें। सिस्टम पर लेबल लगाएँ और जाने से पहले इसे व्यवस्थित करें। आपने जो कुछ भी देखा है, उसे दर्ज करें।

पूरे किए गए काम को दर्ज करना/रिपोर्ट लिखना

यह सलाह दी जाती है कि सर्विस तकनीशियन, सर्विस वाले एसी के लिए एक रेकॉर्ड बुक या लॉग बुक रखें और मरम्मत के पहले और बाद के विवरणों को तालिका 7.2 के

चित्र 7.14: अपना अवलोकन रेकॉर्ड करना

तालिका 7.2: सर्विस किए गए एसी का रेकॉर्ड बुक

रेफ्रिजरेशन सिस्टम की मरम्मत के पहले और उसके बाद के विवरण	
ग्राहक और उत्पाद का विवरण	मरम्मत के बाद
ग्राहक	करेंट I
पता	करेंट I
WAC/SAC सीरियल नबंर	निम्न दाब
मॉडल नंबर	उच्च दाब
रेफ्रिजरेंट का प्रकार गैस	रसाव जोड़ # मरम्मत
चार्जेबल/वारंटी के तहत/AMC	प्राप्त किया गया निर्वात
मरम्मत के पहले–निदान	गैस रिसाव जोड़ # पुष्टि की गई
वोल्टेज V	नया कंप्रेसर #
करेंट I	बदले गए पुर्जे
निम्न दाब	
उच्च दाब	भरी गई रेफ्रिजरेंट की मात्रा
गैस रिसाव जोड़ #	# बार रिसाव की जाँच की गई
पुराना कंप्रेसर #	आपूर्ती और वापसी हवा का तापमान
मूल रेफ्रिजरेंट की भरी हुई मात्रा	अन्य जानकारी
तकनीशियन का नाम या कोड #	तकनीशियन का नाम या कोड #

मुताबिक दर्ज करें।

निजी सुरक्षा

हाथ से और बिजली के औजारों से काम करने वाले एसी के सर्विस तकनीशियनों को कई खतरनाक स्थितियों का सामना करना पड़ता है जिनमें गिरने, उड़ने, चोट पहुँचाने वाली और छलकने वाली वस्तुओं/सामग्री के अलावा नुकसानदेह धूल, लपटें, धुंध, वाष्प/गैसें या लुब्रिकेंट्स आदि शामिल हैं। यह काम सिर्फ ऐसे व्यक्तियों द्वारा ही किया जाना चाहिए, जिनके पास पर्याप्त प्रशिक्षण और अच्छी स्थिति और अच्छी गुणवत्ता के औजार और उपकरण हों। PPE जैसे कि सुरक्षा ग्लासेस (glasses), बचावकारी जूते, दस्ताने और सुरक्षा बेल्ट जरूर पहनी जानी चाहिए। सही ड्रेस कोड का पालन करना चाहिए। लैब कोट पहनें। ढीले–ढाले आभूषण कभी नहीं पहनें, जो बिजली के टर्मिनलों या तारों के संपर्क में आ सकते हैं जिससे बिजली का झटका लग सकता है। काम करने की जगह पर सुरक्षा संबंधी बातों की याद दिलाने के लिए सुरक्षा नियमों और दिशा–निर्देशों वाले पोस्टर लगाएँ। दस्ताने और अन्य सुरक्षात्मक वस्त्रों का चुनाव करते समय सावधानी बरतें, क्योंकि अलग–अलग सॉल्वेंट, ऑयल, रेफ्रीजेरेन्ट आदि खास सामग्री पर अलग–अलग तरीकों से प्रभाव डालते हैं। मिसाल के लिए, रेफ्रीजेरेन्ट के साथ काम करते समय चमड़े के दस्ताने नहीं पहनने चाहिए। आरएसी सर्विसिंग के लिए वाइटन, नियोप्रीन और पीवीए दस्ताने सबसे उपयुक्त होते हैं। शोर से बचने के लिए इयर प्लग या इयर मफ उपयोग करें। चित्र 7.15 में निजी सुरक्षा के उपकरणों

चित्र 7.15: निजी सुरक्षा के उपकरण (PPE)

(PPE) को दिखाया गया है। यह सुनिश्चित करें कि इन उपकरणों का उपयोग एक साफ और भरोसेमंद स्थिति में किया जा रहा है।

बिजली संबंधी सुरक्षा

- एसी के परिचालन में खराबी की सबसे आम वजह बिजली के सर्किट या पुर्जों में खराबी होती है।
- कोई भी काम शुरू करने से पहले सुनिश्चित करें कि उपकरण की मुख्य बिजली आपूर्ति काट दी गई है।
- एसी में बिजली के तार (केबल) को भूसंपर्कित (ग्राउंडेड) करना कभी न भूलें। यह बिजली के झटकों से बचाता है क्योंकि इससे करेंट मानव शरीर से होकर नहीं जा पाता।
- बिजली के औजार और एक्सटेन्शन तारों में आम तौर पर बिजली के तारों से जुड़े हुए तीन दाँत (प्रॉन्ग) होते हैं। इन दाँतों को कभी भी काटना या हटाना नहीं चाहिए, जिससे बिजली के तार नंगे पड़ जाते हैं।
- तकनीशियन को इस बात की जानकारी जरूर होनी चाहिए कि किस तरह के संभावित खतरे हो सकते हैं और दुर्घटनाओं के जोखिम को कम करने के लिए सावधानियाँ बरतनी चाहिए।

आग संबंधी सुरक्षा

आग लगने की दुर्घटना की स्थिति में सुरक्षा संबंधी उपाय के रूप में, काम करने की जगह या सर्विसिंग की जगह या इन्सटॉलेशन की जगह पर एक अग्निशमक को जरूर रखा या ले जाया जाना चाहिए। आग लगने की वजह के आधार पर, उनको बुझाने वाले अग्निशमकों को तीन समूहों में वर्गीकृत किया जाता है:

- क्लास A अग्निशमकों को लकड़ी, कागज या अन्य साधारण दहनशील पदार्थों से लगने वाली आग को बुझाने के लिए बनाया जाता है।
- क्लास B के अग्निशमकों को ग्रीज, पेट्रोल या ऑयल जैसे ज्वलनशील तरल पदार्थों से लगने वाली आग को बुझाने के लिए बनाया जाता है।

अग्निशमकों पर पाए जाने वाले संकेत और उनका अर्थ	पानी	फोम स्प्रे	ABC पाउडर	कार्बन डाई ऑक्साइड	गीला रसायन
A लकड़ी, कागज, वस्त्र	✔	✔	✔	✗	✔
B ज्वलनशील तरल पदार्थ	✗	✔	✔	✔	✗
C ज्वलनशील गैस	✗	✗	✔	✗	✗
⚡ बिजली संपर्क	✗	✗	✔	✔	✗
F रसोई के तेल और चर्बी	✗	✗	✗	✗	✔

चित्र 7.16: अग्निशमक और संकेत

- क्लास C के अग्निशमकों को बिजली से लगने वाली आग को बुझाने के लिए बनाया जाता है।
- ABC पावडर–टाइप अग्निशमकों का उपयोग आदर्श होता है।

सर्विसिंग के अच्छे तरीकों के लिए सुरक्षा संबंधी अतिरिक्त दिशा–निर्देश

1. सिस्टम को खोलते समय सावधानी बरतें क्योंकि आम तौर पर सिस्टम के भीतर का दाब, वातावरण के दाब से अधिक होता है।
2. तरल रेफ्रीजेरेन्ट अगर मानव त्वचा के संपर्क में आए तो शीतदंश (फ्रॉस्टबाइट) की वजह बन सकती है। सुरक्षा के लिए निजी सुरक्षा के उपकरण पहनें।
3. एसी के भीतर रेफ्रीजेरेन्ट अम्ल (एसिड) से दूषित हो सकता है। सुनिश्चित करें कि यह त्वचा के संपर्क में न आए।
4. कंप्रेसर ऑयल भी अम्लीय हो सकता है, इसलिए खराब कंप्रेसर को हटाने और/या मरम्मत करने के दौरान दस्ताने और गॉगल्स जरूर पहनें।

5. नाइट्रोजन का उपयोग करते समय हमेशा टू–स्टेज प्रेशर रेगुलेटर (50 bar तक) का उपयोग करें।

6. सुनिश्चित करें कि सभी नलियाँ (होज) दरार–मुक्त हों और उनमें अधिक दाब को सहन करने की पर्याप्त क्षमता हो।

7. सिस्टम में सही मात्रा में अच्छी गुणवत्ता का रेफ्रीजेरेन्ट भरें।

8. चार्जिंग प्वाइंट को सील करने के लिए ब्रेजिंग करें या वाल्व का उपयोग करें। इसके बाद रिसाव की जाँच करें।

9. एसी में उपयोग में लाए गए रेफ्रीजेरेन्ट की सूचना के साथ एसी पर सही तरीके से लेबल लगाएँ।

10. सुनिश्चित करें कि रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडर/कैन वाल्व अच्छी अवस्था में हों और जब उपयोग में न आ रहे हों तो उनके ढक्कन बंद हों।

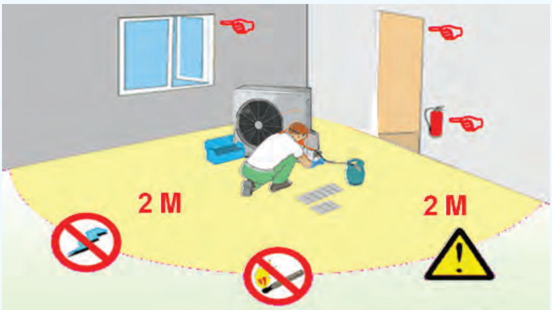
11. सिलिंडर/कैन या वाल्वों में बदलाव न लाएँ।

12. डिस्पोजेबल सिलिंडरों/कैन को दोबारा न भरें।

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट के लिए सुरक्षा संबंधी अतिरिक्त उपाय

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट वाले रूम एसी की सर्विसिंग करने के लिए पर्याप्त प्रशिक्षण और अनुभव की जरूरत होती है। ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट वाले एसी की सर्विसिंग के दौरान कुछ सुरक्षा संबंधी उपायों को सख्ती से अपनाना चाहिए, जिन्हें नीचे दिया गया है।

- एक अच्छी हवादार जगह पर या खुली जगह में काम करें या फिर हवा की आवाजाही के लिए अलग से व्यवस्था करें।
- काम करने की जगह के 2 मीटर के दायरे में इग्नीशन का कोई स्रोत नहीं होना चाहिए।
- सुनिश्चित करें कि सही अग्निशमक उपलब्ध हो (ABC–पावडर टाइप)।
- काम शुरू करने से पहले बिजली की आपूर्ति काट दें।



चित्र 7.17: ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट के लिए सुरक्षा संबंधी उपाय

- मरम्मत या सर्विसिंग का काम शुरू करने से पहले कैपेसिटर को पूरी तरह डिस्चार्ज करें।
- ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट के लिए रेफ्रीजेरेन्ट सेंसर डिटेक्टर रखें।
- "No Smoking" "Access Denied" "धूम्रपान न करें" "प्रवेश वर्जित" आदि के संकेत लगाएँ।

इग्नीशन (प्रज्वलन) के स्रोत में ब्रेजिंग टॉर्च, माचिस या सिगरेट लाइटर से निकलने वाली लपटें, या बिजली के स्विच जैसे किसी खुले हुए घटक, रिले, OLP या ढीले तार या फिर स्थिर विद्युत (स्टैटिक इलेक्ट्रिसिटी) से निकलने वाली चिन्गारी आदि शामिल है। सुरक्षा के लिहाज से यह पता रहना जरूरी है कि एक विस्फोट होने के लिए, गैस और हवा (ऑक्सीजन) का एक दहनशील मिश्रण ज्वलनशीलता की सीमा के भीतर मौजूद होना चाहिए। और इसी के साथ एक पर्याप्त तीव्रता वाला इग्नीशन (प्रज्वलन) का स्रोत होना चाहिए, ताकि वह विस्फोट को शुरू करके उसे स्थिरता दे सके। अगर कोई रिसाव मौजूद हो तब भी, यह सुनिश्चित करें कि दहनशील मिश्रण न बनने पाए। इसके अतिरिक्त, जगह को इस तरह नियंत्रित किया जाना चाहिए कि इग्नीशन का स्रोत वहां न हो या उससे बचा जाए।

औजारों और उपकरणों की सुरक्षा

- काम करने के लिए सही औजार का ही उपयोग करना चाहिए।
- उनका उपयोग निर्माताओं के निर्देशों के अनुसार ही होना चाहिए।
- रास्ते या आस–पास काम कर रहे अन्य तकनीशियनों की दिशा में हैकसॉ (आरी), ब्लेड, छुरियाँ, ड्रिल बिट्स या अन्य औजारों का उपयोग नहीं करना चाहिए। कुंद औजार, धारदार औजारों की तुलना में अधिक नुकसानदेह हो सकते हैं।
- औजारों और उपकरणों का उपयोग करने वाले तकनीशियनों की यह निजी जिम्मेदारी है कि वे उचित कौशल सीख कर उनका सावधानी से उपयोग करें।

बिजली के औजारों का सुरक्षित उपयोग

- औजार जब उपयोग में न हों तो उनका संपर्क काट दें। इसी तरह सर्विसिंग, सफाई और पुर्जे बदलने के समय भी संपर्क काट दें।
- कार्यस्थल पर सिर्फ वही लोग रहें जो चल रहे काम में शामिल हों। बाकी लोगों को उस स्थान से दूर रखें।
- काम को शिकंजे (क्लैंप या वाइज) से सुरक्षित करें, दोनों हाथों को औजार के उपयोग के लिए खाली रखें।
- बिजली कनेक्शन से जुड़े हुए औजार को ले जाते समय उसके टूल स्विच पर हाथ न रखें।
- औजारों को धारदार और साफ बनाए रखें।
- टूटे–फूटे बिजली के औजारों को हटाएँ और उन पर "उपयोग न करें"/"Do Not Use" का लेबल लगाएँ।

- ढोए जा सकने वाले औजारों को उनके तार की मदद से न खींचें या न ढोएँ।
- किसी औजार को ऊपर ला जाने या नीचे उतारने के लिए उसके बिजली के तारों का उपयोग न करें।
- औजार के तार या नली को खींच कर उसका संपर्क बिजली के स्रोत से न काटें।
- तारों और नलियों को उष्मा, तेल या धारदार किनारों से दूर रखें।
- खराब हो चुके तारों को फौरन बदल दें।

चित्र 7.18: रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडरों का सुरक्षित भंडार

रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडरों का सुरक्षित संचालन और भंडारण

रेफ्रीजेरेन्ट से भरे हुए सिलिंडरों का संचालन बहुत सावधानी के साथ करें। HFC-32 और R-410A जैसे रेफ्रीजेरेन्ट में अत्यधित परिचालन दाब (ऑपरेटिंग प्रेशर) होता है। इन रेफ्रीजेरेन्ट को ऐसे सिलिंडरों में न रखें जिनको HCFC-22 जैसे रेफ्रीजेरेन्ट के लिए निर्धारित किया गया हो। किसी भी सिलिंडर में कोई भी रेफ्रीजेरेन्ट भरने से पहले उसकी दाब रेटिंग जरूर जाँच लें। किसी भी सिलिंडर का निरीक्षण दाब (टेस्ट प्रेशर), सेवा दाब (सर्विस प्रेशर) का 2 से 2.5 गुणा होना चाहिए। रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडरों के भंडारण के लिए दिशा–निर्देश निम्नलिखित हैं:

- गैस सिलिंडरों को एक ढँके हुए क्षेत्र में भंडारित किया जाना चाहिए जिसका तापमान 50°C से कम हो।
- सिलिंडरों को इग्नीशन (प्रज्वलन) के स्रोत से दूर रखा जाना चाहिए, इसमें स्थिर (static) डिस्चार्ज भी शामिल है।
- सिलिंडरों के कार्य स्थल और भंडारण स्थलों पर "धूम्रपान निषिद्ध" क्षेत्र "No Smoking" जोन के संकेत लगाने चाहिए।

चित्र 7.19: ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट का सुरक्षित भंडारण

- सिलिंडरों पर लगे हुए प्रमाणित स्टीकरों को हटाया नहीं जाना चाहिए और न ही उन्हें कोई नुकसान पहुँचाया जाना चाहिए। सिलिंडर जब उपयोग में न हो तो यह सुनिश्चित करें कि उसका ढक्कन बंद हो।

तालिका 7.3: 21°C तापमान पर रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडर का सेवा दाब

रेफ्रीजेरेन्ट	सिलिंडर सेवा दाब PSIG
HCFC-22	260
R-134a	260
R- 404A	300
R-407C	300
R-410A	400
HFC-32	400

स्रोतः द रेफ्रीजेरेशन सर्विस इंजीनियर्स सोसायटी, यूएसए

- गैस सिलिंडर को हमेशा उसकी सीधी अवस्था में ही उसका भंडारण या परिवहन करें।
- परिवहन के दौरान, गैस सिलिंडर को फेंका या गिराया नहीं जाना चाहिए। बिजली के सारे पावर कंट्रोल को कार्य स्थल के बाहर लगाया जाना चाहिए।
- रिकवरी सिलिंडर को उसकी कुल क्षमता का 80 प्रतिशत ही भरें।

ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट सिलिंडरों के भंडारण के लिए अतिरिक्त सुरक्षा उपाय

सर्विस तकनीशियनों को चाहिए कि वे HC-290 सिलिंडरों के भंडारण, संचालन और उपयोग की सुरक्षित प्रक्रिया को सख्ती से अपनाएँ। सिलिंडरों को खुली धूप में कभी न रखें या छोड़ें। HC-290 सिलिंडर के वाल्व की नियमित रूप से जाँच करें और सुनिश्चित करें कि कोई रिसाव न हो रहा हो। HC-290 डिस्पोजेबल सिलिंडरों को फिर से नहीं भरा जाना चाहिए।

- ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट का संचालन और भंडारण एलपीजी या अन्य किसी भी ज्वलनशील गैस की तरह ही किया जाना चाहिए।
- सिलिंडरों को सूखी और हवादार जगह पर आग से दूर रखा जाना चाहिए। स्थिर विद्युत की किसी भी संभावना से बचना चाहिए।
- आदर्श तरीका यह है कि सिलिंडरों को खुली, छायादार जगह पर एक सुरक्षित और तालाबंद परिसर में भंडारित किया जाए, ताकि वे मौसम के प्रभाव और सीधी धूप से बचे रहें।
- सिलिंडरों को हमेशा सीधे रखा जाए और उनके वाल्व बंद और ढक्कन लगे हुए होने चाहिए।

- भंडारण स्थल के आसपास इग्नीशन का कोई स्रोत नहीं होना चाहिए।
- सिलिंडरों को एक बंद जगह में भी रख सकते हैं, बशर्ते सुरक्षा सभी उपायों का पालन किया गया हो विशेषकर जगह हवादार हो। लेकिन अगर यह एक आवासीय परिसर है तो उन्हें भीतर नहीं रखा जाना चाहिए।
- किसी जगह पर अगर अधिक मात्रा में सिलिंडरों का भंडारण किया गया हो तो वहाँ एक ज्वलनशील गैस का अलार्म लगाया जाना चाहिए।
- बेहतर है कि सिलिंडरों को भूतल (ग्राउंड फ्लोर) पर भंडारित किया जाए। कभी भी उन्हें बेसमेंट में नहीं रखा जाना चाहिए। अगर बेसमेंट में रखा गया तो रिसाव की स्थिति में रेफ्रीजेरेन्ट वहाँ जमा हो जाएगा और उसे आसानी से हटाया नहीं जा सकेगा।
- अगर कमरे में कोई चिन्गारी हुई तो इससे विस्फोट हो सकता है। सिलिंडरों को किसी अन्य ज्वलनशील पदार्थ और खास कर ज्वलनशील गैसों के साथ भंडारित नहीं किया जाना चाहिए।
- खाली सिलिंडरों को भरे हुए सिलिंडरों से अलग करके रखें।
- ज्वलनशील और उच्च दाब वाले रेफ्रीजेरेन्ट के परिवहन के लिए पेट्रोलियम एंड एक्सप्लोसिव सेफ्टी ऑर्गेनाइजेशन (PESO) रेगुलेशंस का पालन करें। रेफ्रीजेरेन्ट को वाहन के सवारी डिब्बे में न ले जाएँ।
- हमेशा प्राथमिक चिकित्सा बॉक्स को साथ रखें। सूखे पावडर वाले अग्निशमक का उपयोग करें।

08

रूम एयर–कंडिशनरों में ऊर्जा की बचत के लिहाज से सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीके

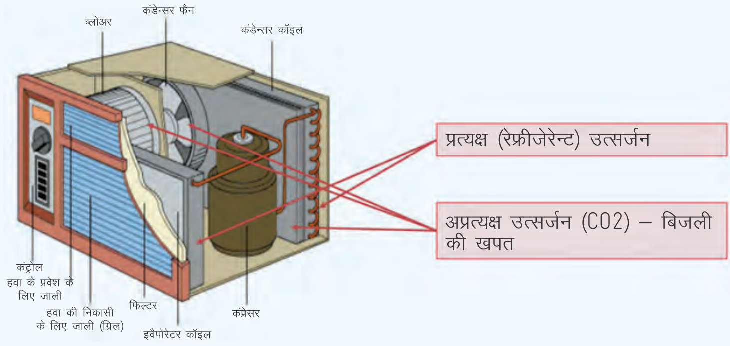
पृष्ठभूमि

घरों में उपयोग में आने वाले अन्य उपकरणों की तुलना में रूम एसी कहीं अधिक ऊर्जा की खपत करते हैं। रूम एसी की आयु, खराबियों और सर्विसिंग के गलत तरीकों की वजह से उनकी सक्षमता (एफिशिएंसी) घट जाती है। रूम एसी की मूल सक्षमता को बनाए रखने के लिए सर्विसिंग के अच्छे तौर–तरीकों GSP का पालन करना और समय–समय पर उनका निवारक रख–रखाव करना जरूरी है। एसी के सही रख–रखाव से ऊर्जा की खासी बचत की जा सकती है। घर में ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए कारगर तरीके से उपकरण को उपयोग में लाना और ब्यूरो ऑफ एनर्जी एफिशिएंसी (BEE) के अधिक स्टार वाले रूम एसी को अपनाना महत्वपूर्ण है। पर्यावरण पर अधिकतर रेफ्रीजेरेन्ट्स का नुकसानदेह प्रभाव पड़ता है, इसलिए इन्स्टॉलेशन और/या सर्विसिंग के दौरान इस बात की बहुत सावधानी बरतनी चाहिए कि पर्यावरण में रेफ्रीजेरेन्ट्स का रिसाव न हो। ऊर्जा के कारगर प्रबंधन के लिए सर्विस के अच्छे तरीकों का पालन करने से ग्राहक को सर्विस से संतुष्टि मिलेगी और तकनीशियन के लिए अधिक और बार–बार काम के अवसर खुलेंगे।

उत्सर्जन के स्रोत – ग्लोबल वार्मिंग में योगदान

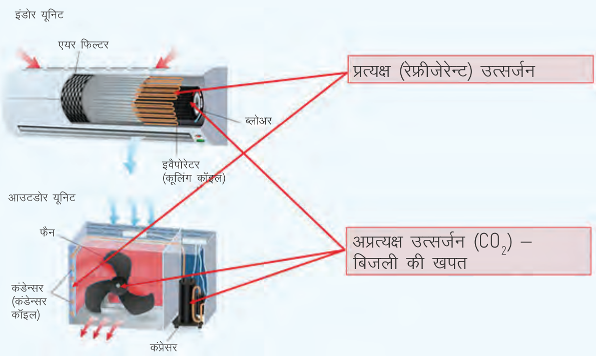
इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के दौरान और एसी की आयु के अंत में उनका निबटारा करने के समय रिसाव के चलते रेफ्रीजेरेन्ट का सीधा उत्सर्जन होता है। HCFCs और HFCs में ग्लोबल वार्मिंग की अधिक क्षमता होती है (जैसे HCFC-22 का GWP, 1810 है और R-410A का GWP 2080 है), पर्यावरण में ऐसे उत्सर्जनों से ग्लोबल वार्मिंग बढ़ती है।

एसी के पूरे जीवनकाल के दौरान बिजली की खपत के चलते अप्रत्यक्ष उत्सर्जन और ग्लोबल वार्मिंग में वृद्धि होती है। बिजलीघर में बिजली उत्पादन की प्रक्रिया में ग्रीनहाउस गैसें बनती हैं और पर्यावरण में उनका उत्सर्जन होता है। ग्लोबल



चित्र 8.1: उत्सर्जन के स्रोत – विंडो रूम एसी

वार्मिंग में अप्रत्यक्ष उत्सर्जन का योगदान, प्रत्यक्ष उत्सर्जन से कई गुना है। चित्र 8.1 और 8.2 में उत्सर्जन के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष स्रोतों की रूपरेखा दी गई है।



चित्र 8.2: उत्सर्जन के स्रोत – स्प्लिट रूम एसी

एसी को कारगर बनाए रखने के लिए निवारक रख–रखाव

सिस्टम की मूल ऊर्जा सक्षमता को बनाए रखने और पर्यावरण में रेफ्रीजेरेन्ट्स के रिसाव से बचने के लिए निवारक रख–रखाव जरूरी है। एसी के फिल्टर , इनडोर और आउटडोर यूनिट की समय–समय पर साफ सफाई और सर्विसिंग की जानी चाहिए ताकि सही कूलिंग और हवा की आवाजाही को सुनिश्चित किया जा सके। इससे एसी को चलाने की जरूरत भी कम हो जाती है।

सिस्टम में अचानक खराबी आ जाए, इससे बचने के लिए सिस्टम का समय–समय पर निरीक्षण, सफाई और खराब पुर्जों को बदलना जरूरी है। साथ ही, सिस्टम के जिन पुर्जों में कोई गड़बड़ी आ गई हो, उन्हें पूरी तरह खराब होने से पहले ही, समय रहते बदलना जरूरी है। वरना उनकी वजह से ऊर्जा की अधिक खपत होगी या रेफ्रीजेरेन्ट का रिसाव हो सकता है। निवारक रख–रखाव के लिए निर्माता एक समय–सारणी का सुझाव देते हैं, और तकनीशियनों को सलाह दी जाती है कि वे निर्धारित समय–सारणी के मुताबिक निवारक रख–रखाव पर अमल करें।

ऊर्जा की बचत के नजरिए से सर्विस के अच्छे तरीके

रूम एसी को किफायत से चलाया जा सके ताकि ऊर्जा का सक्षम उपयोग हो, इसके लिए सर्विस के तरीकों की चर्चा इस सेक्शन में की गई है, जिनका पालन करना जरूरी है।

कंडेन्सर और इवैपोरेटर कॉइल की सफाई

इवैपोरेटर की सतह पर धूल, अवशेष और दूषणकारी तत्वों से गंदगी जमा हो जाती है, जो हवा के प्रवाह को घटा देते हैं और इवैपोरेटर के बीच उष्मा के हस्तांतरण को कम कर देते हैं। इसके नतीजे में कूलिंग घट जाती है और एसी के कुल प्रदर्शन और सक्षमता में गिरावट आती है। इवैपोरेटर पर अत्यधिक मात्रा में धूल के जमा होने से कॉइल की सतह पर बर्फ जम सकती है।

धूल और अवशेष, कंडेन्सिंग यूनिट कॉइल के फिन में घुस सकता है क्योंकि पंखा (फैन) उनके जरिए ही हवा को भीतर खींचता है। इन रुकावटों के चलते कॉइल की क्षमता घट जाती है, कंडेन्सिंग तापमान बढ़ जाता है और कूलिंग सक्षमता कम हो जाती है। कॉइल को साफ करना कब जरूरी है, इसे आम तौर पर देख कर ही पता लगाया जा सकता है। तुलनात्मक रूप से, एक अबाधित कॉइल को और साफ कर देने से नतीजा बेहतर हो सकता है।

इवैपोरेटर और कंडेन्सर कॉइल दोनों को ही साल में कम से कम दो बार साफ करना जरूरी है। एसी के फिल्टरों को नियमित रूप से साफ करना चाहिए।

चित्र 8.3: कंडेन्सर और इवैपोरेटर कॉइल की सफाई

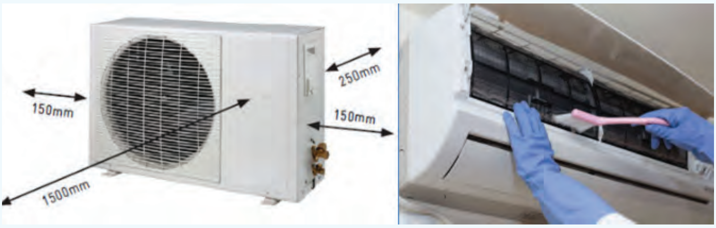
ऊर्जा की बचत के लिहाज से बिजली के घटकों का रख–रखाव

सर्विसिंग के दौरान यह जाँच करें कि सभी तार/केबल सही तरीके से जुड़े हुए (कनेक्टेड) हों, किसी भी हालत में कोई भी ढीला कनेक्शन नहीं रहना चाहिए। तारों के ढीले कनेक्शन के चलते ऊर्जा का नुकसान होगा और सिस्टम के गर्म होने और चिन्गारियाँ (स्पार्क) निकलने के खतरे भी हो सकते हैं जो ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट के मामले में बहुत खतरनाक है।

कैपेसिटर जैसे बिजली के पुर्जों को बदलते समय सिर्फ निर्माता द्वारा सुझाए गए पुर्जे ही चुनें। एक गलत साइज के कैपेसिटर के चलते कंप्रेसर/फैन मोटर अत्यधिक गर्म हो सकता है, सक्षमता घट सकती है और इसकी आयु भी कम हो सकती है। यह भी ध्यान रखें कि निर्माता द्वारा सुझाए गए रिले का ही उपयोग करें।

कंडेन्सिंग कॉइल और इवैपोरेटर कॉइल पर हवा के प्रवाह में बाधाओं को दूर करें

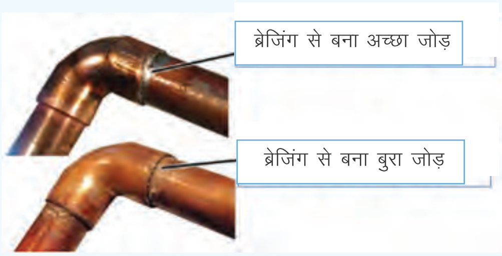
हवा के प्रवाह में कोई बाधा नहीं होनी चाहिए। हवा की आवाजाही में कोई भी रुकावट एसी के प्रदर्शन को कम कर देती है। आउटडोर यूनिट के आसपास, पीछे की तरफ 150–250 mm (6"–9.8") और सामने की तरफ 1500 mm (59") से अधिक जगह खाली रहनी चाहिए। इंडोर यूनिट के आसपास 150 mm (6") की पर्याप्त जगह होनी चाहिए। छत (सीलिंग) और इंडोर यूनिट के बीच में 150 mm (6") से अधिक जगह खाली रहनी चाहिए।



चित्र 8.4: हवा के अबाध प्रवाह के लिए जरूरी खाली जगह और एयर फिल्टर की सफाई

रेफ्रीजेरेन्ट के जीरो उत्सर्जन का लक्ष्य रखें

रेफ्रीजेरेन्ट का रिसाव पर्यावरण के लिए नुकसानदेह है। रिसाव के नतीजे में सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट चार्ज में कमी आने से सिस्टम का प्रदर्शन घट जाता है और उसकी सक्षमता कम हो जाती है। तांबे की नली पर काम करने की अच्छी पद्धति और सर्विस के अच्छे तरीकों (GSP) का पालन करें ताकि इसे सुनिश्चित बनाया जा सके कि तांबे की नली के जोड़ों से कोई रिसाव न हो।



चित्र 8.5: रेफ्रीजेरेन्ट के जीरो उत्सर्जन का लक्ष्य रखें

बदलते समय सिर्फ साफ और सही आकार की तांबे की नलियाँ ही उपयोग में लाएँ

तांबे की नलियों में निम्न–दाब वाली नाइट्रोजन गैस भरी रहती है और उनके दोनों सिरों पर ढक्कन (कैप) लगा कर उन्हें सील किया जाता है, ताकि वे ऑक्सीजन, धूल या हवा की नमी से दूषित होने से बची रहें।

ऑक्सीजन तांबे के साथ प्रतिक्रिया करता है और नली के भीतर कॉपर–ऑक्साइड की एक परत बना देता है। हवा की वजह से सिस्टम में दूषण पैदा हो सकता है इसलिए हमेशा ही काटने के बाद बची हुई तांबे की नलियों का मुंह ढक्कन से बंद रखें। अगर सिस्टम को सर्विसिंग के लिए खोला गया हो, तो उसकी नलियों का मुंह भी बंद रखें।

चित्र 8.6: ढक्कन लगी हुई तांबे की नली

इसे सुनिश्चित करें कि तांबे की सही आकार की नलियों का ही उपयोग किया जाए। गलत आकार या अधिक मोड़ वाली नलियों के चलते रेफ्रीजेरेशन सर्किट के दाब में गिरावट आ सकती है, जिससे एसी की ऊर्जा खपत बढ़ जाएगी। इससे एसी के प्रदर्शन की क्षमता पर नकारात्मक असर पड़ेगा। इसलिए नलियों का सही आकार बनाए रखें और कोशिश करें कि उनमें जितना संभव हो कम मोड़ आए।

रिसाव और दाब की जाँच

एसी को ऐसे बनाया जाता है कि वह रेफ्रीजेरेन्ट की एक निश्चित मात्रा के साथ काम कर सके। अगर यह पता लगे कि सिस्टम में अपर्याप्त रेफ्रीजेरेन्ट है, तो सिस्टम में रिसाव की जाँच करें, इसके बाद उसकी मरम्मत करके उसे फिर से भरें (रिचार्ज करें)। विश्वसनीयता और पर्यावरण के संरक्षण के लिए रिसाव की जाँच महत्वपूर्ण है। सिस्टम को चालू हालत में रख कर या नाइट्रोजन का स्थिर दाब बना कर जोड़ों, कनेक्शनों और फिटिंग्स पर साबुन का घोल लगाएँ ताकि रिसाव की जगहों का पता लगाया जा

चित्र 8.7: रिसाव और दाब की जाँच

सके। रिसाव की जगह पर बुलबुले निकलने लगते हैं, जिससे रिसाव की जगह की पहचान होती है। रिसाव का पता लगाने के लिए इलेक्ट्रॉनिक लीक डिटेक्टर का भी उपयोग किया जा सकता है।

ऑक्सीजन–मुक्त शुष्क नाइट्रोजन (OFDN) का उपयोग करें

मरम्मत और जोड़ लगाने की प्रक्रिया के बाद सिस्टम को कसना और दाब की जाँच करना जरूरी है। ऐसा करने के लिए सिस्टम में OFDN भर कर उसमें दाब पैदा करते हैं, और यह दाब सिस्टम के कामकाजी दाब से अधिक होता है। दाब बन जाने के बाद कम से कम पंद्रह मिनट तक जाँच करें कि सिस्टम उस दाब को कायम रख पा रहा है कि नहीं। इससे यह सुनिश्चित हो जाता है कि सिस्टम में कहीं कोई रिसाव नहीं हो रहा है। दाब में किसी गिरावट को देखने के लिए प्रेशर गेज पर ध्यान दें।

गाद (स्लज) और ऑक्साइड बनने से रोकें

लंबे समय तक चलने और कुछ दूषण की वजह से सिस्टम के भीतर गाद और ऑक्साइड बन सकता है, जो उष्मा हस्तांतरण की दर में कमी ला सकता है। इससे कूलिंग की क्षमता घट जाती है। इसलिए कंडेन्सर और इवैपोरेटर कॉइल को सॉल्वेंट जैसे कि पेरोक्लोरथिलीन (PCE), हेक्सेन या मिथाइलीन डाइक्लोराइड (MDC) (विलायक द्रव) से साफ करना जरूरी है। जब सिस्टम सर्विसिंग के लिए खुलता है तो उसे OFDN से भीतर से फ्लश करना भी जरूरी होता है। इसके लिए निम्न दाब वाले OFDN को 2 से 7 psig के नियामक दबाव में, टांकना करते समय, ऑक्साइड के गठन को रोकने के लिए नलियों में प्रवाहित करें।

सिस्टम की सही निकासी (इवैक्युएशन)

एसी सक्षमता से काम करता रहे, इसके लिए यह जरूरी है सिस्टम को हवा, नमी, और घनीभूत होने में अक्षम (नॉन–कन्डेन्सेबल) गैसों से मुक्त होना चाहिए। नमी की वजह से कैपिलरी नलियाँ, छन्नियाँ और फिल्टर/ड्रायर अवरुद्ध हो जाते हैं। घनीभूत होने में अक्षम (नॉन–कन्डेन्सेबल) गैसों के चलते सिस्टम का दाब अधिक हो जाता, इनसे कंडेन्सर और डिस्चार्ज का तापमान भी बढ़ जाता है और इसके नतीजे में सिस्टम की ऊर्जा सक्षमता घट जाती है। यह ऊर्जा की अधिक खपत करने लगता है और उसकी कूलिंग क्षमता घट जाती है। इसलिए सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट भरने से पहले गहन निकासी (डीप इवैकुएशन) महत्वपूर्ण है। निकासी को 500 या उससे कम माइक्रॉन स्तर पर करना चाहिए। अगर माइक्रॉन गेज उपलब्ध नहीं हो तो सिस्टम को कम से कम 30 मिनटों के लिए खाली करें और पर्याप्त निर्वात सुनिश्चित करें।

उत्तम रेफ्रीजेरेन्ट और अनुकूल लुब्रिकेंट ऑयल का उपयोग करें

एक दूषित रेफ्रीजेरेन्ट में घनीभूत होने में अक्षम (नॉन–कन्डेन्सेबल) गैसें और नमी मौजूद हो सकती है, इससे गाद बनने की आशंका होगी। यह सिस्टम में कैपिलरी में अवरोध और गाद पैदा करेगा। इसलिए सुनिश्चित करें कि उत्तम गुणवत्ता और शुद्धता का रेफ्रीजेरेन्ट उपयोग में लाया जाए। रेफ्रीजेरेन्ट आपस में मिल कर एक दूसरे को

दूषित न करें, क्योंकि इससे प्रदर्शन घट जाता है और सिस्टम खराब भी हो सकता है।

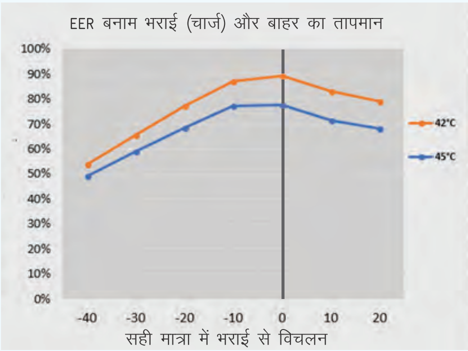
रूम एसी सिस्टम में चलने वाले पुर्जों के लिए लुब्रिकेशन बहुत महत्वपूर्ण होता है। हमेशा ही अच्छी गुणवत्ता का लुब्रिकेटिंग ऑयल उपयोग में लाएँ। ऑयल में बदलाव से संभव है कि रेफ्रीजेरेन्ट और ऑयल आपस में पर्याप्त रूप से न मिल पाएँ। इसके नतीजे में कूलिंग कॉइल में ऑयल अलग हो जाएगा।

सर्विसिंग के दौरान छन्नी/फिल्टर को बदल दें, ताकि सिस्टम में नमी और दूषणकारी तत्वों के घुसने की संभावना कम हो जाए।

एसी के आउटडोर यूनिट में रेफ्रीजेरेन्ट भरने की निर्देशित मात्रा

एसी जैसे कैपिलरी युक्त सिस्टम भराई (चार्ज) की मात्रा के प्रति बहुत संवेदनशील होते हैं। निर्माता द्वारा बताई गई मात्रा के आधार पर ही सिस्टम में रेफ्रीजेरेन्ट भरें (जिसे आउटडोर यूनिट पर दर्शाया जाता है)। चित्र 8.8 में यह दिखाया गया है कि रेफ्रीजेरेन्ट भराई (चार्ज) की मात्रा में कमी या अधिकता होने से ऊर्जा सक्षमता (खपत) पर क्या प्रभाव पड़ता है। इन दोनों ही स्थितियों में ऊर्जा की खपत बढ़ जाती है यानी सिस्टम की ऊर्जा सक्षमता में कमी आती है। इसलिए जरूरी है कि एसी में वजन के हिसाब से सही मात्रा में रेफ्रीजेरेन्ट भरें।

अधिक मात्रा में रेफ्रीजेरेन्ट भरने से कंप्रेसर अधिक बिजली उपयोग करने लगता है। अधिक परिचालन दाब/तापमान यह दिखाता है कि सिस्टम में अधिक मात्रा में रेफ्रीजेरेन्ट भरा गया है। एक अधिक भरे गए सिस्टम में रिसाव की आशंका भी अधिक



चित्र 8.8: भराई की मात्रा में विचलन और ऊर्जा सक्षमता

होती है। कम मात्रा में भरे गए सिस्टम का कूलिंग प्रभाव कम होता है और इस तरह सिस्टम की सक्षमता घट जाती है।

ध्यान दें: रूम एसी में वजन के मुताबिक रेफ्रीजेरेन्ट भरना सही तरीका है।

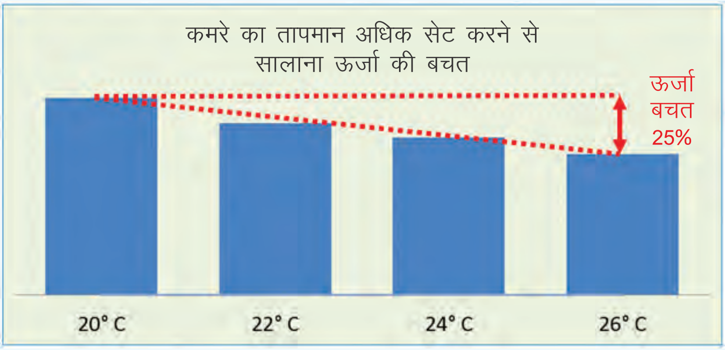
ऊर्जा की बचत के लिए ग्राहक को शिक्षित करना

ये कुछ ऐसे सुझाव हैं जो सिस्टम को कारगर तरीके से चलाने के लिए जरूरी हैं। तकनीशियनों को चाहिए कि इन्हें एसी उपयोगकर्ताओं को बताएँ।

1. जिन जगहों में एसी चल रही हो, वहां दरवाजे और खिड़कियाँ बंद रहनी चाहिए, ताकि बाहर की गर्म हवा भीतर न आ सके।
2. सीलिंग फैन (छत के पंखे) को धीमी गति पर चलाएँ, यह कमरे में हवा के सही प्रसार में मदद करता है। साथ ही, पंखे के उपयोग से हवा का प्रसार होता है, इसलिए एसी का तापमान बढ़ाया जा सकता है, जिससे रूम एसी में ऊर्जा की कम खपत होगी।
3. एलईडी (LED) लाइटों का उपयोग करें जो कम ऊर्जा लेती हैं और समान रोशनी उत्पन्न करने में कम उष्मा पैदा करती हैं। LED लाइटें रोशनी और एसी दोनों के लिहाज से ऊर्जा की बचत करती हैं।
4. अधिक BEE स्टार रेटिंग वाला सिस्टम उपयोग में लाएँ, जो कम स्टार रेटिंग वाले उपकरण की तुलना में कम ऊर्जा की खपत करता है। 5 स्टार वाला रूम एसी, 1 स्टार वाले एसी की तुलना में 20 से 25% कम ऊर्जा की खपत करता है।
5. संभव हो तो पर्दे और दीवारों–खिड़कियों पर पर्दे, ब्लाइंड्स आदि गिरा कर रखें, ताकि खिड़कियों और दीवारों से उष्मा का हस्तांतरण कम हो। इससे कूलिंग ऊर्जा कम लगेगी और ऊर्जा की बचत होगी।
6. सिस्टम को 24–27°C की रेंज में अधिक तापमान वाले सेट पर चलाएँ। तापमान सेटिंग कम करने पर यह अधिक ऊर्जा की खपत करेगा।
7. उपभोक्ता को नियमित रूप से एयर फिल्टर की सफाई करनी चाहिए और साल में कम से कम दो बार एसी की सर्विसिंग होनी चाहिए। एयर फिल्टर में धूल जमा होती रहती है, जो हवा के प्रसार में रुकावट बनती है।
8. एसी की सर्विसिंग के लिए अभिप्रमाणित (सर्टिफाइड) तकनीशियन ही बुलाएँ। यह सुरक्षा के लिहाज से भी जरूरी है।

ऊर्जा की खपत पर तापमान सेटिंग का प्रभाव

किसी स्थान को वातानुकूलित (ठंडा) करने के लिए कितनी ठंडक पैदा करना जरूरी है, इसमें थर्मोस्टैट तापमान की सेटिंग महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। अगर तापमान कम स्तर पर सेट किया जाए तो एसी को अधिक ठंडक पैदा करनी पड़ेगी और इससे अधिक ऊर्जा की खपत होगी। कमरे के तापमान को 20°C पर सेट करने के बजाए 26°C पर सेट किया जाए तो इससे लगभग 20% ऊर्जा की बचत होगी।



चित्र 8.9: कमरे के तापमान की सेटिंग का ऊर्जा की खपत पर प्रभाव

एयर–कंडिशनर ऊर्जा लेबलिंग मानक

BEE ने 2010 से 10.465 kW वाली कूलिंग क्षमता तक के रूम एसी के लिए अनिवार्य ऊर्जा सक्षमता स्टार रेटिंग की शुरुआत की। वाष्प–संपीड़न (वेपर–कंप्रेशन) टाइप एकीकृत (यूनिटरी) एयर कंडिशनर और पृथक (स्प्लिट) एयर–कंडिशनर, जिनकी निर्धारित कूलिंग क्षमता 10,465 Watts (9000 kcal/hour) है, के भारत में निर्माण, वाणिज्यिक खरीद और बिक्री के लिए शर्त यह है कि

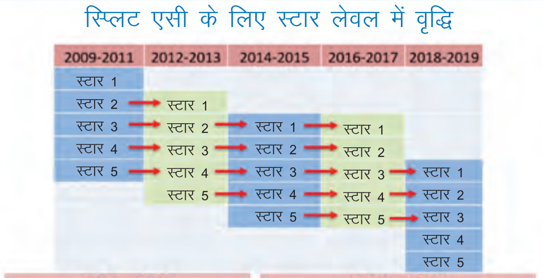
- वे यूनिटरी एयर कंडिशनर के लिए IS 1391 (Part 1) के अनुकूल तथा स्प्लिट एसी के लिए IS 1391 (Part 2) के अनुकूल अधिकतम परिचालन अवस्था जाँच (मैक्सिमम ऑपरेटिंग कंडिशंस टेस्ट) की जरूरतों पर खरा उतरें।

- उन्हें IS/ISO 9000 या अधिक का सत्यापन प्राप्त हो।

रूम एसी के लिए BEE के लेबल में अधिकतम 5 स्टार हैं और उनके बीच 1 स्टार का अंतराल है, यानी रूम एसी को स्टार 1 से लेकर स्टार 5 तक के स्टार दिए जाते हैं, जो उनकी सापेक्ष ऊर्जा सक्षमता पर आधारित होता है।

BEE पहले सिस्टम की रेटिंग एनर्जी एफिशिएंसी रेशियो (EER) के आधार पर करता था, जिसमें नगण्य वोल्टेज और फ्रीक्वेंसी पर ऊर्जा खपत के साथ क्षमता (वाट्स में) का अनुपात निकाला जाता था। 2018 से BEE ने सिस्टम को (स्थिर गति वाले और इन्वर्टर दोनों किस्मों को) इंडियन सीजनल एनर्जी एफिशिंसी रेशियो (ISEER) के आधार पर लेबल करना शुरू किया। इसका मतलब यह है कि कूलिंग के लिए बंद कमरे में चलाए जाने पर सक्रिय अवस्था में एक उपकरण कुल उष्मा की जितनी मात्रा हटा सकता है, उस मात्रा का अनुपात उस उपकरण द्वारा इस अवधि में खपत की गई कुल ऊर्जा की मात्रा से निकाला जाता है।

कूलिंग सीजनल लोड, कूलिंग सीजनल ऊर्जा खपत और ISEER की गणना करने की पद्धति ISO 16358 के अनुसार होगी।



2016 - 2017		
स्टार लेवल	न्यूनतम EER	अधिकतम EER
स्टार 1	2.70	2.89
स्टार 2	2.90	2.99
स्टार 3	3.10	3.29
स्टार 4	3.30	3.49
स्टार 5	3.50	–

2018 - 2019		
स्टार लेवल	न्यूनतम ISEER	अधिकतम ISEER
स्टार 1	3.10	3.29
स्टार 2	3.30	3.49
स्टार 3	3.50	3.99
स्टार 4	4.00	4.49
स्टार 5	4.50	–

चित्र 8.10: स्प्लिट एसी के लिए स्टार लेवल में वृद्धि

सर्विस के अच्छे तौर–तरीकों के लिए चेकलिस्ट

	कार्रवाई
☐	एयर फिल्टर की जाँच और सफाई समय–समय पर करें
☐	कंडेन्सर कॉइल की जाँच करें, आउटडोर कंडेन्सर कॉइल को साल में कम से कम एक बार धोएँ ताकि एसी की सक्षमता और आयु अधिकतम बनी रहे
☐	साल में दो बार इवैपोरेटर कॉइल जाँचें और साफ करें
☐	रिसाव और दाब की जाँच करें
☐	ऑक्सीजन मुक्त शुष्क नाइट्रोजन का उपयोग करते हुए सिस्टम से अशुद्धियों को हटाएँ
☐	निर्माता द्वारा सुझाई गई सही मात्रा में रेफ्रीजेरेन्ट भरें
☐	एसी निकासी पैन में अल्गी पनपने से होने वाले अवरोध को रोकने के लिए उसका उपचार करें
☐	कंप्रेसर एम्प्स (amps) जाँचें
☐	कंडेन्सर फैन एम्प्स (amps) जाँचें
☐	बिजली घटकों को कसें
☐	कैपेसिटरों के कैपेसिटेन्स को जाँचें
☐	ऊर्जा की किफायत के लिहाज से एसी चलाने के सही तरीकों के बारे में ग्राहकों को बताएँ

09

व्यवहार कौशल

पृष्ठभूमि

ग्राहक किसी भी व्यवसाय का आधार होते हैं और किसी भी कंपनी के अस्तित्व के लिए यह जरूरी है कि ग्राहक उस कंपनी द्वारा मुहैया कराए जा रहे उत्पादों और सेवाओं से संतुष्ट हों। अगर एसी सर्विसिंग सेक्टर के मामले में देखें तो ग्राहक के घर पर जाने वाले तकनीशियन उस कंपनी का चेहरा होते हैं या उसकी छवि का प्रतिनिधित्व करते हैं। इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि तकनीशियन ग्राहक की जरूरत और उसकी अपेक्षाओं को समझें। आमदनी, नस्ल (रेस), भूगोल और संस्कृति के मुताबिक ग्राहक की अपेक्षा बदलती रहती है। इसलिए तकनीशियन को न सिर्फ उपकरण की मरम्मत और सर्विस करने आना चाहिए, बल्कि उसे ग्राहक के साथ सही तरीके से बातचीत करना भी आना चाहिए और उसे यह समझना चाहिए कि प्रत्यक्ष सेवा प्रदाता के व्यवहार पर ग्राहक की संतुष्टि बहुत निर्भर करती है। जब तकनीशियन स्वरोजगार के तहत एक दल में काम कर रहा हो, या फिर स्वतंत्र रूप से ग्राहक के यहाँ विजिट कर रहा हो या मीटिंग कर रहा हो, ऐसी स्थिति में भी उसे यह बात सुनिश्चित करनी चाहिए कि उसकी सेवाओं और व्यवहार से ग्राहक संतुष्ट रहे।

व्यवहार कौशल, व्यक्तित्व की ऐसी खूबियाँ हैं जो एक खास स्थिति में किसी के संबंधों की पहचान बनती हैं। इन कौशलों में सामाजिक शिष्टता, बातचीत करने की क्षमता, भाषा का कौशल, निजी आदतें, भावनात्मक संवेदना, समय का प्रबंधन, टीमवर्क और नेतृत्व आदि की खूबियाँ शामिल हैं।

आरएसी तकनीशियन की भूमिका

एक ग्राहक जब शोरूम से एसी खरीदता है तो उसके भुगतान कर देने के बाद सेल्सपर्सन की भूमिका वहीं खत्म हो जाती है। लेकिन सर्विस तकनीशियन के लिहाज से यह एक दीर्घकालिक (लॉन्ग–टर्म) संबंध की शुरुआत है। उसकी भूमिका

इन्सटॉलेशन

निवारक रख–रखाव

सर्विस कॉल अटेन्ड करना

खराबी दूर करने के लिए जाना

विवरण दर्ज करना

चित्र 9.1: आरएसी तकनीशियन की भूमिका

इन्स्टॉलेशन के लिए सही जगह की पहचान करने से शुरू होती है और एसी इन्स्टॉल करने, ग्राहक को एसी के सही उपयोग के बारे में बताने, ऊर्जा की बचत करने की तरकीबें सिखाने, निवारक रख–रखाव करने और किसी गड़बड़ी या खराबी की स्थिति में फोन कॉल सुनने और सर्विस के लिए जाने आदि के जरिए चलती रहती है।

व्यवहार कौशल

तकनीशियन को यह जरूर समझना चाहिए कि "अच्छी सर्विस" का क्या मतलब होता है। सिर्फ उपकरण और सर्विसिंग तकनीकों के बारे में जानना ही "अच्छी सर्विस" नहीं होती, बल्कि यह अनेक कारकों से मिल कर बनती है, जिसमें काम संबंधी आचरण केंद्र में होता है।

व्यवहारः ग्राहक के साथ एक कारगर संबंध ग्राहक सेवा प्रतिनिधियों (कस्टमर सर्विस रिप्रेजेन्टेटिव्स) के व्यवहार से शुरू होता है। एक सकारात्मक व्यवहार बनाए रखने का मतलब है कि खुद को ग्राहक की जगह रखना और उनके नजरिए से समस्या को देखना। यह तकनीशियन को बेहतर तरीके से फैसले लेने और यह जानने में मदद करता है कि विभिन्न ग्राहकों के साथ किस तरह से पेश आया जाए। तकनीशियन का रवैया "मदद और समर्थन" करने का होना चाहिए।

संवाद कौशलः एक उत्कृष्ट सेवा (सर्विस) के लिए बातचीत या संवाद एक मुख्य घटक है, क्योंकि यह संदेश देने की कला है। तकनीशियन बातचीत को एक सकारात्मक नतीजे की तरफ ले जा सके, यह कारगर संवाद के जरिए ही संभव है। एक मुश्किल स्थिति में भी खुश और धैर्यवान बने रह कर ग्राहक का दिल जीता जा सकता है।

भाषाई कौशलः ग्राहकों के साथ और सहकर्मियों के समूह में विनम्रता से और आसानी से समझ में आने वाली भाषा में बात करने से काम को समझाने और उसे सही ढंग से पूरा करने की क्षमता बढ़ जाती है।

समय का प्रबंधनः निर्धारित समय में विजिट करना और काम पूरा करना एक तकनीशियन की सफलता के लिए एक महत्वपूर्ण विशेषता है।

संवाद के कारगर कौशल

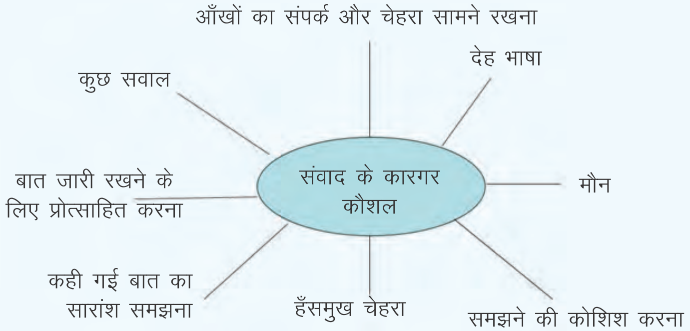
आँख मिला कर बात करनाः आँखें मिला कर बात करना महत्वपूर्ण है, यह अ–भाषिक (अमौखिक) संवाद का एक महत्वपूर्ण रूप है और तकनीशियन और उनके ग्राहक के बीच में इससे तत्काल एक संपर्क स्थापित हो सकता है। यह एक ग्राहक के साथ एक सफल मानवीय संबंध बनाने की दिशा में एक सकारात्मक कदम है।

देह भाषा (बॉडी लैंग्वेज)ः बॉडी लैंग्वेज संवाद का एक अतिरिक्त तरीका है। एक सकारात्मक व्यवहार वाला एक तकनीशियन अधिक विनम्र, सौहार्दपूर्ण, जवाबदेह लगेगा, जो ग्राहक की जरूरतों और अपेक्षाओं के प्रति सजग है। ग्राहक के प्रति उसके

व्यवहार में इसकी झलक दिखाई देगी, और ग्राहकों को महसूस होगा कि उनकी बात सुनी गई है, और तकनीशियन उनके साथ सम्मान से पेश आ रहा है और उसे ग्राहक का ख्याल है। एक हँसमुख चेहरा और आवाज का लहजा बहुत अधिक सकारात्मक प्रभाव डाल सकते हैं।

मौन: ग्राहक की सेवा में चुप रहना हालाँकि एक बड़ी खूबी नहीं है, लेकिन कभी–कभी चुप रह जाना बेहतर होता है, खास कर वहाँ, जहाँ बहस की स्थिति पैदा हो जाए और आपको लगे कि आपका जवाब ग्राहक को अप्रिय लगेगा।

जल्दी से समझना: जल्दी से बात को समझने, चर्चा का सारांश समझने और काम की गुणवत्ता के बारे में ग्राहक की राय को सुनने से अगली बार काम को बेहतर तरीके से पूरा करने में मदद मिलती है। ग्राहक की जरूरतों पर ध्यान दें, ग्राहक जो कह रहे हों उसको सुनने की विशेष कोशिश करें। उन्हें अपनी बात जारी रखने देने और सवाल पूछने के लिए प्रोत्साहित करें।



चित्र 9.2: संवाद के कारगर कौशल

ग्राहकों के साथ संवाद

काम शुरू करने से पहले संवाद

ग्राहक के यहाँ विजिट करने से पहले इसका एक समय (अपॉइंटमेंट) तय करना महत्वपूर्ण है। यह ग्राहक को प्रभावित करने का पहला मौका होगा। ग्राहक के स्थान की जानकारी लें और उन्हें आने का एक सही समय बताएँ। सबसे जरूरी है समय पर पहुँचना, रास्ते का पता लगाने के लिए GPS की मदद लें और रूट की जानकारी देखें। विजिट चार्ज के बारे में ग्राहक को जानकारी दें।

घंटी बजाएँ और इंतजार करें, अपना और अपनी कंपनी का परिचय दें और ग्राहक के औपचारिक रूप से अभिवादन करें। ग्राहक की उपाधि (टाइटल) और उपनाम (सरनेम)

का उपयोग करें। अगर किसी के नाम के साथ प्रोफेशनल उपाधि (टाइटल) नहीं जुड़ी हो तो "सर" या "मैडम" की उपाधि का उपयोग करें। अपना परिचय पत्र दिखाएँ।

घर में प्रवेश करने से पहले अनुमति लें। आपके चेहरे पर मुस्कान और आपकी आवाज का लहजा काफी असर डाल सकते हैं।

ग्राहक से उपकरण की वारंटी के बारे में जानकारी लें या यह पूछें कि क्या उन्होंने उपकरण के लिए कोई सालाना रख–रखाव अनुबंध किया है। उनसे संबंधित दस्तावेज (डॉक्युमेंट) दिखाने को कहें और अगर कोई विजिटिंग चार्ज हो तो उसके बारे में ग्राहक को सूचित करें।

एक अच्छी सर्विस मुहैया कराने में ग्राहक की बात सुनने की क्षमता बहुत जरूरी है। उनकी जरूरतों पर ध्यान दें, वे जो कुछ कह रहे हों उनसे ध्यान से सुनें।

काम शुरू करते समय संवाद

उपकरण की जांच करें और समस्या का सही–सही पता लगाने के लिए ग्राहक से सिलसिलेवार ढंग से सवाल करें। संभव है कि ग्राहक तकनीकी शब्दावलियों से परिचित न हो और इसलिए उससे एक सरल भाषा में बात करें ताकि ग्राहक उसे समझ सके। उसे संभव समाधानों की जानकारी दें और इसमें अनुमानित कीमत तथा काम पूरा होने में लगने वाले समय के बारे में भी बताएँ।

कोई भी पुर्जा बदलने या सर्विस करने से पहले ग्राहक की अनुमति लें। किसी भी बात को महत्वहीन न समझें। टकराव की स्थिति से बचने के लिए यह जरूरी है।

इन्स्टॉलेशन से पहले ग्राहक को इन्सटॉलेशन से पूर्व किए जाने वाले आवश्यक चिनाई के काम, बिजली और दूसरे अन्य कामों के बारे में सूचित किया जाना चाहिए और यह बता देना चाहिए कि उनका खर्च इन्स्टॉलेशन के शुल्क में शामिल है या नहीं। अगर घर में प्रवेश करने की अनुमति मिल गई हो, तब भी तकनीशियन को घर के भीतर सीधे उन कमरों में नहीं चले जाना चाहिए जहाँ एसी लगना है या सर्विसिंग होनी है। कमरे के भीतर जाने के लिए भी अनुमति लेना जरूरी है और यह एक अच्छा व्यवहार है।

चित्र 9.3: इन्स्टॉलेशन के बारे में बताएँ

काम के समय संवाद

आपको ग्राहक से जान लेना चाहिए कि कहाँ पर एसी इन्स्टॉल किया जाना है और/या सर्विसिंग होनी है। इन्स्टॉलेशन के लिए जगह का निरीक्षण करें और सबसे अच्छे

विकल्प के बारे में ग्राहक को बताएँ। विभिन्न स्थानों के फायदे और नुकसान के बारे में समझाना जरूरी है और इसके बाद ग्राहक को फैसला करने दें।

इन्स्टॉलेशन के समय, एसी का पैकेज खोलते समय यह देख लें और सुनिश्चित कर लें कि पैक में सभी जरूरी एक्सेसरीज (सहायक उपकरण) मौजूद हैं और ग्राहक को इसके बारे में सूचित करें।

ग्राहक को बताएँ कि कौन सी सावधानियाँ बरतनी चाहिए, एसी को चलाने का सही तरीका क्या है, ऊर्जा की बचत कैसे की जा सकती है और तापमान की सही सेटिंग क्या है।

इसे सुनिश्चित करें कि इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग का काम सही तरीके से पूरा हो गया है, लेकिन इसे बहुत साफ–साफ लिख लें और ग्राहक से इसकी पुष्टि भी कर लें। अगर ग्राहक आपकी सर्विस से खुश है, तो उन्हें इसके लिए प्रोत्साहित करें कि वे पावती (एकनॉलेजमेंट) फॉर्म में अपनी राय भी लिख लें।

सहकर्मियों के साथ संवाद

कोई भी पेशा या उद्योग हो, टीम सबसे अधिक मायने रखती है। टीम के सदस्य आपके प्रतिद्वंद्वी नहीं बल्कि आपके साझेदार हैं, इसलिए टीम के भीतर एक खुशनुमा माहौल बनाए रखना जरूरी है। इससे टीम का हौसला बना रहेगा और उत्तम सर्विस प्रदान करना संभव होगा। अपने सहकर्मियों की राय सुनें, काम को पूरा करने में एक दूसरे की मदद और समर्थन करें, कार्यस्थल पर एक दोस्ताना माहौल बनाए रखें।

चित्र 9.4: सहकर्मियों के साथ कारगर संवाद का तरीका

टीम सदस्यों के बीच में किसी भी आपसी दिक्कत को दूर करना जरूरी है। अगर समस्याओं को शुरू में ही पहचान कर उनको सुलझा लेना टीम के सुचारू रूप से काम करने की निशानी है।

नई तकनीक, प्रक्रियाओं और सावधानियों के बारे में टीम सदस्यों को भी बताएँ। सभी मनुष्यों में अलग–अलग कौशल और ज्ञान होता है और ग्राहक को खुश रखने तथा काम के अनुकूल नए, खोजपूर्ण तरीके निकालने और समस्याओं का हल निकालने में दूसरे टीम सदस्यों से सीखी हुई बातें बहुत मददगार होती हैं।

ग्राहकों की शिकायतों को उस इलाके के सहकर्मियों तक पहुँचाएँ। साथ मिल कर काम करने से एक अच्छी ग्राहक सेवा (कस्टमर सर्विस) बनती है। मिसाल के लिए मजबूत टीम के होने से ग्राहकों के साथ निरंतर संवाद बना रहता है, समयसीमाएँ आसानी से पूरी होती हैं और हर व्यक्ति अपने काम की जिम्मेदारी लेता है।

टेलीफोन पर बात करने का कौशल

फोन कॉल लेने से पहले दिमाग को शांत कर लेना महत्वपूर्ण है। अगर उत्तेजित भाव में कॉल का जवाब दिया जाए तो यह आपके लहजे और आवाज पर असर डालेगा। फोन कॉल का जवाब देते समय मुस्कुराना चाहिए।

बातचीत की शुरुआत ग्राहक का स्वागत करने से होनी चाहिए। साफ, जीवंत लहजे और आवाज में बोलना एक स्पष्ट संवाद की पहचान है। घर पर, दोस्तों और सहकर्मियों के बीच बोलने का अभ्यास करें। फोन कॉल पर बात करते समय नाम और संगठन का नाम बताएँ, फोन करने वाले ग्राहक का नाम और दूसरी जानकारियाँ लिख लें। नोट्स लेने या संदेश लिखने के लिए, लिखने का एक पैड और पेंसिल अपने पास तैयार रखें। खाना खाते समय या च्यूइंग गम चबाते समय कभी भी फोन कॉल न उठाएँ।

लिखने का कौशल

इन्स्टॉलेशन के दौरान या सर्विस की शिकायतों को दूर करते समय यह बताएँ कि शिकायत की प्रकृति क्या थी, जरूरी समाधान के तहत क्या किया जाना था, शिकायत दूर करने के लिए कौन–सा काम किया गया, कौन–सी सावधानियां बरतनी चाहिए और ग्राहकों से क्या भुगतान लिया गया आदि। साफ–साफ लिखने से ग्राहक के साथ उठने वाली समस्याएँ घट जाती हैं, इससे शिकायतें भी कम होती हैं और ग्राहक की वफादारी बनी रहती है। काम पूरा होते ही सभी जरूरी फॉरमेट को भरना चाहिए। इससे रेकॉर्ड सही बने रहने में मदद मिलती है।

पढ़ने का कौशल

पढ़ने का अच्छा कौशल महत्वपूर्ण है, क्योंकि इससे काम संबंधी दस्तावेजों में लिखे हुए वाक्यों और अनुच्छेदों (पैराग्राफों) को समझना संभव होता है। उत्पाद संबंधी सभी परिचालन पुस्तिकाओं, मानक परिचालन कार्यवाहियों, अपने कार्यस्थल पर उपयोग किए जाने वाले विभिन्न किस्म के सॉल्वेंट और रेफ्रीजेरेन्ट्स के MSDS आदि को पढ़ने की आदत डालें।

प्रोफेशनल बनें

ग्राहक सेवा के काम में रहने वालों के लिए प्रोफेशनल बनना महत्वपूर्ण है क्योंकि काम का कौशल, अच्छा फैसला लेने की आदत और विनम्र व्यवहार ग्राहकों में संतुष्टि का भाव जगा सकते हैं और उन्हें एक वफादार ग्राहक बने रहने के लिए प्रोत्साहित करते हैं।

क्षमता; कौशल, ज्ञान, व्यावहारिक गुणों और रवैए से मिल कर बनती है।

समय का पालन करें – अपने समय का सही से प्रबंधन करने में सक्षम होने के लिए एक ग्राहक सेवा प्रतिनिधि को यह कौशल आना चाहिए।

काम की जानकारी लेते रहें – हर संभव कोशिश करें कि काम लंबित न रहे। NIKE की टैग लाइन "जस्ट डू इट" की तरह, काम की प्रगति की जानकारी लेते रहें और ग्राहक को इसके बारे में सूचित करें। असल में इस तरह का जोश कार्यस्थल पर एक उत्साहपूर्ण माहौल बनाए रखता है।

हमेशा नई जानकारी और कौशल हासिल करते रहें – ग्राहक की अपेक्षाएँ हमेशा बदलती रहती हैं और बाजार में नई तकनीकी तथा उत्पादों के आते रहने के साथ एक तकनीशियन के लिए यह जरूरी होता है कि वो अपने कौशल और ज्ञान को हमेशा बढ़ाता रहे।

निजी साफ–सफाई (हाइजीन)

अच्छी साफ–सफाई बनाए रखने से बीमारियों की आशंका कम हो जाती है, लेकिन उतनी ही अहम बात यह है कि हम और दूसरे लोग हमारे बारे में कैसी राय बनाते हैं। इससे हमारे आत्म–विश्वास और आत्म–सम्मान के स्तर पर भी प्रभाव पड़ता है और यह हमारे जीवन के अनेक पहलुओं को प्रभावित कर सकता है।

काम पर साफ और सलीके से प्रेस किए हुए कपड़े, पॉलिश किए हुए जूते और साफ मोजे पहनने चाहिए। नहाना और नियमित रूप से हाथ धोना, अपने को साफ और संवार कर रखना दूसरों पर एक अच्छी छाप छोड़ने में मदद करता है। काम करते समय ग्राहक के उपकरणों और दीवारों को तेल या चिकनाई (ग्रीज) लगे हुए हाथों से छू कर उन्हें गंदा न करें। कभी कभी चिकनाई लगे हुए हाथों से लगे निशान आसानी से नहीं छूटते। काम के दौरान भारी आभूषण न पहनें। फेस मास्क का प्रयोग करें और हाथों को बार–बार साफ करें।

10

प्रमाणन (सर्टिफिकेशन): रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग सर्विस तकनीशियन

पृष्ठभूमि

दुनिया भर में अधिकतर देशों में RAC व्यवसाय के लिए प्रमाणन की व्यवस्था है। इसमें रूम एसी लगाने और उसकी सर्विसिंग भी शामिल है। इस क्षेत्र में सिर्फ प्रमाणित (सर्टिफाइड) तकनीशियनों को ही काम करने की अनुमति है। भारत ने भी स्वैच्छिक आधार पर रूम एसी में तकनीशियन प्रमाणन कार्यक्रम की शुरुआत की है। भविष्य में इसे अनिवार्य बनाया जा सकता है। रूम एसी के लिए सर्विस तकनीशियन को प्रमाणित करने की प्रक्रिया के तहत एक सक्षमता परीक्षा ली जाती है, जिसमें सैद्धांतिक और व्यावहारिक आकलन लिया जाता है और इस तरह तकनीशियन का मूल्यांकन किया जाता है। इस अध्याय में प्रमाणन प्रक्रिया, इसकी जरूरतों और इसके लाभों की चर्चा की गई है। इसमें परीक्षा और आकलन प्रक्रिया के तत्वों के बारे में सूचना भी दी गई है।

रूम एसी सर्विस तकनीशियन के लिए प्रमाणन महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह उनकी पेशेवर सक्षमता की पुष्टि करता है और यह देश और विदेशों में उनके रोजगार हासिल करने की संभावनाओं को बढ़ाता है। समय के साथ रेफ्रीजेरेशन और एयर कंडिशनिंग (RAC) के व्यवसाय में प्रमाणन की जरूरत स्वीकार कर ली गई है, क्योंकि RAC में अलग–अलग अनुशासन और जटिल विषय शामिल हैं। इसमें यांत्रिक, विद्युत और इलेक्ट्रॉनिक तकनीकों का ज्ञान और व्यावहारिक अनुभव जरूरी है। सर्विसिंग करने वाले व्यक्ति को उच्च दाब, ज्वलनशील और जहरीली गैसों के साथ काम करना होता है। यही नहीं, इस बात की अहमियत भी समझी गई है कि प्रशिक्षित और प्रमाणित तकनीशियन ग्राहकों को बेहतर सेवाएँ मुहैया करा सकते हैं, अपनी आमदनी बढ़ा सकते हैं और रेफ्रीजेरेन्ट की खपत और उनके उत्सर्जन को घटाने में मदद कर सकते हैं। साथ ही वे सिस्टम की मूल ऊर्जा सक्षमता को बनाए रखने में मददगार हो सकते हैं, जिससे ऊर्जा की बचत भी होती है।

प्रमाणन क्यों जरूरी है?

आरएसी उपकरण की सर्विसिंग बहु विषयक तकनीकी कार्य है और इसके लिए मैकेनिकल, इलेक्ट्रिकल, इलेक्ट्रॉनिक और केमिकल जैसे कई विषयों की गहन समझ की आवश्यकता होती है (उदाहरण के लिए दबाव वाली गैसों से निपटना)। HCFC-22 के विकल्प के रूप में उपयोग किए जाने वाले अनेक रेफ्रीजेरेन्ट्स ज्वलनशील और विषैले हैं या उनका कार्यशील दाब अधिक होता है। अधिकतर तकनीशियन इन वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के साथ चलने वाले एसी की सर्विसिंग से परिचित नहीं हैं। ऐसे रेफ्रीजेरेन्ट्स के साथ चलने वाले एसी उपकरण के इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग में सावधानी बरतने की जरूरत होती है और टेक्नीशियन और ग्राहकों की सुरक्षा संबंधी समस्याओं के संदर्भ में ही इन पर विचार होना चाहिए। वर्तमान में देश में एसी की अनुमानित संख्या लगभग 3.5 से 4.0 करोड़ है और अगले 20 वर्षों में 30 से 40 करोड़ तक बढ़ने की उम्मीद है। इसके अलावा प्रमाणन रेफ्रिजरेंट और आरएसी उपकरण के अनुचित हैंडलिंग से पर्यावरण की रक्षा करने में मदद करता है और एसी की ऊर्जा दक्षता बनाए रखने के लिए योग्य प्रमाणित तकनीशियनों की मांग बढ़ रही है। इसलिए प्रशिक्षण पाना और इसके बाद तकनीशियन के सिद्धांत और व्यावहारिक ज्ञान

के आकलन के आधार पर एक प्रमाणपत्र हासिल करना जरूरी है। प्रमाणन योग्यता के मूल्यांकन पर आधारित है, जो यह सुनिश्चित करता है कि तकनीशियन को आवश्यक विषयो की समझ है और वह अपनी स्वयं की सुरक्षा के साथ ग्राहक की संतुष्टि के लिए कार्य करने में सक्षम है।

प्रमाणन, तकनीशियन को समर्थ बनाता है

I) एसी की स्थापना और सर्विसिंग को सफलतापूर्वक पूरा करने के लिए

II) आरएसी उपकरण और रेफ्रिजरेंट के साथ काम करने के लिए,

III) ज्वलनशील रेफ्रिजरेंट को सुरक्षित रूप से प्रयोग करने के लिए।

प्रशिक्षण, आकलन और प्रमाणन इस भरोसे को मजबूत करते हैं कि सर्विसिंग को उपयुक्त मानकों के आधार पर संपन्न किया जाएगा।

प्रमाणन के लाभ

प्रमाणन एसी से जुड़ी उन्नत तकनीकों जैसे नए रेफ्रिजरेंट, इन्वर्टर सिस्टम, नियंत्रण आदि में पेशेवर ज्ञान और कौशल को बढ़ाता है। यह सर्विस तकनीशियन को कई प्रकार से मदद पहुँचाता है जैसे:

I) समाज के भीतर योग्य पेशेवर के रूप में मान्यता,

II) पेशेवर शुल्क और आय में वृद्धि,

III) वैश्विक अवसरों का खुलना।

एक प्रमाणित, भारतीय रूम एसी तकनीशियन के रूप में प्रमाणपत्र होना आवश्यकताओं में से एक है। प्रमाणन की प्रक्रिया में शिक्षा और प्रशिक्षण के जरिए, जो आकलन/परीक्षा की तैयारी के लिए जरूरी है, आरएसी तकनीशियन का कौशल मजबूत होता है। कौशल में वृद्धि के साथ–साथ शिक्षा और कौशल को मजबूत करने से स्वास्थ्य व सुरक्षा जागरुकता पैदा होगी और तकनीशियन के लिए यह एक अतिरिक्त फायदेमंद बात होगी जो उसके जीवन की गुणवत्ता को बेहतर बनाएगी।

चित्र 10.1: राष्ट्रीय योग्यता व प्रमाणन नेटवर्क की रूप–रेखा

प्रमाणन की प्रक्रिया में HPMP की भूमिका

देश में HPMP के तहत GIZ द्वारा आयोजित होने वाले दो दिवसीय तकनीशियन प्रशिक्षण कार्यक्रम में भाग लेने वाले तकनीशियनों को भागीदारी प्रमाणपत्र (Certificate of Participation) प्राप्त होगा। साथ ही प्रशिक्षण कार्यक्रम से तकनीशियन अपनी सक्षमता के लिए जरूरतों के बारे में जागरूक हो सकेंगे और वे खुद अपना मूल्यांकन कर सकेंगे। इसका लाभ यह होगा कि वे इस बात की पहचान कर पाएँगे कि प्रमाणपत्र प्राप्त करने के लिए जितना ज्ञान जरूरी है, उस ज्ञान तक पहुँचने के क्रम में वे अभी कहाँ खड़े हैं। चित्र 10.1 में प्रमाणन की प्रक्रिया के विभिन्न तत्वों की भूमिका के बारे में बताया गया है।

चित्र 10.2: HPMP तकनीशियन कार्यशाला के तत्व

राष्ट्रीय प्रशिक्षण नेटवर्क, प्रशिक्षण और शिक्षा के पाठ्यक्रम पेश करेगा, जिसमें जरूरी प्रमाणन के स्तर के अनुसार योग्यता में वृद्धि की जाएगी। प्रमाणन के लिए परीक्षा देनी होगी, जो सर्विस तकनीशियन के लिए जरूरी सक्षमता पर आधारित होगी।

HPMP तकनीशियन कार्यशाला के तत्व

HPMP के तहत तकनीशियन प्रशिक्षण दो दिनों के लिए होगा, जिसमें क्लासरूम प्रशिक्षण के जरिए सैद्धांतिक और व्यावहारिक ज्ञान का प्रशिक्षण (प्रैक्टिकल) शामिल है। प्रशिक्षण के दौरान जिन विषयों पर बात की जाएगी, उनमें मुख्यतः सर्विस के अच्छे तरीके, HCFC-22 तथा ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट्स वाले रूम एसी का इन्स्टॉलेशन, ऊर्जा सक्षमता और व्यवहार कौशल शामिल हैं। प्रशिक्षण की यह विषय वस्तु प्रस्तावित राष्ट्रीय प्रमाणन के पाठ्यक्रम/विषयों में उदाहरण के रूप में पेश की गई है।

अंतरराष्ट्रीय परिदृश्य

अनेक देशों में रूम एसी सर्विस तकनीशियनों के लिए एक प्रमाणन व्यवस्था लागू है और रूम एसी के इन्स्टॉलेशन और सर्विसिंग के लिए इसका होना अनिवार्य है।

संयुक्त राज्य अमेरिका (USA) में एन्वायरमेंटल प्रोटेक्शन एजेंसी (ईपीए) एक योग्य सर्विस तकनीशियन को प्रमाणपत्र देती है। रेफ्रीजेरेशन और एसी तकनीशियन के लिए ईपीए द्वारा स्वीकृत जांच परीक्षा में उत्तीर्ण (पास) होना अनिवार्य है, जिसे एक स्वीकृत प्रमाणन संगठन द्वारा अमल में लाया जाता है।

यूरोपीय संघ में, तकनीशियनों को 'EN 13313 कम्पेटेन्स ऑफ पर्सनेल Competence of Personnel and EU "F-Gas" रेगुलेशन Regulation No 517/2014' नामक नियमन का पालन करना जरूरी है। EN 13313 के मुताबिक, इन्स्टॉलेशन, निरीक्षण, जाँच, रख–रखाव, मरम्मत, कमीशनिंग और एसी सिस्टम और उसके पुर्जों के निबटारे के लिए जिम्मेदार व्यक्तियों को ऐसी सक्षमताओं का होना अनिवार्य है, जिसे एक स्वीकृत राष्ट्रीय संगठन द्वारा प्रमाणित होना चाहिए। "F-Gas" नियमन के तहत यह जरूरी है कि सभी व्यक्तियों और कंपनियों के पास ऐसे प्रमाणपत्र होने चाहिए, जो यह साबित करें कि वे "F-Gas" का उपयोग करने वाले सिस्टमों में फेर–बदल करने में सक्षम हैं। व्यक्तियों द्वारा एक सैद्धांतिक और व्यावहारिक आकलन के बाद प्रमाणपत्र हासिल किया जा सकता है (परीक्षा जरूरतों के लिए EC No 303 – 304/2008)।

जापान में एक प्रमाणन संस्था है – हाई–प्रेशर गैस सेफ्टी एक्ट ऐंड द रेफ्रीजेरेशन सेफ्टी रेगुलेशंस। रेफ्रीजेरेशन और एयर–कंडिशनिंग तकनीशियन के लिए एक रजिस्ट्रेशन सेफ्टी मैनेजर सर्टिफिकेट का होना अनिवार्य है।

ऑस्ट्रेलिया सरकार की मिनिस्ट्री ऑफ ह्यूमन रिसोर्सेज एंड सोशल सेक्योरिटी (MHRS) एसी और रेफ्रीजेरेशन में सर्विसिंग के काम के लिए सर्टिफिकेट III प्रदान करती है। चीन में, मिनिस्ट्री ऑफ ह्यूमन रिसोर्सेज एंड सोशल सेक्योरिटी (MHRSS) रेफ्रीजेरेन्ट सर्विसिंग तकनीशियन के लिए प्रमाणन व्यवस्था लागू करती है।

देश	प्रमाणन संस्था / नियमन	प्रमाणन
सं.रा. अमेरिका	एन्वायरमेंटल प्रोटेक्शन एजेंसी (ईपीए)	रेफ्रीजेरेशन और एसी तकनीशियन के लिए ईपीए द्वारा स्वीकृत जाँच परीक्षा में उत्तीर्ण (पास) होना एक अनिवार्य जरूरत है, जिसे एक स्वीकृत प्रमाणन संगठन द्वारा अमल में लाया जाता है
यूरोपीय संघ	EN 13313 कम्पेटेन्स ऑफ पर्सनेल एंड EU "F-Gas" रेगुलेशन नं. 517/2014	रेफ्रीजेरेशन और एसी सेक्टर संबंधी विभिन्न किस्म के कामों और उपकरणों का उपयोग करने वाले व्यक्तियों के लिए विशेषताएँ अनिवार्य की गई हैं
जापान	हाई–प्रेशर गैस सेफ्टी एक्ट ऐंड द रेफ्रीजेरेशन सेफ्टी रेगुलेशंस	रेफ्रीजेरेशन और एसी तकनीशियन के लिए रेफ्रीजेरेशन सेफ्टी मैनेजर सर्टिफिकेट का होना अनिवार्य जरूरत है
ऑस्ट्रेलिया	ऑस्ट्रेलिया सरकार	एसी और रेफ्रीजेरेशन में सर्टिफिकेट III
चीन	मिनिस्ट्री ऑफ ह्यूमन रिसोर्सेज एंड सोशल सेक्योरिटी (MHRSS)	रेफ्रीजेरेन्ट सर्विसिंग तकनीशियन के लिए प्रमाणन व्यवस्था

चित्र 10.4: प्रमाणन का अंतरराष्ट्रीय परिदृश्य

प्रमाणन – भूमिका और जिम्मेदारियाँ

भारत में प्रमाणन व्यवस्था की भूमिका और जिम्मेदारियाँ इस प्रकार हैं:

प्रमाणन मानक (सर्टिफिकेशन स्टैंडर्ड) पूरे राष्ट्र में एक मानक रूपरेखा है जो राष्ट्रीय कौशल योग्यता रूपरेखा (नेशनल स्किल्स क्वालिफिकेशन फ्रेमवर्क, NSQF) मानक के अनुरूप है। तकनीशियन के लिए योग्यता संकुल यानी क्वालिफिकेशन पैक्स (QPs) और राष्ट्रीय पेशेवर मानदंडों (नेशनल ऑक्यूपेशनल स्टैंडर्ड्स, NOS) के अनुसार योग्यता हासिल करना जरूरी है। प्रमाणित तकनीशियनों को स्किल इंडिया (कौशल भारत) के लोगो के साथ NSQF का प्रमाणपत्र प्रदान किया जाएगा।

NOSs एक कार्यस्थल पर एक खास गतिविधि को संपन्न करते समय प्रदर्शन, ज्ञान और समझदारी के मानदंडों को विशेष तौर पर चिह्नित करते हैं। हरेक NOS पेशे (जॉब रोल) में एक मुख्य गतिविधि को परिभाषित करते हैं।

QPs – NOSs का एक समुच्च्य (सेट), पेशे के अनुरूप, हरेक उद्योग क्षेत्र में हरेक पेशे के लिए उपलब्ध होगा। इसका काम पाठ्यचर्या के निर्माण और आकलन, दोनों को ही पूरा करना होगा।

प्रमाणपत्र इन नामों के साथ दिए जाएँगे:

- अभिसंबद्ध उद्योग व सरकारी प्रमाणपत्र (एडज्वाइंड इंडस्ट्री एंड गवर्नमेंट सर्टिफिकेट, जैसे ESSCI)
- प्रशिक्षण सहभागी व प्रशिक्षक (ट्रेनिंग पार्टनर व ट्रेनर)
- आकलन सहभागी व आकलनकर्ता (असेसमेंट पार्टनर व असेसर)
- प्रधान प्रशिक्षक (मास्टर ट्रेनर)

परीक्षा की तैयारी

HPMP के तहत आरएसी तकनीशियनों के लिए निर्मित प्रशिक्षण सामग्री है: तकनीशियन पुस्तिका – सर्विस के अच्छे तरीके और HCFC-22 व ज्वलनशील रेफ्रीजेरेन्ट युक्त रूम एयर–कंडिशनरों का इन्स्टॉलेशन (तकनीशियन इसे जारी तकनीशियन प्रशिक्षण कार्यक्रम – HPMP स्टेज – II की संदर्भ सामग्री के रूप में प्राप्त करेंगे)।

सहभागी पुस्तिका – फील्ड टेक्नीकल एयर कंडिशनर, ESSCI द्वारा प्रकाशित, और अन्य प्रासंगिक अध्ययन संदर्भ सामग्री, जिसे आरएसी उद्योग के विशेषज्ञों और अन्य विशेषज्ञों ने तैयार किया है।

ESSCI, स्किल इंडिया फॉर इलेक्ट्रॉनिक्स द्वारा प्रकाशित "क्वॉलिफिकेशन्स पैक – फील्ड तकनीशियन: एयर कंडीशनर" (Qualifications Pack-Field Technician: Air Conditioner) देखें। सहभागियों को क्वालिफिकेशन पैक को जरूर पढ़ना चाहिए, जिसमें निम्नलिखित विषयों पर चर्चा की गई है:

- रूम एसी का इन्स्टॉलेशन
- खराब एसी की मरम्मत
- सहकर्मियों के साथ परस्पर व्यवहार
- स्वास्थ्य और सुरक्षा बनाए रखना
- सर्विस के लिए ग्राहक के साथ संबंध

तकनीशियन ESSCI की वेबसाइट पर student section में दी गई E-learning सामग्री को भी देख सकते हैं। इसके लिए इस वेबसाइट पर जाएँ: www-essc-india-org

परीक्षा और आकलन

परीक्षा प्रक्रिया में निम्नलिखित तत्व शामिल हैं:

i. आकलन और प्रमाणन राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क National Skills Qualifications Framework (NSQF) के अनुसार किया जाता है। यह सक्षमता पर आधारित एक रूपरेखा है, जो सभी योग्यताओं को ज्ञान, कौशल और अभिवृत्ति तत्परता (एप्टीट्यूड) के स्तरों की एक शृंखला में संगठित करती है।

ii. नेशनल ऑक्यूपेशनल स्टैंडर्ड के आधार पर तीसरे पक्ष के आकलनकर्ताओं द्वारा आकलन किया जाता है, जो ESSCI के साथ संबद्ध होते हैं।

iii. इसके दौरान होने वाला लिखित आकलन मोबाइल/टैब पर ऑनलाइन संपन्न किया जाता है (प्रश्न सामान्य ज्ञान से जुड़े होते हैं और वे कठिनाई के विभिन्न स्तरों वाले होते हैं)।

iv. व्यावहारिक आकलन में मौखिक प्रश्नों के साथ–साथ कौशल (प्रैक्टिकल) का व्यावहारिक प्रदर्शन शामिल होगा, जिसे आकलन एजेंसी के आकलनकर्ताओं द्वारा देखा जाता है।

v. विभिन्न कौशलों की ग्रेडिंग और अंकीकरण क्वालिफिकेशन पैक के आधार पर किया जाता है, जिसे ESSCI ने विभिन्न व्यवसायों के लिए प्रकाशित किया है। इनमें आरएसी फील्ड टेक्नीशियनः रूम एसी शामिल है।

vi. आकलन को सफलतापूर्वक संपन्न करने के लिए तकनीशियन को कुल अंकों का कम से 70% प्राप्त करना चाहिए।

HPMP

HCFC Phase-Out Management Plan, Servicing Sector

भारत में सर्विस सेक्टर के लिए HCFC फेज–आउट मैनेजमेंट प्लान (HPMP): भारत सरकार ने फेज I (2012–2014) के दौरान HCFC के उपयोग में कटौती की है, ताकि मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के त्वरित फेज–आउट समय–सारिणी के अनुसार इसके 2013 (फ्रीज) और 2015 (10% कमी) के लक्ष्यों को पूरा किया जा सके। अब, HPMP फेज II को लागू किया जा रहा है, ताकि सर्विसिंग सेक्टर में HCFC-22 में और कटौती की जा सके। HCFC-123, HCFC-124, HCFC-142b और HCFC-22 का उपयोग हो रहा है, हालांकि फेज I और II के तहत सिर्फ HCFC-22 के उपयोग को ही संबोधित किया गया है। जागरुकता बढ़ाने, सर्विसिंग के बेहतर तरीकों और रिकवरी को जल्दी अपनाने से उपयोग को क्रमिक रूप से बंद करने पर फौरन सकारात्मक प्रभाव पड़ेगा और यह देश में HCFC के उपयोग में महत्वपूर्ण कमी ले आएगा। HCFCs के उपयोग में रेफ्रीजेरेशन और एयर कंडिशनिंग (आरएसी) सर्विसिंग सेक्टर का, खास कर रूम एसी का, बहुत हद तक योगदान है। जर्मन सरकार की तरफ से, और पर्यावरण, वन व जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (MoEF-CC), भारत सरकार के ओजोन प्रकोष्ठ के साथ नजदीकी सहयोग के साथ GIZ–प्रोक्लिमा भारतीय आरएसी सर्विसिंग सेक्टर में फेज–आउट संबंधी कार्रवाइयों को लागू करेगा। खपत को मुख्यतः सर्विसिंग के बेहतर तरीकों के प्रशिक्षण और रिसाव की रोकथाम से कम किया जाएगा, लेकिन सर्विस तकनीशियन को HC-290, R-410A और HFC-32 जैसे नए वैकल्पिक रेफ्रीजेरेन्ट्स के लिए भी तैयार रहने की जरूरत है। देश में 15 प्रशिक्षण साझेदार हैं जो अधिक से अधिक तकनीशियनों को प्रशिक्षित करने की कोशिश करेंगे और भारत भर में महानगरों और शहरों में चिह्नित उप–सेक्टरों तक पहुंचेंगे।

सर्विस सेक्टर के लिए प्रधान क्रियान्वयन एजेंसीः

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
B&5/2] Safdarjung Enclave
New Delhi & 110029] India
Tel: +91&11&49495353
Web: www-giz-de/india