



রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং সার্ভিস টেকনিশিয়ানদের গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল



ওজোন সেল
পরিবেশ অধিদপ্তর
পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়



রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং সার্ভিস টেকনিশিয়ানদের গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস প্রশিক্ষণ ম্যানুয়াল

এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প

ওজোন সেল

পরিবেশ অধিদপ্তর

পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়



প্রকাশনায়

এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প

পরিবেশ অধিদপ্তর

পরিবেশ ভবন

ই/১৬ আগারগাঁও, শেরে বাংলা নগর, ঢাকা।

প্রথম মুদ্রণ : নভেম্বর, ২০২৩

স্বত্ব

পরিবেশ অধিদপ্তর, পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

সম্পাদনায়

এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প কর্তৃক সম্পাদিত

প্রচ্ছদ

মো: জিয়াউল হাসান

সূচিপত্র

		পৃষ্ঠা নং
	অবতারণা	০১
অধ্যায় -১	ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য, মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর এর প্রভাব এবং মন্ট্রিল প্রটোকল	০৩
অধ্যায় -২	সাধারণ বিজ্ঞান ও বিভিন্ন একক সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা	০৭
অধ্যায় -৩	রিফ্রিজারেশন চক্র সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা	১১
অধ্যায় -৪	রিফ্রিজারেন্ট-এর আবশ্যকীয় গুণাবলি	১৯
অধ্যায় -৫	প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট	২৩
অধ্যায় -৬	এসি রক্ষণাবেক্ষণ ও স্থাপনের জন্য সঠিক অনুশীলন	৩৩
অধ্যায় - ৭	এসি ইন্সটলেশন	৪১
অধ্যায় -৮	সাবধানতা ও নিরাপত্তা	৪৭
অধ্যায় -৯	ভালো অনুশীলনের আর্থিক ও পরিবেশগত সুবিধা	৪৯
অধ্যায় -১০	আচরণগত দক্ষতা	৫১
ব্যবহারিক -০১	রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি	৫২
ব্যবহারিক -০২	সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ	৫৩
ব্যবহারিক -০৩	নাইট্রোজেন প্রেসার দিয়ে লিক টেস্টিং	৫৪
ব্যবহারিক -০৪	রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং	৫৫
ব্যবহারিক -০৫	কপার টিউব অপারেশন	৫৬
	সহায়ক গ্রন্থ ও ওয়েবসাইট	৫৭



সচিব

পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়
গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

বাণী

পরিবেশ অধিদপ্তর কর্তৃক বাস্তবায়নাধীন এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউনেপ কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস ইন রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং প্রশিক্ষণ কর্মশালার জন্য প্রশিক্ষণ ম্যানুয়ালটি প্রকাশিত হচ্ছে জেনে আমি আনন্দিত। ম্যানুয়ালটি রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সার্ভিস সেক্টরে পরিবেশসম্মত কার্যক্রমের মাধ্যমে টেকসই অগ্রগতির পথে একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ। আমি আশা করি, ম্যানুয়ালটি ওজোনস্তর ক্ষয়রোধে সক্রিয় বৈশ্বিক চুক্তি মন্ট্রিল প্রটোকল বাস্তবায়নে সহায়ক হবে।

আমি আরো আনন্দিত যে, ম্যানুয়ালটি সংশ্লিষ্ট টেকনিশিয়ানদের প্রয়োজন বিবেচনা করে খুব সংক্ষিপ্তভাবে তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক উভয় দিক গুরুত্বের সাথে সন্নিবেশিত হয়েছে, যা প্রান্তিক ব্যবহারকারীদের জন্য বিশেষ সহায়ক হবে বলে আমার বিশ্বাস। এছাড়া এ কাজে সংশ্লিষ্ট কাজের যথাযথ মান বজায় রাখা, uniformity, পেশাদারিত্ব ও দক্ষতা সৃষ্টিতে এ ম্যানুয়াল ইতিবাচক ভূমিকা রাখবে।

আমি পরিবেশ অধিদপ্তরের এই উদ্যোগকে স্বাগত জানাই এবং এই প্রশিক্ষণ ম্যানুয়ালটি তৈরির সাথে জড়িত সকল অংশীজনকে ধন্যবাদ জানাই। রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সার্ভিস সেক্টরের সাথে যুক্ত দক্ষ ও অভিজ্ঞ পেশাজীবীদের মতামতের ভিত্তিতে প্রণীত এই প্রশিক্ষণ ম্যানুয়ালটি নিঃসন্দেহে পেশাজীবী ও টেকনিশিয়ানদের জন্য একটি উপযুক্ত রিসোর্স হিসাবে কাজ করবে।

আমি সংশ্লিষ্ট পেশাজীবী ও শিক্ষানবিশদের এই ম্যানুয়ালটি ব্যবহারের জন্য আহ্বান জানাই। আসুন, আমরা সকলে সম্মিলিতভাবে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং শিল্পে পরিবেশসম্মত টেকসই উদ্ভাবন ও চর্চাকে উৎসাহিত করে বর্ণিত নীতি ও নির্দেশনা বাস্তবায়নে প্রতিশ্রুতিবদ্ধ হই।

জয় বাংলা।

বাংলাদেশ চিরজীবী হোক।

ড. ফারহানা আহমেদ



মহাপরিচালক (গ্রুপ-১)
পরিবেশ অধিদপ্তর

মুখবন্ধ

পরিবেশ অধিদপ্তর কর্তৃক বাস্তবায়নাধীন এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউনেপ কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস ইন রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং প্রশিক্ষণ কর্মশালার জন্য প্রশিক্ষণ ম্যানুয়ালটি প্রকাশের উদ্যোগ গ্রহণ করেছে করা হয়েছে জেনে আমি আনন্দিত। পরিবেশ অধিদপ্তর বিগত প্রায় ২(দুই) দশক ধরে গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস ইন রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং প্রশিক্ষণ কর্মশালার আয়োজন করে আসছে এবং ওজোনস্তর রক্ষায় আন্তর্জাতিক চুক্তি মন্ট্রিল প্রটোকল বাস্তবায়নে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে। ইতোপূর্বে প্রশিক্ষণগুলো ছিল রিফ্রিজারেটরে সিএফসি ফেজ আউট সংক্রান্ত। বর্তমানে এইচসিএফসি ফেজ আউট বাস্তবায়ন চলছে, যার অধিকাংশ ব্যবহার গৃহস্থালি এয়ারকন্ডিশনারে হয়ে থাকে। প্রশিক্ষণ ম্যানুয়ালটি এ দিকগুলো বিবেচনা করে ডিজাইন করা হয়েছে।

ওজোনস্তর রক্ষায় পরিবেশগত পদক্ষেপের উপর গৃহীত এ ম্যানুয়ালটির মাধ্যমে প্রশিক্ষণার্থীগণ উপকৃত হবেন। একই সাথে যারা প্রশিক্ষণ গ্রহণের সুযোগ পাননি তারাও এটি ব্যবহার করতে পারবেন বলে আমার বিশ্বাস। ম্যানুয়ালটিতে প্রশিক্ষণার্থীদের চাহিদা অনুযায়ী তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক নির্দেশিকা রয়েছে। তাত্ত্বিক বিষয়গুলোর মাধ্যমে বিভ্রান্তির মূল ধারণাগুলোকে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। এছাড়া ব্যবহারিক বিষয়ে ধাপে ধাপে চিত্রসহ বিশেষভাবে বর্ণনা করা হয়েছে। এতে ব্যক্তিগত সুরক্ষা, পেশাদারিত্ব, আচরণ সংক্ষিপ্ত পরিসরে ধারণা দেয়ার চেষ্টা করা হয়েছে। আধুনিক সরঞ্জামাদির চিত্রসহ বর্ণনা প্রশিক্ষণার্থীদের আধুনিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারে বিশেষ উৎসাহিত করবে।

ম্যানুয়ালটি তৈরীতে যারা সহযোগিতা করেছেন, তাদের সকলকে বিশেষভাবে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। ম্যানুয়ালটি হতে লব্ধ জ্ঞান সংশ্লিষ্টদের পেশাদারিত্ব ও পরিবেশগতভাবে ব্যবসায়িক উন্নতিতে সহায়ক হবে মর্মে প্রত্যাশা করছি।

জয় বাংলা।

বাংলাদেশ চিরজীবি হোক।


ড. আবদুল হামিদ



পরিচালক (বায়ুমান ব্যবস্থাপনা)
পরিবেশ অধিদপ্তর

ভূমিকা

পরিবেশ অধিদপ্তর কর্তৃক বাস্তবায়নাধীন এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) ইউনেপ কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস ইন রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং প্রশিক্ষণ কর্মশালার জন্য প্রশিক্ষন ম্যানুয়ালটি রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে সার্ভিস টেকনিশিয়ানদের জন্য বিশেষভাবে প্রস্তুত করা হয়েছে। আমাদের টেকনিশিয়ানগণ অভিজ্ঞ, কিন্তু সাম্প্রতিক জ্ঞানসমৃদ্ধ যথাযথ প্রশিক্ষনের অভাবে তাদের অভিজ্ঞতা লব্ধ জ্ঞানে কিছু কিছু ক্ষেত্রে ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। এইসব ত্রুটির কারণে একদিকে ওজোনস্তর ক্ষয়কারী ও উচ্চ বৈশ্বিক তাপমাত্রা বৃদ্ধিকারী দ্রব্য পরিবেশে নির্গত হতে পারে এবং অন্যদিকে অর্থনৈতিকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এইসব ত্রুটি দূর করে যাতে টেকনিশিয়ানগণ সঠিকভাবে তার কাজ সম্পাদন করতে পারে, সেইদিক বিবেচনা করে গুড সার্ভিস প্রাকটিসেস প্রশিক্ষন ম্যানুয়ালটি তৈরী করা হয়েছে, যা একজন প্রশিক্ষিত টেকনিশিয়ান গড়ে তোলার জন্য অনেক গুরুত্বপূর্ণ।

ম্যানুয়ালটিতে রিফ্রিজারেশন এন্ড এয়ারকন্ডিশনিং বিভাগের তাত্ত্বিক ও আধুনিক সার্ভিসিংয়ের জন্য ব্যবহারিক দিক বর্ণনা করা হয়েছে। এসি মেরামত ও সংস্থাপনের কাজে প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টের ছবিসহ বর্ণনা করা হয়েছে। এছাড়া সাবধানতা, নিরাপত্তা, সঠিক অনুশীলনের আর্থিক ও পরিবেশগত সুবিধা, কর্মীর আচরণগত দক্ষতা, ইত্যাদি বিষয় সন্নিবেশিত করা হয়েছে- যা কর্মীর পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধিতে সহায়ক হবে।

এই ম্যানুয়ালটি প্রণয়ন ও প্রকাশনার কাজে যারা সহযোগিতা করেছেন বিশেষ করে জনাব শেখ ওবায়দুল্লাহ আল মাহমুদ এবং সকলের প্রতি আন্তরিক ধন্যবাদ ও শুভেচ্ছা। সেই সাথে এই ম্যানুয়াল প্রস্তুতে সর্বতোভাবে উৎসাহ ও দিকনির্দেশনা প্রদানের জন্য পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়ের সম্মানিত সচিব এবং পরিবেশ অধিদপ্তরের সম্মানিত মহাপরিচালককে আন্তরিক কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছি।

জয় বাংলা।

বাংলাদেশ চিরজীবী হোক।

মোঃ জিয়াউল হক

প্রকল্প পরিচালক

এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২)

ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প

অবতারণা

ভূমিকা:

পরিবেশ অধিদপ্তর এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-২) বাস্তবায়ন করছে। প্রকল্প বাস্তবায়নের মাধ্যমে বাংলাদেশ ২০২৫ সালের মধ্যে এইচসিএফসি-এর আমদানি, ব্যবহার বিপণন ভিত্তি ব্যবহারের তুলনায় ৬৭.৫০% কমিয়ে আনতে সক্ষম হবে। সরকারের মন্ত্রিল প্রটোকল বাস্তবায়নের সফলতা অনেকাংশে নির্ভর করে রিফ্রিজারেন্টের প্রান্তিক ব্যবহারকারীর উপর। প্রান্তিক ব্যবহারকারীদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করে এই সেক্টরে নিয়োজিত সার্ভিস টেকনিশিয়ানগণ। ২০২১ সালের কান্ডি প্রোগ্রাম ডাটা অনুযায়ী বাংলাদেশে প্রায় ৬৫% রেফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয় সার্ভিস সেক্টরে। যার অধিকাংশ ব্যবহৃত হয় গৃহস্থালি এসি সার্ভিসিং এর কাজে। সুতরাং এই ব্যবহার উল্লেখযোগ্য হারে কমাতে হলে সার্ভিসিং-এর ক্ষেত্রে সঠিক অনুশীলন পালন করা জরুরি। আমাদের দেশের টেকনিশিয়ানগণ অনেক দক্ষ। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রে তাদের প্রাতিষ্ঠানিক শিক্ষা না থাকায় সঠিক অনুশীলন সম্পর্কে সেভাবে অবগত নন। আবার এই সেক্টরের প্রযুক্তি অতিমাত্রায় পরিবর্তনশীল। ক্রম পরিবর্তনশীল প্রযুক্তির সাথে তাদের মানিয়ে চলা অনেকাংশেই সম্ভবপর হয় না।

পরিবেশ অধিদপ্তর জাতিসংঘ পরিবেশ কর্মসূচীর কারিগরি সহায়তায় বাংলাদেশব্যাপী টেকনিশিয়ানদের সঠিক অনুশীলন সম্পর্কে অবগত করার কাজটি অতীতের মতো বর্তমানেও চালিয়ে যাচ্ছে। এর ফলে আমাদের টেকনিশিয়ানগণ আধুনিক প্রযুক্তি সম্পর্কে অবগত হতে পারছেন এবং তাদের কাজের দ্বারা পরিবেশে কি বিরূপ প্রভাব পড়ছে, সে সম্পর্কে সচেতন হয়ে তাদের ভুল-ত্রুটি শুদ্ধ করে নিয়ে সঠিক অনুশীলনের মাধ্যমে এই সেক্টরকে এগিয়ে নিয়ে যাচ্ছেন।

ম্যানুয়ালের পরিধি :

মন্ত্রিল প্রটোকল সঠিক বাস্তবায়নের লক্ষ্যে এই ম্যানুয়ালের পরিধি নির্ধারণ করা হয়েছে। পরিবেশ অধিদপ্তর প্রশিক্ষণ কর্মশালাটি দুই দিনব্যাপী করে থাকে। সময়ের স্বল্পতার কারণে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং-এর সকল বিষয় সম্পর্কে এই স্বল্প সময়ের মধ্যে অবগত করা এবং একই সাথে হাতে-কলমে প্রশিক্ষণ প্রদান করা সম্ভব নয়। তাই এই ম্যানুয়ালটি মূলত গৃহস্থালি এসি সংক্রান্ত কাজের মধ্যে সীমাবদ্ধ। আবার ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট সংক্রান্ত বিষয়াবলিও এই ম্যানুয়ালের অন্তর্ভুক্ত হবে না। শুধু রিফ্রিজারেন্ট ম্যানেজমেন্ট সংক্রান্ত বিষয়াদি সম্পর্কে দিক নির্দেশনা প্রদান করা হয়েছে।

নীচে দুই দিনের প্রশিক্ষণ কর্মশালার প্রশিক্ষণসূচী দেওয়া হলো, যার আলোকে কর্মশালাটি পরিচালিত হয়ে থাকে।

প্রথমদিনের প্রশিক্ষণসূচী:

	বিবরণ	সময়
১।	প্রাক মূল্যায়ন	১৫ মিনিট
২।	ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য এবং পরিবেশ ও মানব স্বাস্থ্যের ওপর-এর প্রভাব	১ ঘন্টা
৩।	রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সংক্রান্ত সাধারণ বিজ্ঞান ও বিভিন্ন একক সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা	১ ঘন্টা
৪।	রিফ্রিজারেশন চক্র সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা	১ ঘন্টা
৫।	বিভিন্ন রিফ্রিজারেন্ট সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা	১ ঘন্টা
৬।	এসি সার্ভিসিং/মেরামত এবং সংস্থাপনের কাজে প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট	১ ঘন্টা
৭।	এসি রক্ষণাবেক্ষণ ও ইন্সটলেশনের জন্য সঠিক অনুশীলন	১ ঘন্টা

দ্বিতীয় দিনের প্রশিক্ষণসূচী:

	বিবরণ	সময়
১।	ব্যবহারিক-০১ : রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি ভিডিও সিমুলেশন এবং ব্যবহারিক	৪০ মিনিট
২।	ব্যবহারিক-০২ : সিস্টেম বায়ু শূন্যকরণ ভিডিও সিমুলেশন এবং ব্যবহারিক	৪০ মিনিট
৩।	ব্যবহারিক-০৩ : লিক টেস্টিং ও রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং ভিডিও সিমুলেশন এবং ব্যবহারিক	৩০ মিনিট
৪।	ব্যবহারিক-০৪ : কপার টিউব অপারেশন কপার টিউব বেভিং এবং লক রিং জয়েন্ট	১ ঘন্টা
৫।	এসি ইন্সটলেশন ও রক্ষণাবেক্ষণ	১ ঘন্টা
৬।	এসি ইন্সটলেশন ও রক্ষণাবেক্ষণের ভিডিও প্রদর্শন	৩০ মিনিট
৭।	সাধারণ সাবধানতা ও নিরাপত্তা	৩০ মিনিট
৮।	ভালো অনুশীলনের আর্থিক ও পরিবেশগত সুবিধা	৪০ মিনিট
৯।	আচরণগত দক্ষতা	৩০ মিনিট
১০।	মূল্যায়ন ও সার্টিফিকেট বিতরণ	১ ঘন্টা

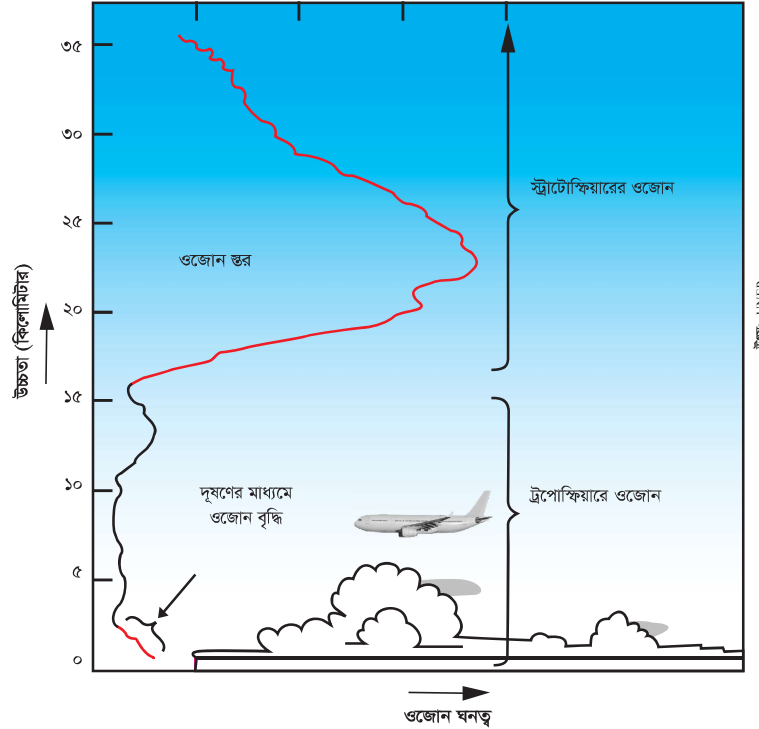
অধ্যায় -১

ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য, মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর এর প্রভাব এবং মন্ট্রিল প্রটোকল

১৯২৮ সালে সিএফসি-এর বাণিজ্যিক উৎপাদন শুরু হবার পর থেকে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে এর ব্যবহার ক্রমাগত বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং জনপ্রিয় হতে থাকে কিন্তু ১৯৭০ সালে আবিষ্কৃত হয় যে এসব পদার্থ ওজোনস্তর ক্ষয় করে। পরবর্তীতে ১৯৭৪ সালে শেরি রোল্যান্ড ও মারিও মোলিনা বিশ্বখ্যাত জার্নাল- ন্যাচারে তাদের গবেষণায় প্রকাশ করেন যে, সিএফসিসমূহ ওজোনস্তর ক্ষয় করে।

ওজোনস্তর :

ওজোন এক ধরনের গ্যাস যা প্রাকৃতিকভাবে আমাদের বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত। তিনটি অক্সিজেন পরমাণুর সমন্বয়ে ওজোন অণু গঠিত হয়। বায়ুমণ্ডলে এ ওজোন গ্যাস দুটি স্তরে বিদ্যমান। বায়ুমণ্ডলের ট্রোপোস্ফিয়ারে অর্থাৎ ভূ-পৃষ্ঠ হতে প্রায় ১০-১৬ কিলোমিটার উচ্চতা পর্যন্ত ১০% ওজোন পাওয়া যায় আর বাকি ৯০% ওজোন ভূ-পৃষ্ঠের ১০ কিলোমিটার উচ্চতা থেকে ৫০ কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত স্ট্রাটোস্ফিয়ারে বিদ্যমান। স্ট্রাটোস্ফিয়ারের এ অংশকে সাধারণভাবে ওজোনস্তর বলে।



ছবি: ১.১: পৃথিবীতে ওজোন গ্যাসের বিস্তৃতি

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের ওজোনস্তরের ঘনত্ব মেরু অঞ্চলে বেশি এবং বিষুবীয় অঞ্চলে সবচেয়ে কম। প্রকৃতিতে ওজোন গ্যাস সূর্যের আলোর উপস্থিতিতে কয়েকটি ধাপে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি হয়। স্ট্রাটোস্ফিয়ারে এ প্রক্রিয়া শুরু হয় সূর্যের অতিবেগুনি রশ্মির সাহায্যে অক্সিজেনের অণু ভেঙ্গে দুটি অক্সিজেন পরমাণু তৈরি করার মাধ্যমে। অক্সিজেনের একটি পরমাণু আবার অক্সিজেনের অন্য একটি অণুর সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে এক অণু ওজোন তৈরি করে। বায়ুমণ্ডলের ওজোন গ্যাস পরিমাপ করার জন্য ডবসন একক ব্যবহার (DU) করা হয়। সাধারণত বিষুবীয় অঞ্চলে এর পরিমাণ ২৬০ ডবসন একক এবং পৃথিবীর অন্যান্য অঞ্চলে এর পরিমাণ বিষুবীয় অঞ্চলের চেয়ে অনেক বেশি।

ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য:

ক্লোরোফ্লোরোকার্বন (সিএফসি) ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য। সিএফসি সাধারণত রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং-এ হিমায়ক, ফোম উৎপাদনে রোয়িং এজেন্ট, বিভিন্ন শিল্পে দ্রাবক ও এরোসল উৎপাদনে প্রোপেলেন্ট হিসেবে ব্যবহৃত হত। এছাড়া হ্যালন, মিথাইল ব্রোমাইড, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (সিটিসি), মিথাইল ক্লোরোফরম, হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন (এইচসিএফসি), হাইড্রোব্রোমোফ্লোরোকার্বন(এইচবিএফসি) ইত্যাদির ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য।



ছবি: ১.২: ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যের ব্যবহার

ওজোনস্তর ক্ষয়ের কারণে মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর প্রভাব:

পৃথিবীতে সূর্যের অতিবেগুনি রশ্মির মাত্রাতিরিক্ত আপতনের কারণে মানুষের স্বাস্থ্য, জীবজগৎ, উদ্ভিদ জগৎ, অনুজীব, জড় পদার্থ, বায়ুমান, ইত্যাদি ক্ষতিগ্রস্ত হয়। অতিবেগুনি রশ্মির মাত্রাতিরিক্ত আপতন মানুষের ত্বকে ক্যান্সার, চোখে ছানি, রোগপ্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস, ইত্যাদি ঝুঁকি বাড়িয়ে দেয়। বিশেষ করে শ্বেতবর্ণের মানুষের ত্বকের ক্যান্সারের জন্য অতিবেগুনি রশ্মি দায়ী। এটি অধিক ভয়াবহ হতে পারে, যদি শিশুকালে অতিবেগুনি রশ্মি মানব দেহে দীর্ঘসময় ধরে পড়ে। এই ধরনের ক্ষতি জীবজগতেও লক্ষ্য করা যায়।

সামুদ্রিক প্রাণিকূলও অতিবেগুনি রশ্মির কারণে হুমকির সম্মুখীন হতে পারে। সে অবস্থায় মানুষের প্রোটিন ঘাটতি প্রকট হয়ে উঠবে। কারণ ৩০% প্রোটিনের যোগান দেয় সামুদ্রিক প্রাণী। অতিবেগুনি রশ্মির কারণে চিংড়ি, কাঁকড়াসহ নানা প্রজাতির মাছের বৃদ্ধি বাধাগ্রস্ত হতে পারে। এটি সামুদ্রিক ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন ও জুয়োপ্ল্যাঙ্কটন বৃদ্ধিতেও বাধা দান করে, ফলে সামুদ্রিক প্রাণীর খাদ্যশৃঙ্খল পুরোপুরি ভেঙে পড়তে পারে। অতিবেগুনি রশ্মি উদ্ভিদের বৃদ্ধিতেও বাধা দান করে। ফলে শস্যের উৎপাদন



ছবি: ১.৩: ওজোনস্তর ক্ষয়ের কারণে মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর প্রভাব

হ্রাস পায় এবং বনাঞ্চল ক্ষতিগ্রস্ত হয়। আমরা জানি, গাছপালা ও বনাঞ্চল বাতাসের কার্বনডাইঅক্সাইড শোষণ করে। যদি গাছপালা ও বনাঞ্চল হ্রাস পায় তবে বায়ুমণ্ডলের অতিরিক্ত কার্বনডাইঅক্সাইড বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ত্বরান্বিত করবে। তাছাড়া দূষণের কারণে সৃষ্ট ট্রিপোফিয়াসের ওজোন শুধু মানুষের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস করে না, এটি শস্য ও বিভিন্ন স্থাপনারও ক্ষতি সাধন করে।

জলবায়ু পরিবর্তনে ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য ও বিকল্পসমূহের প্রভাব:

উপরে বর্ণিত প্রায় সব ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য গ্রিনহাউজ গ্যাস অর্থাৎ বৈশ্বিক উষ্ণায়নের জন্য দায়ী। অন্যদিকে ওজোন ক্ষয়কারী দ্রব্যসমূহের উপযুক্ত বিকল্প হিসেবে প্রচলিত হাইড্রোফ্লোরোকার্বন (এইচএফসি)-এর বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ক্ষমতা (গ্লোবাল ওয়ার্মিং পটেনশিয়াল) অত্যধিক বেশি হওয়ায় এটি বৈশ্বিক উষ্ণায়নে ভূমিকা পালন করে। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের কারণে স্ট্রাটোস্ফিয়ার শীতল হয়ে পড়ে। আর স্ট্রাটোস্ফিয়ার শীতল অবস্থা মেরু অঞ্চলে ওজোন গহ্বর সৃষ্টিতে সহায়ক ভূমিকা রাখে। ওজোন গহ্বর সৃষ্টি হলে সূর্যের অতিবেগুনি রশ্মি পৃথিবীতে সরাসরি এসে এর তাপমাত্রা বাড়িয়ে দেয়। ফলে ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য শুধু ওজোনস্তরই ক্ষয় করে না বরং জলবায়ু পরিবর্তনেও ভূমিকা রাখে। বলা যেতে পারে, ওজোনস্তর ক্ষয়প্রাপ্ত হলে জলবায়ুর পরিবর্তন হয়, আবার জলবায়ুর পরিবর্তন হলে ওজোনস্তরেরও ক্ষয় হয়।

মন্ট্রিল প্রটোকল:

১৯৮৫ সালে ব্রিটিশ এন্টার্টিক সার্ভের বিজ্ঞানীরা প্রকাশ করেন যে, বসন্তকালে এন্টার্টিকের উপরে ওজোন গহ্বরের সৃষ্টি হয়। এর ফলশ্রুতিতে ১৯৮৫ সালের ২২ মার্চ জাতিসংঘ পরিবেশ কর্মসূচীর উদ্যোগে বিশ্ব নেতৃবৃন্দ ওজোনস্তর রক্ষায় ভিয়েনা কনভেনশন গ্রহণ করেন। কিন্তু ভিয়েনা কনভেনশন ওজোনস্তর রক্ষা সংক্রান্ত গবেষণা ও বিকল্প প্রযুক্তি সম্পর্কে তথ্য সরবরাহ বা আদান-প্রদানে সীমাবদ্ধ। তাই এর একটি আইনি রূপ প্রদানের জন্য কানাডায় জাতিসংঘ পরিবেশ কর্মসূচীর উদ্যোগে বিশ্ব নেতৃবৃন্দ এক হন এবং ১৯৮৭ সালে ১৬ সেপ্টেম্বর ওজোনস্তর রক্ষায় গৃহীত হয় মন্ট্রিল প্রটোকল। এই প্রটোকলের আওতায় সকল ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যের পর্যায়ক্রমে উৎপাদন ব্যবহার, আমদানি, রপ্তানি বন্ধ করার উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়। ফলশ্রুতিতে বাংলাদেশসহ বিশ্বের সকল দেশ ২০১০ সালে ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য সিএফসি-১১ ও সিএফসি-১২'র উৎপাদন,

আমদানি রপ্তানি বন্ধ করে। ফলে বাংলাদেশে ২০১০ সাল হতে সিএফসি-১২'র বিপণন নিষিদ্ধ হয়। এরপর অবশিষ্ট ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যের ব্যবহার পর্যায়ক্রমে বন্ধের কার্যক্রম শুরু হয়। এসব সাধারণত এইচসিএফসি গ্যাস। এই এইচসিএফসি গ্যাসের ব্যবহার ২০৩০ সালের পর হতে ২০৪০ সাল পর্যন্ত শুধু সার্ভিসিং-এর কাজে ২.৫০% ব্যবহার করা যাবে।

সারণী-১.১ : এইচসিএফসি গ্যাসের পর্যায়ক্রমে বন্ধের সময়ক্রম

সাল	ব্যবহার নিয়ন্ত্রণ
২০১৩	ভিত্তিস্তরের সমান ব্যবহার (৭২.৫০ ওডিপি টন)
২০১৫	ভিত্তিস্তর থেকে ১০% কম
২০২০	ভিত্তিস্তর থেকে ৩৫% কম
২০২৫	ভিত্তিস্তর থেকে ৬৭.৫০% কম
২০৩০	ভিত্তিস্তর থেকে ৯৭.৫০% কম

কিগালি সংশোধনী:

ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যের বিকল্প প্রযুক্তি হিসেবে ব্যবহৃত এইচএফসি রিফিলারেন্টসমূহ ওজোনস্তরের ক্ষতি না করলেও পৃথিবীর উষ্ণতা বাড়ানোর জন্য দায়ী। তাই এসমস্ত পদার্থের ব্যবহার কমিয়ে আনার লক্ষ্যে ২০১৬ সালে রুয়ান্ডার রাজধানী কিগালিতে মন্ট্রিল প্রটোকলের পঞ্চম সংশোধনী গৃহীত হয় যা কিগালি সংশোধনী নামে পরিচিত। এ সংশোধনীর মাধ্যমে প্রায় ১৮ ধরনের বিভিন্ন প্রকার এইচএফসি-এর ব্যবহার ধীরে ধীরে কমিয়ে আনা হবে। এইচএফসি-এর ২০২০, ২০২১ ও ২০২২ সালের গড় উৎপাদন/ব্যয় এবং এইচসিএফসি-এর ভিত্তিস্তরের ৬৫%-এর সমষ্টি (কার্বনডাইঅক্সাইড সমতুল্য) কে ভিত্তিস্তর গণনা করা হবে। ভিত্তিস্তর পরিমাণ নিচের সারণী অনুযায়ী ক্রমান্বয়ে কমিয়ে আনা হবে।

সারণী-১.২ : বাংলাদেশে এইচএফসি-এর ব্যবহার কমিয়ে আনার সময়ক্রম

বছর	এইচএফসি-এর ব্যবহার কমিয়ে আনার সময়ক্রম
২০২৪	ভিত্তি পরিমাণ ব্যবহার
২০২৯	ভিত্তিস্তর থেকে ১০% হ্রাস
২০৩৫	ভিত্তিস্তর থেকে ৩০% হ্রাস
২০৪০	ভিত্তিস্তর থেকে ৫০% হ্রাস
২০৪৫	ভিত্তিস্তর থেকে ৮০% হ্রাস

অধ্যায়-২

সাধারণ বিজ্ঞান ও বিভিন্ন একক সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা

রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেম নিয়ে কাজ করতে হলে সাধারণ বিজ্ঞান ও বিভিন্ন একক সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা থাকা আবশ্যিক। এই অধ্যায়ে তাপীয় বিদ্যা, রিফ্রিজারেশন সংশ্লিষ্ট একক সম্পর্কে প্রাথমিক আলোচনা করা হলো।

বিভিন্ন ধরনের পরিমাপ ও একক:

আমাদের দৈনন্দিন কাজে বিভিন্ন কিছু পরিমাপ করে থাকি। তবে এই সব কিছু সাধারণত দৈর্ঘ্য, ভর, সময় ও তাপমাত্রা এর মাধ্যমেই প্রকাশ পায়। এছাড়া বৈদ্যুতিক বিভিন্ন বিষয় কারেন্ট, বিভব ও রোধ দিয়ে পরিমাপ করা যায়।

দৈর্ঘ্য: এটি পরিমাপের জন্য মিলিমিটার(mm), সেন্টিমিটার(cm), মিটার(m), ফুট(ft), ইঞ্চি(inch) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।
১ মিটার = ১০০ সেন্টিমিটার, ১ ফুট = ১২ ইঞ্চি, ১ ইঞ্চি = ২.৫৪ সেন্টিমিটার।

ভর: ভর পরিমাপের জন্য গ্রাম(gm), কেজি(kg) এবং পাউন্ড(lb) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।
১ কেজি = ১০০০ গ্রাম = ২.২০৫ পাউন্ড।

তাপমাত্রা: তাপমাত্রা প্রকাশের জন্য ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড($^{\circ}\text{C}$) ক্যালভিন(K) এবং ডিগ্রি ফারেনহাইট ($^{\circ}\text{F}$) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

সময়: সময় পরিমাপের জন্য সেকেন্ড(s), মিনিট(m) অথবা ঘন্টা(hr) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

কারেন্ট: বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রকাশের জন্য অ্যাম্পিয়ার(A) বা মিলি অ্যাম্পিয়ার(mA) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

বিভব: বিভব প্রকাশের জন্য ভোল্ট(V) ব্যবহার করা হয়।

রোধ: রোধ পরিমাপের জন্য ওহম(Ω/ohm) ব্যবহার করা হয়।

এছাড়া বৈদ্যুতিক ক্যাপাসিটরের একক ফ্যারাড (F) বা মাইক্রোফ্যারাড (μF)।

রিফ্রিজারেশনের জন্য সাধারণ বিজ্ঞান :

রিফ্রিজারেশন কাজের জন্য চাপ, তাপ, কাজ এবং বৈদ্যুতিক পরিমাপসমূহ পরিমাপ করা হয়ে থাকে।

চাপ : একক ক্ষেত্রে বস্তুর উপর প্রয়োগকৃত বলকে চাপ বলে। একে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{একক ক্ষেত্রফল}} \quad \text{বা} \quad P = \frac{F}{A}$$

আমরা জানি, বলের একক নিউটন (N) ও ক্ষেত্রফলের একক বর্গমিটার (m^2) চাপের একক=নিউটন/বর্গমিটার (N/m^2)

নিউটন/বর্গমিটারকে প্যাসকেল বলে। এছাড়া সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, বার (bar), কিলোপ্যাসকেল (KPa), পাউন্ড/বর্গ ইঞ্চি (psi) দ্বারাও চাপের একক প্রকাশ করা হয়। প্রেসার মাপার যন্ত্রে সাধারণত গেজ প্রেসার নির্ণয় করা হয়। একটা সিস্টেমের মোট চাপ তার গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের যোগফল অর্থাৎ, পরম চাপ/মোট চাপ = গেজ চাপ + বায়ুমণ্ডলীয় চাপ। চাপের বিভিন্ন এককের সম্পর্ক পরবর্তী পৃষ্ঠায় দেয়া হলো।

সারণী-২.১: চাপের বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক

	atm	inch Hg (32° F)	mm water (4° C)	bar	Mpa	Kpa	PSI (lb/inch ²)
atm	১	২৯.৯২	১০৩৩২.৫৬	১.০১৩	০.১০১৩	১০১.৩২	১৪.৬৯
inch Hg (32° F)	০.০৩৩৪২	১	৩৪৫.৪০	০.০৩৩৮৬	৩.৩৮৭X১০ ^{-৩}	৩.৩৮৭	০.৪৯১
mm water (4° C)	৯.৮৭X১০ ^{-৫}	২.৮৯৫X১০ ^{-৩}	১	৯.৮১X১০ ^{-৫}	৯.৮১X১০ ^{-৬}	৯.৮১X১০ ^{-৩}	১.৪২২X১০ ^{-৩}
bar	০.৯৮৭২	২৯.৫৩	১০১৯৭.৪৪	১	০.১	১০০	১৪.৫০
Mpa	৯.৮৭২	২৯৫.৩	১০১৯৭৪.৪২	১০	১	১০০০	১৪৫
Kpa	৯.৮৭X১০ ^{-৩}	০.২৯৫৩	১০১.৯৭	০.০১	০.০০১	১	০.১৪৫
PSI (lb/inch ²)	০.০৬৮	২.০৩৬	৭০৩.০৯	০.০৬৮৯	৬.৮৯৩X১০ ^{-৩}	৬.৮৯৩	১

তাপ: তাপ হলো এক প্রকার শক্তি যা উচ্চ তাপমাত্রার অবস্থান হতে নিম্ন তাপমাত্রার অবস্থানে প্রবাহিত হতে পারে। রিফ্রিজারেশন/এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে সাধারণত বস্তুর বা স্থানের তাপ শক্তি শীতল স্থান হতে অপেক্ষাকৃত উত্তর স্থানে স্থানান্তর করা হয়ে থাকে অর্থাৎ তাপ পাম্প হয়। তাপ, কাজ এগুলো সবই শক্তির বিভিন্ন রূপ। তাপের একক জুল (J), কিলোজুল (KJ), কিলোক্যালরি(Kcal) অথবা ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট(BTU) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$1 \text{ J} = 0.239 \times 10^{-3} \text{ Kcal}$$

$$= 0.948 \times 10^{-3} \text{ Btu}$$

$$\text{Or, } 1 \text{ Btu} = 0.252 \text{ Kcal} = 1.055 \times 10^3 = 1.055 \text{ KJ}$$

ক্ষমতা : একক সময়ে যে পরিমাণ কাজ করা হয় তাকে ক্ষমতা বলে। অর্থাৎ একটি সিস্টেম একক সময়ে যে পরিমাণ তাপ অপসারণ করে তাকে সেই সিস্টেমের ক্ষমতা বলা হয়।

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{শক্তি}}{\text{সময়}}।$$

ক্ষমতার একক সাধারণত ওয়াট (W), কিলোওয়াট (KW), হর্স পাওয়ার (hp) অথবা বিটিইউ/ঘন্টা (Btu/hr) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ Btu/hr} = 0.393 \times 10^{-3} \text{ hp}$$

$$1 \text{ hp} = 745.70 \text{ KW}$$

তাপবিদ্যা: তাপ গরম বস্তু বা স্থান হতে ঠাণ্ডা স্থান বা বস্তুতে প্রবাহিত হয়। তাপবিদ্যার প্রথম সূত্র হল শক্তির কোনো রূপ কখনও সৃষ্টি করা যায় না বা ধ্বংস করা যায় না শুধু শক্তি একরূপ থেকে অন্যরূপে রূপান্তরিত হতে পারে। যেমন রিফ্রিজারেশন/এয়ারকন্ডিশনিং-এ বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে কম্প্রেসর কাজ করে তাপ শক্তি রিফ্রিজারেন্টের মাধ্যমে এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রবাহে সহায়তা করে। এছাড়া কিছু শব্দও উৎপন্ন হয়।

তাপ প্রবাহ: তাপ সাধারণত এক সিস্টেম থেকে অন্য সিস্টেমে বিকিরণ, সঞ্চালন এবং পরিচালন প্রক্রিয়ায় প্রবাহিত হতে পারে। বিকিরণ সংঘটিত হবার জন্য কোনো মাধ্যম দরকার হয় না, যেমন সূর্য থেকে তাপ কোনো মাধ্যম ছাড়াই পৃথিবীতে এসে

পৌঁছায়। সঞ্চালনের জন্য কঠিন মাধ্যম দরকার হয় এবং যে মাধ্যমে সঞ্চালন হয় তাকে তাপ পরিবাহী বলা হয়। পরিচলন সংঘটিত হয় সাধারণত তরল বা বায়বীয় পদার্থের মধ্য দিয়ে। যেমন, পানি ফুটালে আমরা দেখি নীচের পানি উপরে উঠছে এবং উপরের ঠাণ্ডা পানি নিচে যাচ্ছে।

পদার্থের অবস্থা: পদার্থের তিনটি অবস্থা যথা কঠিন, তরল ও বায়বীয়। যেমন পানির কঠিন রূপ বরফ, তরল রূপ পানি এবং বায়বীয় রূপ জলীয় বাষ্প। রিফ্রিজারেশন সিস্টেমে রিফ্রিজারেন্ট সাধারণত তরল থেকে তাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয় এবং বাষ্প থেকে তাপ ছেড়ে দিয়ে আবার তরলে পরিণত হয়।

স্ফুটনাংক: একটি তরল একটি নির্দিষ্ট চাপে যে তাপমাত্রায় ফুটতে শুরু করে তাকে ঐ পদার্থের স্ফুটনাংক বলে। যেমন পানি ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ১০০° সে. তাপমাত্রায় ফুটতে শুরু করে। চাপ কমতে থাকলে স্ফুটনাংক কমতে থাকে এবং চাপ বাড়তে থাকলে স্ফুটনাংক বাড়তে থাকে।

গলনাংক: কঠিক পদার্থ একটি নির্দিষ্ট চাপে যে তাপমাত্রায় গলতে শুরু করে তাকে গলনাংক বলে। যেমন বরফ ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ০°সে তাপমাত্রায় গলতে শুরু করে।

বৈদ্যুতিক শক্তি: তাপ শক্তির মতো বৈদ্যুতিক শক্তিও উচ্চ বিভব প্রান্ত থেকে নিম্ন বিভব প্রান্তে প্রবাহিত হয়, যা প্রবাহিত হয় তাকে কারেন্ট (I) বলে। এর একক এম্পিয়ার (A)। বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন হয়। এটি সাধারণত ধাতব পদার্থ হয়ে থাকে। যার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে তাকে বিদ্যুৎ পরিবাহী বলে। সকল পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় কিছুটা বাধাগ্রস্ত হয়। এই বাধা দান করাকে পরিবাহীর রোধ (R) বলা হয়। এর একক ওহম (Ω/ohm)। এবং বিদ্যুতের যে বিভব (V) থাকে তার একক volt। রোধ, কারেন্ট ও বিভব-এর সম্পর্ক নিম্নরূপঃ

বিভব = কারেন্ট X রোধ বা, $V=IR$

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা: বৈদ্যুতিক ক্ষমতা হল বৈদ্যুতিক বিভব ও তড়িৎ প্রবাহের গুণ ফল। এর একক ওয়াট (W), কিলোওয়াট (KW)।

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা = বিভব X তড়িৎ প্রবাহ বা, $P = V \times I$ বা $P = V^2/R$

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features approximately 20 horizontal dotted lines spaced evenly down the page, providing a guide for handwriting practice. The paper is otherwise blank, with no margins, text, or other markings.

অধ্যায় - ৩

রিফ্রিজারেশন চক্র সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা

এয়ারকন্ডিশনার নিয়ে কাজ করতে হলে টেকনিশিয়ানদের রিফ্রিজারেশন চক্র সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা থাকা প্রয়োজন। এছাড়া তাপের লোড, সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের কাজ, বৈদ্যুতিক বিষয়াদি সম্পর্কেও স্বচ্ছ ধারণা থাকা দরকার। রিফ্রিজারেশন অথবা এয়ারকন্ডিশনিং যে সিস্টেমই হোক এর প্রধান কাজ হল, যে বস্তু বা স্থানকে ঠাণ্ডা করতে হবে তা থেকে তাপ শোষণ করে বায়ুমণ্ডলে পাঠিয়ে দেয়া। এই ম্যানুয়ালটি শুধু এয়ারকন্ডিশনিং এর মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকবে।

এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহারের কারণ:

এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহারে উদ্দেশ্য হল প্রধানত রুমের বাতাসের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা। এছাড়া রুমের বাতাসের আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ, বায়ু বিশুদ্ধকরণ এবং বায়ু প্রবাহ কমানো। সাধারণত ২৩°সে থেকে শুরু করে ২৬°সে পর্যন্ত তাপমাত্রা আরামদায়ক। এছাড়া বাতাসের আর্দ্রতা ৫০%-৬০% এবং বাতাসের গতিবেগ ১ মি/সেকেন্ড হলে সাধারণত আরাম অনুভূত হয়।

এয়ারকন্ডিশনিং-এর ক্ষমতার একক:

এয়ারকন্ডিশনিং-এর ক্ষেত্রে সাধারণত টন অব রিফ্রিজারেশন বা TR শুধু TON একক ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ১ টন রিফ্রিজারেশন বলতে বুঝায় ১টন পানি ৩২° ফারেনহাইট হতে ২৪ ঘন্টায় ১টন বয়ফে পরিণত হতে যে পরিমাণ তাপ বর্জন করে (এখানে ১টন পানি = ২০০০ পাউন্ড পানি = ৯০৭.২০ কেজি পানি)। এছাড়া, Btu/h অথবা কিলোওয়াট দিয়ে এয়ারকন্ডিশনিং-এর একক প্রকাশ করা হয়।

$$1 \text{ TR} = 12000 \text{ Btu/h} = 3.5 \text{ KW}$$

বাতাসের বৈশিষ্ট্য:

বাতাসের তাপমাত্রা ও জলীয় বাষ্প নিয়ন্ত্রণ এবং এর গতিবেগ নিয়ন্ত্রণ করা এয়ারকন্ডিশনারের কাজ। বাতাসে সাধারণত নাইট্রোজেন (৭৮%), অক্সিজেন (২১%) এর বাকি অংশ জলীয় বাষ্প, কার্বন-ডাইঅক্সাইড ইত্যাদি থাকে। বাতাসের জলীয় বাষ্পের পরিমাণকে সাধারণত আপেক্ষিক আর্দ্রতা দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

নির্দিষ্ট আয়তনের স্থানে বাতাসে প্রকৃত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{\text{ঐ একই তাপমাত্রা ও আয়তনের স্থানের সর্বোচ্চ জলীয় বাষ্পের পরিমাণ}}{\text{প্রকৃত জলীয় বাষ্পের পরিমাণ}}$$

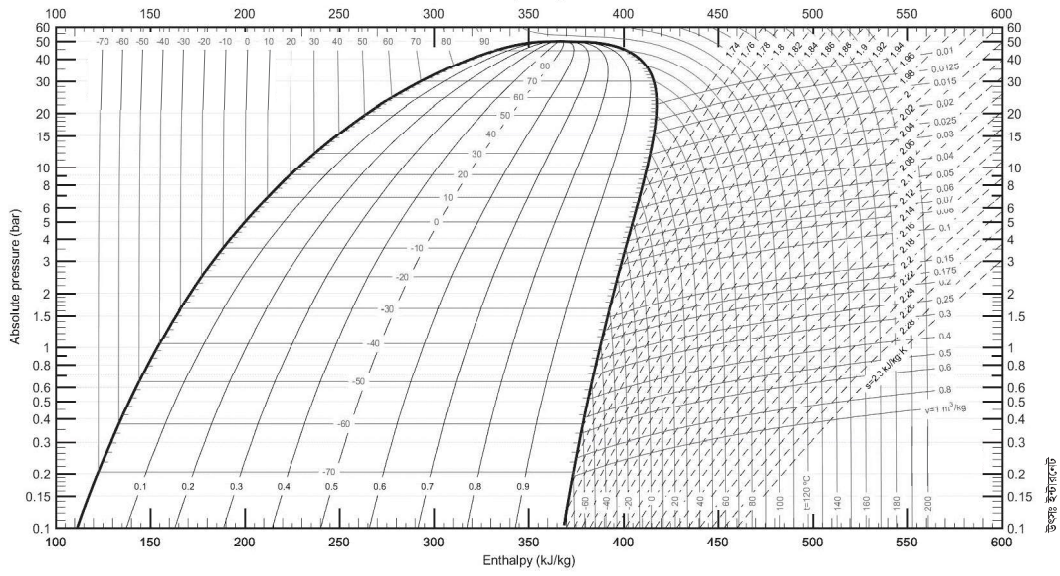
একটি নির্দিষ্ট আয়তনের স্থানে যে তাপমাত্রায় বাতাসের আর্দ্রতা সম্পূর্ণ হয় তাকে ডিউ পয়েন্ট (Dew Point) বলে।

ড্রাই বাল্ব ও ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা:

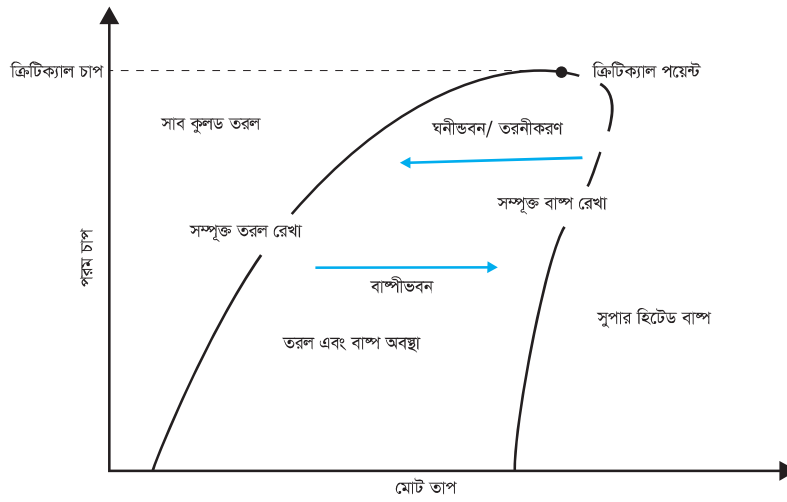
সাধারণ যে কোনো থার্মোমিটার দিয়ে বাতাসের তাপমাত্রার পরিমাপ পাওয়া যায় তা ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা। এখন বাতাসে যদি আপেক্ষিক আর্দ্রতা ১০০% এর কম হয় তবে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ১০০% করার জন্য সাধারণ থার্মোমিটার একটি ভিজা কাপড়ে জড়িয়ে ঘুরালে ভিজা কাপড়ের পানি তাপ শোষণ করে বাষ্পে পরিণত হবে এবং থার্মোমিটারে অপেক্ষাকৃত শীতল তাপমাত্রা দেখাবে। এটি হলো ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা। ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা সাধারণত ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা থেকে কম হয়। বাতাসে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে ওয়েট বাল্ব ও ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্য বেশি হবে। ওয়েট বাল্ব এবং ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা দিয়ে বাতাসে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপ করা যায়।

মলিয়ার চার্ট:

একটি তাপীয় চক্রে কোনো রিফ্রিজারেন্টের অবস্থা বোঝার জন্য এই চার্ট ব্যবহার করা হয়। এটিকে হিমায়কের চাপ বনাম তাপের চার্টও বলা যায়।



চিত্র: ৩.১: R-২২ রিফিজারেন্টের মলিয়ার চার্ট



চিত্র: ৩.২: মলিয়ার চার্টের বিভিন্ন অংশ

ক্রিটিক্যাল তাপমাত্রা:

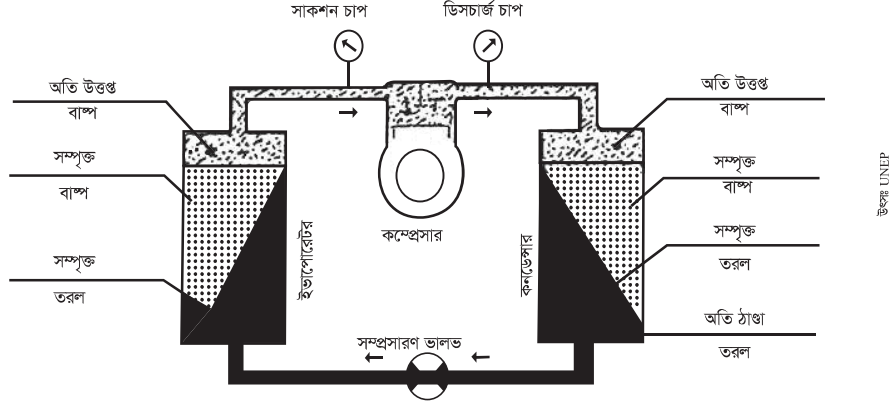
ক্রিটিক্যাল তাপমাত্রা হল গ্যাসের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা যে তাপমাত্রা হতে চাপ প্রয়োগ করে গ্যাসকে তরল করা যায়। এই তাপমাত্রার বেশি তাপমাত্রা হলে সেই গ্যাসকে আর তরলে রূপান্তর করা যায় না।

ক্রিটিক্যাল চাপ:

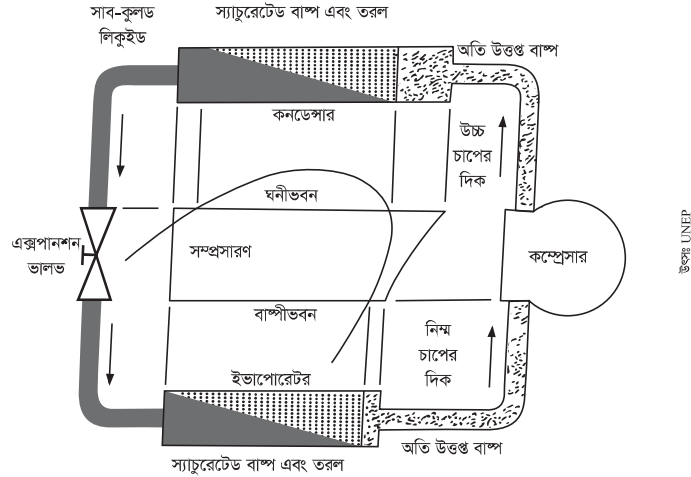
ক্রিটিক্যাল তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপকে ক্রিটিক্যাল চাপ বলে। R-২২ রিফিজারেন্টের ক্রিটিক্যাল তাপমাত্রা ৯৬.২° সে এবং চাপ = ৭২৪ psi = ৪৯.২ atm

রিফ্রিজারেশন চক্র:

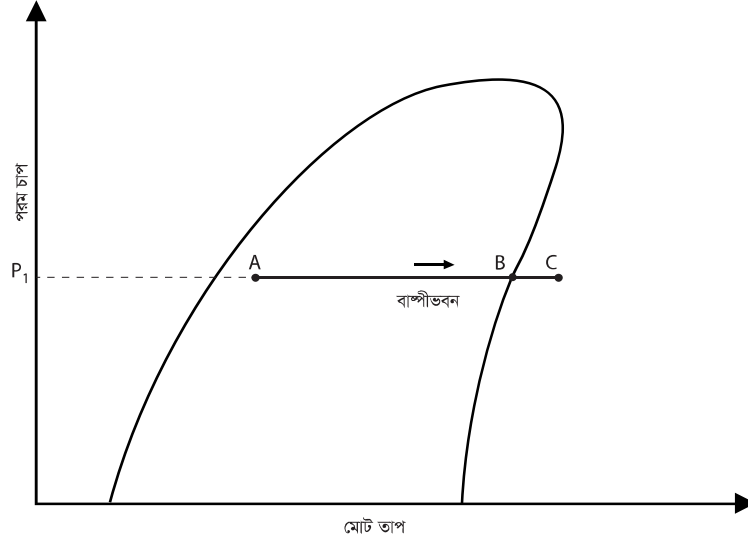
এয়ারকন্ডিশনারে ভ্যাপার কম্প্রেশন রিফ্রিজারেশন সাইকেল নীতি পরিচালনা করা হয়। এই চক্রে মোট চারটি কাজ অত্যাবশ্যকীয়। যথা বাষ্পীভবন, সংকোচন, ঘনীভবন, সম্প্রসারণ। বাষ্পীভবন ইভাপারেটরে সংঘটিত হয়। সংকোচন কম্প্রেসরের মাধ্যমে হয়। কনডেনসারে ঘনীভবন সংঘটিত হয়। ক্যাপিলারিতে অথবা সম্প্রসারণ ভালভে রিফ্রিজারেন্ট সম্প্রসারিত হয়। চিত্র ৩.৩ ও ৩.৪ এ এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমে সংঘটিত বিভিন্ন অংশ দেখানো হল।



চিত্র: ৩.৩: রিফ্রিজারেশন সাইকেলের বিভিন্ন অংশ

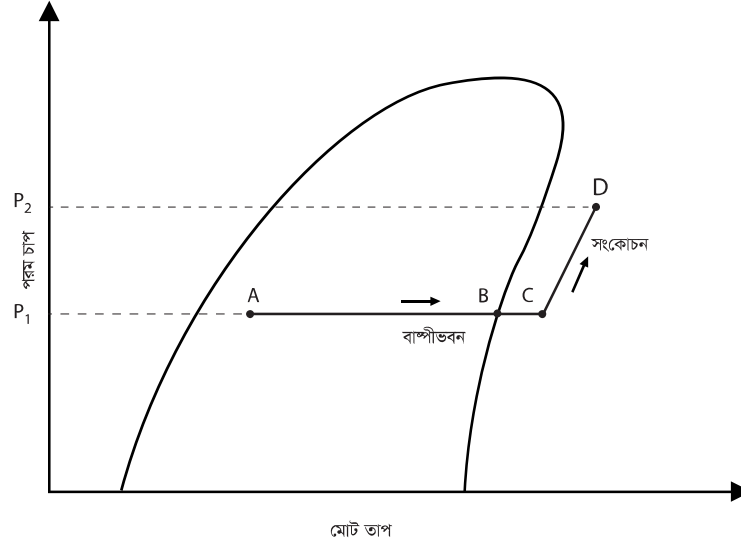


চিত্র: ৩.৪: মলিয়ার চার্ট ও রিফ্রিজারেশন সাইকেলের বিভিন্ন অংশ



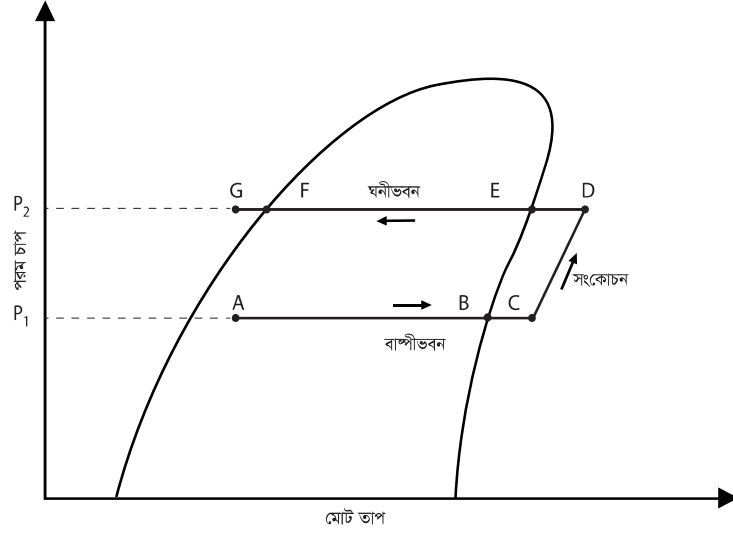
চিত্র: ৩.৫: বাষ্পীভবন

চিত্রে কম চাপের মিশ্রণকে (A পয়েন্টে) সম্পূর্ণ বাষ্পে (B হয়ে C পয়েন্ট পর্যন্ত) পরিণত করা হয়। ইভাপারেটরে এই কাজ সম্পন্ন হয়। এখানে A হতে B পয়েন্ট পর্যন্ত রিফ্রিজারেন্ট তরল ও বাষ্পের মিশ্রণ হিসাবে থাকে (চিত্র ৩.৪ দ্রঃ)।



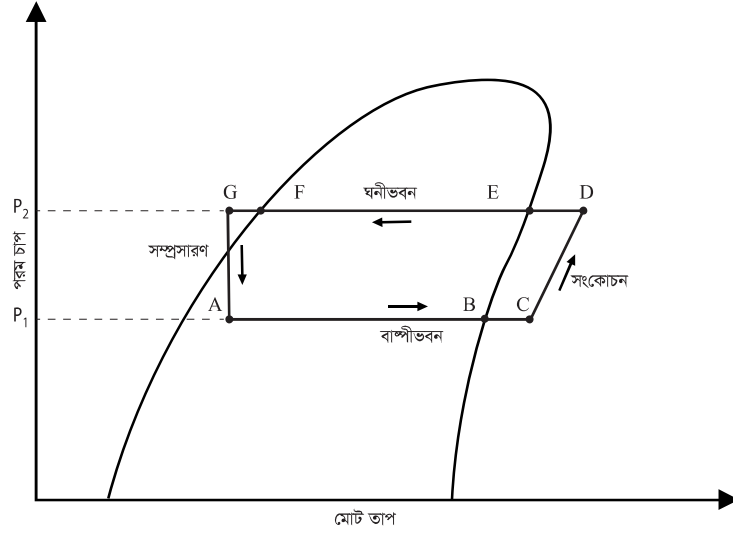
চিত্র: ৩.৬: সংকোচন

উপরের চিত্রে কম চাপের বাষ্পকে কম্প্রেসরের মাধ্যমে উচ্চ চাপে রূপান্তর করা হয়। অর্থাৎ C হতে চাপ বাড়িয়ে D পয়েন্টে উন্নীত করা হয়।



চিত্র: ৩.৭: ঘনীভবন

চিত্রে উচ্চ চাপের বাষ্পকে কনডেনসারের মাধ্যমে ঘনীভবন প্রক্রিয়ার উচ্চ চাপের তরলে পরিণত করা হয়। অর্থাৎ এ ক্ষেত্রে রিফ্রিজারেন্ট পয়েন্ট থেকে সম্পৃক্ত বাষ্প রেখা অতিক্রম করে আরো ঘনীভূত হয়। এক্ষেত্রে E পয়েন্ট হতে F পয়েন্ট পর্যন্ত এটি তরল ও বাষ্পের মিশ্রণ হিসাবে থাকে যা সম্পৃক্ত তরল রেখা অতিক্রম করে G পয়েন্টে সম্পূর্ণ তরলে রূপান্তরিত হয় (চিত্র ৩.৪ দ্রঃ)।



চিত্র: ৩.৮: সম্প্রসারণ

উপরের চিত্রে ক্যাপিলারি টিউব অথবা সম্প্রসারণ ভালভের মাধ্যমে বেশি চাপের তরলকে নিম্নচাপে পরিণত করা হয়। অর্থাৎ রিফ্রিজারেন্ট G পয়েন্ট হতে পূর্ণরায় A পয়েন্টে ফিরত আসে। A পয়েন্টে রিফ্রিজারেন্ট তরল ও বাষ্পের মিশ্রণ হিসাবে থাকে (চিত্র ৩.৪ দ্রঃ)।

কম্প্রেসর : কম্প্রেসার নিম্নচাপের বাষ্পকে উচ্চ চাপের বাষ্পে পরিণত করে তা কনডেনসারে প্রেরণ করে। কম্প্রেসার সাধারণত রেসিপ্রোকেটিং, রোটোরি ও স্ক্রল এই তিন ধরনের হয়ে থাকে।



উৎসঃ ইন্টারনেট

চিত্র : ৩.৯: রেসিপ্রোকেটিং কম্প্রেসর (হারমেটিক টাইপ)



উৎসঃ ইন্টারনেট

চিত্র : ৩.১০: রোটোরি কম্প্রেসর (সাধারণত গৃহস্থালি এসি-এর জন্য ব্যবহার করা হয়)।



উৎসঃ ইন্টারনেট

চিত্র : ৩.১১: স্ক্রল কম্প্রেসর।

এক্সপানসন ডিভাইস:

এক্সপানসন ডিভাইস কনডেনসার থেকে আগত তরলের চাপ ও তাপমাত্রা কমতে সহায়তা করে। সাধারণত দুই ধরনের এক্সপানসন ডিভাইস হয়। কন্সট্যান্ট রেসট্রিকশন টাইপ (Constant Restriction Type) ও ভ্যারিএবল রেসট্রিকশন (Variable Restriction Type) টাইপ এক্সপানসন ডিভাইস।



চিত্র : ৩.১২: কন্সট্যান্ট রেসট্রিকশন টাইপ



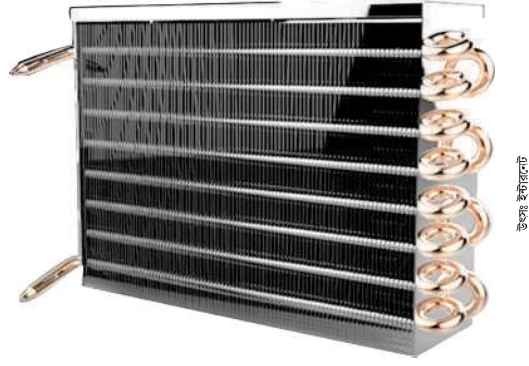
চিত্র : ৩.১৩: ভ্যারিএবল রেসট্রিকশন টাইপ এক্সপানসন ডিভাইস

চিত্র : ৩.১৩: ভ্যারিএবল রেসট্রিকশন টাইপ এক্সপানসন ডিভাইস

ভ্যারিএবল রেসট্রিকশন টাইপ এক্সপানসন ডিভাইস আবার দুই ধরনের হয়। প্রেসার কন্ট্রোল বা অটোমেটিক এক্সপানসন ডিভাইস (Pressure Control/ Automatic Expansion Valve) ও থার্মোস্ট্যাটিক ভ্যালব (Thermostatic Valve)।

ইভাপরেটর ও কনডেনসার:

এসব সাধারণ তাপ সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত হয়। সাধারণ রুম এয়ারকন্ডিশনিং-এর জন্য ফিন টিউব কনডেনসার ও ইভাপরেটর ব্যবহার করা হয়। অধুনা মাইক্রোচ্যানের কনডেনসার ও ইভাপরেটরে অধিক তাপ সঞ্চালনের জন্য কিছু কিছু ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হচ্ছে।



উৎস: ইন্টারনেট

চিত্র : ৩.১৪: ফিন টিউব কনডেনসার/ইভাপারেটর



উৎস: ইন্টারনেট

চিত্র : ৩.১৫: মাইক্রো চ্যানেল কনডেনসার/ইভাপারেটর

অধ্যায়-৪

রিফ্রিজারেন্ট-এর আবশ্যকীয় গুণাবলি

রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সিস্টেমের জন্য রিফ্রিজারেন্ট একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। যে বস্তু বা স্থানকে শীতল করা হবে রিফ্রিজারেন্ট সেখান থেকে তাপ শোষণ করে বস্তু বা স্থানকে ঠাণ্ডা করে এবং সেই শোষিত তাপ বাইরে নির্গত করে। রিফ্রিজারেন্টের এই তাপ শোষণ ক্ষমতা রিফ্রিজারেন্টের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। এয়ারকন্ডিশনারে নানা ধরনের রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করা হয়। যেমন R-২২, R-২৯০, R-৩২ আবার মিশ্রণ যেমন R-৪১০A ইত্যাদি। আবার সকল রিফ্রিজারেন্ট পরিবেশের জন্য ভালো নয়, তাই রিফ্রিজারেন্ট নির্ণয়ের জন্য এর কয়েকটি গুণাবলীর দিকে লক্ষ্য রাখতে হয়।

যেমন :

- রিফ্রিজারেন্টের তাপ শোষণ ক্ষমতা
- রিফ্রিজারেন্টটি পরিবেশবান্ধব কিনা
- রিফ্রিজারেন্ট বিষাক্ত কিনা
- রিফ্রিজারেন্টের প্রাপ্যতা ও মূল্য
- রিফ্রিজারেন্টের দাহ্যতা
- রিফ্রিজারেন্টটি সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের সাথে রাসায়নিকভাবে বিক্রিয়া করে কিনা
- রিফ্রিজারেন্টটি কম্প্রেসর তেলের সাথে ঠিক মতো মিশে কিনা ইত্যাদি।

রিফ্রিজারেন্টের রাসায়নিক গঠন বিবেচনা করলে মোটামুটিভাবে নীচের শ্রেণী বিভাগে ভাগ করা যায়। যেমন :

- CFC - ক্লোরোফ্লোরোকার্বন
- HCFC - হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন
- HFC - হাইড্রোফ্লোরোকার্বন
- HC - হাইড্রোকার্বন
- ন্যাচারাল রিফ্রিজারেন্ট যেমন, হাইড্রোকার্বন, অ্যামোনিয়া, কার্বন ডাই-অক্সাইড, পানি ইত্যাদি।

রিফ্রিজারেন্টের ODP ও GWP:

যেসব রিফ্রিজারেন্টের ক্লোরো এবং ফ্লোরো এই দুই ধরনের উপাদান থাকে সেগুলো ওজোনস্তর ক্ষয় করে এবং বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা বাড়াতে সাহায্য করে। যেমন HCFC-২২ বা R-২২ রিফ্রিজারেন্ট। একটি রিফ্রিজারেন্ট যে পরিমাণ ওজোনস্তরের ক্ষতি করতে পারে তাকে সেই রিফ্রিজারেন্টের ODP (Ozone Depleting Potential) বা ওজোনস্তর ক্ষয়কারী বিভব বলে। আবার একটি রিফ্রিজারেন্ট পরিবেশের যে পরিমাণ উত্তাপ বাড়ায় তাকে ঐ রিফ্রিজারেন্টের GWP (Global Warming Potential) বা বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ক্ষমতা বলে। যেমন R-২২ রিফ্রিজারেন্টের ODP ০.০৫৫ এবং GWP ১৮১০।

আবার যেসব রিফ্রিজারেন্টে শুধু ফ্লোরো উপাদান আছে, সেগুলো ওজোনস্তর ক্ষয় করে না কিন্তু, পরিবেশের উষ্ণতা বাড়ায়। যেমন HFC-৩২ বা R-৩২ রিফ্রিজারেন্টের ODP শূন্য কিন্তু GWP বিদ্যমান। R-৩২ এর GWP ৬৭৫ আবার যেসব রিফ্রিজারেন্টের ক্লোরো ও ফ্লোরো উপাদান নাই সে সব রিফ্রিজারেন্ট পরিবেশবান্ধব হয়ে থাকে। যেমন HC-২৯০ বা R-২৯০-এর ODP শূন্য এবং GWP-এর মান শূন্যের কাছাকাছি। এসিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন রিফ্রিজারেন্টের ওডিপি ও জিডব্লিউপি মান পরের পৃষ্ঠায় দেওয়া হলো।

রিফ্রিজারেন্ট		ODP	GWP
এ্যামোনিয়া	R-৭১৭	০	<১
HCFC	R-২২	০.০৫৫	১৮২০
HFCs	R-১৩৪a	০	১৩০০
	R-৩২	০	৬৭৫
HCs	R-২৯০	০	৩
	R-৬০০a	০	০
HFC ব্লেন্ড	R-৪০৭C	০	১৫৩০
	R-৪১০A	০	১৭৩০
CO ₂	R-৭৪৪	০	১

বিষাক্ততা:

সাধারণত গৃহস্থালি এসি বা ফ্রিজে যে ধরনের রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হয়, সে সমস্ত রিফ্রিজারেন্ট সাধারণত অবিষাক্ত অর্থাৎ মানব স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর নয়। কিন্তু কিছু কিছু রিফ্রিজারেন্ট আছে যেমন এ্যামোনিয়া যা মানব স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর।

সহজলভ্যতা:

রিফ্রিজারেন্ট শুধু পরিবেশবান্ধব হলেই হবে না এটা সহজে বাজারে পাওয়া যায় কিনা এবং এর তুলনামূলক মূল্য যেন কম হয় তাও বিবেচনা করা প্রয়োজন।

দাহ্যতা:

সাধারণত HCFC রিফ্রিজারেন্ট দাহ্য নয়। কিছু কিছু HFC এবং সব HC রিফ্রিজারেন্টসমূহ দাহ্য, তাই এসমস্ত রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহারের ক্ষেত্রে বিশেষ সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত।

রাসানিয়ক সক্রিয়তা:

রিফ্রিজারেন্ট যেন কম্প্রেসর, টিউব, কনডেনসার, ইভাপারেটরে যে সমস্ত ধাতু দিয়ে গঠিত তার সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া না করে সে দিকে খেয়াল রাখতে হয়। যেমন, HCFC, HFC এবং HC রিফ্রিজারেন্টসমূহ রাসায়নিকভাবে কপার/অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর সাথে নিষ্ক্রিয় কিন্তু এ্যামোনিয়া এসব ধাতুর সাথে ক্রিয়া করে, তাই এই সমস্ত রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহারে বিশেষভাবে সিস্টেমের ডিজাইন করা হয়।

লুব্রিকেশন তেলের সাথে মিশ্রতা :

রিফ্রিজারেন্ট কম্প্রেসরে ব্যবহৃত লুব তেলের সাথে যাতে ভালোভাবে মিশতে পারে সেদিকে বিশেষ খেয়াল করতে হয়। সাধারণত HCFC মিনারেল জাতীয় তেলের সাথে ভালো মিশে এবং HFC সিনথেটিক তেলের সাথে ভাল মিশে।

রিফ্রিজারেন্ট	তেলের প্রকার
HCFC-২২	MO, AB, POE
HC-২৯০	MO, AB, POE (আর্দ্রতার উপর নির্ভরশীল)
HFC-৪১০A	POE
HFC-৩২	POE

MO = মিনারেল তেল, AB = এ্যালকাইল বেনজিন, POE = পলিওল ইস্টার (আর্দ্রতা শোষণ করে)।

রিফ্রিজারেন্টের নিরাপত্তা শ্রেণী বিভাগ:

পূর্বে রিফ্রিজারেন্টের দাহ্যতা ও বিষাক্ততা নিয়ে আলোচনা হয়েছে। দাহ্যতা ও বিষাক্ততা বিচারে একটি রিফ্রিজারেন্ট কতটা নিরাপদ তা ASHRAE শ্রেণী বিভাগে বলা হয়েছে। দাহ্যতার শ্রেণী বিভাগ ASHRAE মান অনুযায়ী বর্ণনা করা যায়। যেমন, ১ = দাহ্য নয়, ২ = দাহ্য, ২L = সামান্য দাহ্য, ৩ = বেশি পরিমাণে দাহ্য। আবার ASHRAE মান অনুযায়ী বিষাক্ততা A = কম বিষাক্ত, B = বেশি বিষাক্ত ভাগে ভাগ করা হয়েছে। নীচের সারণীতে এয়ারকন্ডিশনিং-এ ব্যবহৃত রিফ্রিজারেন্টের নিরাপত্তার শ্রেণী ভাগ দেওয়া হল।

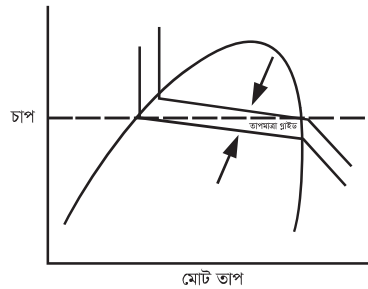
রিফ্রিজারেন্ট	বিষাক্ততা	দাহ্যতা
HCFC-২২	A	১
HFC-৩২	A	২L
HFC-৪১০A	A	১
HFC-৪০৭C	A	১
HC-২৯০	A	৩

উপরের সমস্ত আলোচনা থেকে আমরা এসির জন্য যে রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করি এবং R-২২ এর বিকল্প বৈশিষ্ট্য নিম্নের সারণী অনুযায়ী বর্ণনা করা যেতে পারে।

বৈশিষ্ট্য	HCFC/ R-২২	HFC/ R-৩২	HC/ R-২৯০	HFC Blend/ R-৪১০A
ক্যাপাসিটি		বেশি ক্যাপাসিটি	কম ক্যাপাসিটি	বেশি ক্যাপাসিটি
পরিবেশের প্রভাব	পরিবেশবান্ধব নয়	পরিবেশবান্ধব	পরিবেশবান্ধব	পরিবেশবান্ধব
বিষাক্ততা	বিষাক্ত নয়	বিষাক্ত নয়	বিষাক্ত নয়	বিষাক্ত নয়
লুব তেলের সাথে মিশ্রতা	সব ধরনের তেলের সাথে মিশতে পারে	শুধু আর্দ্রতা নির্ভরশীল	সব ধরনের তেলের সাথে মিশতে পারে	শুধু POE-এর সাথে মিশতে পারে
চাপের পরিমাণ		R-২২ এর তুলনায় কম পরিমাণ চার্জ লাগে	কম রিফ্রিজারেন্ট প্রয়োজন R-২২ এর তুলনায়	প্রায় একই পরিমাণ লাগে
শক্তি ব্যবহার		শক্তি সাশ্রয়ী	শক্তি সাশ্রয়ী	

রিফ্রিজারেন্ট মিশ্রণ :

যেসব রিফ্রিজারেন্টের নম্বর ৪ অথবা ৫ দিয়ে শুরু হয়, সেগুলো সাধারণত একাধিক রিফ্রিজারেন্টের মিশ্রণ। এসব মিশ্রণ আবার এইচসিএফসি, এইচএফসি, এইচসি ইত্যাদির মিশ্রণও হতে পারে। যেমন R-৪১০এ এর মিশ্রণ HFC-৩২(৫০%) ও HFC-১২৫ (৫০%) দ্বারা গঠিত। সাধারণত ৪ দিয়ে শুরু রিফ্রিজারেন্টের তরলের মিশ্রণের অনুপাত ও বাষ্প মিশ্রণের অনুপাত একই থাকে না। এগুলোকে জিওট্রোপ মিশ্রণ বলে। কিন্তু ৫ দিয়ে শুরু রিফ্রিজারেন্টসমূহ তরলের এবং বাষ্প মিশ্রণের পরিমাণ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই থাকে, এগুলোকে এজিওট্রোপ মিশ্রণ বলে। জিওট্রোপ মিশ্রণে সাধারণত তাপমাত্রা গ্লাইড থাকে যা সিস্টেমে কিছুটা জটিলতা সৃষ্টি করে। জিওট্রোপ মিশ্রণ একক রিফ্রিজারেন্টের মতো আচরণ করে না। R-৪১০A প্রায় এজিওট্রোপ মিশ্রণ-এর মতো আচরণ করে এবং তাপমাত্রা গ্লাইড অত্যন্ত কম। R-৪১০A চার্জের সময় তরল অবস্থায় চার্জ করা উচিত।



চিত্র: ৪.১: R-৪১০A তাপমাত্রা গ্লাইড।

[illegible]

অধ্যায়-৫

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট

ভালো অনুশীলনের জন্য ভালো টুলস ও ইকুইপমেন্ট জরুরি। এয়ারকন্ডিশনার ইন্সটলেশন ও সার্ভিসিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় অনেক টুলস ও ইকুইপমেন্ট সম্পর্কে আমাদের সঠিক ধারণা অনেকাংশেই নাই। এখানে কিছু প্রয়োজনীয় আধুনিক টুলস ও ইকুইপমেন্ট সম্পর্কে আলোচনা করা হল।

১. পিঞ্চ অব প্লায়ার্স/ সেক্স লকিং প্লায়ার্স :

উইন্ডো টাইপ এসি সার্ভিসিং-এর জন্য টিউব সঠিকভাবে ড্রিল করা প্রয়োজন। এর জন্য এই টুলস অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ও কার্যকরী। এতে করে সিস্টেমের লিক হবার ঝুঁকি থাকে না।



চিত্র: ৫.১: পিঞ্চ অব প্লায়ার্স/ সেক্স লকিং প্লায়ার্স

২. পিয়ারসিং প্লায়ার্স/ভালভ :

এটি মূলত সিস্টেম থেকে রিফ্রিজারেন্ট রিকভার অথবা ইভ্যাকুয়েশনের জন্য ব্যবহার করা হয়। সার্ভিস টিউব ছিদ্র করে নির্দিষ্ট ভালভ স্থাপন করে এ কাজটি করা হয়।



চিত্র: ৫.২: পিয়ারসিং প্লায়ার্স



চিত্র: ৫.৩: পিয়ারসিং ভালভ :

৩. টর্ক রেঞ্চ :

টিউবের ফ্লোর জয়েন্ট খুব বেশি টাউট করলে ফ্লোর জয়েন্টে লিক হবার আশঙ্কা থাকে। তাই নির্দিষ্ট পরিমাণের টর্ক ব্যবহার করে জয়েন্ট টাউট করা উচিত। টর্ক রেঞ্চ ব্যবহার করে এই কাজটি করা হয়। টেবিলে ফ্লোর সাইজ ও টিউবের সাইজ অনুযায়ী টর্কের পরিমাপ দেওয়া হল।



চিত্র: ৫.৪: টর্ক রেঞ্চ

ফ্লোর সাইজ (mm)	টিউবের সাইজ (inch)	টর্ক (N-m)
৬	১/৪ , ৫/১৬	১৪-১৮
৮	৩/৮	৩৩-৪২
১২	১/২	৫০-৬২
১৮	৫/৮	৬৩-৭৭

৪. দেওয়াল ছিদ্র করার ড্রিল (ওয়াল হোল স') :

বিশেষ ধরনের ড্রিল বিট ব্যবহার করে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধে দেওয়াল ছিদ্র করা যায়। স্প্লিট এসির ইনডোর ও আউটডোর ইউনিট স্থাপনের জন্য এই ড্রিল মেশিন অত্যন্ত কার্যকর এবং সময় সাশ্রয়ী। বাজারে ৬৫, ৬০, ৫০, ৪০, ৩০ mm ইত্যাদি ব্যাসের হোল স' বিট কিনতে পাওয়া যায়।



চিত্র: ৫.৫: ওয়াল হোল স' কিট

৫. র্যাচেট/সার্ভিস ভালভ রেঞ্চ :

এটি মূলত সার্ভিস ভালভ অথবা সিলিভার ভালভ খোলা ও বন্ধের কাজে ব্যবহার করা যায়। এটি ঘড়ির কাটার দিকে এবং ঘড়ির কাটার বিপরীত উভয় দিকে চালনা করা যায়।



চিত্র: ৫.৬: র্যাচেট/সার্ভিস ভালভ রেঞ্চ

৬। ক্যাপিলারি টিউব কাটার:

ক্যাপিলারি টিউব ৪৫ ডিগ্রী কোনে সঠিকভাবে কাটার জন্য এই জাতীয় টিউব কাটার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র: ৫.৭: ক্যাপিলারি টিউব কাটার

৭. রিমার / ডিবার :

টিউব কাটার পর টিউবের ভিতরে কিছু টিউব ধাতুর কণা আটকিয়ে থাকে। এগুলো সঠিক ভাবে পরিষ্কার করার জন্য এই টুলটি ব্যবহার করা হয়।



চিত্র: ৫.৮: রিমার / ডিবার

৮. মেকানিক্যাল টিউব বেভার :

টিউবকে নির্দিষ্ট কোণে বাঁকানোর জন্য এই ধরনের টুল ব্যবহার করা হয়। হাতে টিউব বাঁকা করলে বেশিরভাগ সময়ে চ্যাপ্টা হয়ে যায় অথবা নির্দিষ্ট কোণে সঠিকভাবে বাঁকানো যায় না। তাই টিউব বেভিং-এর জন্য নির্দিষ্ট মাপে ও টিউব বেভার ব্যবহার করা হয়। ছোট লিভার টাইপ টিউব বেভার দিয়ে ১/৪", ৫/১৬" ও ৩/৮" এর তামার টিউব বেভ করা যায়, এবং বড় লিভার টাইপ বেভার দিয়ে ৩/৪" কপার টিউব বেভ করা যায়।



চিত্র: ৫.৯: মেকানিক্যাল টিউব বেভার

৯. মেল/ফিমেল কুইক কাপলার :

১/৪ ইঞ্চি টিউবে ফ্লোরার জয়েন্ট দ্রুত করার জন্য এই ধরনের কাপলার ব্যবহার করা যায়। এটি অত্যন্ত কার্যকর।



চিত্র: ৫.১০: মেল/ফিমেল কুইক কাপলার

১০. শ্রেডার ভালভ রিমুভিং টুল :

সার্ভিস টিউব শ্রেডার ভালভ কোনো কারণে ক্ষতিগ্রস্ত হলে এটি বের করে আবার নতুন শ্রেডার ভালভ স্থাপন করার জন্য এটি অত্যন্ত কার্যকর একটি টুল। এটি সিস্টেমের রিফিলজারেন্ট লস হতে রক্ষা করে।



চিত্র: ৫.১১: শ্বেডার ভালভ রিমুভিং টুল

১১. গেজ ম্যানিফোল্ড :

বাজারে সিঙ্গেল, টু ওয়ে, থ্রি ওয়ে, ফোর ওয়ে গেজ মেনিফোল্ড পাওয়া যায়। এর মধ্যে টেকনিশিয়ানদের অবশ্যই ফোর ওয়ে গেজ ম্যানিফোল্ড থাকা বাঞ্ছনীয়। এতে করে একই সাথে সিস্টেমের হাই সাইড ও লো সাইডের প্রেসার রিডিং পাওয়া যায়। এটি আমাদের সময় বাঁচায়, হৌজ পরিবর্তন করার আর এটি সিস্টেমের মধ্যে জলীয় কণা ও ধুলো কণা যাওয়া প্রতিরোধ করে।



চিত্র: ৫.১২: ফোর-ওয়ে গেজ ম্যানিফোল্ড ও হৌজ

১২. স্পিরিট লেবেল :

এসি-এর ইনডোর ইউনিট স্থাপনের সময় সমানভাবে বসানোর জন্য এটি অত্যন্ত কার্যকর। চোখের আন্দাজে কাজ করা উচিত নয়।



চিত্র: ৫.১৩: স্পিরিট লেবেল

১৩. ডিজিটাল থার্মো-হাইগ্রোমিটার :

ডিজিটাল থার্মোমিটার রুমের ভিতর ও বাইরের তাপমাত্রা সঠিক পরিমাপ করা যায়, সাথে আর্দ্রতার পরিমাপ করা যায়।



চিত্র: ৫.১৪: ডিজিটাল থার্মো-হাইগ্রোমিটার

১৪. ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর :

সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের লিক নির্ধারণের জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি অনুসরণ করে থাকে। তবে অতি সামান্য লিক অথবা বছরে ২ গ্রাম পর্যন্ত লিকের জন্য ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর ব্যবহার করা যেতে পারে।



চিত্র: ৫.১৫: ইলেকট্রনিক লিক ডিটেকটর

১৫. রিকভারি মেশিন :

বিভিন্ন ধরনের রিফিলজারেন্ট সিস্টেম থেকে রিকভারি করে পুনরায় ব্যবহার অথবা নষ্ট রিফিলজারেন্ট হলে তা রিকভারি করে পরবর্তীতে পরিশোধন করতে পারি। এর জন্য সঠিক যন্ত্র ব্যবহার করে সিস্টেমের রিফিলজারেন্ট রিকভারি মেশিন দিয়ে রিকভারি করা যায়। এর মধ্যে যেহেতু কম্প্রেসর, ফিল্টার ড্রাইয়ার থাকে তাই এটির সঠিক রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতিও জেনে রাখা প্রয়োজন।



চিত্র: ৫.১৬: রিকভারি মেশিন

১৬. রিকভারি সিলিন্ডার :

গ্যাস রিকভারি করে বিশেষ মানের নির্দিষ্ট সিলিন্ডারে রাখতে হয়। এই সিলিন্ডার বার বার ব্যবহার করা যায়। এতে তরল ও গ্যাস উভয় প্রকার চার্জ করা যায়। আবার বিশেষ ভালভ থাকার কারণে তরল ও গ্যাস উভয় অবস্থায় রিফিলজারেন্ট রিচার্জ করা যায়। রিকভারি সিলিন্ডারে এর পূর্ণ ক্যাপাসিটির ৭৫% পর্যন্ত রিফিলজারেন্টে পূর্ণ করা নিরাপদ। এর বেশি রিফিলজারেন্ট পূর্ণ করলে দুর্ঘটনার ঝুঁকি থাকে। বিভিন্ন ধরনের রিফিলজারেন্ট রিকভারি করার জন্য আলাদা আলাদা রিকভারি সিলিন্ডার ব্যবহার করা উচিত। সিলিন্ডারের গায়ের তথ্য অনুযায়ী এসব সিলিন্ডার ব্যবহার করা উচিত।



উপকরণ ইকুইপমেন্ট

চিত্র: ৫.১৭: রিকভারি সিলিন্ডার

১৭. রিফ্রিজারেন্ট আইডেন্টিফায়ার :

অজানা রিফ্রিজারেন্টের নাম ও মান নির্ণয়ের জন্য আইডেন্টিফায়ার ব্যবহার করা হয়। এতে রিফ্রিজারেন্টের নাম ও শুদ্ধতার পরিমাপ পাওয়া যায়।



উপকরণ ইকুইপমেন্ট

চিত্র: ৫.১৮: রিফ্রিজারেন্ট আইডেন্টিফায়ার

১৮. অ্যানিমোমিটার :

এসির ফ্যানের বাতাসের বেগ নির্ণয়ের জন্য এই জাতীয় যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।



উপকরণ ইকুইপমেন্ট

চিত্র: ৫.১৯: অ্যানিমোমিটার

১৯. ডিবি মিটার :

এটি আউটডোর ইউনিট-এর ভাইব্রেশন ও কম্প্রেশর শব্দ মাপার জন্য ব্যবহার করা হয়। এটিতে শব্দের মাত্রার মাপার জন্য আশ-পাশের শব্দের মাত্রা ১২ ডিবি'র কম থাকা আবশ্যিক।



চিত্র: ৫.২০: ডিবি মিটার

২০. নাইট্রোজেন সিলিন্ডার ও ডাবল স্টেজ রেগুলেটর :

সিস্টেম ক্লিনিং, ফ্লাসিং ও লিক টেস্টিংয়ের জন্য ড্রাই-নাইট্রোজেন অতি গুরুত্বপূর্ণ। নাইট্রোজেন সিলিন্ডারে নাইট্রোজেন হাই প্রেসারে থাকে (২০০০ psi)। এত অধিক প্রেসার মারাত্মক দুর্ঘটনার কারণ হতে পারে। তাই এসি ইউনিট নিরাপদে ব্যবহারের জন্য ডাবল স্টেজ রেগুলেটর অবশ্যই ব্যবহার করতে হবে। রেগুলেটর দিয়ে গ্যাসের চাপ (১৫-২০ bar বা ২২০-২৯০ psig) নিয়ন্ত্রণ করা যায়।



চিত্র: ৫.২১: ডাবল স্টেজ প্রেসার রেগুলেটর

২১. অগ্নি নির্বাপন :

যেহেতু বেশ কিছু রিফ্রিজারেন্ট আগুন জ্বালাতে সহায়তা করে তাই, আগুন মোকাবেলা করার জন্য প্রত্যেক কাজ করার সময় ও ওয়ার্কশপের অগ্নি নির্বাপন ব্যবস্থা থাকা অতীব জরুরি।

অগ্নি শ্রেণীবিভাগ		অগ্নি নির্বাপক টাইপ				
		পাউডার	ফোম	CO ₂	পানি	ওয়েট রাসায়নিক
এ	কঠিন পদার্থ (কঠ, প্রাস্টিক, কাগজ ইত্যাদি)	✓	✓	X	✓	X
বি	দাহ্য তরল (পেইন্ট, তরল জ্বালানী ইত্যাদি)	✓	✓	✓	X	X
সি	গ্যাস (বিকট্রেন, প্রোপেন, এলপিজি ইত্যাদি)	✓	X	X	X	X
ডি	খাত্ত (লিথিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি)	✓	X	X	X	X
বৈদ্যুতিক	সরঞ্জাম (কম্পিউটার, সার্ভার, টিভি ইত্যাদি)	✓	X	✓	X	X
এফ	হাল্কা বেল (বিকট্রেন হাল্কা বেল)	X	X	X	X	✓
যেসব স্থানে অগ্নিনির্বাপক ব্যবস্থা হয় তার উদাহরণ		বহিঃস্থ (গ্যারেজ, ওয়ার্কশপ ইত্যাদি)	ফুল, অফিস, হোটেল, দোকান, হাসপাতাল, অ্যাপার্টমেন্ট ইত্যাদি	অফিস, সার্ভার রুম ইত্যাদি	ফুল, অফিস, হোটেল, দোকান, হাসপাতাল, অ্যাপার্টমেন্ট ইত্যাদি	রান্নাঘর, ক্যান্টিন রেস্টুরেন্ট ইত্যাদি

চিত্র: ৫.২২: অগ্নি নির্বাপন ব্যবস্থার চার্ট

২২. ভ্যাকুয়াম পাম্প :

সিস্টেম ভালোভাবে ভ্যাকুয়াম করার জন্য টু স্টেজ মাল্টি ভ্যান রোটোরি ভ্যাকুয়াম পাম্প অত্যন্ত জরুরি। এই মেশিন দিয়ে ২০ মাইক্রোন পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করা যায়।



চিত্র: ৫.২৩: টু স্টেজ মাল্টি ভ্যান রোটোরি ভ্যাকুয়াম পাম্প

২৩. ডিজিটাল মাইক্রোন গেজ মিটার :

সিস্টেম ঠিক মতো ভ্যাকুয়াম হল কিনা, তা সঠিক নির্ণয়ের জন্য ডিজিটাল মাইক্রোন গেজ/মিটার অত্যন্ত জরুরি একটি টুল। এতে প্রায় পরম ভ্যাকুয়াম রিডিং পাওয়া যায়।



চিত্র: ৫.২৪: ডিজিটাল মাইক্রোন গেজ মিটার

২৪. ডিজিটাল চার্জিং স্কেল :

রিফিলজারেন্ট সঠিক পরিমাণে সিস্টেমে চার্জ করার জন্য নির্দিষ্ট চার্জিং স্কেল ব্যবহার করা উচিত।



চিত্র: ৫.২৫: ডিজিটাল চার্জিং স্কেল

২৫. ওয়ারটার পাম্প নজল সেট:

আউটডোর ইউনিট ও ইনডোর ইউনিট পানি ও ক্লিনিং ফোম দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করা যায়। কন্ডেন্সর ও কুলিং কয়েল খুব ভালোভাবে পরিষ্কার করার জন্য পাম্প নজল সেট ব্যবহৃত হয়।



চিত্র: ৫.২৬: ওয়ারটার পাম্প নজল সেট

২৬. ডাস্ট ব্লোয়ার:

ইউনিটে অবস্থিত পানি বা ধূলাবালি দূর করার জন্য ব্লোয়ার সেট ব্যবহৃত হয়।



চিত্র: ৫.২৭: ডাস্ট ব্লোয়ার

২৭. পাওয়ার ড্রিল মেশিন:

স্ক্রু, রয়েল বোল্ট ও দেয়াল ছিদ্র করবে। দেয়াল ফুটা করতে ড্রিল মেশিন দরকার।



চিত্র: ৫.২৮: পাওয়ার ড্রিল মেশিন

২৮. লকরিং হ্যান্ড প্রেস টুলস :

লকরিং জয়েন্টের জন্য এই টুলস ব্যবহৃত হয়।



চিত্র: ৫.২৯: লকরিং হ্যান্ড প্রেস টুলস

অধ্যায়-৬

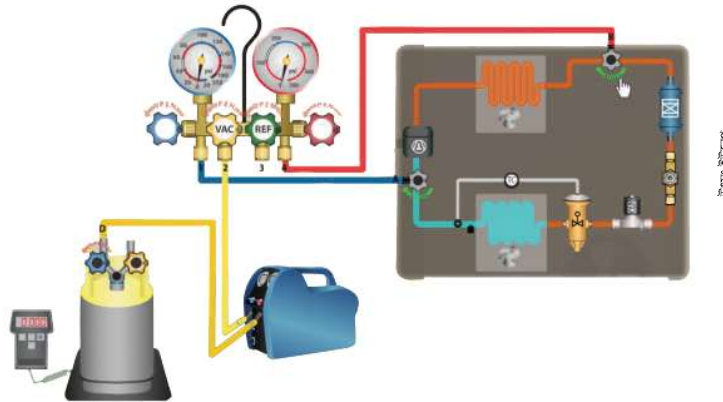
এসি রক্ষণাবেক্ষণ ও স্থাপনের জন্য সঠিক অনুশীলন

এয়ারকন্ডিশনিং স্থাপন ও সার্ভিসিং-এর জন্য সাধারণত যে প্রক্রিয়ায় কাজ করা হয় তাতে কাজটি অনেক সময় সঠিকভাবে ও সুন্দরভাবে সম্পাদিত হয় না। তাই সঠিকভাবে কাজ করার জন্য কিছু পরিবর্তন আনলেই কাজটি সুন্দরভাবে সম্পাদিত হতে পারে। যে কাজগুলো সাধারণত বা সঠিকভাবে করা হয় না অথবা নতুন যে প্রযুক্তি আছে তা এখানে আলোচনা করা হল।

রিকভারি:

পরিবেশ বাঁচাতে হলে কোনোভাবে এইচসিএফসি অথবা এইচএফসি জাতীয় রিফ্রিজারেন্ট বাতাসে না প্রবেশ করে। তাই সিস্টেম মেরামতের সময় রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করে তা রিকভারি সিলিন্ডারে রাখা উচিত এবং ভালো রিফ্রিজারেন্ট হলে তা অবশ্যই পুনঃব্যবহার করা উচিত। রিকভারি করার জন্য সাধারণত ফ্রিজের পুরানো কম্প্রেসর দিয়ে অথবা রিকভারি সিলিন্ডার বরফের মধ্যে রেখে রিকভারি করা হত, কিন্তু এতে করে সম্পূর্ণ রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করা সম্ভবপর নয়। তাই রিকভারি মেশিন দিয়ে রিকভারি করা উচিত। রিকভারি মেশিন দিয়ে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করার আগে নিচের বিষয়গুলো ভালভাবে খেয়াল রাখা প্রয়োজন:

- ক. মেশিনটি দিয়ে যদি পূর্বে যেই রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করা হয়েছে সেটি ব্যতিত অন্য রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করা হয়ে থাকে তবে মেশিনটিকে ভালভাবে ভ্যাকুয়াম করে নিতে হবে।
- খ. শুধু রিকভারি সিলিন্ডারে গ্যাস রিকভারি করতে হবে।
- গ. রিকভারি করার আগে মেশিনটি কমপক্ষে ৫ মিনিট চালিয়ে কম্প্রেসরটি গরম করতে হবে। এটি করলে কম্প্রেসরের তেলের সাথে অন্য রিফ্রিজারেন্ট থাকলে তা বের হয়ে যাবে।
- ঘ. এখন মেশিনটি বন্ধ করতে হবে।
- ঙ. এখন সঠিকভাবে নীচের চিত্র অনুযায়ী সিস্টেমের সাথে গেজ মেনিফোল্ডের সাহায্যে রিকভারি মেশিনটি সংযোগ করি এবং রিকভারি সিলিন্ডারের ইনলেটে হোজ দ্বারা সংযোগ স্থান করি।
- চ. এখন সিস্টেমের সার্ভিস ভালভ খুলে রিকভারি মেশিনের ইনলেট পর্যন্ত গ্যাস পার্জ করি।
- ছ. রিকভারি মেশিনের ইনলেট ভালভ খুলি।
- জ. মেশিনের সিলেকশন নব ঘুরিয়ে রিকভারি নির্বাচন করি।
- ঝ. এখন মেশিনের আউটলেট ভালভ খুলে রিকভারি সিলিন্ডার পর্যন্ত হোজ পার্জ করি।
- ঞ. ওয়েইট স্কেলে রিকভারি সিলিন্ডার বসিয়ে তার ওজন নেই।



চিত্র: ৬.১: সিস্টেম হতে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি

- ট. এখন সিলিন্ডার ভালভ খুলি।
 ঠ. এখন সাকশন প্রেসার ২০ রহপয ঐম পর্যন্ত রিকভার করি ও মেশিন বন্ধ করি।
 ড. কিছুক্ষণ অপেক্ষা করি। প্রেসার বাড়লে আবার মেশিন চালাই ২০ রহপয ঐম না আসা পর্যন্ত। খেয়াল রাখতে হবে রিকভারি সিলিন্ডার যেন ৭৫% বেশি ভর্তি না হয়। প্রেসার না বাড়লে মেশিন বন্ধ করি।
 ঢ. এখন সিস্টেম ২-৫ টংরম প্রেসারে ড্রাই নাইট্রোজেন চার্জ করে রাখি, যাতে সিস্টেম ভ্যাকুয়াম না হয়।
 ন. এখন আউটডোর ইউনিটের সার্ভিস ভালভ বন্ধ করে অপারেশন শেষ করি। যদি সিস্টেম জ-২৯০ থাকে তবে সেটি রিকভার না করে নিরাপদে বাতাসে ছেড়ে দেওয়া যেতে পারে।

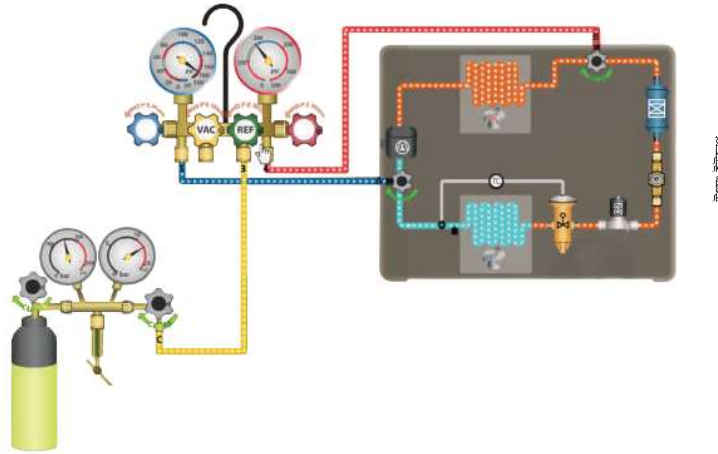
রিফ্রিজারেন্ট রিসাইক্লিং ও রিক্লেইম:

রিকভারকৃত রিফ্রিজারেন্টের মান যদি ভালো থাকে তবে এটি ফিল্টার ড্রায়ারের মধ্যে দিয়ে চালনা করে সিস্টেমে পুনরায় ব্যবহার করা যায়। কিন্তু রিফ্রিজারেন্টের মান যদি ব্যবহারযোগ্য না হয়ে থাকে তবে রিক্লেইম মেশিনের সাহায্যে এটিকে পরিশুদ্ধ করে পুনরায় ব্যবহার উপযোগী করে তোলা যায়। কিন্তু রিক্লেইম মেশিনের মূল্য বেশি হওয়ায় এটি একটি সার্ভিস সেন্টারের জন্য ব্যবহার করা অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক নয়। সমবায়ের ভিত্তিতে এটি ব্যবহার করা গেলে সেটি অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক হতে পারে।

লিক টেস্টিং:

সিস্টেমের রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করার আগে নিচের চিত্র অনুযায়ী ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে ৩০০-৫০০ psig প্রেসার দিয়ে সিস্টেমের বিভিন্ন অংশে সাবান ফেনা দিয়ে লিক টেস্ট করতে পারি। এসিতে যে সকল অংশে লিক থাকার ঝুঁকি বেশি থাকে সেগুলো হলো :

- ফ্লোর কানেকশন
- সার্ভিস ভালভ
- পুরানো ইভাপারেটর অথবা কনডেনসারে বেঁধেগুলোতে
- টিউব যদি অন্য কোনো ধাতবের সাথে লেগে থাকে সেই স্থানে।



চিত্র: ৬.২: লিক টেস্টের জন্য নাইট্রোজেন প্রেসার প্রয়োগ

সিস্টেম ক্লিনিং এবং ফ্ল্যাসিং:

সিস্টেমকে ড্রাই নাইট্রোজেন (৯৯.৯৯৫% বিশুদ্ধ, ডিউ পয়েন্ট -৪০°সে. কমপক্ষে) দিয়ে প্রায় ১৫০ psi চাপে ফ্ল্যাস করে পরিষ্কার করতে হবে। বাতাস বা অন্য কিছু দিয়ে সিস্টেম পরিষ্কার করা যাবে না। যদি সিস্টেমে কোনো দ্রাবক দিয়ে পরিষ্কার করার প্রয়োজন হয় তবে কোনো অবস্থাতেই পেট্রোল বা কেরোসিন দিয়ে পরিষ্কার বা ফ্ল্যাস করা যাবে না। সব সময় পিসিই

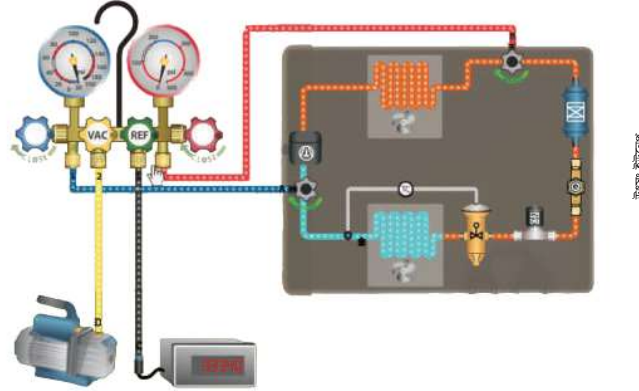
(পার ক্লোরোইথিলিন), হেক্সেন অথবা এমডিসি (মিথাইলিন ডাই ক্লোরাইড) জাতীয় ক্যামিক্যাল ব্যবহার করে ক্লিন করে, পরে ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে ফ্ল্যাস করতে হবে।

সিস্টেম বায়ু শূন্যকরণ:

সিস্টেম ভালোভাবে ক্লিনিং ও ফ্লাসিং-এর পর রিফিল্জারেন্ট চার্জ করার পূর্বে সিস্টেমকে সঠিক পদ্ধতিতে সঠিক মানে বায়ু শূন্য করতে হবে। এই পদ্ধতিতে সিস্টেমের ভিতরে সামান্য পরিমাণ জলীয় বাষ্পের কণা থাকলে তা বেরিয়ে আসবে। সঠিক ভ্যাকুয়ামের মান নিয়ন্ত্রণের জন্য অবশ্যই ডিজিটাল মাইক্রোন গেজ মিটার ব্যবহার করতে হবে এবং ভ্যাকুয়ামের জন্য ডাবল স্টেজ রোটরি ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করতে হবে। সিস্টেমের হাই এবং লো প্রেসার উভয় দিকেরই এক সাথে ভ্যাকুয়াম করা উচিত।

ভ্যাকুয়াম করার পদ্ধতি:

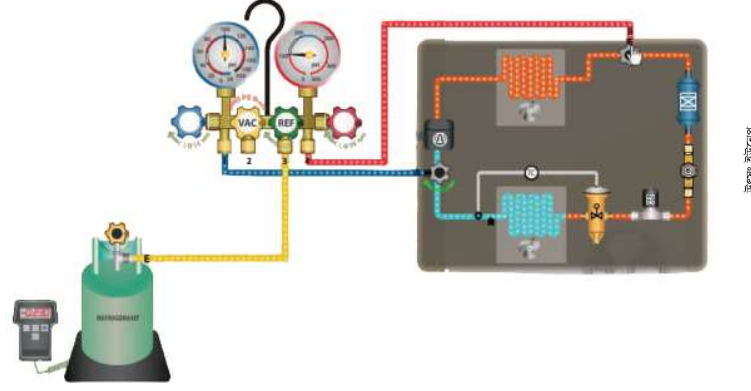
১. আদর্শ ভ্যাকুয়াম প্রথমে কমপক্ষে ৫০০ মাইক্রোন অথবা এর কম পর্যন্ত করতে হবে।
২. এখন পাম্প বন্ধ করে কমপক্ষে ৫-৭ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে। এতে করে সিস্টেম প্রেসার প্রায় ১৫০০ মাইক্রোন পর্যন্ত উঠতে পারে। এর বেশি হলে লিকেজের আশঙ্কা থাকে।
৩. এরপর আবার ৫০০ মাইক্রোন পর্যন্ত সিস্টেমকে ভ্যাকুয়াম করতে হবে।



চিত্র: ৬.৩: সিস্টেম বায়ু শূন্যকরণ

রিফিল্জারেন্ট চার্জিং:

সিস্টেমে সঠিক পরিমাণে রিফিল্জারেন্ট চার্জিং এর জন্য হাই প্রিসিশিন ডিজিটাল রিফিল্জারেন্ট চার্জিং ওয়েট স্কেল ব্যবহার করতে হবে। এতে করে ২০ গ্রাম পর্যন্ত সঠিক মাপে রিফিল্জারেন্ট স্বয়ংক্রিয়ভাবে চার্জ করা সম্ভব। তবে রিফিল্জারেন্টের পরিমাণ বেশি হলে যেমন এসিতে ৫০০ গ্রামের অধিক রিফিল্জারেন্ট লাগলে সেক্ষেত্রে সাধারণ ডিজিটাল ওয়েট মেশিন ব্যবহার করে রিফিল্জারেন্ট চার্জ করা যেতে পারে। যদি কোনো কারণে সিস্টেমে বেশি রিফিল্জারেন্ট চার্জ হয়ে যায় তবে রিফিল্জারেন্ট সিস্টেম থেকে রিফিল্জারেন্ট বাতাসে ছেড়ে না দিয়ে রিকভার করতে হবে। চার্জিংয়ের সময় খেয়াল রাখতে হবে যেন কোনো অবস্থাতেই তরল সিঙ্গেল ফ্লুইড রিফিল্জারেন্ট চার্জ না করি। সব সময় গ্যাস অবস্থায় চার্জ করতে হবে। তবে R-৪১০A অবশ্যই তরল চার্জ করতে হবে। সঠিকভাবে চার্জ করার অন্তত ৫-১০ মিনিট পর সিস্টেমের প্রেসার অবশ্যই চেক করতে হবে। যদি সিস্টেমের প্রেসার বেশি হয়, তবে বুঝতে হবে বেশি চার্জ হয়েছে, আর যদি কম হয় তবে বুঝতে হবে কম চার্জ হয়েছে। সিস্টেমে কম রিফিল্জারেন্ট চার্জ হলে ইফিসিয়েন্সি কম হবে এবং কুলিং লোড কম নিতে পারবে। আবার বেশি চার্জ হলে হাই প্রেসারের কারণে সিস্টেম লিকের ঝুঁকি থাকে। এছাড়া হেড প্রেসার বেশি হবার কারণে এটির পারফরম্যান্স ও ইফিসিয়েন্সি কমে যেতে পারে।



চিত্র: ৬.৪: রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং

কপার টিউব অপারেশন:

এসি ইন্সটলেশন বা সার্ভিসিং-এর জন্য টিউবকে বিভিন্নভাবে জোড়া দিতে হয় অথবা বিভিন্ন কোণে বাঁকানোর প্রয়োজন হয়। অথবা বিভিন্ন মাপে কাটতে হয়। সঠিকভাবে জোড়া না দিতে পারলে অথবা সঠিক পদ্ধতিতে না বাঁকাতে পারলে টিউবের ক্ষতি হতে পারে, লিক হতে পারে। ফলে আমাদের অর্থ, সময় ও পরিশ্রম সবই ভেস্তে যেতে পারে। তাই টিউবের জয়েন্ট এবং বাঁকানোর কাজটি সঠিক পদ্ধতিতে সঠিক টুলস ব্যবহার করে করা উচিত।

ক. টিউব সোজা করা : কপার টিউব কয়েল সমান ফ্লোর অথবা টেবিলের উপর রেখে নীচের ছবি অনুযায়ী আস্তে আস্তে সোজা করতে করতে কয়েল থেকে খুলতে হবে।



চিত্র: ৬.৫: কপার টিউব সোজা করার পদ্ধতি



চিত্র: ৬.৬: কপার টিউব ডিবারিং করার পদ্ধতি

খ. টিউব কার্টিং ও ডিবারিং : সোজা টিউব নির্দিষ্ট মাপ দিয়ে টিউব কাটার দিয়ে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে আস্তে আস্তে কাটতে হবে। টিউব কাটার পর টিউবের ভিতরে ডিবারিং টুল দিয়ে টিউবের গুঁড়াগুলোকে বের করতে হবে। মনে রাখতে হবে, ডিবারিং করার সময় যে অংশে ডিবারিং করা হচ্ছে, তা যেন নীচের দিকে থাকে যাতে টিউবের গুঁড়া অংশ কোনভাবেই টিউবের ভিতরে না চলে যায়।

গ. বেভিং : টিউব বেভিং-এর জন্য নির্দিষ্ট মাপের টিউব বেভার ব্যবহার করা হয়। ছোট লিভার টাইপ টিউব বেভার দিয়ে ১/৪", ৫/১৬" ও ৩/৮" এর কপার টিউব বেভ করা যায়, এবং বড় লিভার টাইপ বেভার দিয়ে ৩/৪" কপার টিউব বেভ করা যায়। নিম্ন পদ্ধতিতে বেভিং করা যায়।

একটি রুলার/টেপ ব্যবহার করে পছন্দসই দৈর্ঘ্যে টিউব চিহ্নিত করুন। চিত্র অনুযায়ী টিউবকে বেডারে প্রবেশ করাই। বেডারের যেকোনো ডিগ্রি নির্দেশ আছে সেই গোলাকার অংশটি ডান দিকে রাখি। টিউবকে বাম দিক থেকে ডান দিকে প্রবেশ করাই। যে স্থানে বাক্সেতে হবে সেই চিহ্নিত অংশ খ মার্কের সাথে সমান ভাবে স্থাপন করি। এখন ছোট লিভারটি আস্তে আস্তে কান্ডিত কোণ অনুযায়ী বাঁকাই। টিউবটি পছন্দসই কোণে বাঁকানো না-হওয়া পর্যন্ত বেড করতে থাকি। একটি ৯০° কোণ বাঁকানোর জন্য টুলের বৃত্তাকার অংশে ৯০° দিয়ে নমন হ্যান্ডেলের উপর ০°এর সমান হলে টিউবটি ৯০° কোণে বাঁকানো সম্পন্ন হয়।



ক. বেডারে টিউব প্রবেশের পদ্ধতি



খ. বেডারে টিউব বেডের পদ্ধতি



গ. টিউব নির্দিষ্ট কোণে বেড করা

চিত্র: ৬.৭: কপার টিউব বেডিং পদ্ধতি

ঘ. সোয়েজিং: একই ব্যাসের দুটি টিউব জোড়া দেবার জন্য সোয়েজিং করা হয়। এটি দিয়ে একটি টিউবের ভেতরের ব্যাস সমানভাবে বাড়ানো হয়, যাতে অপর টিউবটি সহজে যে টিউবে সোয়েজ করা হয়েছে, সেটিতে প্রবেশ করতে পারে। শুধু নরম কপার টিউব সোয়েজিংয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়। এরপর টিউব দুটিকে ব্রেজিং-এর মাধ্যমে দৃঢ়তা প্রদান করা হয় ও লিক প্রুফ করা হয়।

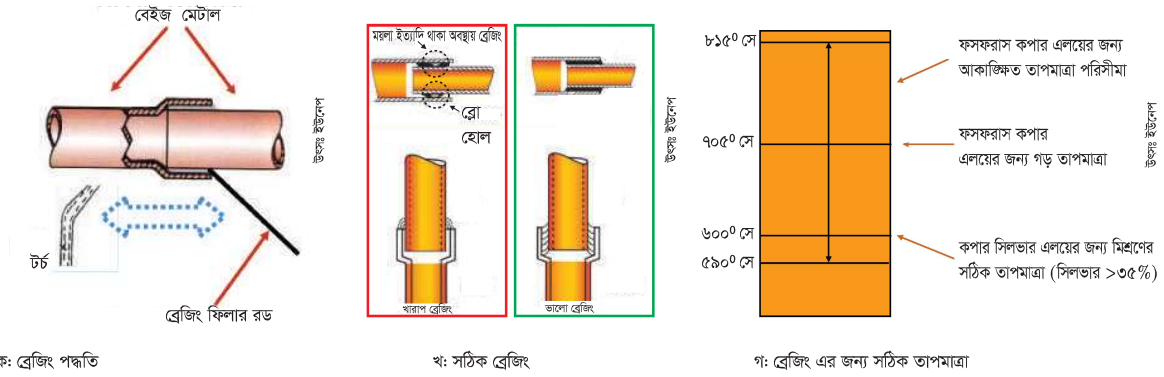


চিত্র: ৬.৮: সোয়েজিং

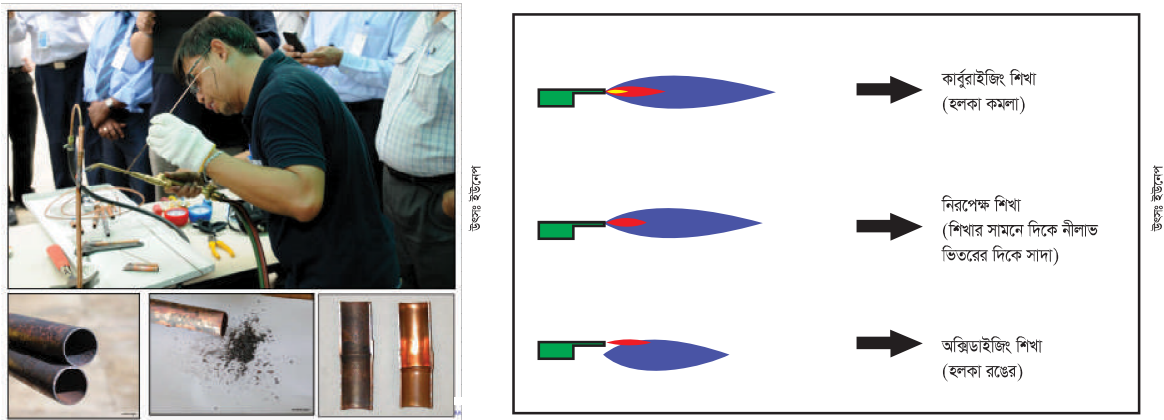


চিত্র: ৬.৯: মেশিন দ্বারা সোয়েজিং

ঙ. ব্রেজিং: দুটি মেটাল বা মেটাল এ্যালয়ের উচ্চ তাপমাত্রায় জোড়া লাগানোর পদ্ধতিকে ব্রেজিং বলে। এটির জন্য ব্রেজিং একটি খুব কার্যকর পদ্ধতি। কারণ এটি ভাইব্রেশন বা শব্দের কারণে টিউবের জয়েন্টে লিক প্রতিরোধ করতে পারে। ব্রেজিং করার জন্য ব্রেজিং রড বা ফিলার ও অক্সি-এসিটিলিন সিলিভার এবং টর্চ দরকার। যদি কোন দুটি ধাতব জোড়া দেবার জন্য ৪৫০ ডিগ্রি সেলসিয়াস-এর বেশি তাপমাত্রা প্রয়োজন হয় তবে তাকে ব্রেজিং বলে। এর কম তাপমাত্রা দরকার হলে একে সোল্ডারিং বলে। এয়ারকন্ডিশনিং এর কাজ করার জন্য সাধারণত ব্রেজিং এর প্রয়োজন হয়। দুটি কপার টিউব জোড়া দেবার জন্য কপার টিউবের জোড়া দেবার অংশটিকে যথেষ্ট তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার পর ব্রেজিং রড ধরা হয়। ব্রেজিং রড টিউবের তাপমাত্রায় গলে ক্যাপিলারি অ্যাকশনের মাধ্যমে দুটি টিউবের মাঝে প্রবেশ করে ব্রেজিং সম্পন্ন করে। কখনই ব্রেজিং রডকে সরাসরি উত্তপ্ত করে গালানো যাবে না। ব্রেজিং করার সময় খুব কম চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন টিউবের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত করলে টিউবের ভিতরে অনাকাঙ্ক্ষিত অক্সিডাইজ মেটালের অথবা কার্বনের আস্তর জমা পড়ে না। ব্রেজিং করার সময় ব্যক্তিগত নিরাপত্তার জন্য ধূমপান বর্জনীয়। এছাড়া সেফটি গগলস, সেফসি গ্লাভস, জুতা ও সূতির জামা কাপড় পরিধান করা উচিত। শিখা জ্বালাবার জন্য শুধু স্পার্ক টর্চ ব্যবহার করা উচিত। কখনই দেশলাই, সিগারেট লাইটার ব্যবহার করা উচিত নয়।



চিত্র: ৬.১০: ব্রেজিং



চিত্র: ৬.১১: ড্রাই নাইট্রোজেন চলনা করে ব্রেজিং

চিত্র: ৬.১২: বিভিন্ন রকমের শিখা

স্টিল বেজ মেটালের সাথে কপার ব্রেজিং করার জন্য ফিলার রড সাধারণত ৩৫% সিলভার রড হয়। এছাড়া কপার ব্রেজিংয়ের জন্য ২% সিলভার এলয় ফিলার রড প্রয়োজন হয়। সাধারণত তিন ধরনের অক্সি এসিটিলিন শিখা হয়। যেমন নিউট্রাল, কার্বুরাইজিং ও অক্সিডাইজিং। সাধারণত নিউট্রাল অথবা কার্বুরাইজিং ফ্লেম দিয়ে টিউব জয়েন্টগুলো দেওয়া হয়। ব্রাস ওয়েল্ডিং এর জন্য অক্সিডাইজিং ফ্লেম প্রয়োজন।

চ. ফ্লেয়ারিং: একই ব্যাসের দুটি কপার টিউব জোড়া দেওয়ার জন্য ফ্লেয়ার জয়েন্ট অত্যন্ত কার্যকর। একটি টিউবে যেখানে ফ্লেয়ারিং করা হয়, সেখানে ফিমেইল নাট যাবে এবং অপর টিউবে মোটা পরশন থাকে। ৪৫ ডিগ্রি কোণে ফ্লেয়ার করতে হয়। ফ্লেয়ার করার পর ফ্লেয়ারে কোণ ফাটা আছে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখা উচিত। যদি কোণ ফাটা অংশ থাকে তবে টিউবটি কেটে আবার ফ্লেয়ার করা উচিত। ফ্লেয়ার জয়েন্ট রেঞ্জ দিয়ে হাতে টাইট দেওয়া উচিত। খুব বেশি শক্তি প্রয়োগ করা উচিত নয়। কোনো ধরনের থ্রেড টেপ বা তেল ব্যবহার করা উচিত নয়। সর্বশেষ একটি ইউনিটের সাথে ফ্লেয়ার সংযোগ করতে দুটি টিউবেই ফ্লেয়ার করতে হয়।



চিত্র: ৬.১৩: ফ্লেয়ার ফিটিং

সঠিক ডিবারিং-এর অভাবে খারাপ ফ্লেয়ার	
বিভিন্ন ভাঁজের সৃষ্টি	
ভিতরের দিকে বিভিন্ন রকমের আঁচর	
ফ্লেয়ার সাইজ খুব ছোট	
ফ্লেয়ার সাইজ খুব বড়	

উৎস: ইউনেস্কো

চিত্র: ৬.১৩: খারাপ ভাবে প্রস্তুতকৃত ফ্লেয়ার

ছ. কুইক কাপলার: ফ্লেয়ারিং এড়াতে কোনো কোনো সময় মেল ও ফিমেল কাপলার ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ১/৪" কপার টিউব জোড়া দেওয়ার জন্য কুইক কাপলার ব্যবহার করা হয়।



উৎস: ইউনেস্কো

চিত্র: ৬.১৪: মেল/ফিমেল কুইক কাপলার

জ. লকরিং জয়েন্ট: দুইটি সম অথবা ভিন্ন ব্যাসের টিউব যান্ত্রিকভাবে জোড়া লাগানো যায় লক রিং-এর মাধ্যমে, লক রিং জয়েন্টের জন্য হ্যান্ড প্রেস টুল, লকরিং কিট, ফিলার অয়েল প্রয়োজন। ব্রাস কানেক্টর দিয়ে কপার-কপার, কপার-স্টিল, স্টিল-স্টিল টিউব জয়েন্ট করা যায়। অ্যালুমিনিয়াম কানেক্টর দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম-অ্যালুমিনিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম-কপার টিউব জয়েন্ট করা যায়। ক্যাপিলারি টিউব জয়েন্ট থেকে শুরু করে প্রায় সব সাইজের টিউব জয়েন্টের জন্য লকরিং অত্যন্ত কার্যকর।



উৎস: ইউনেস্কো

চিত্র: ৬.১৫: লকরিং জয়েন্ট

[illegible]

অধ্যায় - ৭

এসি ইন্সটলেশন

সঠিকভাবে এসি স্থাপন করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কারণ সঠিকভাবে এসি স্থাপন না করা হলে উচ্চ বিদ্যুৎ খরচ হতে পারে, ঠিকমত বাতাস চলাচল না করতে পারে এবং রক্ষণাবেক্ষণের সমস্যা সৃষ্টি হতে পারে। সঠিকভাবে এসি স্থাপন না করলে এসির সক্ষমতা প্রায় ২০% পর্যন্ত হ্রাস পেতে পারে।

সাধারণ সাবধানতা:

একজন দক্ষ ও সুশিক্ষিত কর্মী/টেকনিশিয়ান এসি স্থাপন করার যোগ্য। টেকনিশিয়ান এসি স্থাপনের পূর্বে সঠিক বৈদ্যুতিক সংযোগ আছে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখবেন। তিনি স্থাপনের পূর্বে সকল বৈদ্যুতিক সুইচ বন্ধ আছে কিনা তা নিশ্চিত হয়ে এসি স্থাপন করবেন। বৈদ্যুতিক আর্থিং সঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করবেন।

বিভিন্ন এসির জন্য পাওয়ার মিটার হতে প্লাগ পয়েন্ট পর্যন্ত সুপারিশকৃত তারের মাপ।

এসির ক্ষমতা TR	১২ মিটার পর্যন্ত	১২-২৪ মিটার পর্যন্ত	২৪-৩৬ মিটার পর্যন্ত	৩৬-৪৮ মিটার পর্যন্ত	৪৮-৬০ মিটার পর্যন্ত
০.৭৫/১	৩/২০	৩/১৮	৭/২০	৭/১৮	৭/১৬
১.৫	৩/১৮	৭/১৮	৭/১৮	৭/১৬	৭/১৬

এসির সাথে যে তার দেওয়া আছে তা জোড়া দিয়ে বাড়ানো উচিত নয়। এসির জন্য নির্দিষ্ট গ্রাউন্ডিংসহ প্লাগ পয়েন্ট থাকা জরুরি। এসি তাপের উৎসের কাছাকাছি স্থানে স্থাপন করা উচিত নয়। সমস্ত টিউব ও তার সংযোগের পর লিক টেস্ট করা জরুরি। যেখানে বাতাস চলাচল করে অথবা বাতাস চলাচলের ব্যবস্থা করে এসি স্থাপন করা উচিত। এসি স্থাপনের পূর্বে ও পরে স্থাপনের সময়ে উৎপন্ন ময়লা পরিষ্কার করা একজন টেকনিশিয়ান নিশ্চিত করবেন।

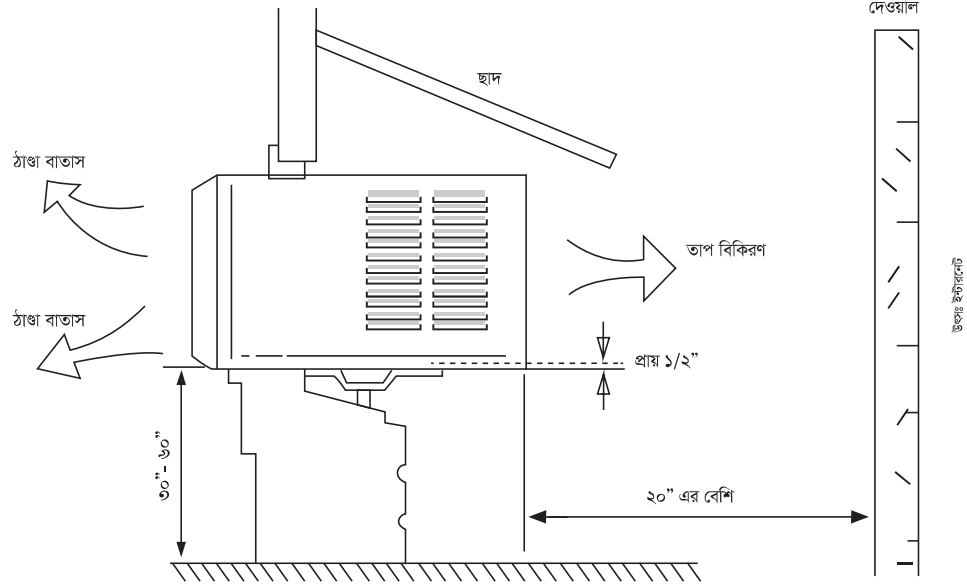
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:

নীচের যন্ত্রপাতিগুলো একটি এসি স্থাপনের সময় প্রয়োজন।

১. ফ্লু ড্রাইভার সেট।
২. ফিলিপস হেড ফ্লু ড্রাইভার।
৩. ওয়ার স্ট্রিপার।
৪. মেজারিং টেপ।
৫. স্পিরিট লেভেল।
৬. হ্যাক স'।
৭. ড্রিলিং মেশিন ও কোর কিট।
৮. হাতুরী
৯. টিউব কাটার
১০. টিউব ফ্লোরিং টুল
১১. টিউব বেভার
১২. টর্ক রেশ
১৩. এডজাস্টেবল রেশ
১৪. রিমার/ডিমার
১৫. রিফ্রিজারেশন ইনসুলেশন টেপ
১৬. পুটিং
১৭. থার্মোমিটার
১৮. মাল্টি মিটার/টং টেস্টার
১৯. গেজ মেনিফোল্ড
২০. ভ্যাকুয়াম পাম্প
২১. মাইক্রোন গেজ মিটার

উইন্ডো এসি স্থাপন :

উইন্ডো এসি স্থাপনের জন্য স্থান নির্বাচন করা হয় এসির ফ্রেইম সাইজের উপর ভিত্তি করে। ফ্লোর থেকে কমপক্ষে ১০০ সে.মি. উপরে এসি স্থাপন করা উচিত। এটি অন্যান্য ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি যেমন টিভি হতে কমপক্ষে ৫ ফুট দূরে থাকা উচিত। ছোট/বাচ্চাদের হাতের নাগালের বাইরে থাকা উচিত।



চিত্র: ৭.১: উইন্ডো এসি স্থাপনের জন্য সঠিক স্থানের পরিমাপ

উইন্ডো এসি স্থাপনের ধাপসমূহ :

- ১। কার্টুন থেকে এসি খুলে সার্ভিস টেবিলে রাখি।
- ২। বোল্ট/ব্ল্যাম্প বাইরের কেবিনেট থেকে এসি খুলি।
- ৩। এসি চালিয়ে দেখি ঠিক আছে কিনা
- ৪। পেছনের দিকে ৪-৬ মিলিমিটার স্লোপ রাখি যাতে কনডেনসারের পানি ভালোভাবে বের হয়ে যেতে পারে।
- ৫। কাঠের ফ্রেমে কেবিনেট ভালোভাবে লাগাই। ৫-৬ সে.মি ফ্রেম দ্বারা।
- ৬। কেবিনেটের নীচে সামান্য গ্রিজ ব্যবহার করি যাতে এসি কেবিনেটের ভিতর মশ্রিনভাবে চলাচল করতে পারে।
- ৭। কাঠের ফ্রেমের সাথে এসির মাঝে স্থান বন্ধ করে দেই।
- ৮। দেওয়াল যদি ৩০ সে.মি থেকে কম প্রস্থের হয়, তবে আলাদা সাপোর্টের ব্যবস্থা করি।
- ৯। এসি স্থাপনের সময় লেগে থাকা ধূলা ও ময়লা পরিষ্কার করি।
- ১০। বৈদ্যুতিক সংযোগ দিয়ে এসি কমপক্ষে ২০ মিনিট চালিয়ে দেখি সব কিছু ঠিক মত কাজ করছে কিনা।
- ১১। কাস্টমারকে এসি চালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে অবহিত করি।

স্প্রিট এসি স্থাপন :

একজন দক্ষ ও সুশিক্ষিত কর্মী / টেকনিশিয়ান এসি স্থাপন করার যোগ্য। টেকনিশিয়ান এসি স্থাপনের পূর্বে সঠিক বৈদ্যুতিক সংযোগ আছে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখবেন। তিনি স্থাপনের পূর্বে সকল বৈদ্যুতিক সুইচ বন্ধ আছে কিনা তা নিশ্চিত হয়ে এসি স্থাপন করবেন। বৈদ্যুতিক আর্থিং সঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করবেন। নীচের যন্ত্রপাতিগুলো একটি এসি স্থাপনের সময় প্রয়োজন।

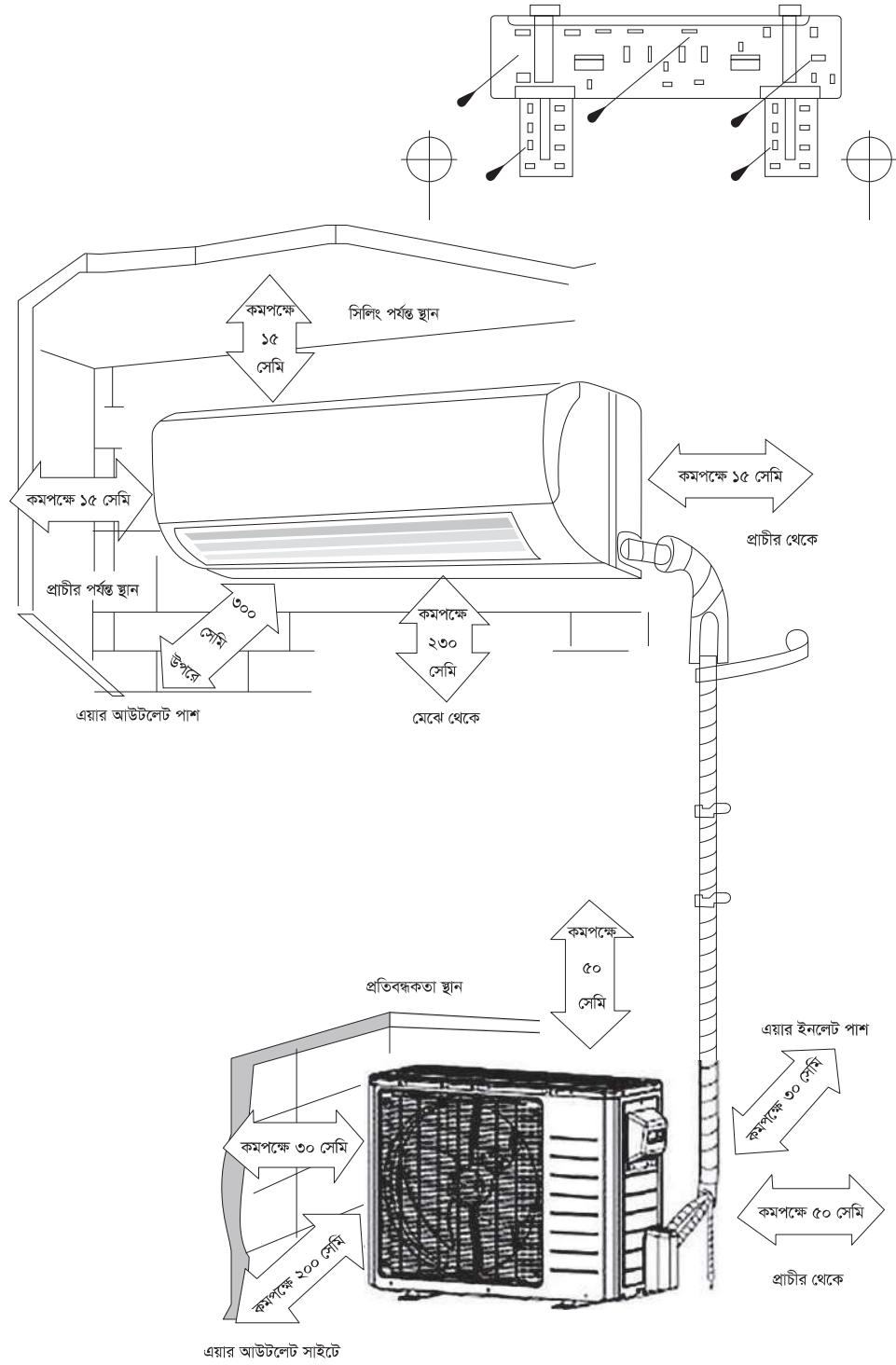
- ১। স্ক্রু ড্রাইভার সেট।
- ২। ফিলিপস হেড স্ক্রু ড্রাইভার।
- ৩। ওয়ার স্ট্রিপার।
- ৪। মেজারিং টেপ।
- ৫। স্পিরিট লেভেল।
- ৬। হ্যাক স'।
- ৭। ড্রিলিং মেশিন ও কোর কিট।
- ৮। হাতুরী
- ৯। টিউব কাটার
- ১০। টিউব ফ্লয়ারিং টুল
- ১১। টিউব বেভার
- ১২। টর্ক রেশ
- ১৩। এডজাস্টেবল রেশ।
- ১৪। রিমার/ভিবারার
- ১৫। রিফ্রিজারেশন ইনসুলেশন টেপ
- ১৬। পুটিং
- ১৭। থার্মোমিটার
- ১৮। মাল্টি মিটার/টং টেস্টার
- ১৯। গেজ মেনিফোল্ড সেট
- ২০। ভ্যাকুয়াম পাম্প
- ২১। মাইক্রোন গেজ মিটার
- ২২। পাম্প নজল সেট
- ২৩। সেফটি বেল্ট, গ্লাবস, হেলমেট, সুজ ইত্যাদি।

ইনডোর ইউনিট স্থাপন: ইনডোর ইউনিট সাধারণত খুব মজবুত দেয়ালে রুমের একটু উপরের দিকে/দৃষ্টি সীমার উপরে বসানোর জন্য নির্বাচন করতে হবে এবং এখানে সরাসরি বাইরের বাতাসের উৎস বা তাপের উৎস না থাকে সেদিকে খেয়াল করতে হবে।

ইনডোর ইউনিট স্থাপনের ধাপ:

- ১। ইন্সটলেশন প্লট সঠিকভাবে সমান করে বসানোর জন্য চিহ্নিত করি। সোজা ভাবে বসানোর জন্য স্পিরিট লেভেল ব্যবহার করি।
- ২। চিহ্নিত স্থান ৬ মিলি ছিদ্র করি এবং প্লাগ ঢুকিয়ে প্লট ইন্সটল করি।
- ৩। ইনডোরের যেদিকে ড্রেন লাইন যাবে সেদিকের প্লাস্টিক কভার সরিয়ে ফেলি।
- ৪। দেয়ালে যেদিক দিয়ে ড্রেন লাইন যাবে সেদিকে ৭ সে. মি/১০ সে. মি ব্যাসের ড্রিল করি, যথাক্রমে ১.০০ টিআর/২টিআর এসির জন্য।
- ৫। ছিদ্রটি বাইরের দিকে সামান্য কাত করা থাকতে হবে, যাবে পানি ঠিক মত ড্রেইন আউট হয় এবং বাইরের বৃষ্টির বা অন্যান্য পানি ভিতরে গড়িতে না আসতে পারে।
- ৬। ছিদ্রে বিশেষ পাইপ ব্যবহার করি যাতে তার ও অন্যান্য পাইপ সুন্দরভাবে বসানো যায়।

আউট ডোর ইউনিট স্থাপন: ইনডোর ইউনিটের মতো আউট ডোর ইউনিট সরাসরি তাপের উৎস থেকে আড়ালে বসানো উচিত এবং ফ্যানের বাতাস যাতে নির্বিঘ্নে চলাচল করতে পারে তার ব্যবস্থা থাকতে হবে। আউটডোর ইউনিটে শেডের ব্যবস্থা করতে পারলে ভালো হয়।



উত্তর ইন্সটলেশন

চিত্র: ৭.২: স্প্লিট এসি স্থাপনের জন্য ইনস্টলেশন ডাইমেনশন ডায়াগ্রাম

আউটডোর ইউনিট স্থাপনের ধাপ:

- ১। আউটডোর ইউনিট যেখানে স্থাপন করা হবে সে জায়গা যেন দৃঢ় ও মজবুত হয়।
- ২। এমনস্থানে আউট ডোর ইউনিট বসাতে হবে যাতে রক্ষণাবেক্ষণের সময় সমস্যা সৃষ্টি না হয়।
- ৩। আউটডোর ইউনিট যদি খুব বেশি ভাইব্রেট করে তবে এর পাগুলো অ্যাডজাস্ট করে ঠিক করে নিতে হয়।

স্প্লিট এসির জন্য টিউবিং:

নীচের ধাপগুলো রিফ্রিজারেন্ট টিউব স্থাপনের জন্য অনুসরণীয়।

- ১। ইনডোর ইউনিটের সঠিক স্থানে ৭-১০ সে.মি ব্যাসের ছিদ্র করি।
- ২। আউটডোর ইউনিট থেকে ইনডোর ইউনিটের দূরত্ব মাপি। কয়টি বেণ্ড আছে, তা নির্ণয় করি।
- ৩। আউটডোর ইউনিট থেকে ইনডোর ইউনিটের দূরত্ব থেকে টিউবের দৈর্ঘ্য সামান্য বেশি রেখে কয়েল থেকে টিউব কেটে নিয়ে কাটার স্থানে ডিবারিং টুল দিয়ে টিউবের ভিতরের ফ্লেক্সগুলো পরিষ্কার করে নেই।
- ৪। টিউবের দিকে ফ্লোর নাটটি সরাই।
- ৫। টিউবে সঠিকভাবে ফ্লোর করি।
- ৬। ধূলা এবং বাতাস থেকে রক্ষার জন্য ফ্লোরিং করা অংশে টেপ দিয়ে মুড়িয়ে রাখি।
- ৭। আউটডোর ইউনিট ও ইনডোর এর টিউব সঠিক এলাইন করে ফ্লোর নাট টাইট দেই। ফ্লোর নাট টাইটের সময় খুব বেশি শক্তি প্রয়োগ করা উচিত নয়।
- ৮। প্রতিটি টিউব আলাদা আলাদা ইন্সুলেশন টিউব লাগাই।
- ৯। ইনডোরের ড্রেন হোলের অংশগুলো ইনসুলেট করি।
- ১০। ড্রেন প্যান-এ পানি ঢেলে অবাধ পানি চলাচল হচ্ছে কিনা তা নিশ্চিত হই।
- ১১। ড্রেন পাইপ, বৈদ্যুতিক তারসহ সকল টিউব একসাথে র‍্যাপিং করতে হবে।
- ১২। যদি হাইড্রোকার্বন রিফ্রিজারেন্ট হয়, তবে ফ্লোর জয়েন্টের বদলে ব্রেজিং অথবা লকরিং ব্যবহার করা উচিত।
- ১৩। রিফ্রিজারেন্ট দিয়ে পার্জ করা উচিত নয়। সিস্টেম অক্সিজেন মুক্ত ড্রাই নাইট্রোজেন দিয়ে লিক টেস্ট করা উচিত। টেস্ট প্রেসার অপারেটিং প্রেসারের বেশি হওয়া উচিত। সিস্টেমকে ১৫ মিনিট প্রেসারে রেখে দেখতে হবে প্রেসার কমে কিনা। যদি হয়, তবে সাবান ফেনা দিয়ে বিভিন্ন জয়েন্ট লিক টেস্ট করতে হবে।
- ১৪। লিক টেস্টের পর ইনডোর ইউনিটকে বায়ুশূন্য করতে হবে। বায়ুশূন্য করার জন্য কমপক্ষে ৫০০ মাইক্রোন প্রেসার পর্যন্ত বায়ুশূন্য করতে হবে।
- ১৫। যদি আউট ডোর ও ইনডোর ইউনিটের জন্য অতিরিক্ত টিউবের প্রয়োজন হয় তবে অতিরিক্ত প্রতিমিটার টিউবের জন্য অতিরিক্ত রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। নীচের সারণীতে জ-২২ রিফ্রিজারেন্টের জন্য অতিরিক্ত রিফ্রিজারেন্ট চার্জের পরিমাণ দেওয়া হলো।

টিউবের ব্যাস	গ্রাম/মিটার	লিকুইড টিউবের ব্যাস	গ্রাম/মিটার
১/২ ইঞ্চি	১.৮৭	১/৪ ইঞ্চি	২১.৩৮
৫/৮ ইঞ্চি	৩.৭১	৫/১৬ ইঞ্চি	৩৭.১৬
৩/৪ ইঞ্চি	৫.৫৮	৩/৮ ইঞ্চি	৫৭.৬৬

- ১৬। এরপর ঠিকমত আর্থিং ও তারের কালার কোড মেনে ইলেক্ট্রিক্যাল সংযোগ দিয়ে ২০-২৫ মিনিট এসি চালিয়ে দেখতে হবে ঠিকমত ঠাণ্ডা করে কিনা।
- ১৭। কাস্টমারকে এসি অপারেশন সম্পর্কে অবগত করতে হবে। কাস্টমারকে কিভাবে ফিল্টার পরিষ্কার রাখতে হবে এবং আউটডোর ইউনিটের আশপাশ পরিষ্কার রাখতে হবে তা ভালভাবে জানাতে হবে। একই সাথে কত দিন পর পর এসি টেকনিশিয়ান দিয়ে সার্ভিসিং করতে হবে তা অবগত করতে হবে।

এসি রক্ষণাবেক্ষণ:

এসি নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ করলে এসির দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং এর বিদ্যুৎ খরচ কম হয়। এসির প্রাথমিক রক্ষণাবেক্ষণের ব্যবহারকারীর করা উচিত। ব্যবহারকারী প্রতি মাসে অন্তত একবার ইনডোর ইউনিটের ফিল্টার পরিষ্কার করবেন এবং আউটডোর ইউনিটের আশপাশে আগাছা ও ময়লা পরিষ্কার রাখবেন। প্রতিবছর অন্তত দুইবার অভিজ্ঞ টেকনিশিয়ান দিয়ে এসি সার্ভিসিং করাবেন। এছাড়া, এদিকে সর্বনিম্ন ২৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় চালানোর পরামর্শ দেই। এতে বিদ্যুৎ বিল কম হবে ও এসি দীর্ঘস্থায়ী হবে।

রক্ষণাবেক্ষণের ধাপসমূহ:

- ১। ইভাপারেটর কয়েল পরীক্ষা করুন ও পরিষ্কার করুন।
- ২। ব্লোয়ার ও ফ্যানের ব্যালেন্স পরীক্ষা করুন এবং যথেষ্ট বাতাস দিচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
- ৩। কনডেনসেট ড্রেন লাইন পরিষ্কার করুন এবং শ্যাওলা/ফাঙ্গাস মুক্ত করুন।
- ৪। রিফ্রিজারেন্ট চার্জ পরীক্ষা করুন এবং কম হলে রিফ্রিজারেন্ট দিয়ে পূরণ করুন। চার্জ কম হলে লিক টেস্ট করুন।
- ৫। কনডেনসার কয়েল পরিষ্কার করুন ও অন্যান্য ময়লা পরিষ্কার করুন।
- ৬। ইলেক্ট্রিক্যাল সংযোগ পরীক্ষা করুন এবং নন কনডাকটিভ কোটিং দিয়ে ওয়েদার প্রুফ করুন।
- ৭। কনডেনসার ফ্যান লুব্রিকেট করুন এবং ফ্যানের বেল্ট পরীক্ষা করুন।
- ৮। থার্মোস্ট্যাট চেক করে দেখুন ঠিক মতো কাজ করছে কিনা, প্রয়োজনে ক্যালিব্রেট করুন।
- ৯। সব ফিল্টার, কয়েল ইত্যাদি ঠিকমত পরিষ্কার এবং এসি চালিয়ে ভোল্ট, কারেন্ট ও আর্থিং পরীক্ষা করুন।
- ১০। টিউবের ইনসুলেশন পরীক্ষা করুন, প্রয়োজনে নতুন ইনসুলেশন টিউবে লাগান।
- ১১। কোনো লিক নাই এবং এসি ঠিকমত কাজ করছে নিশ্চিত হয়ে কাজ শেষ করুন।

অধ্যায় -৮

সাবধানতা ও নিরাপত্তা

সঠিক অনুশীলন:

- ১। রিফ্রিজারেন্ট রিকভার করা অথবা হাইড্রোকার্বন রিফ্রিজারেন্ট হলে নিরাপদভাবে বায়ুতে ছেড়ে দেওয়া (শুধু এইচসি রিফ্রিজারেন্টের জন্য)
- ২। নষ্ট বা খারাপ যন্ত্রাংশ বদলানো বা মেরামত করা।
- ৩। সিস্টেম পরিষ্কার ও ফ্লাশিং করা।
- ৪। সঠিক উপায়ে ব্রেজিং/ফ্লেয়ারিং/লকরিং দ্বারা টিউব সংযোগ দেওয়া।
- ৫। লিক ও প্রেসার টেস্ট করা।
- ৬। বায়ুশূন্য করা এবং ভ্যাকুয়াম চেক করা।
- ৭। রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করা।
- ৮। রুটিন চেক করা।
- ৯। কি কাজ করা হল তা রেকর্ড রাখা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা:

- ১। সঠিক কাজের জন্য সঠিক ও মানসম্মত টুলস ও ইকুইপমেন্ট ব্যবহারকরণ এবং প্রশিক্ষিত হওয়া।
- ২। রিফ্রিজারেন্ট ও ইলেকট্রিক্যাল সম্পর্কে ভালোভাবে জানা ও ইনসুলেশন সম্পর্কে অবগত হওয়া।
- ৩। যে স্থানে কাজ করা হবে, সেখানে বায়ু চলাচল নিশ্চিত করা।
- ৪। ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সামগ্রী যেমন সেফটি গ্লাভস, হেলমেট, গগলস, বুট, মাস্ক, সেফটি বেল্ট, এপ্রোন, ওয়্যাকিং গ্লাভস প্রয়োজন অনুসারে ব্যবহার করা।
- ৫। কাজের সময় ধূমপান ও মোবাইল ফোন ব্যবহার থেকে বিরত থাকা।
- ৬। কাজের স্থানে অগ্নি নির্বাপন ব্যবস্থা নিশ্চিত করা।



চিত্র: ৮.১: ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সামগ্রী

রিফ্রিজারেন্টের নিরাপদ ব্যবহার ও মজুদ:

- ১। গ্যাস সিলিন্ডার সূর্যের আলো থেকে দূরে ভালো ভেন্টিলেশন ব্যবস্থা আছে এবং যেখানে অতিরিক্ত তাপমাত্রা না উঠে, এমন স্থানে সংরক্ষণ করতে হয়। অতিরিক্ত রিফ্রিজারেন্ট সংরক্ষণ থেকে বিরত থাকি।
- ২। সিলিন্ডার কোনোরকম বৈদ্যুতিক স্পার্ক বা ইগনিশনের উৎস থেকে দূরে রাখি।
- ৩। রিফ্রিজারেন্টের বোতলকে কাত/শোয়ানো বা উল্টা করে রাখা উচিত নয়।
- ৪। সিলিন্ডার নড়াচড়া যা এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নেওয়ার জন্য কখনো গড়িয়ে নেওয়া উচিত নয়।
- ৫। রিকভারি সিলিন্ডার ৭৫% এর বেশ ভর্তি করা উচিত নয়।
- ৬। অগ্নি নির্বাপনের ব্যবস্থা রাখা।

অধ্যায় -৯

ভালো অনুশীলনের আর্থিক ও পরিবেশগত সুবিধা

আমাদের দেশে এসি ইন্সটলেশন ও রক্ষণাবেক্ষণের কাজ সাধারণত গরমকালে করা হয়ে থাকে। এছাড়া রিফ্রিজারেটরের কাজও সাধারণত গরমের সময় বেশি হয়ে থাকে। সেই হিসাবে দেখা যায়, একজন ওয়ার্কশপ মালিক বছরে প্রায় তিন মাস সময় অলস কাটান। এছাড়া সঠিক যন্ত্রপাতি ও সঠিক নিয়মে রক্ষণাবেক্ষণের অভাবে আমাদের অনেক আর্থিক ক্ষতি হয়ে থাকে। এসব কাটিয়ে উঠতে পারলে আমাদের ওয়ার্কশপকে আর্থিকভাবে আরো লাভবান করতে পারব ও পরিবেশ সুরক্ষাতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখতে পারব।

প্রথমে দেখি মেকানিক্যাল টিউব বেভার ব্যবহার করলে আমাদের কি সুবিধা। স্পিং বেভারের বদলে মেকানিক্যাল বেভার ব্যবহার করলে প্রতি বেডে প্রায় ৬ ইঞ্চি পরিমাণ কপার টিউব সাশ্রয় করতে পারি। এভাবে বছরে যদি ১০০টি এসি ইন্সটলেশন ও রক্ষণাবেক্ষণের কাজে গড়ে ৪টি বেড প্রয়োজন হয়, তবে হিসাব করে দেখা গেছে যে, শুধু মেকানিক্যাল টিউব বেভার ব্যবহার করে প্রায় বাৎসরিক ৭০,০০০ টাকার টিউব আমরা সাশ্রয় করতে পারি।

দ্বিতীয়ত রিফ্রিজারেট রিকভার করে ১০০টি রক্ষণাবেক্ষণের কাজে প্রায় ৩০ থেকে ৪০ কেজি গ্যাস পুনঃব্যবহার করা সম্ভব। এর ফলে আমাদের অর্থ, সময়, কর্মঘন্টা বিচারে দেখা যায়, বাৎসরিক প্রায় ৫০,০০০ টাকার অধিক সাশ্রয় সম্ভব।

তৃতীয়ত সঠিক পদ্ধতিতে রিফ্রিজারেটরে গ্যাস চার্জ করলে চোকিং সমস্যা হয় না। এর ফলে দেখা যায়, ভুল অনুশীলনের জন্য যে পরিমাণ নতুন রিফ্রিজারেট চার্জ ও একজন টেকনিশিয়ানের যে পরিমাণ কর্মঘন্টা ব্যয় ইত্যাদি বিচারে দেখা যায়, প্রায় লক্ষাধিক টাকা সাশ্রয় করা সম্ভব।

চতুর্থত ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করলে সিস্টেম ভালোভাবে পরিষ্কার, ফ্ল্যাশ ও লিক টেস্ট করা যায়। ড্রাই নাইট্রোজেনের পরিবর্তে রিফ্রিজারেট দিয়ে এসব কাজ করলে অর্থনৈতিক ও পরিবেশগত ক্ষতি হয়। আবার বাতাস দিয়ে এধরনের কাজ করলে সিস্টেম ক্ষতিগ্রস্ত হয়, কর্মঘন্টা নষ্ট হয় ও অর্থনৈতিক ক্ষতিও হয়। এক্ষেত্রে দেখা যায় ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহারের ফলে প্রায় এক লক্ষ টাকা সাশ্রয় করতে পারি।

এভাবে প্রতিটি ক্ষেত্রে ভালো অনুশীলনের ফলে মাসে প্রায় বিশ হাজার টাকা পর্যন্ত সাশ্রয় করা সম্ভব। তাই অর্থনৈতিক ও পরিবেশগত দিক বিবেচনায় ভালো অনুশীলনের বিকল্প নাই। ভালো অনুশীলনের জন্য সঠিক যন্ত্রপাতি ও ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করা ব্যয়বহুল একটি ভ্রান্ত ধারণা মাত্র। ভালো অনুশীলনের ফলে শুধু যে, অর্থনৈতিক ও পরিবেশগত ভালো হয় তা নয়, ব্যবসার সুনাম বৃদ্ধি পায় এবং মানসিকভাবে একজন কর্মী নিরাপদ থাকতে পারে।

[illegible]

অধ্যায় -১০

আচরণগত দক্ষতা

একজন টেকনিশিয়ান শুধু যন্ত্রের সাথে কাজ করে না, বরং তাকে প্রতিনিয়ত সামাজিক যোগাযোগ রক্ষা করতে হয়। কর্ম দক্ষতার সাথে সাথে একজন টেকনিশিয়ানের আচরণগত দক্ষতা অর্জন করা অতীব গুরুত্বপূর্ণ। এর সাথে তার ব্যবসা বা সে যে ব্যবসা প্রতিষ্ঠানের সাথে সম্পৃক্ত তার সুনাম ও উন্নতি নির্ভর করে। একজন টেকনিশিয়ান তার আচরণগত দক্ষতা অর্জনের জন্য কয়েকটি বিষয়ের উপর বিশেষ নজর দিতে হবে এবং সে সম্পর্কে সচেতন হতে হবে। নীচে সে সম্পর্কে কিছু ধারণা দেওয়া হল।

মনোভাব ও দেহ ভঙ্গিমার প্রকাশ:

একজন টেকনিশিয়ান তার কাস্টমার ও সহকর্মীর সাথে সব সময় ইতিবাচক দৃষ্টি ভঙ্গি নিয়ে কথা বলবেন। তিনি কাস্টমারের কথা মনোযোগ দিয়ে আগে শুনবেন এবং তার যে সমস্যা সেগুলোর প্রতি দৃষ্টি দিবেন। কাস্টমার যদি কোনো ভুল সিদ্ধান্ত দেন, তবে সতর্কতার সাথে ইতিবাচক দৃষ্টিভঙ্গি দিয়ে কাস্টমারকে বুঝাতে হবে। কখনই কাস্টমারকে তুচ্ছ জ্ঞান করা যাবে না।

যোগাযোগের দক্ষতা:

ভালো যোগাযোগ স্থাপন ভালো ব্যবসা গড়ে তুলতে সাহায্য করে। কাস্টমার ও টেকনিশিয়ানের মধ্যে কোনো ধরনের ভুল বুঝাবুঝির সৃষ্টি না হয়, সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। প্রয়োজনে টেকনিশিয়ান কাস্টমারের চাহিদা বোঝার জন্য ভাষা, অঙ্গভঙ্গি, চিত্রাংকন ইত্যাদির মাধ্যমে চাহিদা সম্পর্কে অবগত হবেন ও কাস্টমারকে তার কর্ম পদ্ধতি সম্পর্কে অবগত করবেন।

ভাষার দক্ষতা:

টেকনিশিয়ানকে অবশ্যই তার কাজের সঠিক মানসম্পন্ন পরিভাষা ব্যবহার করতে হবে। সে ক্ষেত্রে বিজ্ঞানের জ্ঞান ও টুলস ও ইকুইপমেন্টের সঠিক নাম ও ব্যবহার জানা জরুরি।

সময় ব্যবস্থাপনা:

একজন টেকনিশিয়ানের কাজের সময় ব্যবস্থাপনা করা জরুরি। একজন কাস্টমারকে একটি সময় প্রদান করার পর সেটি যদি রক্ষা করা সম্ভব না হয় সেক্ষেত্রে সুনাম নষ্ট হতে পারে। তাই, টেকনিশিয়ান দিনের শুরুতে ঠিক করে নিবেন কোন কাজ কখন আরম্ভ করবেন এবং সম্ভাব্য কতক্ষণ সময় ব্যয় করবেন। এতে করে সময় ব্যবস্থাপনার কাজটি সহজ হবে।

অন্যান্য দক্ষতা:

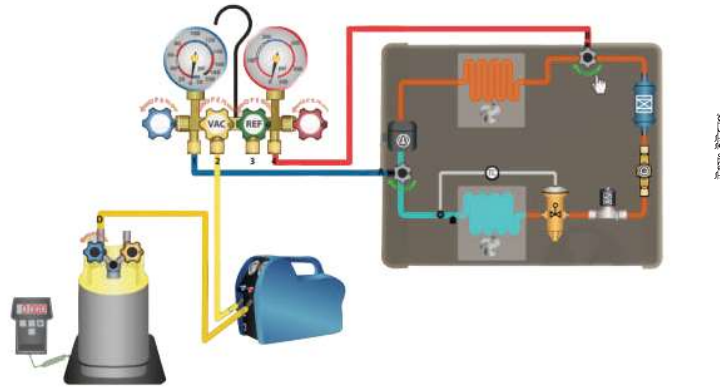
একজন টেকনিশিয়ান তার কাজের সময় সঠিক পোশাক ও সেফটি গেজেট ব্যবহার করবেন। সব সময় পরিচ্ছন্ন পোশাক ব্যবহার করা উচিত। এছাড়া তার লেখার দক্ষতা ও সুন্দর করে টেলিফোনে ও সরাসরি কথা বলার দক্ষতা অর্জন করা জরুরি। টেকনিশিয়ান তার কাজের সাথে হাল-নাগাদ থাকার জন্য, তার কাজ সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন আর্টিকেল এবং বই পড়ার দক্ষতা অর্জন করা জরুরি।

পেশাদারিত্ব:

একজন পেশাদার টেকনিশিয়ান তার পেশাদারিত্ব প্রকাশ করবেন তার আচরণ, ব্যবহার, সময়ানুবর্তিতা, কর্ম দক্ষতা, জ্ঞান এবং কাস্টমারের কাজের পর তার সাথে যোগাযোগ রক্ষা ইত্যাদির মাধ্যমে।

রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি

১. ডাবল গেজ মেনিফোল্ড
২. রিকভারি মেশিন
৩. রিকভারি সিলিন্ডার
৪. রিফিলজারেশন অথবা এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট, যা থেকে রিফিলজারেন্ট রিকভার করা হবে।
৫. প্রয়োজনীয় হোজ।
৬. ওয়েইং স্কেল।



ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতিগুলো উপরের চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করি এবং গেজ মেনিফোল্ড, সিলিন্ডারের ভালভ খোলা রাখি। রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারটি ওয়েইং স্কেলের উপর বসিয়ে প্রাথমিক ওজন নেই। এখন রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি মেশিন চালু করে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করি। ওয়েইং স্কেলে কতটুকু রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি করা হল তার পাঠ নেই।

কোনো রিফ্রিজারেণ্ট কোনো অবস্থাতেই বাতাসে ছাড়া যাবে না। তবে হাইড্রোকার্বন রিকভারি করতে বিশেষভাবে তৈরি রিকভারি মেশিন লাগে (ঐ মেশিন না থাকলে নিরাপদ স্থানে ছাড়া যাবে)।

দূষিত হিমায়ক রিকভারি করা যাবে না তবে পরিমাণ বেশি হলে পৃথক রিকভারি সিলিন্ডারে রাখতে হবে। যা রিসাইক্লিং বা রিক্রেশন বা ধ্বংস করতে হবে।

সব সময় রিকভারি সিলিন্ডার ব্যবহার করতে হবে। কোনো অবস্থাতেই পরিত্যাগ/ডিসপোজেল সিলিন্ডার ব্যবহার করা যাবে না।

সিলিন্ডারের অভ্যন্তরীণ আয়তনের সর্বোচ্চ ৭৫ শতাংশ ভর্তি করা যাবে।

একটি সিলিন্ডারে একত্রে একাধিক হিমায়ক রাখা যাবে না।

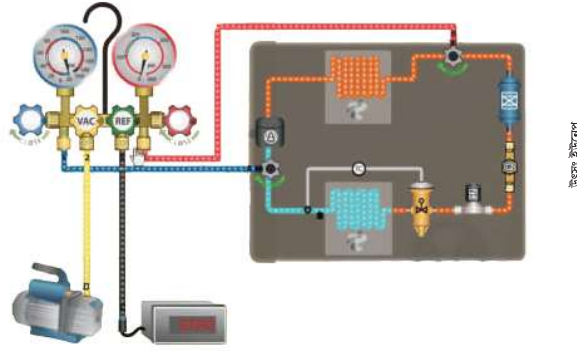
সিলিন্ডারে কি হিমায়ক আছে তা লেখা থাকতে হবে।

ব্যবহারিক - ০২

সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ

সিস্টেম বায়ু শূন্যকরণ বলতে সিস্টেমের ভিতরে বাতাস ও জলীয়বাষ্প এবং অন্যান্য গ্যাস সিস্টেম থেকে বের করার পদ্ধতিকে বোঝায়। বাতাসের জলীয় কণা সিস্টেমের ক্যাপিলারি টিউব, মিটারিং ডিভাইস, স্ট্রাইনার, ফিল্টার ড্রাইয়ারে চোকিং সমস্যা করে এর কার্যকারিতা ও সক্ষমতা কমিয়ে দেয়। এ ব্যবহারিকের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

১. ডাবল গেজ মেনিফোল্ড
২. ডাবল স্টেজ ভ্যাকুয়াম পাম্প
৩. মাইক্রোন মিটার
৪. রিফ্রিজারেশন অথবা এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট, যা বায়ুশূন্য করা হবে।
৫. প্রয়োজনীয় হোজ।



চিত্র: ব-২: সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ

ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতিগুলো উপরের চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করি এবং গেজ মেনিফোল্ড, ভালভগুলো খোলা রাখি।

১. ভ্যাকুয়াম পাম্প চালু করে ৫০০ মাইক্রোন পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করি।
২. ৫০০ মাইক্রোন ভ্যাকুয়াম হলে পাম্প ৫-৭ মিনিট বন্ধ রাখি। এসময়ে সিস্টেমের প্রেসার ১৫০০ মাইক্রোনের বেশি হবে না।
৩. যদি সিস্টেম প্রেসার ১৫০০ মাইক্রোনের বেশি উঠে পুনরায় বায়ুশূন্য করতে হবে।

সাবধানতা

- বায়ুশূন্যকরণ অবশ্যই একইসাথে হাই-সাইড এবং লো-সাইড দিয়ে করতে হবে।
- বায়ুশূন্যকরণের সময় কোনো অবস্থাতেই কম্প্রেসর চালু করা যাবে না।

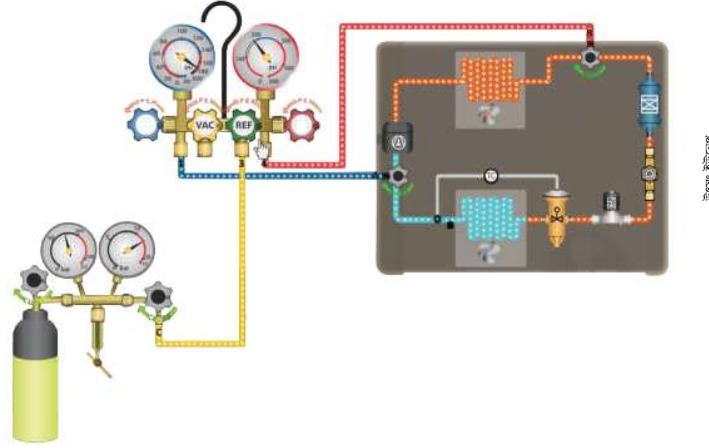
ব্যবহারিক-০৩

নাইট্রোজেন প্রেসার দিয়ে লিক টেস্টিং

সিস্টেম বায়ুশূন্যকরণ এবং রিফিলজারেন্ট চার্জের আগে সিস্টেমে নাইট্রোজেন প্রেসার লিক টেস্ট করা উচিত। এতে করে সিস্টেমে প্রতিটি জয়েন্ট লিক আছে কিনা তা বোঝা যায়। লিক টেস্টের জন্য অপারেটিং প্রেসার থেকে ১.১ গুণ বেশি প্রেসার দিয়ে টেস্ট করতে হয়।

এ ব্যবহারিকের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

১. ডাবল গেজ মেনিফোল্ড
২. নাইট্রোজেন সিলিন্ডার
৩. প্রেসার রেগুলেটর
৪. রিফিলজারেশন অথবা এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট, যা লিক টেস্ট করা হবে।
৫. প্রয়োজনীয় হোজ।



চিত্র: ব-৩: নাইট্রোজেন প্রেসার দিয়ে লিক টেস্টিং

ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতিগুলো উপরের চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করি এবং গেজ মেনিফোল্ড, ভালভগুলো খোলা রাখি। এখন নাইট্রোজেন সিলিন্ডারে প্রেসার রেগুলেটরের প্রেসার সেট করি। প্রেসার রেগুলেটরের আউটলেট ভালভ খুলি। নাইট্রোজেন সিলিন্ডারের ভালভ খুলি। কমপক্ষে কাক্সিত চাপে সিস্টেমকে ১৫ মিনিট রেখে বিভিন্ন জয়েন্টে সাবান পানি দিয়ে লিক টেস্ট করি অথবা গেজ মেনিফোল্ড প্রেসার কমে কিনা তা লক্ষ্য করি।

সাবধানতা

- নাইট্রোজেন সিলিন্ডার ব্যবহারের সময় অবশ্যই প্রেসার রেগুলেটর ব্যবহার করা উচিত।
- নাইট্রোজেন সিলিন্ডারের ভালভ খোলার আগে রেগুলেটরের সেট প্রেসার সেট করে নিতে হবে।
- সিস্টেমে সিস্টেম প্রেসার থেকে ১.১ গুণের বেশি চাপ প্রয়োগ করা যাবে না।
- সিস্টেমের হাইপ্রেসার ও লো-প্রেসার উভয় দিক থেকে একই সাথে নাইট্রোজেন চাপ প্রয়োগ করতে হবে।

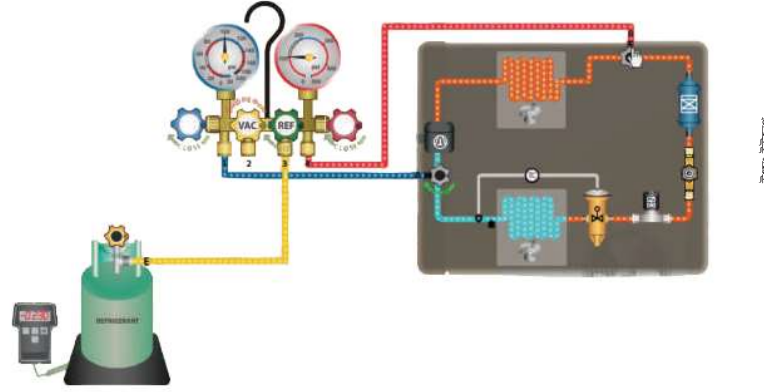
ব্যবহারিক - ০৪

রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং

সিস্টেমে রিফ্রিজারেন্ট চার্জের আগে অবশ্যই সিস্টেমের লিক টেস্ট ও ভালভাবে ভ্যাকুয়াম করা জরুরী। ভ্যাকুয়াম সিস্টেমে যে রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে সেটি সঠিক পরিমাণে চার্জ করতে হবে। সঠিক ভাবে চার্জ করার জন্য ডিজিটাল ওয়েইং মেশিন ব্যবহার করতে হবে।

এ ব্যবহারিকের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

১. ডাবল গেজ মেনিফোল্ড
২. রিফ্রিজারেন্ট
৪. রিফ্রিজারেশন অথবা এয়ারকন্ডিশনিং ইউনিট, যাতে রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করা হবে।
৫. প্রয়োজনীয় হোজ।
৬. ওয়েইং স্কেল।



চিত্র: ব-৪: রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং

ব্যবহারিক কাজের যন্ত্রপাতিগুলো উপরের চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করি এবং গেজ মেনিফোল্ড ভালভাবে খোলা রাখি। রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারটি ওয়েইং স্কেলের উপর বসিয়ে শূন্য সেট করি। এখন রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারের ভালভ খুলে রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে থাকি। কান্ট্রি পরিমাণ চার্জিং-এর জন্য সিস্টেম কিছুক্ষণ চালু রাখি। নির্দিষ্ট পরিমাণ চার্জ হলে রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডারের ভালভ বন্ধ করি।

সাবধানতা

- ১. ব্লেন্ড চার্জের জন্য লিকুইড ও সিঙ্গেল মালিকিউল রিফ্রিজারেন্ট চার্জের জন্য গ্যাস অবস্থায় রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে।
- ২. কম চার্জ অথবা বেশি পরিমাণ চার্জ পরিহার করি।
- ৩. চার্জের পর সিস্টেম প্রেসার, তাপমাত্রা, কারেন্ট ইত্যাদি পরিমাপ নিয়ে নিশ্চিত হই যেন সিস্টেম ঠিক মত কাজ করছে।

ব্যবহারিক - ০৫

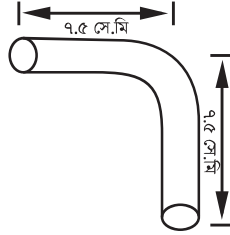
কপার টিউব অপারেশন

এই ব্যবহারিকে শুধু মাত্র কপার টিউব বেন্ডিং ও লকরিং জয়েন্ট করা হবে। এসি ইন্সটলেশনের জন্য কপার টিউবের সঠিক ভাবে বেন্ডিং ও জয়েন্ট সঠিক হওয়া জরুরী। তা না হলে বেন্ডের অথবা জয়েন্টের জায়গায় লিক হবার সম্ভাবনা থাকে। এ ব্যবহারিকের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

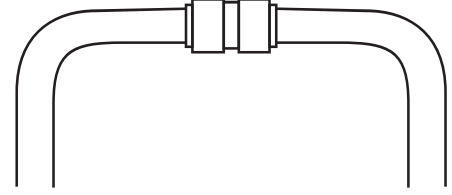
১. কপার টিউব
২. লকরিং ও সিলিং ওয়েল
৪. স্যান্ড পেপার।
৫. ডিবারার/ রিয়ার।
৬. টিউব বেন্ডার।
৭. লকরিং হ্যান্ড প্রেস টুলস



(ক) কপার টিউব



(খ) কপার টিউব ৯০° কোণে বেন্ড করা



(গ) দুটি বেন্ড করা টিউব লকরিং এর মাধ্যমে জয়েন্ট করা

চিত্র: ব-৫: কপার টিউব অপারেশন

- ১। প্রথমে কপার টিউব কয়েল থেকে টিউব ১.৫ সেমি পরিমাণ দুটি টিউব কেটে নেই।
- ২। টিউবের দুই প্রান্ত স্যান্ড পেপার দিয়ে ভালভাবে ঘষে নেই।
- ৩। টিউবের ভিতরের অংশ ডিবারার দিয়ে ডিবারিং করি।
- ৪। টিউবের ৭.৫ সেমি দূরত্বে দাগ দিই।
- ৫। ৭.৫ সেমি দূরত্বে মেকানিক্যাল টিউব বেন্ডার দিয়ে টিউব দুটি কে ৯০° কোণে বেন্ড করি।
- ৬। লকরিং-এর জন্য টিউবে নির্দিষ্ট অংশে দাগ দিয়ে সিলিং ওয়েল টিউব লাগাই।
- ৭। লকরিং হ্যান্ড প্রেস মেশিন দিয়ে লকরিং জয়েন্ট দিই।

সাবধানতা

- বেন্ডের সময় বেন্ডারে ৯০° কোন সঠিক ভাবে নির্ধারণ করি ও আস্তে আস্তে বেন্ডারের হাতল প্রেস করি।
- অবশ্যই লকরিং এর জন্য সিলিং ওয়েল ব্যবহার করতে হবে।
- লকরিং প্রেস মেশিন আস্তে আস্তে দাগ পর্যন্ত প্রেস করি। বেশি বা কম হলে লিকেজের সম্ভাবনা থাকে।

সহায়ক গ্রন্থ ও ওয়েবসাইট

1. Kumar Anshu, Surawattanawan Prakob,(2015) *Good Servicing Practices: Phasing out HCFCs in the Refrigeration and Air-Conditioning Servicing Sector*, UNEP Division of Technology, Industry and Economics (UNEP DTIE)
2. OzonAction Branch Agarwal R.S., Khandelwal Ankur, Mathew CJ and Muchahary Ringkhang (Delhi, India, September 2018) *Good Service Practices and Installation of Room Air-conditioners with HCFC-22 and Flammable Refrigerants, Technicians Handbook*, The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
3. Devotta Sukumar, Huehren Rolf, Padalkar Atul, Shashikant Juvekar (New Delhi, India June 2013) *Good Practices in Installation and Servicing of Room Air-conditioners, Refrigeration and Air-conditioning (RAC) Technicians Handbook*, The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
4. Colbourne Daniel, et al, (Eschborn, Germany, June 2010) *Guidelines for the Safe Use of Hydrocarbon Refrigerants, A Handbook for Engineers, Technicians, Trainers and Policy Makers – for a Climate-friendly Cooling*, The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
5. *The Complete Guide to Appliance Services* Godrej, Appliance Division, Customer Service, Plant 11, Mumbai, India.
6. Sweester Richard, Holseter Jan, Roberts David, Edvardsen Magne (MLF, Montreal, Canada, UNEP, Paris, France, December 1994) *Good Practices in Refrigeration, Training Manual*, United Nations Publication
7. Croiset Igor C., Lechtenböhmer Christian, Nassano Paulo (Eschborn, Germany, February 2012) *Guidelines for the Safe Use of Flammable Refrigerants in The Production of Room Air-Conditioners, A handbook for Engineers, Technicians, Trainers and Policy-makers – For a Climate-friendly Cooling* The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
8. Hühren Rolf (Eschborn, Germany, March/April 2010) *Good Practices in Refrigeration*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
9. www.ashrae.org
10. www.hydrocarbons21.com
11. www.iifir.org
12. www.refrigerantsnaturally.com
13. www.ozone.unep.org
14. www.unep.org/ozonaction
15. <http://www.unepdtie.org/ozonAction/topics/refrigerant.htm>
16. www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/2333-e.pdf
17. www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/2174-e.pdf
18. www.epa.gov/ozone/snap/index.html



**Multilateral
Fund** for the
Implementation of
the Montreal Protocol

