রিকভারী, রিসাইক্লিং ও রিট্রোফিট ট্রেনিং ম্যানিউল

ন্যাশনাল ওডিএস ফেইজ আউট-প্ল্যান-ইউএনডিপি কম্পোনেন্ট

পরিবেশ অধিদপ্তর, ঢাকা।
পরিবেশ ও বন মন্ত্রণালয়

প্রকাশনায় :

ন্যাশনাল ওডিএস ফেইজ আউট প্ল্যান-ইউএনডিপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প
পরিবেশ অধিদপ্তর
১৬/ই আগারগাঁও, শের-ই-বাংলা নগর,
ঢাকা।

প্রস্তুতকারক:

মোঃ রেদওয়ানুর রহমান
ইন্সট্রাক্টর (পাওয়ার)
ঢাকা পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

সম্পাদনায়:

ড. এস. কে পুরকায়স্থ
সিনিয়র অফিসার, ওজোন সেল
পরিবেশ অধিদপ্তর, ঢাকা।

মুদ্রণে :
সুমাইয়া প্রিন্টিং প্রেস
৯, রায় ঈশ্বরচন্দ্র ঘোষ বাহাদুর ষ্ট্রীট
ইসলামপুর রোড, বাদামতলী
কলাপট্টি, ঢাকা-১১০০।

সূচিপত্র :

	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা নং
১.০	পরিবেশ দূষণে সিএফসি জাতীয় রিফ্রিজারেন্টের ভূমিকা	০১
২.০	ওজোনস্তর ক্ষয় এবং সিএফসি	০১
৩.০	ওজোনস্তর ক্ষয়ের পরিণতি	০২
৪.০	রিফ্রিজারেন্টে দিয়ে পরিবেশের অবনয়ন	০৪
৪.১	ওডিপি এবং জিডব্লিওপি	০৪
৪.২	বিভিন্ন রিফ্রিজারেন্টের পরিবেশগত বৈশিষ্ট্য	০৫
৫.০	মন্ট্রিল প্রোটোকল	০৫
৬.০	হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড	০৭
৭.০	রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী ও রিসাইক্লিং	০৯
৮.০	রিট্রোফিট	২৩

পরিবেশ দূষণে সিএফসি জাতীয় রেফ্রিজারেন্টের ভূমিকা

বর্তমান বিশ্বে সর্বাধিক আলোচিত বিষয় বস্তু হচ্ছে পরিবেশ দূষণ। সাধারণ অর্থে পরিবেশ কী এবং পরিবেশ দূষণ বলতে কী বুঝায় তা কম বেশি আজকাল সবারই জানা আছে। তবে পরিবেশ বিজ্ঞানের ভাষায় পরিবেশ হলো ভূ-পৃষ্ঠ থেকে নীল আকাশ পর্যন্ত (ওজোনস্তর পর্যন্ত) পরিমণ্ডলে বিদ্যমান আলো, বাতাস, পানি, শব্দ, মাটি, বন, পাহাড়, নদ-নদী, সাগর, মানুষের নির্মিত অবকাঠামো এবং গোটা উদ্ভিদ ও জীবজগৎ সমন্বয়ে যা সৃষ্ট তাই পরিবেশ। মানুষসহ যাবতীয় জীবজন্তু গাছপালা, পশুপাখি, বসতবাড়ি, ক্ষেত-খামার, অফিস-আদালত, রাস্তাঘাট, কলকারখানা, নদ-নদী, পাহাড়, পর্বত, সমুদ্র, মাটি, পানি, বাতাস, চাঁদ, সূর্য, জীবকোষ, ক্ষুদ্রাতি ক্ষুদ্র অণুবীক্ষণিক জীব, আবহাওয়া, জলবায়ু, তেজস্ক্রিয় খনিজ পদার্থ ইত্যাদি পরিবেশের উপাদান। মাটি, পানি, বাতাসসহ পরিবেশের যে কোন উপাদানের যদি ভৌত, রাসায়নিক, জৈবিক বা তেজস্ক্রিয়তার কারণে পরিবর্তন হয়, তাৎক্ষণিক বা পরবর্তীতে জীবজগতের ওপর এর নেতিবাচক ও ক্ষতিকর প্রভাব পড়ে বা পড়তে পারে, এমনতর অবস্থাকে পরিবেশ দূষণ বলে। যা দিয়ে পরিবেশ দূষণ হয় বা যা পরিবেশকে দূষিত করে তাকে দূষক (Pollutants) বলা হয়। পরিবেশ দূষণ দুভাবে হয়ে থাকে। একটি হলো প্রাকৃতিকভাবে, অপরটি হলো মানুষের সৃষ্টি। প্রাকৃতিক দূষণের ওপর মানুষের কোনো নিয়ন্ত্রণ নেই। তাছাড়া মানুষের সৃষ্ট দূষণের তুলনায় প্রাকৃতিক দূষণ তেমন ক্ষতিকর নয়। পরিবেশ মূলত মানুষের কর্মকাণ্ড দিয়েই বেশি দূষণ হচ্ছে। ত্রুটিপূর্ণ উন্নয়ন প্রকল্প, নগরায়ন, জমির অতিকর্ষণ, কৃষি জমিতে অধিক মাত্রায় কীটনাশক ও রাসায়নিক সারের ব্যবহার, শিল্প কারখানার দুর্ঘটনা, যথেচ্ছা বৃক্ষ নিধন, তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র এবং মোটরযানের জীবাশ্ম জ্বালানি দহনের ফলে উৎপন্ন ক্ষতিকর গ্যাস সমূহ, রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকণ্ডিশনিং যন্ত্রে রিফ্রিজারেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) ইত্যাদি একত্রে বা আলাদাভাবে পরিবেশকে প্রতিনিয়ত দূষিত করছে। বস্তুত এ কারণেই সামগ্রিক পরিবেশগত ভারসাম্য নষ্ট হচ্ছে। পরিবেশ দূষণের প্রভাব দু-ধরণের হয়ে থাকে। একটি হলো তাৎক্ষণিক প্রভাব (Acute Effect) এবং অপরটি হলো সুদূর প্রসারী প্রভাব (Long Term Effect)। রিফ্রিজারেশন এয়ারকণ্ডিশনিং যন্ত্রে ব্যবহৃত ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) ও হাইড্রো ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (HCFC) জাতীয় রিফ্রিজারেন্ট এমন এক ধরনের দূষক যা পৃথিবী জোড়ে উষ্ণতা বৃদ্ধি করে (Global Warming) এবং ওজোনস্তর ক্ষয় করার সুদূর প্রসারী প্রভাব ফেলে। CFC এবং HCFC উভয় রিফ্রিজারেন্টের ক্লোরিন উপাদান ওজোনস্তরের ক্ষয় করে। ফলে সূর্যের অতিবেগনি রশ্মি ওজোনস্তর ভেদ করে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়ে পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে এবং মানুষ, উদ্ভিদ ও জলজ প্রাণীর নানারকম ক্ষতি সাধন করে। তাছাড়া CFC এবং HCFC উভয় রিফ্রিজারেন্টে যে ক্লোরিন অণু বিদ্যমান এগুলো শুধু ওজোনস্তরের ক্ষয় করে না বরং কার্বন-ডাই-অক্সাইড থেকে CFC এবং HCFC গ্রীন হাউজ গ্যাসগুলো দীর্ঘসময় বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করে সূর্য থেকে আসা তাপ ধারণ করে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের চেয়ে অধিক মাত্রায় পৃথিবীব্যাপী উষ্ণতা বৃদ্ধি করে। CFC-12 এর বিকল্প নতুন রিফ্রিজারেন্ট HFC-134a তে কোনো ক্লোরিন নেই, তাই এটি ওজোনস্তরের ক্ষতি করে না, কিন্তু পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। কারণ HFC-134a রিফ্রিজারেন্ট ও CO_2, CFC এবং HCFC এর ন্যায় গ্রীন হাউজ গ্যাস।

ওজোনস্তর ক্ষয় এবং সিএফসি (Ozone Depletion and CFC)

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে তাকালে যে নীল আকাশ দেখা যায় তাকেই ওজোনস্তর বলা হয়। ওজোন একটি তীব্র গন্ধযুক্ত বিষাক্ত হালকা নীল বর্ণের গ্যাস। সাধারণ অক্সিজেনের একটি অণু (O_2) দু'টি অক্সিজেন পরমাণু নিয়ে গঠিত। কিন্তু ওজোন গ্যাসের অণু তিনটি অক্সিজেন পরমাণু নিয়ে (O_3) গঠিত। ওজোনস্তর যে ক্রমাগত ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে পড়ছে এ বিষয়ে সর্বপ্রথম প্রচ্ছন্ন আভাস পাওয়া যায় ১৯৮৫ সালে বৃটিশ এন্টার্কটিক সার্ভে টিমের মাধ্যমে। বৃটিশ এন্টার্কটিক সার্ভে টিমটি বিগত ১৯৫৭ সাল থেকেই এন্টার্কটিক অঞ্চলে ওজোনস্তরের পরিমাপ করে আসছিল। টিমের সদস্যরা দেখলেন যে দক্ষিণাঞ্চলীয় প্রতিটি বসন্তকালে এন্টার্কটিক অঞ্চলে উপরিস্ত ওজোন ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়ে যায়। এন্টার্কটিক অঞ্চলের এ বিশেষ বায়ুমণ্ডলীয় অংশটি বিস্তারে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মতো বিশাল এবং মাউন্ট এভারেস্টের সমান গভীরতা সম্পন্ন। গবেষণায় আরও দেখা গেছে যে বিগত ১৯৭৯ সাল থেকে এন্টার্কটিকা মহাদেশের উপরিস্থ বায়ুমণ্ডলে প্রতিবছর সার্বিক ওজোনের প্রায় পাঁচ শতাংশ পরিমাণ হ্রাস পেয়েছে। ভূ-পৃষ্ঠের উপরিভাগে ১০/১৫ কিলোমিটার থেকে শুরু করে ৫০/৬০ কিলোমিটার পর্যন্ত

সামগ্রিক স্ট্যাটোস্ফিয়ারকে ওজোনস্তর হিসেবে আখ্যায়িত করা হয়ে থাকে। তবে ভূ-পৃষ্ঠের ২০-২৫ কিলোমিটার উচ্চতায় স্ট্যাটোস্ফিয়ারে এ গ্যাসটির ঘনত্ব সর্বাধিক। রিফ্রিজারেশন সাইকেলের ফিল্টার ড্রায়ার (Filter drier) যেমন লিকুইড লাইনে অবস্থান করে তার ভেতর দিয়ে তরল রিফ্রিজারেন্টকে প্রবাহিত হতে দেয়, কিন্তু রিফ্রিজারেন্টের সাথে ক্ষতিকর জলীয় কণা (Moisture) থাকলে তাকে আটকে রাখে (শোষণ করে নেয়), অনুরূপভাবে বায়ুমণ্ডলের ওজোনস্তরের ভেতর দিয়ে সূর্য থেকে আলোক রশ্মি পৃথিবীতে আসতে দেয়, কিন্তু ক্ষতিকর অতিবেগনি রশ্মিকে আটকে রাখে। ড্রায়ারের ত্রুটির কারণে রিফ্রিজারেশন চক্রের তরল রিফ্রিজারেন্টের সাথে যদি জলীয় কণা এক্সপানশন ডিভাইস এ চলে যায় তাহলে চোকিং হয়ে রিফ্রিজারেশনের কাজে ব্যাঘাত ঘটায়। ঠিক তেমনি কোনো কারণে স্ট্যাটোস্ফিয়ারে ওজোনের উপস্থিতি উল্লেখযোগ্য পরিমাণ কমে গেলে সূর্য থেকে ভূ-পৃষ্ঠে অতিবেগনি রশ্মির ক্ষতিকারক অংশ অর্থাৎ ক্ষুদ্রতর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের [(২৯০ ন্যানোমিটার থেকে ৩১৫ ন্যানোমিটার) * ন্যানোমিটার = $১০^{-৯}$ মিটার] অতিবেগনি বি (UV-B) রশ্মির আপাতন বৃদ্ধি পায় এবং সমূহ ক্ষতিকর প্রভাব বিস্তার করতে পারে। ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) যৌগসমূহের ক্রমশ নিঃসরণ স্ট্যাটোস্ফিয়ারের ওজোনস্তর ক্ষয়ের জন্য দায়ী বলে বিজ্ঞানীরা মনে করছেন।

এবার দেখা যাক, কিভাবে CFC ওজোনস্তরকে ক্ষতি করে। ওজোনস্তরের ওপর অতিবেগনি রশ্মি পড়লে ওজোন অর্থাৎ O_3 অতিবেগনি রশ্মি শোষণ করে ভেঙে একটি সাধারণ অক্সিজেন অণু (O_2) এবং একটি রেডিক্যাল অক্সিজেন (O) এ পরিণত হয়। পরবর্তীতে সাধারণ অক্সিজেন অণু এবং রেডিক্যাল অক্সিজেন পুনরায় মিলিত হয়ে আবার ওজোন (O_3) সৃষ্টি হয়। প্রক্রিয়াটি বায়ুমণ্ডলে ক্রমাগত সংঘটিত হয়েই চলছে। বিক্রিয়াটি (Normal reaction) নিম্নরূপ:

$$O_3 + \text{অতিবেগনি রশ্মি} \rightarrow O_2 + O$$

$$\text{পুনরায়}\ O_2 + O \rightarrow O_3$$

সিএফসি যৌগসমূহ তাদের স্থায়িত্বের কারণে নিম্নবায়ুমণ্ডলে বিয়োজিত না হলেও এগুলো স্ট্যাটোস্ফিয়ারে পরিবাহিত হয়ে সেখানে অতিবেগনি রশ্মির প্রভাবে বিয়োজিত হয়ে পড়ে (ভেঙে যায়) এবং প্রতিটি সিএফসি যৌগ থেকে একটি করে মুক্ত ক্লোরিন রেডিক্যাল বেরিয়ে আসে। ওজোনের (O_3) রেডিক্যাল অক্সিজেনের সাথে মিশে ক্লোরিন অক্সাইড (ClO) তৈরি করে। ক্লোরিন অক্সাইড আবার অপর একটি রেডিক্যাল অক্সিজেনের সাথে মিলিত হয়ে ক্লোরিন (Cl) এবং দু' পরমাণু বিশিষ্ট অক্সিজেন (O_2) তৈরি করে। এভাবে ক্লোরিন প্রভাবকের ন্যায় কাজ করে ওজোনকে (O_3) ক্রমাগত নষ্ট করতে থাকে। প্রতিটি একক সিএফসি অণুর ক্ষেত্রে প্রক্রিয়াটি শতাব্দীর ও অধিককাল ধরে ক্রমশ সংঘটিত হতে পারে এবং রেডিক্যাল অক্সিজেনের সাথে রেডিক্যাল ক্লোরিন যুক্ত হয়ে ক্রমাগত অক্সিজেন তৈরি হওয়ায় ওজোন সৃষ্টির জন্য রেডিক্যাল অক্সিজেনের পরিমাণ হ্রাস পায়। বিক্রিয়াটি (Chlorine reaction) নিম্নরূপ:

$$O_3 + Cl \rightarrow O_2 + ClO$$

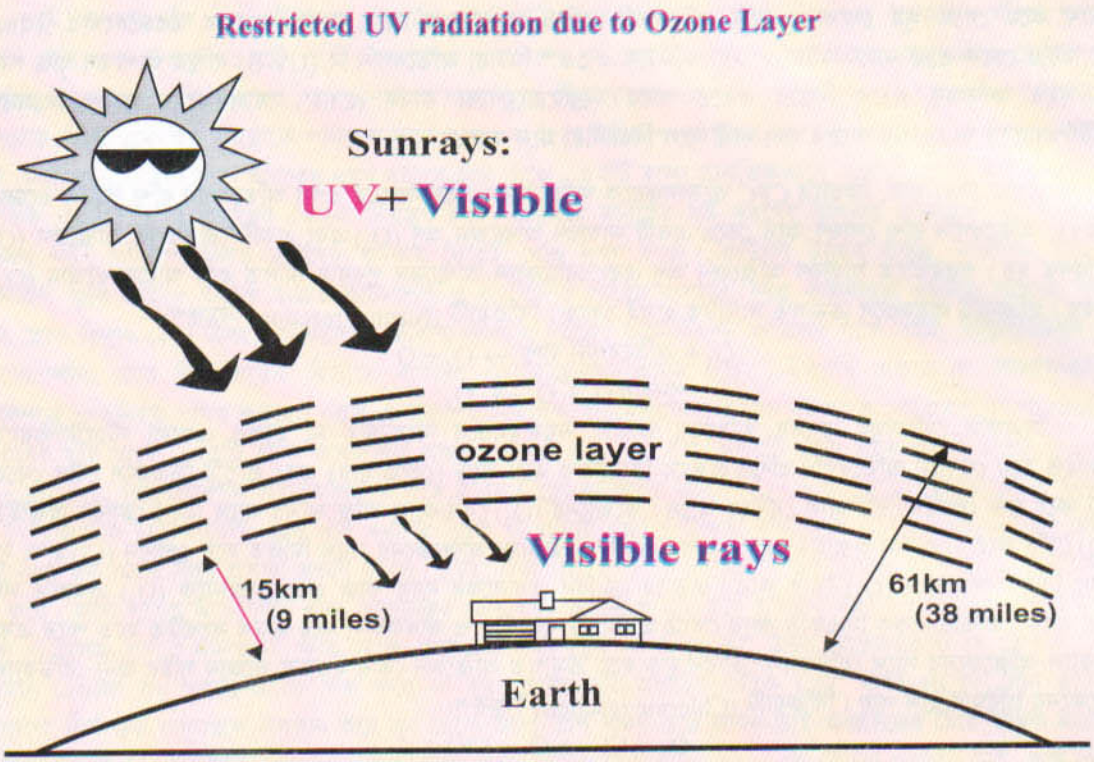
$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$

CFC এর প্রভাবে O_3 ভেঙে O_2 তে রূপান্তরিত হওয়ায় ওজোনস্তর ক্ষয় হয়ে পাতলা হয়ে যায় বা গর্ত সৃষ্টি হয় যার ভেতর দিয়ে অনায়াসে সূর্যের অতিবেগনি রশ্মি পৃথিবীতে এসে পৃথিবীকে উত্তপ্ত করা সহ জনস্বাস্থ্যের তথা পরিবেশের ওপর নানারকম প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে। যেসকল দেশে CFC অতিমাত্রায় ব্যবহৃত হয়েছে সেসকল দেশে ইতোমধ্যে এর ক্ষতিকর প্রভাব দেখা যাচ্ছে।

ওজোনস্তর ক্ষয়ের পরিণতি

ভূ-পৃষ্ঠে অতিবেগনি-বি রশ্মির বর্ধিত আপতন মানবস্বাস্থ্য, প্রাণীজগৎ, উদ্ভিদজগৎ, অণুজীব, জড়বস্তু ও বায়ুর গুণগত মানের উপর ক্ষতিকর প্রভাব বিস্তার করতে সক্ষম। অতিবেগনি-বি রশ্মির দীর্ঘমেয়াদী প্রভাব মানবদেহে সে ক্ষতির আশংকা থাকে তার মধ্যে চোখের ক্ষতিসাধন, নিরোগ ব্যবস্থার অবনয়ন ইত্যাদি অন্যতম। স্বেতকায় জনসমষ্টি অধিক আল্ট্রাভায়োলেট-বি রশ্মির দীর্ঘ ও ক্রমাগত প্রভাবে মেলানোমা জাতীয় ত্বক ক্যান্সারের প্রবণতা বৃদ্ধি পেতে পারে।

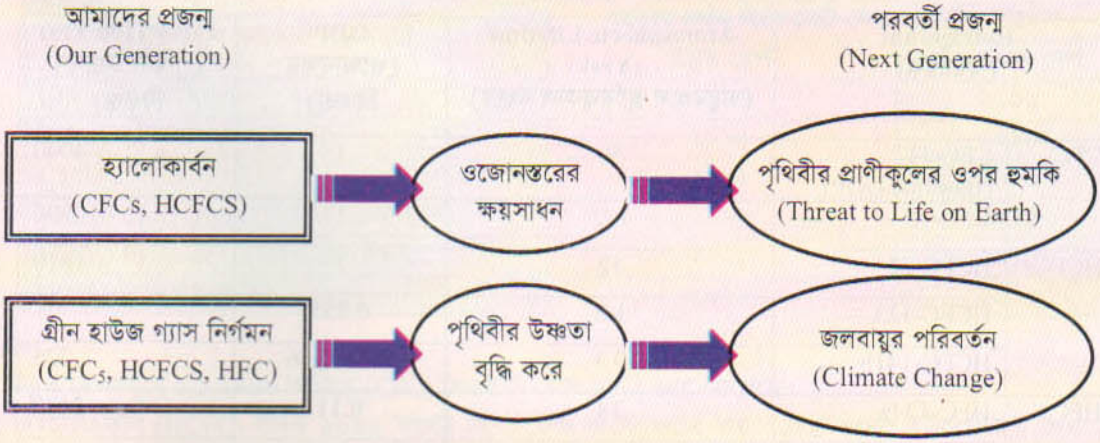
শ্বেতকায় জনসমষ্টির মধ্যে মেলানোমা বর্তমানে সচরাচর দৃশ্যমান ক্যান্সারব্যাধির অন্যতম। অতিবেগনি-বি রশ্মির ক্রমাগত প্রভাবে প্রাণীজগৎ ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। এ রশ্মির প্রভাবে বিশেষত: সামুদ্রিক প্রাণী সম্পদের ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা সর্বাধিক। মানবগোষ্ঠীর বিশ্বজোড়া প্রাণীজ আমিষ চাহিদার ত্রিশ শতাংশেরও অধিক সামুদ্রিক প্রাণী জোগান দেয় বিধায় এ সম্পদের অতিবেগনি-বি এর বিকিরণজনিত ক্ষয়সাধন বেশ উৎকণ্ঠার কারণ। অতিবেগনি-বি এর প্রভাবে মাছ, চিংড়ি, কাঁকড়া ও অন্যান্য জলজ প্রাণী সম্পদের প্রারম্ভিক বর্ধন প্রক্রিয়া ক্ষতিসাধনসহ জলজ খাদ্য পরম্পরার মূলনিয়ামক ফাইটোপ্ল্যাংকটনের উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যাহত হয়।



চিত্র ঃ ওজোনস্তর

অতিবেগনি-বি রশ্মির প্রভাবে উদ্ভিদের বর্ধন ও প্রত্যক্ষভাবে ব্যাহত হতে পারে। ফলশ্রুতিতে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে শস্যের উৎপাদন ও মান এবং বনভূমি। সামুদ্রিক ও ভূপ্রতিবেশের উৎপাদন ক্ষমতা হ্রাসের কারণে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের শোষণ হ্রাস পেতে পারে। ফলে বৃদ্ধি পেতে পারে পৃথিবী জোড়া উষ্ণতা। বিজ্ঞানীরা বলেছেন, ভূ-মণ্ডলের তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে মেরুদেশের বরফ গলে সমুদ্রের পানি প্রসারিত হয়ে পানির উচ্চতা বেড়ে যাবে, ফলে অনেক দেশই সমুদ্রের পানিতে তলিয়ে যাবে। বাংলাদেশ তার মধ্যে একটি। এর ফলে বিশ্বব্যাপী সামাজিক, অর্থনৈতিক ও রাজনৈতিক সমস্যা সৃষ্টি হবে। এছাড়া জলবায়ু পরিবর্তনের ফলে সাইক্লোন, জলোচ্ছ্বাস, খরা, বন্যা, ইত্যাদি প্রাকৃতিক বিপর্যয় দেখা দিতে পারে। সার্বিকভাবে বলা যায়, যে স্ট্র্যাটোস্ফিয়ারে ওজোনের পরিমাণ হ্রাস এবং তৎসহ অতিবেগনি-বি রশ্মির ট্রাপোস্ফিয়ারে অর্থাৎ বায়ুমণ্ডলের নিম্নস্তরে গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। এ কারণে স্ট্র্যাটোস্ফিয়ারে রাসায়নিক বিক্রিয়ার পরিবর্তন ঘটে যা ওজোনের উৎপাদন ও ধ্বংসাধনের জন্য দায়ী। এ বিশেষ স্তরে ওজোন একটি দূষক যা চক্ষু ও ফুসফুসের প্রদাহের অন্যতম একটি কারণ। ওজোন ক্ষয় হলে রং ধূসর (Gray) হয়ে যায়।

রিফ্রিজারেন্টে দিয়ে পরিবেশের অবনয়ন (Environmental Degradation by Refrigerant)



রিফ্রিজারেশন সেক্টরে ওজোন ক্ষয়কারী বস্তুসমূহ (ODS in RAC Sector)

ODS (ওজোন ক্ষয়কারী বস্তু)	Application (প্রয়োগক্ষেত্র)
CFCS	
• CFC-11	• রিফ্রিজারেন্ট ফোম ব্লোয়িং এজেন্ট
• CFC-12	• রিফ্রিজারেন্ট
HFCS	
• HCFC-22	• রিফ্রিজারেন্ট
• HCFC-123	• রিফ্রিজারেন্ট
• HCFC-141b	• ফোম ব্লোয়িং এজেন্ট

ওডিপি এবং জিডব্লিউপি (ODP and GWP)

CFC অত্যন্ত সুস্থির (Stable) গ্যাস। তাই বায়ুমণ্ডলে এর স্থায়িত্ব অনেক বছর হয়ে থাকে। সকল CFC এর ওজোনস্তর ক্ষয় করার ক্ষমতা এবং বায়ুমণ্ডলে এর স্থায়িত্বকাল সমান নয়। যে CFC এর ভেতর ক্লোরিনের পরিমাণ বেশি এবং বায়ুমণ্ডলে স্থায়িত্বকাল বেশি, তার ওজোনস্তর ক্ষয় করার শক্তি বা বিভব (Potential) ততো বেশি। CFC-11 কে ওজোনস্তর বিভব স্কেলে এর মান ১ ধরা হয়। এ মানকে ওজোনক্ষয় বিভব (Ozone Depletion Potential) সংক্ষেপে ODP বলা হয়। অনুরূপভাবে পৃথিবীকে উত্তপ্ত করার ক্ষমতা পৃথিবীর উত্তাপন বিভব স্কেলে পরিমাপ করা হয়। এ স্কেলে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের মান ১ ধরা হয়। এ মানকে পৃথিবীর উত্তাপন বিভব (Global Warming Potential) সংক্ষেপে GWP বলে। CFC ওজোনস্তর ক্ষয় করার কারণে সূর্য থেকে অতিবেগনি রশ্মির ভূ-পৃষ্ঠে আপতন বৃদ্ধি পেয়ে পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি করে এবং জলজ প্রাণী সম্পদের প্রারম্ভিক বর্ধন প্রক্রিয়ার ক্ষতিসাধন হয় এবং উদ্ভিদের বর্ধন প্রত্যক্ষভাবে ব্যাহত হয়। ফলশ্রুতিতে সামুদ্রিক ও ভূ-পরিবেশের উৎপাদন ক্ষমতা হ্রাস পায় ও পৃথিবীতে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি পেয়ে পৃথিবীব্যাপী উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়। সিএফসি প্রত্যক্ষভাবে এবং পরোক্ষভাবে পৃথিবীকে উত্তপ্ত করে। কার্বন-ডাই-অক্সাইডের তুলনায় সিএফসি-১১ এর পৃথিবী উত্তাপন ক্ষমতা (ODP) ৪০০০ গুণ বেশি।

বিভিন্ন রিফ্রিজারেন্টের পরিবেশগত বৈশিষ্ট্য (Environmental Characteristic)

টেবিল-১

Refrigerant (হিমায়িক)		Atmospheric Lifetime (Yrs) (বায়ুমণ্ডলে স্থায়িত্বকাল বছরে)	ODP (ওজোনক্ষয় বিভব্য)	GWP (100 Yrs) (পৃথিবী উত্তাপন বিভব্য)
CFC	CFC-11 (Baseline ODP)	50	1	4000
	CFC-12	102	1	10900
HCFCs	HCFC-22	12	1	1810
	HCFC-123	1.3	0.055	77
	HCFC-141b	9.3	0.02- 0.06	725
HFCs	HFC-134a	14	0.11	1430
	HFC-245fa	7.3	0	820
HCs	HC-290 (Propane)	10	0	3
	HC-600 a	-	0	3
	Cyclopentane	-	0	3
	R-404A	-	0	3260
	R-407A	-	0	1770
HFC Blends	R-407C	-	0	1652.5
	R-410A	-	0	2088

মন্ট্রিল প্রোটোকল

ওজোন ক্ষয়কারী বস্তু সম্পর্কে মন্ট্রিল প্রোটোকলে সম্মতি সুপারিশ গ্রহণ করা হয়েছিল ১৯৮৭ সালে, পরিবেশ রক্ষার দিকে এটি একটি অত্যন্ত সফল চুক্তি। এ চুক্তিতে ১৮৭টির বেশি দেশ স্বাক্ষর করে।

বাংলাদেশ ১৯৯০ সালের ২রা আগষ্ট তারিখে মন্ট্রিল প্রোটোকলে স্বাক্ষর করে এবং প্রোটোকলের লন্ডন সংশোধনী অনুমোদন করে ১৯৯৪ সালের ১৮ই মার্চ তারিখে। স্বাক্ষরদাতা দেশ হিসেবে বাংলাদেশ ১৯৯৯ সালের ১লা জুলাই থেকে ওজোন ক্ষয়কারী বস্তুসামগ্রী আমদানি ও ব্যবহার নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা কার্যকর হওয়ার কথা থাকলেও উন্নয়নশীল দেশ হিসেবে বাংলাদেশ ১০ বছরের বর্ধিত সুবিধা পায়, ফলে ২০১০ সালের মধ্যে সিএফসি হ্যালন ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড; ২০১৫ সালে মিথাইল ক্লোরোফর্ম এবং ২০৩০ সালে হাইড্রোক্লোরোফ্লোরো কার্বন (HCFC) ব্যবহারে নিষেধাজ্ঞা আরোপ করার সময়সূচির সুবিধা ভোগ করবে। ওজোনস্তর ক্ষয়জনিত সমস্যা সৃষ্টিতে মূলত শিল্পোন্নত দেশসমূহ জড়িত। এ কারণে এ সকল দেশই ওজোনস্তর ক্ষয়কারী বস্তুসামগ্রী উৎপাদন ও ব্যবহার হ্রাস করার লক্ষ্যে সর্বপ্রথম ব্যবস্থা গ্রহণ করবে এ মর্মে একটি সম্মতি সুপারিশ গ্রহণ করা হয়েছে। প্রোটোকলের ২ ধারা অনুসারে উন্নত দেশসমূহে জনপ্রতি ০.৩ কেজি বা তার অধিক পরিমাণ ওজোন ক্ষয়কারী বস্তুসামগ্রী ব্যবহার করে। প্রোটোকলের ৫ নং ধারার ১নং অনুচ্ছেদের অধীনে জনপ্রতি ০.৩ কেজির নিম্ন পরিমাণ ওজোন ক্ষয়কারী বস্তু সামগ্রী ব্যবহারকারী উন্নয়নশীল দেশসমূহের বিশেষ চাহিদার প্রতি দৃষ্টি রেখে নিয়ন্ত্রক পদক্ষেপ হিসাবে এ সকল দেশে ওজোন ক্ষয়কারী বস্তুসামগ্রীর পর্যায়িক প্রত্যাহারের জন্য মন্ট্রিল প্রোটোকল দশ বছরের বর্ধিত সুযোগের ব্যবস্থা করেছে।

সিএফসি ফেজ আউটের জন্য মন্ট্রিল প্রোটোকলের ক্যালেন্ডার

ওজোন ক্ষয়কারী বস্তুসামগ্রী	বছরের প্রথম দিনে মোট ফেজ আউটের পরিমাণ	
	উন্নত দেশ	উন্নয়নশীল দেশ
CFCs (সিএফসি)	১৯৯৬	২০১০
Halons (হ্যালোন)	১৯৯৪	২০১০
CTC (সিটিসি)	১৯৯৬	২০১০
Methyl Chloroform (মিথাইল ক্লোরোফর্ম)	১৯৯৬	২০১৫
Methyl Bromide (মিথাইল ব্রোমাইড)	২০০৫	২০১৫
HCFCs (এইচসিএফসি)	২০২০	২০৩০

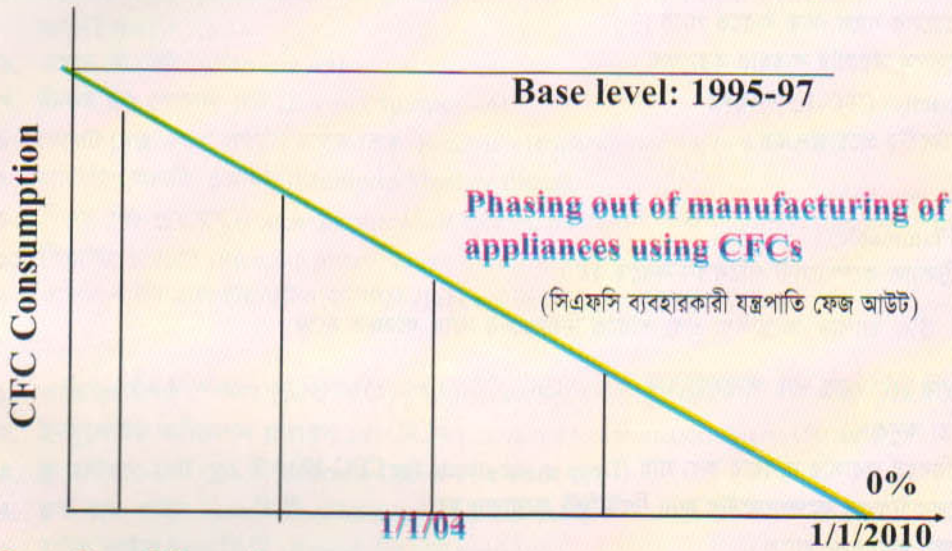
Note:

১. উন্নত দেশসমূহে ১.১.১৯৯৬ তারিখে (CFC) সিএফসি ফেজ আউট করে ফেলেছে।

২. এইচসিএফসি (HCFC) যদিও ২০২০ সালের মধ্যে ফেজ আউট করার কথা। কিন্তু অনেক ইউরোপিয়ান দেশ তার পূর্বেই ফেজ আউট করার প্রক্রিয়াধীন রয়েছে।

৩. কিছু ইউরোপিয়ান দেশ এইচএফসি (HFCs) আগামী দু' বছরের মধ্যে ব্যবহার বন্ধ করে দিবে।

বাংলাদেশের জন্য সিএফসি ফেজ আউট সিডিউল (CFC Phase out Schedule of Bangladesh)



সিএফসি এর বিকল্প রিফ্রিজারেন্ট সমূহ (Alternative to CFCs)

HFC-134 a
HC-600 a
HC-Blend (50 : 50% = HC-290 (Propane) + HC-600 a) (iso-butane)

উন্নত দেশে CFC-12 এর বিকল্প রিফ্রিজারেন্ট হিসাবে HFC-134 a ব্যবহার হয়ে আসছে। কিন্তু CFC-12 সিস্টেমে HFC-134 a সরাসরি ব্যবহার করা যায় না। কারণ CFC-12 রিফ্রিজারেন্ট এর সাথে কমপ্রেসর অয়েলের হিসেবে মিনারেল অয়েল ব্যবহৃত হয়।

HFC-134 a মিনারেল অয়েলের সাথে মিশ্রিত হয় না। তাই HFC-134 a এর সাথে কমপ্রেসর অয়েল হিসেবে সিনথেটিক অয়েল (পলিওল স্টার) ব্যবহার করা হয়। HFC-134 a এবং সিনথেটিক অয়েল অধিক মাত্রায় জলীয় বাষ্প শোষণ করে (Much more Hygroscopic than CFC-12) সুতরাং ফিল্টার ড্রায়ারের ডিসিকেন্ট আরো বড় মাপের এবং অধিক জলীয় কণা শোষণ ক্ষমতা সম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন। এক্ষেত্রে মলিকুলার সিভ (Molecular Sieve) XH-9 অথবা XH-7 ব্যবহার করতে হয়। সুতরাং CFC-12 পরিবর্তে HFC-134 a ব্যবহার করতে গেলে কয়েকটি অংশ পরিবর্তন, অয়েল পরিবর্তন, সিস্টেম নিখুতভাবে ফ্লাসিং করার প্রয়োজন হয়। এ কাজ করার জন্য অনেক সাবধানতা ও অধিক দক্ষতার প্রয়োজন হয়। HFC-134 a ওজোন স্তরের কোন ক্ষতি না করলেও পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি করে। সুতরাং এটিও পুরোপুরি পরিবেশবান্ধব নয়। সুতরাং CFC-12 পরিবর্তে HFC-134 a ব্যবহার করায় অনেক প্রতিবন্ধকতা আছে।

হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (Hydrocarbons Blend)

হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড অর্থাৎ HC-290 (Propane) এবং HC-600 a (iso-butane) 50:50 অনুপাতে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এর গুণাবলি CFC-12 এর অনুরূপ, তাই HC ব্লেন্ডকে CFC-12 সিস্টেমে ড্রপ ইন রিফ্রিজারেন্ট হিসাবে ব্যবহার করা যায়। নিচে এর সুবিধা ও অসুবিধা দেয়া হলো ঃ

সুবিধাসমূহ (Advantages)

১. ODP মান শূন্য (০)।
২. GWP মান ৩ (তিন) যা শূন্য (০) বিবেচনা করা যায়।
৩. দীর্ঘমেয়াদি সমাধান।
৪. মিনারেল অয়েলের সাথে কাজ করতে পারে।
৫. পুরোনো সিস্টেমে সরাসরি ব্যবহার করা যায়।
৬. ক্ষমতা (Capacity) CFC-12 সমতুল্য।
৭. কম রিফ্রিজারেন্টের প্রয়োজন হয়।

অসুবিধা (Disadvantages) ঃ

১. এটি দাহ্য (Flammable)।
২. কিছু ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট পরিবর্তন করতে হয়।

Note: ইউরোপ, চীন, জাপান, অষ্ট্রেলিয়া এবং ভারতে নিরাপদের সাথে ব্যবহৃত হচ্ছে।

CFC-12 তুলনায় HC ব্লেন্ড এর পারফরমেন্স (HC Blend performance in comparison with CFC-12)

১. তাপীয় ক্ষমতা অনুরূপ।
২. CFC-12 পরিবর্তে সরাসরি ব্যবহার করা যায় (Drop in substitute for CFC-12).
৩. কয়েকটি ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্টের জন্য রিট্রোফিট প্রয়োজন হয়।
৪. সমান সাইজের কমপ্রেসর লাগে।
৫. CFC-12 এর কম্প্রেসর ব্যবহার করা যেতে পারে।
৬. CFC-12 সিস্টেমকে রূপান্তর করে HC Blend সিস্টেমে এ পরিণত করা যেতে পারে।
৭. নতুন সিস্টেমেও ব্যবহার করা যায়।
৮. কম রিফ্রিজারেন্টের প্রয়োজন হয়।
৯. চলমান প্রক্রিয়া খরচ কম।
১০. EER, CFC-12 থেকে বেশি, কম বা সমান হতে পারে।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, HC Blend এর সম্পাদিত কার্য CFC-12 এর কাছাকাছি এবং অন্যান্য সুবিধার ক্ষেত্রেও CFC-12 এর পরিবর্তে সরাসরি HC Blend ব্যবহার করা যায়।

ড্রপ ইন রিফ্রিজারেন্ট (Drop in Refrigerant)

কোনো হিমায়ন যন্ত্রে যে রিফ্রিজারেন্ট আছে তার পরিবর্তে হিমায়ন যন্ত্রের কোনোরূপ পরিবর্তন না ঘটিয়ে নির্দিষ্ট মাত্রায় অন্য রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করাকে ড্রপ ইন রিফ্রিজারেন্ট বা ড্রপ ইন সাবস্টিটিউট বলে।

সার্ভিসিং ও রিপেয়ারিং এর কাজে প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট

১. ডিজিটাল ক্ল্যাম মিটার (মাল্টি ফাংশন) (Digital Clamp Meter).
২. লাইন টেষ্টার বা নিয়ন টেষ্টার (500 V) (Line Tester).
৩. ইনসুলেশন টেপ রোল (Insulation Tape Roll).
৪. ফিউজ ওয়্যারস্ (Fuse Wires)-5, 10, 15 amps.

রিফ্রিজারেশন টুলস (Refrigeration Tools)

১. টিউব কাটার (Tube Cuter)
২. কাপিলারি টিউব কাটার (Capillary Tube Cuter)
৩. কপার টিউবের কাট পিস (Cut pieces of copper tube)
৪. ফ্লারিং ও সুয়েজিং টুলস্ সেট (Flaring and swaging tools set)
৫. বক্স ইন্ড এবং সকেট স্পেনার কাম স্ক্রু ডাইভার সেট (৪১ পিস) (Box end and socket spanner cum screwdriver set-41 pcs)
৬. এলেন কী সেট (Allen key set)
৭. ফিকস্ ইন্ড স্পেনার সেট (Fix end Spanner set)
৮. রেসেট রেঞ্জ অথবা সার্ভিস ভালভ রেঞ্জ (Ratchet wrench/service valve wrench)
৯. মাল্টিগ্রীপ/মানকি প্লায়ারস্ (Multigrip/Monkey Pliers)
১০. পিনস্ অফ প্লায়ারস্ (Pinch off pliers/self locking pliers) বা ক্রিমপিং টুলস (crimping tools)
১১. পিয়ার্সিং প্লায়ারস্ (Piercing pliers/valve)
১২. প্রসেস লাইন এডাপটর/কুইক কাপলার (Process line adapter/Quick coupler)

সাধারণ টুলস (General Tools)

১. অ্যাডজাস্টেবল স্পেনার (১৫০ মি.মি) (Adjustable Spanner 150 mm)
২. ইনসুলেটেড কম্বিনেশন প্লায়ারস্ ১৫০ মি.মি (Insulated Combination Pliers-150 mm)
৩. স্ক্রু ডাইভার-ফ্লাট ব্লেড টিপ (Screw Driver-Flat blade tip)
৪. ফ্লাট রাফ ফাইল ২০০ মি.মি (Flat Rough file 200 mm)
৫. রাউন্ড ফাইল ১৪০ মি.মি (Round file 150 mm)
৬. মেলেট/হেমার ৪০০ গ্রাম (Mallet/Hammer 400 gm)
৭. কোল্ড সিজেলস্ ২০০ মি.মি. (Cold chisels 200 mm)
৮. হ্যাক'স' ৩০০ মি.মি. ব্লেডসহ (Hacksaw Blade with frame size 300 mm)
৯. ইমারি ক্লথ/পেপার (Emery Cloth/Paper)
১০. স্ক্রুবার/ওয়ার ব্রাশ (Scrubber/Wire Brush)

ব্যক্তিগত নিরাপত্তার ইকুপমেন্ট (Personal Protection Equipments-PPEs)

১. হ্যাণ্ড গ্লোভস (Hand Gloves)
২. গগলস্ (Goggles)
৩. মাসক/ফেস শিল্ড (Mask/Face Shield)
৪. অ্যাপ্রোন (Apron)
৫. সেফটি সুজ (Safety Shoes)

গুরুত্বপূর্ণ ইকুপমেন্ট (Important Equipment)

১. রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী এবং রিসাইক্লিং ইউনিট (Refrigerant Recovery & Recycling Unit)
২. পোর্টেবল ইভাকোয়েশন ও রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং স্টেশন! ফিটিংস্, চার্জিং হোস সেট (৩টি) এবং ওজন স্কেলসহ (Portable Evacuation & Refrigerant changing station with fittings, charging hose set (3 nos & weighing scale)
৩. রিফ্রিজারেন্ট ক্যান এডাপটর সহ/সিলিন্ডার (Can with Adaptor/Cylinders for Refrigerant)
৪. থার্মোক্যাপল ভ্যাকুয়াম গেজ (Thermocouple vacuum gauge/micron meter)
৫. ডিজিটাল থার্মোমিটার (Digital Thermometer)
৬. দুই ষ্টেজ রেগুলেটর এবং হোসসহ নাইট্রোজেন সিলিন্ডার (Nitrogen cylinder with two stage regulator & hose)
৭. ফায়ার এক্সটিনগুইসার [Fire extinguisher (ABC powder type 2 kg)]

ব্রেজিং ইকুপমেন্ট (Brazing Equipment)

- অক্সি এসিটিলিন ব্রেজিং সেট (Oxy Acetylene Brazing set)
- এয়ার এলপিজি ব্রেজিং কিট (Air LPG Brazing kit)
- ব্রেজিং রড (এজি ও সিইউ) ফ্লাক্স পাউডারসহ (Brazing rod (Ag & Cu) along with flux powder)
- এসবেসটস লাইন্ড হিট ডিফ্লেক্টর (Asbestos lined heat deflector)
- ট্যাংগস্ (Tangs)
- আয়না (Mirror)

রিফ্রিজারেন্ট রিকভারি ও রিসাইক্লিং (Refrigerant Recovery & Recycling)

রিকভারি (Recovery)

যেকোন অবস্থায় কোনো রিফ্রিজারেশন সিস্টেম থেকে কোন প্রকার পরীক্ষা বা প্রসেসিং ব্যতীরেকে বাইরের কোনো নিরাপদ পাত্রে সংরক্ষণ করার উদ্দেশ্য রিফ্রিজারেন্ট স্থানান্তর করার পদ্ধতিকে রিকভারী বলে।

রিসাইক্লিং (Recyeling)

রিকভারী রিফ্রিজারেন্ট পুনরায় ব্যবহারের উদ্দেশ্য অয়েল পৃথককরণ, সিঙ্গেল বা মাল্টি পাস পরিবর্তনযোগ্য কোর ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করে জলীয় কণা, এসিডিটি, কণাকৃতি পদার্থ (Particulate matter) পরিষ্কার করার পদ্ধতিকে রিসাইক্লিং বলে।

রিক্লেইম (Reclaim)

রিকভারী করা রিফ্রিজারেন্টকে নতুন তৈরি করা রিফ্রিজারেন্টের স্পেসিফিকেশন অনুসারে রিপ্রসেস করার পদ্ধতিকে রিক্লেইম বলা হয়। এতে ডিসটিলেসনের প্রয়োজন হতে পারে এবং মেকানিক্যাল এ্যানালাইসিস এর মাধ্যমে প্রডাক্ট স্পেসিফিকেশনে আসছে কিনা পরীক্ষা করতে হয়। এ শব্দটি প্রকৃত পক্ষে ব্যবহৃত হয় সেখানে শুধুমাত্র রিপ্রসেসিং বা ম্যানুফ্যাকচারিং সুযোগ সুবিধা (Facility) আছে।

রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করার কারণ (Resons of Refrigerant Recovery)

আমরা জানি, CFCs এবং HCFCs রিফ্রিজারেন্ট বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দিলে ওজোনস্তরের ক্ষয় করে এবং পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি করে। যা পৃথিবীর মানবকূলের উপর হুমকি স্বরূপ।

HCFCs রিফ্রিজারেন্ট পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি করে যা জলবায়ু পরিবর্তন করে পৃথিবীতে নানা প্রকার দুর্যোগ বয়ে আনতে পারে। ভবিষ্যৎ প্রজন্মকে এ অবস্থা থেকে রক্ষা করার জন্য আমাদের উচিত CFCs, HCFCs এবং HFCs বায়ুমণ্ডলে না ছেড়ে কোনো নিরাপদ পাত্রে স্থানান্তর করে সংরক্ষণ করা, সম্ভব হলে রিসাইক্লিং বা রিক্লেইন করে পুনরায় ব্যবহার করা। কোনো রিফ্রিজারেটর বা অনুরূপ যন্ত্র যার ভিতরে CFCs, HCFCs এবং HFCs আছে সেগুলো বিকল হলে মেরামতের পূর্বে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করলে আমরা ওজোনস্তরের ক্ষয় এবং পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধির কুফল থেকে রক্ষা পাবো এবং ভবিষ্যৎ প্রজন্মকে একটি নির্মল পৃথিবী উপহার দিতে পারবো।

রিকভারী করার পদ্ধতি (Method of Recovery)

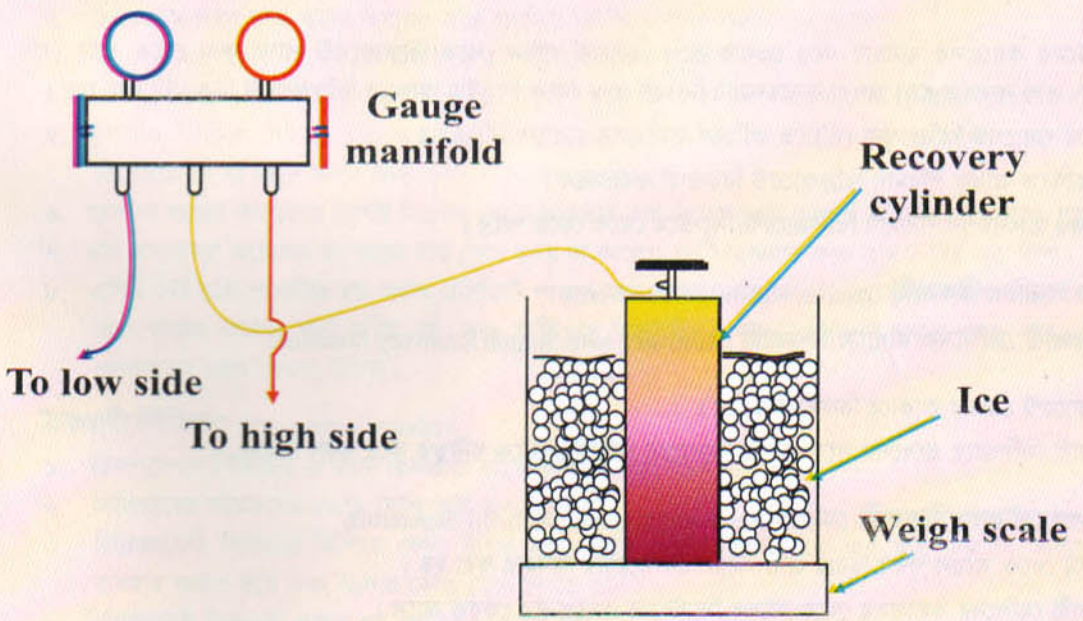
১. প্যাসিভ পদ্ধতি (Passive Method)
২. এ্যাকটিভ পদ্ধতি (Active Method)

প্যাসিভ পদ্ধতিতে রিকভারী (Passive Method of Recovery)

- এ পদ্ধতিতে বাইরের কোনো রিকভারী মেশিনের ব্যবহার করা হয় না।
- এটি চার্জ স্থানান্তর পদ্ধতি (Charge Migration Method)
- সিস্টেমের কমপ্রেসর ব্যবহার করা হয়।

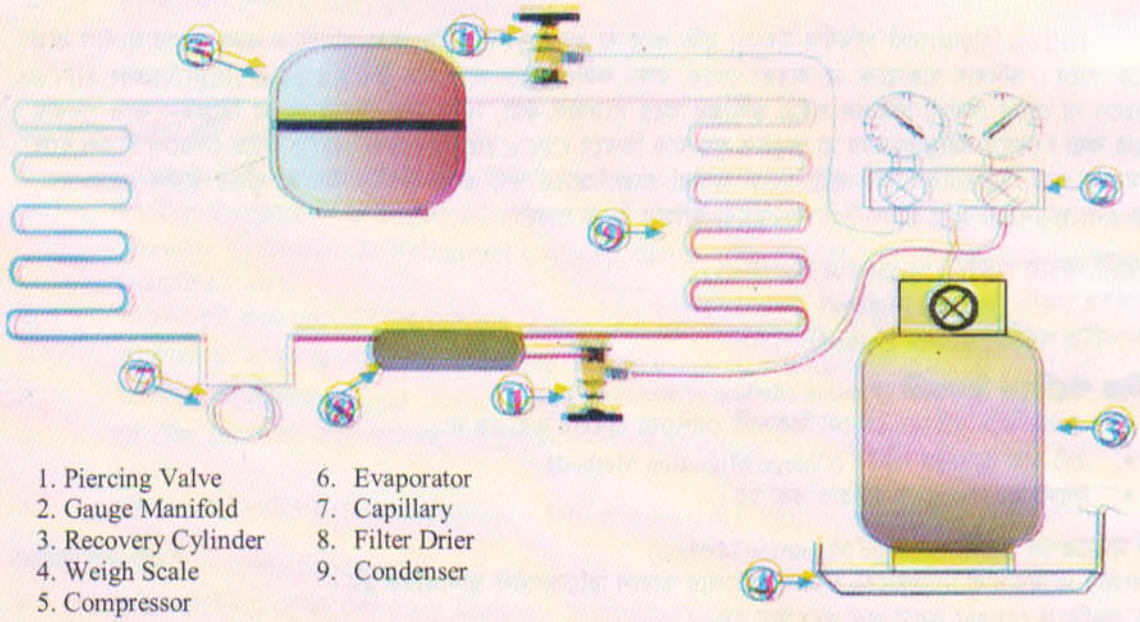
চার্জ মাইগ্রেশন পদ্ধতি (Charge Migration Method)

১. সিস্টেম ও রিকভারী সিলিন্ডারের চাপের পার্থক্যের কারণে রিফ্রিজারেন্ট স্থানান্তরিত হয়।
২. এ পদ্ধতিকে বেগবান করার জন্য প্রয়োজন হয়-
   (ক) রিকভারী সিলিন্ডার ভ্যাকুয়াম করা (Evacuating recovery cylinder)
   (খ) রিকভারী সিলিন্ডার বরফ পাত্রে স্থাপন করা (Placing recovery cylinder in ice bath)
৩. এ পদ্ধতিতে অল্প পরিমাণ রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করা যেতে পারে।



চিত্র ঃ চার্জ মাইগ্রেশন পদ্ধতি

প্যাসিভ রিকভারী সিস্টেমে কমপ্রেসরের ব্যবহার (Use of Compressor in Passive Recovery System)



1. Piercing Valve
2. Gauge Manifold
3. Recovery Cylinder
4. Weigh Scale
5. Compressor
6. Evaporator
7. Capillary
8. Filter Drier
9. Condenser

চিত্র ঃ প্যাসিভ রিকভারী সিস্টেমে কমপ্রেসরের ব্যবহারে সরঞ্জামাদি সংযোগ

১. সিস্টেমের কমপ্রেসর ব্যবহার করে ভেপার রূপে ডিসচার্জ লাইন থেকে রিফ্রিজারেন্ট পাম্প করা যেতে পারে (যদি সার্ভিস ভাল ব্যবহৃত হয়) অথবা কনডেনসার নির্গমন প্রান্ত থেকে লিকুইড আকারে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করা যায়।

২. মেনিফোল্ডর গেজ রিডিং শূন্য (০) তে পৌঁছলে কমপ্রেসর চালানো উচিত নয়।

৩. এ পদ্ধতিতে অধিক পরিমাণ রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করা সম্ভব।

৪. এরপরও তাৎপর্যপূর্ণ পরিমাণ রিফ্রিজারেন্ট সিস্টেমে থেকে যেতে পারে।

এ্যাকটিভ পদ্ধতির রিকভারী (Active Method of Recovery)

সরল রিকভারী মেশিনের মাধ্যমে রিকভারী (Recovery with Simple Recovery Machine)

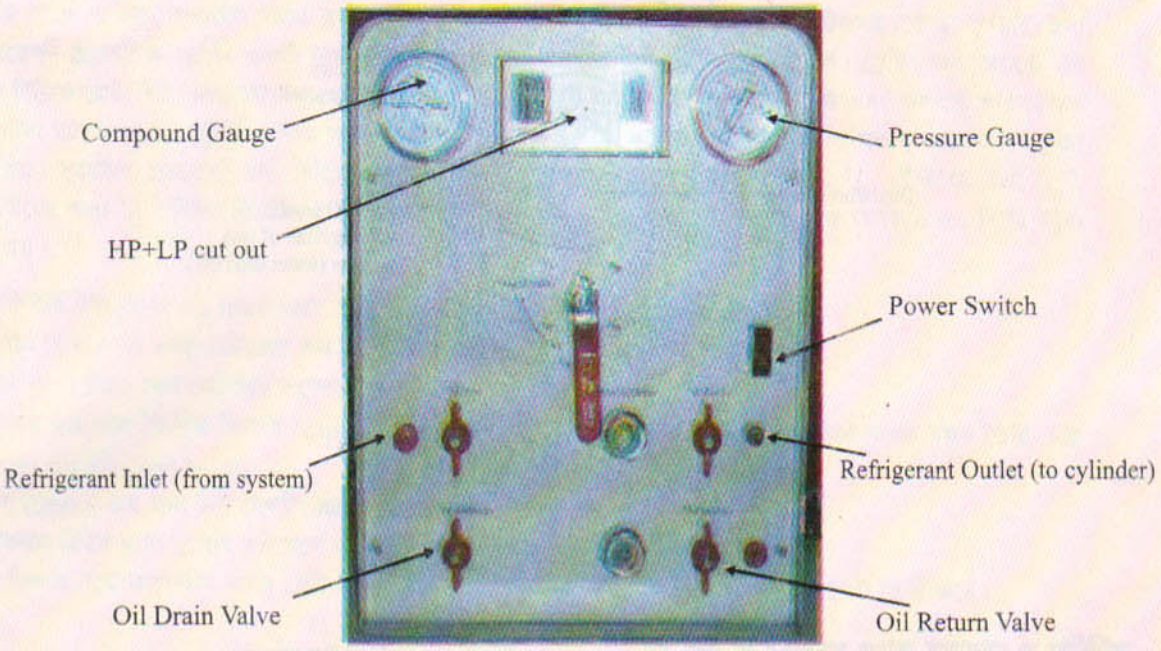
১. রিফ্রিজারেন্ট ভেপার আকারে রিকভারী করবে।

২. রিকভারী সিলিন্ডারে প্রবেশের পূর্বে ভেপার আকারের রিফ্রিজারেন্টকে ঘনীভূত করে তরল করবে।

অয়েল সেপারেটরসহ রিকভারী মেশিন (Recovery Machine with Oil Separator)

১. সিস্টেম থেকে অয়েল পৃথক করার জন্য অয়েল সেপারেটার ব্যবহার করা হয়।

২. রিকভারী মেশিনের কমপ্রেসর থেকে অয়েল সিস্টেমের কমপ্রেসরে ফেরত আসে।



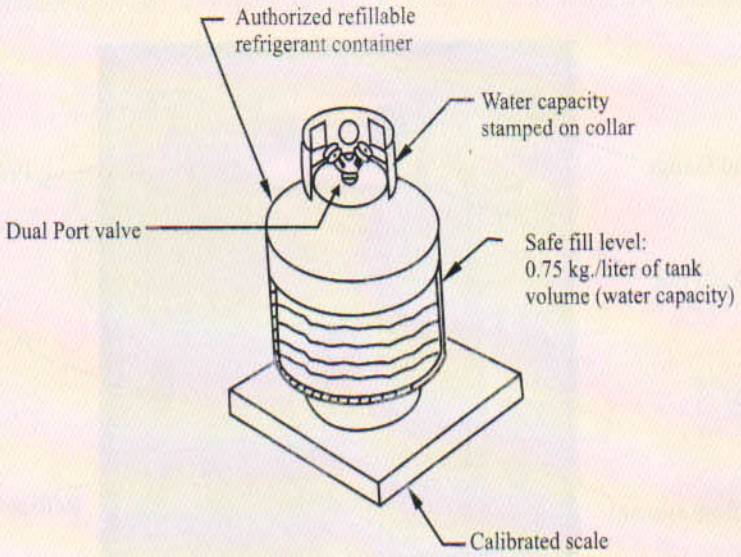
চিত্র ঃ রিকভারী ইউনিট

রিফ্রিজারেন্ট রিকভারীর জন্য পরামর্শ (Suggested Guidelines for Refrigerant Recovery)

১. হাইড্রোকার্বন ব্যতীত অন্য কোনো রিফ্রিজারেন্ট বাতাসে ছাড়া যাবে না।
২. ২০০ গ্রাম পর্যন্ত চার্জ করার হিমায়ক যন্ত্রে প্যাসিভ পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে।
৩. ২০০ গ্রামের অধিক চার্জের হিমায়ন যন্ত্রে এ্যাকটিভ ম্যাথোড ব্যবহার করা ভাল।
৪. যে সিস্টেমের কমপ্রেসর জ্বলে গেছে সে সিস্টেমের থেকে রিকভারী করা রিফ্রিজারেন্ট পুনরায় ব্যবহার করা যাবে না।
৫. কুলসিত রিফ্রিজারেন্ট (Contraminated Refrigerant) রিকভারী করা উচিত এবং মাল্টি প্লাস রিসাইক্লিং বা রিক্লেইমেশন বা ধ্বংস করার জন্য পৃথক করে রাখতে হবে।
৬. জ্বলে না যাওয়া কমপ্রেসর বিশিষ্ট সিস্টেম থেকে রিকভার করা রিফ্রিজারেন্ট পুনরায় ব্যবহার করা যেতে পারে।
৭. যদি কমপ্রেসর অয়েলের রং বদলে যায় (গাঢ় ধূসর বা কালো) সেটি রিকভার করে এসিড টেষ্ট করা ভাল।
৮. এসিড টেষ্ট যদি পজেটিভ হয় অর্থাৎ এসিডিটি পাওয়া যায় তাহলে রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করার পর ওই রিফ্রিজারেন্ট এবং অয়েল ব্যবহার করা উচিত নয়। বরং মাল্টিপ্লাস রিসাইক্লিং অথবা রিক্লেমেশন অথবা ধ্বংস করে দেওয়ার জন্য পৃথকভাবে রেখে দেওয়া উচিত।

রিকভারী সিলিন্ডার (Recovery Cylinder)

১. ডিসপসেবল সিলিন্ডার বা ক্যান রিকভারী কাজে ব্যবহার করা যাবে না।
২. সিলিন্ডারের আয়তনের ৮০% বেশি ভর্তি করা যাবে না।
৩. রিফ্রিজারেন্ট সিলিন্ডার মিশিয়ে ফেলা উচিত নয়। অর্থাৎ নির্দিষ্ট রিফ্রিজারেন্ট এর জন্য আলাদা আলাদা সিলিন্ডার ব্যবহার করতে হবে এবং কালার কোড মেনে চলতে হবে।
৪. রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করার পর লেভেল লাগাতে হবে।



চিত্র ঃ রিকভারী সিলিন্ডার

সার্ভিসিং ও মেরামত কাজে সচরাচর যা করা হয় (Common Practices or Bad Practices)

১. কপার টিউব, স্টীল টিউব ব্রেজিং করার জন্য ইলেকট্রোড হিসেবে কপার ইলেকট্রোড ব্যবহার করা।
২. এয়ার বা রিফ্রিজারেন্ট দিয়ে সিস্টেম ফ্লাসিং করা।
৩. পরিষ্কার করার জন্য পেট্রোল/কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ব্যবহার করা।
৪. লিক টেষ্টের জন্য এয়ার বা রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করা।
৫. সিস্টেমের কমপ্রেসর দিয়ে ওই সিস্টেমকে ভ্যাকুয়াম করা অথবা পুরাতন অথবা ব্যবহার করা কমপ্রেসর ভ্যাকুয়াম পাম্প হিসেবে ব্যবহার করা।
৬. সঠিক ভ্যাকুয়াম হয়েছে কিনা তা মূল্যায়ন না করা।
৭. অনুভূতি অথবা চাপ পদ্ধতিতে রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করা (Trial and error method)।
৮. এন্টিময়েস্ট ব্যবহার করা।
৯. রিফ্রিজারেন্টের কন্ট্রামিনেশন অথবা ক্রস কন্ট্রামিনেশন।

মনোযোগ দেওয়ার ক্ষেত্রসমূহ (Areas of Focus)

১. ব্রেজিং (Brazing)
২. ক্লিনিং ও ফ্লাসিং (Cleaning & Flushing)
৩. লিক টেস্টিং (Leak Testing)
৪. ভ্যাকুয়ার করা (Evacuation)
৫. পরিমাপ/ভ্যাকুয়াম ধরে রাখা (Measurement/Holding of vacuum)
৬. রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করণ (Charging of Refrigerant)
৭. পারফরমেন্স পরীক্ষা করা (Performance Testing)
৮. কস কন্ট্রামিনেশন (Cross Contamination)

রিফ্রিজারেশন এর ক্ষেত্রে ব্রেজিং (Brazing in Refrigeraiton)

কপারের সাথে কপার, কপারের সাথে ব্রাস এবং কপারের সাথে স্টীল টিউবের শক্ত ও টিকসই জোড়া দেয়ার জন্য রিফ্রিজারেশন প্র্যাকটিসে ব্রেজিং একটি নিজস্ব অংশ যা কম্পন, আঘাত এবং টানে টিকে থাকে। ব্রেজিং করা জয়েন্ট এর মাধ্যমে রিফ্রিজারেন্ট লিক করে সিস্টেম থেকে বের হয়ে ওজনস্তরের ক্ষয়, পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি এবং জলবায়ু পরিবর্তনের মতো ঘটনা ঘটাতে পারে। ব্রেজিং করার আগে বেজ মেটারের এক খন্ডে সুয়েজিং করে আর এক খন্ড ঢুকিয়ে দিয়ে ব্রেজিং করতে হয়। সুয়েজিং এর জন্য বেস টিউবের ব্যাসের সমপরিমাণ ব্যাস বাড়াতে হয়। যেমন ঃ $^{১}/_{৪}$" টিউবের জন্য $^{১}/_{৪}$", $^{১}/_{২}$" টিউবের জন্য $^{১}/_{২}$" টিউব সুয়েজিং করতে হয়। দুই বেস মেটাল এর মধ্যে ক্লিয়ারেন্স ০.০৫ থেকে ০.২০ মি.মি মধ্যে রাখতে হয়।

ব্রেজিং ফিলার রড (Brazing filler rod)

১। ব্রেজিং ফিলার রড বেজ মেটালের কম তাপমাত্রায় গলবে।

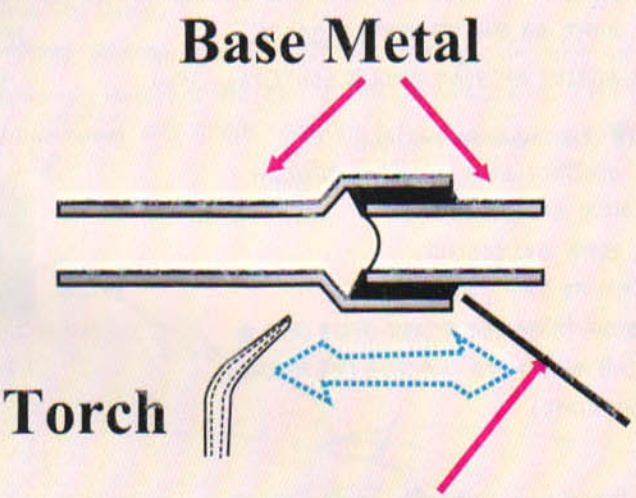
২। তাপ দেয়া উত্তপ্ত বেস মেটারের সংস্পর্শে ফিলার রড গলা উচিত।

৩। ফিলার রড গলে কৈশিক ক্রিয়ায় (capillary action) বেজ মেটালের ফাঁকা স্থানে প্রবেশ করে ধাতব বন্ধন তৈরি করে (form metallogical bold).

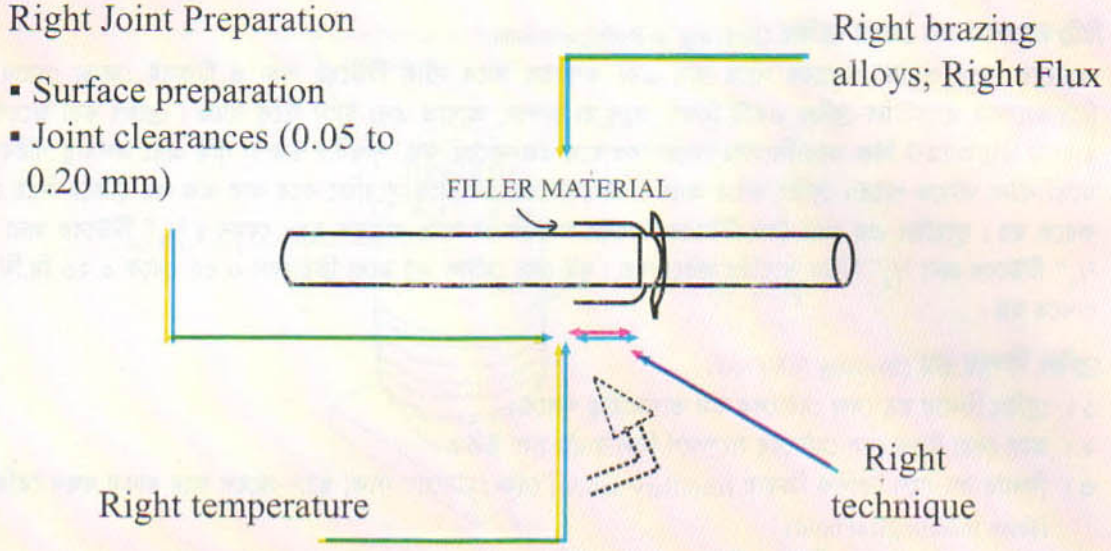
৪। ব্রাস (Brass) এর জন্য নিচু মেলটিং তাপমাত্রা অগ্রাধিকার দেয়া হয়।

৫। যেসকল টিউব খাদ্য দ্রব্যের সংস্পর্শে আসে সেখানে cd যুক্ত এ্যালয় অগ্রাধিকার পায়।

৬। যে ফিলার রডে ফসফরাস আছে সেটি স্টীলে ব্যবহার করা উচিত নয়। কারণ এটি ভঙ্গুর জয়েন্ট তৈরি করে।



চিত্র ঃ বেজ মেটাল, ফিলার রড এবং টর্চের অবস্থান



চিত্র ঃ ভাল ব্রেজ জয়েন্টের পূর্ব শর্তসমূহ

ব্রেজিং এর জন্য তাপমাত্রা (Temperature for brazing)

- ফসফরাস কপার এ্যালয় ফিলার রডের জন্য আকাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রা ৭৫০°C হতে ৮১৫°C
- ফসফরাস কপার এ্যালয় এর জন্য গড় তাপমাত্রা ৭৫০°C
- কপার ও সিলভার এ্যালয়ের জন্য সঠিক তাপমাত্রা ৬০০°C (Ag > 35%)

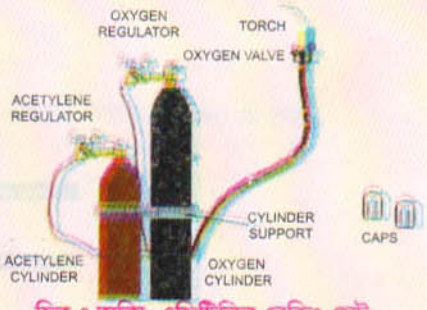
ব্রেজিং এর জন্য শক্তবস্তু (Hardware for brazing)

- জ্বালানি (fuel) : এসিটিলিন-এয়ার, এসিটিলিন-অক্সিজেন, এলপিজি-এয়ার অথবা এলপিজি-অক্সিজেন
- ফুয়েল সিলিন্ডার, ভালভ এবং রেগুলেটর
- উপযুক্ত নজল/টিপস সহ টর্স
- ফুয়েল এবং অক্সিজেন সিলিন্ডারের সংযোগ দেয়ার হোস ও টর্চ হ্যাণ্ডেল রেগুলেট করার সংযুক্ত রেগুলেটর (দুই রকমের)

১। ফিলার রড (ব্রেজিং এ্যালয়)

২। ফ্লাক্স

নোট ঃ ব্রেজিং করার পর নিচের অংশে ভাল ব্রেজিং হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করার জন্য আয়না (Mirror) ব্যবহার করা হয়।



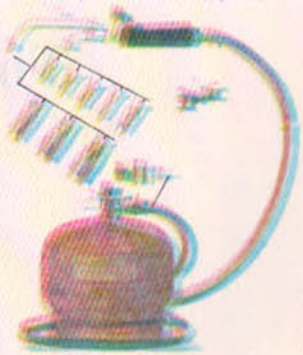
চিত্র ঃ অক্সি-এসিটিলিন ব্রেজিং সেট

মানানসই ব্রেজিং ইকুপমেন্ট (Suitability of brazing equipment)

১। অক্সি-এসিটিলিন সবচেয়ে ভাল (Best suited)

২। অক্সিজেন-এলপিজি এয়ার এলপিজির চেয়ে ভাল।

৩। এয়ার-এলপিজি অপর্যাপ্ত তাপমাত্রা হতে পারে। তবে $^{3}/_{8}$" কপার টিউব পর্যন্ত ব্রেজিং করার জন্য উপযোগী।



চিত্র ঃ এলপিজি এয়ার ব্রেজিং সেট

গ্যাস ওয়েল্ডিং শিখা (Gas welding flame)

গ্যাস ওয়েল্ডিং পদ্ধতিতে একটি সাহায্যকারী গ্যাস ও একটি জ্বালানি গ্যাসের মিশ্রণকে জ্বালাবার ফলে সৃষ্ট যে ফ্লেম (flame) বা শিখা হতে উত্তাপ প্রদান করা হয় তাকে গ্যাস ওয়েল্ডিং শিখা বলে।

একটি শিখার নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন ঃ

১। ধাতুকে গলানোর জন্য শিখা পর্যাপ্ত তাপমাত্রায় থাকতে হবে।

২। তাপের অপচয় পূরণের জন্য যথেষ্ট তাপ উৎপাদক হতে হবে।

৩। শিখা এমন হওয়া উচিত যাতে ধাতুকে পুড়িয়ে না ফেলে এবং অক্সিজেন সংযোগ (Oxidation) না ঘটায়।

৪। শিখা কোন সময়ই ধাতুর সাথে কোন ময়লা বা অন্য কোন অপ্রত্যাশিত তৃতীয় পদার্থ (ধাতু বা অধাতু) যোগ করে না।

৫। শিখা কখনই ধাতুতে কার্বন যোগ করে না।

অক্সি-এসিটিলিন শিখা (Oxy-Acetylene Flame)

অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসের মিশ্রণকে জ্বালানোর ফলে যে শিখার উৎপত্তি হয় তাকে অক্সি-এসিটিলিন শিখা বলে। অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসকে ব্রো পাইপ বা টর্চ এর মাধ্যমে প্রয়োজনীয় অনুপাতে মিশিয়ে এই শিখা জ্বালানো হয়।

অক্সি-এসিটিলিন শিখা তিন প্রকার। যথা ঃ

১। কার্বুরাইজিং বা কার্বনাইজিং শিখা (Carburizing or carbonizing flame)

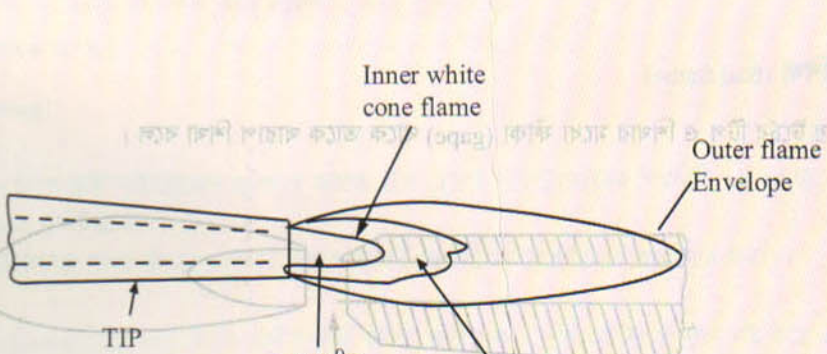
২। নিরপেক্ষ শিখা (Netural flame)

৩। অক্সিডাইজিং শিখা (Oxydizing flame)

উপরোক্ত শিখা সমূহের মধ্যে অক্সিডাইজিং শিখার তাপমাত্রা সর্বাপেক্ষা বেশি হলেও কার্যক্ষেত্রে নিরপেক্ষ শিখাই বেশি ব্যবহৃত হয়। অক্সি-এসিটিলিন শিখার সর্বাধিক উত্তাপ ৬৩৩২° ফারেনহাইট।

কার্বুরাইজিং (Carburizing flame)

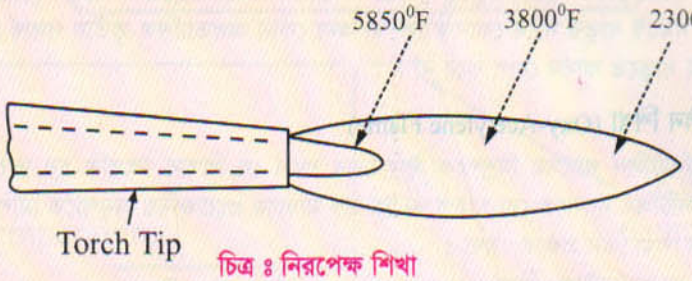
যেঅক্সি-এসিটিলিন শিখায় অক্সিজেন থেকে এসিটিলিনের পরিমাণ বেশি থাকে তাকে কার্বুরাইজিং শিখা বলে। একে রিডিউসিং শিখা (Reducing flame) ও বলা হয়। এ শিখাতে অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসের অনুপাত থাকে ০.৯:১। অভ্যন্তরীণ কোণ (Inner cone) এবং বাহ্যিক এনভেলপ (Outer envlope) এর মধ্যবর্তী লম্বা পালক আকৃতি দেখে এ শিখা চেনা যায়।



চিত্র ঃ কার্বুরাইজিং শিখা

নিরপেক্ষ শিখা (Netural flame)

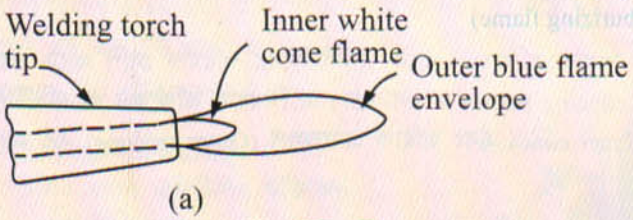
যেঅক্সি-এসিটিলিন শিকার অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসের পরিমাণ সমান থাকে তাকে নিরপেক্ষ (Netural) শিখা বলে। সমপরিমাণ অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসের সমন্বয়ে গঠিত এ নিরপেক্ষ শিখার ব্যবহার সর্বাধিক। এ শিখার অভ্যন্তরীণ কোণ (Inner cone) খুব ছোট হয় এবং হালকা নীল রঙের হয়। এ শিখার দু'টি গ্যাসের কোনোটিই এককভাবে কোনো ধাতুর উপর ক্রিয়া করতে পারে না বলে একে নিরপেক্ষ শিখা বলা হয়। এ শিখার তাপমাত্রা সর্বাধিক ৫৮৫০° ফারেনহাইট।



চিত্র ঃ নিরপেক্ষ শিখা

অক্সিডাইজিং শিখা (Oxydizing flame)

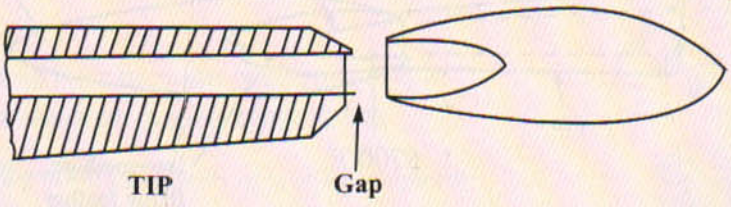
যেঅক্সি-এসিটিলিন শিখায় এসিটিলিনের চাইতে অক্সিজেন গ্যাসের পরিমাণ বেশি থাকে তাকে অক্সিডাইজিং শিখা বলে। এতে অক্সিজেন ও এসিটিলিন গ্যাসের অনুপাত ১:৫:১। অক্সিডাইজিং শিখার তাপমাত্রা মোটামুটি ৬০০০° ফারেনহাইট।



চিত্র ঃ অক্সিডাইজিং শিখা

খারাপ শিখা (Bad flame)

যে শিখায় টর্চের টিপ ও শিখার মধ্যে ফাঁকা (gape) থাকে তাকে খারাপ শিখা বলে।



চিত্র ঃ খারাপ শিখা

ফ্লাক্স (Flux)

ব্রেজিং এর সময় বেস মেটালের জোড়াস্থান হতে অক্সাইডকে (Oxide) অপসারণ করার জন্য এবং উক্ত অক্সাইডের গলনাংক কমিয়ে নিখুত ব্রেজ গঠনের জন্য যে রাসায়নিক পদার্থ (Chemical substance) ব্যবহৃত হয় তাকে ফ্লাক্স বলে। ফ্লাক্সের সাথে অক্সাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন (Slug) ব্রেজিং এর সময় সহজেই জোড়া স্থান হতে দূরীভূত হয়।

ব্রেজিং এর ক্ষেত্রে ফ্লাক্সের ভূমিকা

১। অক্সিজেন সংযোগ বা (Oxidation) অক্সিডেশন কমানোর জন্য।
২। গলনাংক কমিয়ে অক্সাইডকে সহজেই দূরীভূত করার জন্য।
৩। বায়বীয় অক্সিজেন, নাইট্রোজেন ও অন্যান্য অপদ্রব্য (Impurities) অপসারণ করার জন্য।
৪। শক্ত (Strong) ও নমনীয় (Ductile) ব্রেজ তৈরির জন্য।
৫। ব্রেজিং প্রণালীকে সহজ করার জন্য।
৬। ব্রেজিং এলয় এ ফসফরাস থাকলে এটি সেলফ ফ্লাক্সিং এর কাজ করে।
৭। এটি কপারের সাথে কপার ব্রেজিং এ ব্যবহার করা হয়।
৮। মেটাল ব্রেজিং সময় পৃথক ফ্লাসের প্রয়োজন হয়। কারণ ফিলার রডে কোন ফসফরাস থাকে না।
৯। অনেক কেমিক্যাল থেকে ফ্লাক্স তৈরি হয় যেমন- বরিক এসিড, বরেড ফ্লোরাইড, ফ্লোরো বোরেড, ডি-অক্সিডাইজ পানি এবং আর্দ্র করার এজেন্ট।
১০। ফ্লাক্স পাউডার, পেস্ট ও লিকুইড আকারে পাওয়া যায়।
১১। ব্রেজিং শেষে জয়েন্ট কুসুম গরম পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে এবং ব্রাস দিয়ে ফ্লাক্স দূর করতে হবে। অন্যথায় এটি জয়েন্ট ক্ষয় করবে এবং লিক দেখা দিবে।

ক্লিনিং এবং ফ্লাসিং এ (Cleaning & flushing) যা ব্যবহার করতে হবে (Use)

- ক্লিনিং ও ফ্লাসিং এর কাজে ড্রাই-নাইট্রোজেন পাঁচ বার (5 bar) চাপে ব্যবহার করতে হবে।
- কেমিক্যাল ক্লিনিং এর জন্য MDC, Hexane ব্যবহার করা যেতে পারে।

যা ব্যবহার করা যাবে না-

- CTC ফেজ আউট হয়ে গেছে।
- এয়ার- এতে জলীয় কনা (Moisture) থাকে, লুব্রিকেন্ট ও অন্যান্য গ্যাস সমূহ সিস্টেমের ক্ষতিসাধন করে।
- অক্সিজেন-কমপ্রেসর অয়েলের জন্য এটি ক্ষতিকারক।
- পেট্রোল- এতে অনেক অপদ্রব্য থাকে যা কমপ্রেসরকে ধ্বংস করে দিতে পারে।

লিক টেস্টিং (Leak Testing)

যা ব্যবহার করা যাবে-

- দশ বার (10 bar) চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করতে হবে। (ড্রাই নাইট্রোজেনের পিয়রিটি ৯৯.৯৯%, ডিউ পয়েন্ট সর্বনিম্ন- ৪০° সেন্টিগ্রেড)
- কর্মাশিয়াল নাইট্রোজেনের সাথে ড্রায়ার ব্যবহার করতে হবে। (জলীয় কনার পরিমাণ কমানোর জন্য)।

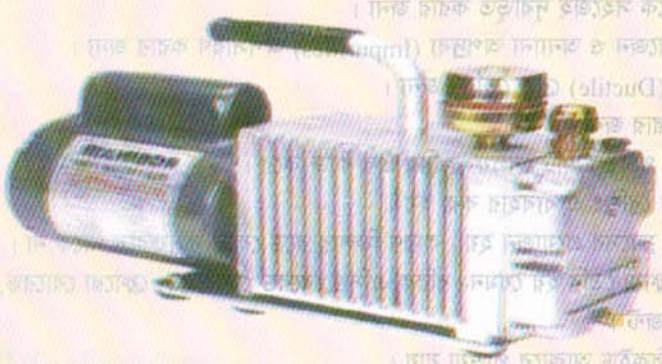
যা ব্যবহার করা যাবে না-

- সংকুচিত বাতাস (compressed air)- এতে জলীয় কনা থাকে, জলীয় কনা লুব্রিকেন্টের গুণাগুণ নষ্ট করে এবং বিভিন্ন ধরনের গ্যাস উৎপন্ন করে সিস্টেমের ক্ষতি সাধন করে।
- রিফ্রিজারেন্ট- আর্থিক ক্ষতি, বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দিলে ওজোনস্তরের ক্ষয়।
- পৃথিবীর উত্তাপ বৃদ্ধি ঘটাতে পারে।

ভ্যাকুয়াম করার যন্ত্র (Equipment for Evacuation)

যা ব্যবহার করা যাবে-

- ভ্যাকুয়াম পাম্প (vacuum pump) : রিফ্রিজারেশন সিস্টেম ভ্যাকুয়াম করার জন্য ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করা উচিত যা ২০-৫০ মাইক্রন Hg ভ্যাকুয়াম করতে পারে। ভ্যাকুয়াম পাম্প হওয়া উচিত দুই স্টেজ বিশিষ্ট রোটারি পাম্প । সবথেকে ভাল দুই স্টেজ মাল্টি ভ্যান রোটারি পাম্প ব্যবহার করা।



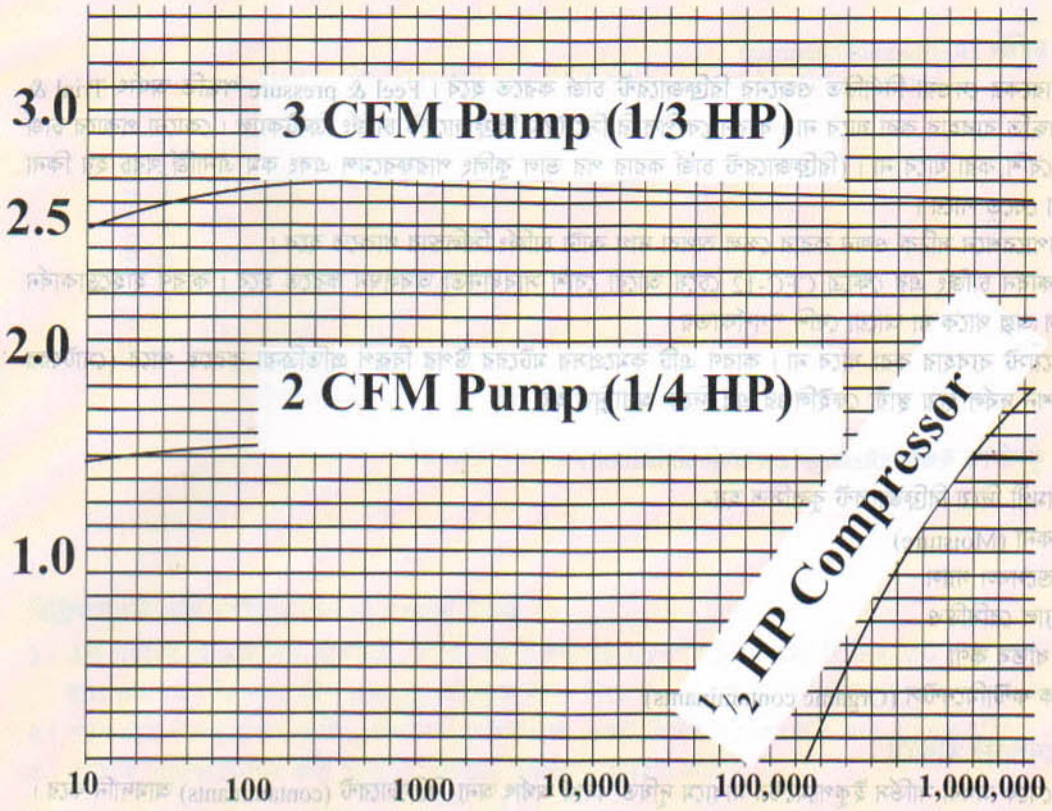
চিত্র ঃ ভ্যাকুয়াম পাম্প

যা ব্যবহার করা যাবে না-

- রিফ্রিজারেশন সিস্টেমের কমপ্রেসর- রিফ্রিজারেশন সিস্টেমের কমপ্রেসর ভ্যাকুয়াম করার কাজে ব্যবহার করলে কমপ্রেসর ফেইলিওর অগ্রান্বিত হবে। কারণ কমপ্রেসরের ডিসচার্জ চেম্বারে জলীয় কনা জমা হয়, লুব্রিক্যান্ট হ্রাস পেতে পারে।
- অন্যান্য হারমেটিক/সেমি হারমেটিক/ওপেন রিফ্রিজারেশন কমপ্রেসর- অপর্যাপ্ত ভ্যাকুয়াম হয় এতে জলীয় কনা (Moisture) ফুটতে পারে না, ফলে সিস্টেম সম্পূর্ণ ভ্যাকুয়ামকরণ সম্ভব হয় না।

Temp (^{0}C)	Pressure					
	Microns (Hg)	mm (Hg)	Inches (Hg)	Psia	Millibar	Pascals
100	760,000	760	0	14.7	1013	101,300
70	233,680	234	-20.8	4.52	303	30.3
50	92,456	92	-26.36	1.79	12	12,000
40	55,118	55	-27.83	1.07	72	7,200
30	31,750	32	-28.75	0.61	45	4,500
25	23,000	23	-29.1	0.44	30	3,000
20	17,500	17.5	-29.3	0.34	23	2,300
10	10,000	10	-29.65	0.196	13	1,300
0	4,572	4.5	-29.82	0.088	6	600

চিত্র ঃ ভ্যাকুয়াম পাম্প কেন প্রয়োজন হয় (তাপমাত্রার চাপ চার্ট)



চিত্র ঃ ভ্যাকুয়াম পাম্প বনাম কমপ্রেসর এর ভ্যাকুয়াম করার ক্ষমতার লেখচিত্র

সঠিকভাবে ভ্যাকুয়াম পরিমাপ (Measuring Vacuum accurately)

- থার্মোকাপোল ভ্যাকুয়াম গেজ ব্যবহার করা যার ক্ষমতা ৫-৫০০০/১,০০০০ মাইক্রোন।

ক) ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাহায্যে ৫০০ মাইক্রোন বা তার নিচের ভ্যাকুয়াম করতে হবে।

খ) ভ্যাকুয়াম পাম্পকে আইসুলেট করে ৫-১০ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে এবং পর্যবেক্ষণ করতে হবে ভ্যাকুয়াম এর পাঠ বৃদ্ধি পায় কিনা।

গ) (ক) এবং (খ) এর পুনরাবৃত্তি ঘটাতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না (খ) ১৫০০ মাইক্রোন বা তার নিচের লেভেলে স্থির না হয়। সবথেকে ভাল অপেক্ষাকৃত কম মাইক্রোন লেভেলে স্থির হওয়া।

ঘ) যদি মাইক্রোন লেভেল ভ্যাকুয়াম গেজ না থাকে তবে বার্ডন টিউব গেজ ব্যবহার করলে ভ্যাকুয়ামের সঠিক মান নাও জানা যেতে পারে।

ঙ) মাইক্রোন গেজের অভাবে যদি বার্ডন টিউব টাইপ ভ্যাকুয়াম গেজ ব্যবহার করা হয়, তবে গেজের পাঠ-২৯.৯"/-৭৬০ মিলিমিটার/০ মিলিবার (at sea level) পৌঁছার পর ভ্যাকুয়াম পাম্প কমপক্ষে আধা ঘন্টা চালু রাখতে হবে।

রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং (Refrigerant charging)

- প্রস্তুতকারকের দেওয়া নির্ধারিত ওজনের রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে। Feel & pressure পদ্ধতি অর্থাৎ Trial & error পদ্ধতি ব্যবহার করা যাবে না। কারণ কেপিলারি সিস্টেমে রিফ্রিজারেন্ট চার্জিং ক্রিটিক্যাল। কোনো প্রকারে চার্জ কম বা বেশি করা যাবে না। (রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করার পর ভাল কুলিং পারফরমেন্স এবং কম এনার্জি খরচ হয় কিনা তা দেখা যেতে পারে।
- চার্জিং অপারেশনে সঠিক ওজন করার স্কেল অথবা দাগ কাটা চার্জিং সিলিন্ডার থাকতে হবে।
- হাইড্রোকার্বন চার্জিং এর ক্ষেত্রে CFC-12 চেয়ে আরো বেশি সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। কারণ হাইড্রোকার্বন পরিমাণে অল্প থাকে যা আরো বেশি স্পর্শকাতর।
- এন্টি ময়েস্ট ব্যবহার করা যাবে না। কারণ এটি কমপ্রেসর মটরের উপর বিরূপ প্রতিক্রিয়া করতে পারে (মোটরের ইনসুলেশন দুর্বল হয়ে স্থায়ী ফেইলিওর এর দিকে অগ্রান্বিত হয়।

রিফ্রিজারেন্ট কুলসিত হওয়া (Refrigerant contramination)

নিম্নলিখিত সামগ্রী দিয়ে রিফ্রিজারেন্ট কুলসিত হয়-

১। জলীয় কনা (Moisture)
২। নন কন্ডেসেবল গ্যাস
৩। কেমিক্যাল রেসিডিও
৪। ময়লা, ধাতব কণা
৫। অর্গানিক কন্টামিনেন্টস (Organic contaminants)

ক্রস কন্টামিনেশনের মাধ্যমে

অন্য সিস্টেম থেকে অথবা সার্ভিস ইকুপমেন্টের মাধ্যমে দূষিত পদার্থ অর্থাৎ অন্য-রিফ্রিজারেন্ট (contaminants) আমদানি করে।

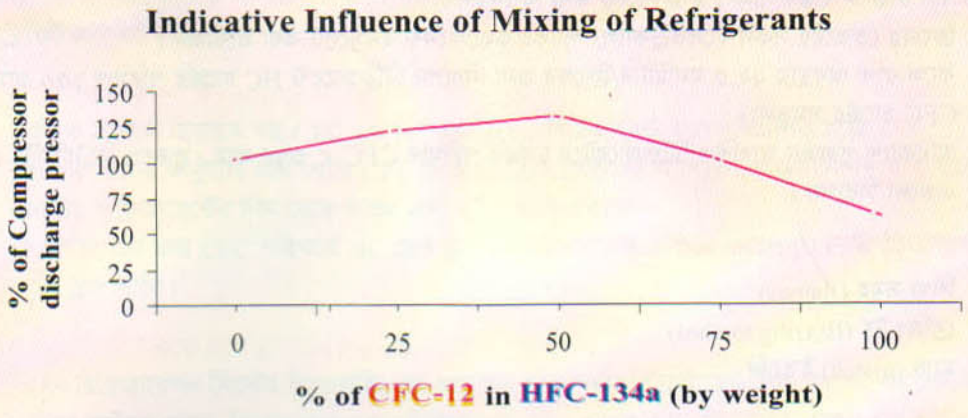
কন্টামিনেন্টস (Contaminants)

অন্য রিফ্রিজারেন্ট, অন্য লুব অয়েল, কেমিক্যাল রেসিডিও অন্য সিস্টেম থেকে এসে মিশ্রিত হয়।

ক্রস কন্টামিনেশন হয় এক রিফ্রিজারেন্ট অন্য রিফ্রিজারেন্টের সাথে মিশে (Cross contamination due to refrigerant mixing) ঃ

- ❖ এতে হিমায়ন যন্ত্রের পারফরমেন্স ভীষণ ক্ষতি হয়।
- ❖ CFC-12 এবং HCFC-22 মিশ্রণে যে সমস্যা হয় (সরূপ) সমস্যা সৃষ্টি হয়।

নিচে লেখচিত্রের সাহায্যে ক্রস কন্টামিনেশনের প্রভাব দেখানো হলো।



চিত্র ঃ রিফ্রিজারেন্ট মিক্সিং বা ক্রস কন্টামিনেশনের প্রভাব

রিফ্রিজারেন্ট ক্রস কন্টামিনেশন না হওয়ার উপায়

১। এক ধরনের রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী, চার্জিং করার পর ওই যন্ত্রপাতি দিয়ে অন্য রিফ্রিজারেন্ট চার্জ বা রিকভারী করতে হলে ওই যন্ত্রপাতি সমূহ ডীপ (Deep) ভ্যাকুয়াম পাম্প দিয়ে ১০০০ মাইক্রোন পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করতে হবে।

২। সম্ভব হলে ইভেকুয়েশন, চার্জিং, রিকভারী মেশিনগুলো একটি নির্দিষ্ট রিফ্রিজারেটর জন্য ব্যবহার করা।

৩। প্রত্যেক রিফ্রিজারেন্টের জন্য আলাদা রিকভারী সিলিন্ডার ব্যবহার করা।

নিরাপদ হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড রিফ্রিজারেন্ট হ্যান্ডলিং (Safe HC Blend Refrigerant handling)

দাহ্যতা (Flammability)

হাইড্রোকার্বনের দাহ্যতার সীমা (Flammability Limits of HCs)

দাহ্যতার সীমা (Flammability range : 2-10 by Vol % in air)

নিরাপদ HC হ্যাণ্ডলিং এর জন্য বাস্তব ব্যবহারিক সীমা (Practical limits for safe HC handling) সর্বোচ্চ ৮ গ্রাম/ঘনমিটার : ব্যবহারিক বা বাস্তব সীমা (European standards) অর্থাৎ

(ক) ২৫০ লিটার ফ্রিজের জন্য ২ গ্রাম

(খ) ৩ মি × ৩ মি × ২.৫ মি (২২.৫ ঘনমিটার) কক্ষের জন্য ১৮০ গ্রাম।

রিট্রোফিট (Retrofit)

একটি নির্দিষ্ট রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্রকে যখন অন্য একটি রিফ্রিজারেন্ট দিয়ে চালানোর ব্যবস্থা করা হয় তাকে রিট্রোফিট বলা হয়।

রিট্রোফিট কেন করা হয় (Why Retrofit)

- অনেক সংখ্যক হিমায়ক যন্ত্র CFC, HCFC এবং HFC রিফ্রিজারেন্ট দ্বারা পরিচালিত হচ্ছে।
- ২০১০ সালের জানুয়ারি মাস থেকে CFC জাতীয় রিফ্রিজারেন্ট এর উৎপাদন, আমদানি বন্ধ হয়ে যাবে বিধায় এ জাতীয় রিফ্রিজারেন্টের দাম বেড়ে যাচ্ছে এবং দুস্প্রাপ্য হয়ে যাবে।
- সার্ভিসিং এর জন্য CFC পরিবর্তে HC ব্লেন্ড ড্রপ ইন রিফ্রিজারেন্ট ব্যবহার করলে CFC নির্গম এবং পৃথিবীর উষ্ণতা বৃদ্ধি হ্রাস পাবে।

কখন রিট্রোফিট করতে হবে (When Retrofit)

- যখন রিফ্রিজারেশন সিস্টেম রিপেয়ারিং এর প্রয়োজন হবে অর্থাৎ রিফ্রিজারেন্ট লিক করলে, কমপ্রেসর ফেল করলে, ড্রায়ার আটকে গেলে, বিশেষ করে CFC রিফ্রিজারেন্ট লিক করলে তখন রিট্রোফিট করতে হবে।
- যদি হিমায়ন যন্ত্র সঠিকভাবে কাজ করে তখন রিট্রোফিট করার প্রয়োজন নেই।

কিভাবে রিট্রোফিট করতে হয় (How to Retrofit)

- হিমায়ন যন্ত্রের রিট্রোফিটিং করা সম্ভব কিনা যাচাই করতে হবে।
- রিট্রোফিটিং করার জন্য নিম্নলিখিত পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে-
  - (ক) রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করতে হবে।
  - (খ) ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট পরিবর্তন, অবস্থানের পরিবর্তন বা আবদ্ধ করতে হবে।
  - (গ) হিমায়ন যন্ত্র রিপেয়ার করে লিক পরীক্ষা করতে হবে।
  - (ঘ) হিমাযন্ত্রের ভ্যাকুয়াম, রিফ্রিজারেন্ট চার্জ, প্রসেস টিউব সীল, লিক টেস্ট এবং লেভেল লাগাতে হবে।

রিট্রোফিটিং এর সীমাবদ্ধতা (Limitations in Retrofitting)

নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে রিট্রোফিট করার উদ্যোগ নেয়া যাবে না-

১. গৃহে ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্র যার ভেতরে ৩৭৫ গ্রামের বেশি CFC-12 আছে।
২. বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্র যার ভিতরে ৬২৫ গ্রামের বেশি CFC-12 আছে।
৩. নন ফ্রন্ট হিমায়ন যন্ত্র (যার সুনির্দিষ্ট তথ্য নাই)।
৪. যে সকল হিমায়ন যন্ত্র রিট্রোফিটিং এ আর্থিক খরচ বেশি হবে।

হিমায়ন যন্ত্রের অবস্থা নির্ধারণ (Assessment of Appliance)

- হিমায়ন যন্ত্রের ধরন, প্রস্তুতকারক, ক্ষমতা, চার্জকৃত CFC রিফ্রিজারেন্ট এর পরিমাণ নোট করতে হবে।
- কমপ্রেসরের ধরন এবং তার সঙ্গে সংযুক্ত ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট যেমন- রিলে, ওভারলোড, প্রটেকটর, ক্যাপাসিটর ইত্যাদির ধরন নোট করতে হবে।
- নিম্নলিখিত ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট নোট করতে হবে-
  ১. থার্মোস্ট্যাট
  ২. সুইচ সমূহ
  ৩. লাইট ফিটিংস
  ৪. ওয়্যারিং

যদি অনিরাপদ ডিভাইস থাকে তবে পরিবর্তন করতে হবে অথবা আবদ্ধ করতে হবে অথবা অবস্থান পরিবর্তন করতে হবে।

যদি চার্জ < বাস্তব সীমা : ঠিক আছে (OK)

যদি চার্জ > বাস্তব সীমা : ইগনিশনের জন্য বিপদজনক

- ফ্রিজের ভেতরের সকল ইলেকট্রিক্যাল/স্পার্কিং কমপোনেন্ট ইনসুলেট করা প্রয়োজন।
- কক্ষে রাখা অবস্থায় ২২.৫ ঘনমিটার/ফ্রিজের জন্য নিরাপদ রিফ্রিজারেন্ট HC চার্জের পরিমাণ ১৫০ গ্রাম (৩৭৫ গ্রাম CFC চার্জের সমতুল্য)
- অধিকাংশ পুরাতন আবশিক রিফ্রিজারেটরে চার্জের পরিমাণ CFC < ৩৭৫ গ্রাম। সুতরাং রিট্রোফিটিং এর জন্য এগুলো নিরাপদ।

• প্রজ্জ্বলনের উৎস (Ignition sources)

- শিখা সমূহ (flames)
- ব্রেজিং টর্চ (Brazing torches)
- ম্যাচ (match) ইত্যাদি

• স্পার্কস (Sparks)

(ক) সীলবিহীন ইলেকট্রিক সুইচ (unsealed electrical switches)

(খ) ঢিলা তার সমূহ (loose wires)

(গ) ঢিলা সংযোগ এবং টার্মিনাল (loose joints & terminal)

• স্ট্যাটিক ইলেকট্রিসিটি (Static Electricity)

সাধারণ সাবধানতা (Simple precautions)

১. কাজের জায়গায় ধুমপান করা যাবে না।

২. ২ মিটার ক্ষেত্রের (within 2 m radius) মধ্যে কোন স্পার্কের উৎস রাখা যাবে না।

৩. হাইড্রোকার্বন রিফ্রিজারেন্ট জমা করে রাখা যাবে না।

৪. খোলামেলা জায়গায় কাজ করতে হবে আউটডোর অথবা ফোর্স অথবা ইনডিডিস্ট ভেন্টিলেশন সিস্টেম ব্যবহার করতে হবে।

৫. গ্লোভস, গগলস্, এ্যাপ্রোন ইত্যাদি নিরাপত্তা পোশাক ব্যবহার করে রিফ্রিজারেন্ট হ্যান্ডলিং করতে হবে।

৬. ঘরের মধ্যে যথাসম্ভব কম পরিমাণ হাইড্রোকার্বন জমা করতে হবে।

৭. ড্রাই পাউডার ফায়ার এক্সটিনগুইসার ব্যবহার করতে হবে।

সিলিন্ডার সংরক্ষণ এবং হ্যান্ডলিং (Cylinder Handling & Storage)

- হাইড্রোকার্বন, সিলিন্ডার সংরক্ষণ ও হ্যান্ডলিং এলপিজির অনুরূপ।
- সংরক্ষণের ক্ষেত্রে বাইরের দিকে খোলা এমন স্থান অগ্রাধিকার দিতে হবে। (সরাসরি সূর্যের আলো এবং বিরূপ আবহাওয়া থেকে মুক্ত রাখতে হবে)।
- হাইড্রোকার্বন সিলিন্ডার যেখানে সংরক্ষণ করা হবে তার ২ মি. ব্যাসের ক্ষেত্রের মধ্যে ধুমপান করা যাবে না বা প্রজ্জ্বলনের উৎস রাখা যাবে না।
- যদি কক্ষের ভিতর সংরক্ষণ করতে হয় তাহলে গ্রাউন্ডফ্লোর বা উপরে সংরক্ষণ করতে হবে। কিন্তু আবাসিক ভবনে অথবা গ্রাউন্ড ফ্লোরের নিচে সংরক্ষণ করা যাবে না।
- যদি অনেক পরিমাণ রিফ্রিজারেন্ট সংরক্ষণ করতে হয় তাহলে সিলিন্ডারের কাছে দাহ্য গ্যাসের এ্যালার্ম স্থাপন করতে হবে।

ওয়্যারিং কানেকশন (Wiring Connection)

- ওয়্যারিং কানেশনগুলো টাইট আছে কিনা নিশ্চিত হতে হবে। (Wiring Connection)
- ডোর সুইচ, অন/অফ সুইচ (Door Switch, on/off switch) সংযোগ বিছিন্ন করে সীল্ড টাইপ সুইচ স্থাপন করতে হবে
- ভিতরের লাইট (Internal light) সীল করতে হবে অথবা সীল হোল্ডারসহ পরিবর্তন করতে হবে অথবা বাদ দিয়ে দিতে হবে।

কি পরিবর্তন করতে হবে না-

- ক্যাপাসিটরস (যদি বিস্ফোরণযোগ্য না হয়)
- ফ্যান মোটরস (যদি আবদ্ধ বা ব্রাশলেস হয়)

কেন HC Blend CFC-12 রিট্রোফিটিং ব্যবহার করতে হবে (Why HC Blend use in CFC-12)

- শূন্য (০) ODP এবং GWP মাত্র ৩
- পরিবেশবান্ধব
- ক্ষমতা সমান
- চাপ/তাপমাত্রা অনুরূপ
- রিফ্রিজারেন্ট সিস্টেমে কোনরূপ পরিবর্তন ব্যতিরেকে শুধুমাত্র ড্রপিং করতে হবে।
- অয়েল পরিবর্তন করতে হবে না।

রিট্রোফিটিং এর জন্য প্রয়োজনীয় কাজের পরামর্শ (Work instructions for Retrofitting)

প্রথম ধাপ (Step-1)

- ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলো পরিবর্তন।
- প্রয়োজন অনুসারে ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলো পরিবর্তন করতে হবে।
- সীলড/সলিড স্টেট টাইপ কম্পোনেন্ট দিয়ে পরিবর্তন করতে হবে। অথবা
- সীলড বক্স এ আবদ্ধ করতে হবে। অথবা
- যে দিকে হাইড্রোকার্বন লিক করার সম্ভাবনা বেশি সেখান থেকে সরিয়ে ফেলতে হবে। অথবা
- বাদ দিয়ে দিতে হবে।

থার্মোস্ট্যাট পরিবর্তন (Replacing Thermostat)

- পুরাতন থার্মোস্ট্যাট বক্স এর তারের কানেকশন বিছিন্ন করতে হবে।
- ইভাপোরেটরের সাথে সংযুক্ত থার্মোস্ট্যাট সেনসিং বাল্ব বিছিন্ন করতে হবে।
- পরিবর্তীত থার্মোস্ট্যাট বক্সের সাথে বিছিন্ন করা তারগুলো যথাস্থানে সংযুক্ত করতে হবে।
- পরিবর্তীত থার্মোস্ট্যাট বক্স তার অবস্থানের পেছনে স্থাপন করতে হবে।
- থার্মোস্ট্যাটের সেনসিং বাল্ব প্রাস্ব ইভাপারেটরের সংযুক্ত করতে হবে।

রিলে পরিবর্তন (Replacing Relay)

- রিলে কভার ক্লিপ খুলে রিলে কভার বিছিন্ন করতে হবে।
- রিলে থেকে তারের সংযোগ বিছিন্ন করতে হবে এবং কমপ্রেসর টার্মিনাল থেকে রিলে টেনে বের করে আনতে হবে। (যদি রিলে হিসেবে PTCR যুক্ত থাকে তবে সেটি পরিবর্তনের প্রয়োজন নেই)।
- কমপ্রেসরের টার্মিনাল সনাক্ত করে কমন টার্মিনালে সীল টাইপ ওভার লোড প্রটেক্টর এবং রান স্টার্ট টার্মিনালে PTCR বিলে চেপে লাগিয়ে টার্মিনাল কভার পুন:স্থাপন করে ক্লীপ লাগিয়ে দিতে হবে।

দ্বিতীয় ধাপ (Step-2)

CFC-12 রিকভারী (Recovery of CFC-12)

যা করা যাবে না-

- ❖ CFC-12 বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দেয়া যাবে না।
- ❖ আপনার কি রিকভারী মেশিন ও সিলিন্ডার আছে? যদি থাকে তবে ২ pisg চাপ হ্রাস পাওয়া পর্যন্ত CFC রিফ্রিজারেন্ট রিকভারী করুন।

তৃতীয় ধাপ (Step-3)

প্রয়োজনীয় জয়েন্টসমূহ খোলার জন্য ডিব্রেজিং (Debrazing of necessary joints)

- ❖ কমপ্রেসর জয়েন্ট সমূহ ডিব্রেজ করতে হবে (যদি পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়) এবং ফিল্টার ড্রায়ার ডিব্রেজ করতে হবে।
- ❖ অক্সি-এসিটিলিন অথবা অক্সিজেন-এলপিজি অথবা এয়ার-এলপিজি টর্চ ব্যবহার করুন।
- ❖ যদি সিস্টেম এ এবং সিস্টেমের চারপাশে হাইড্রোকার্বন থাকে তাহলে ডিব্রেজ করা যাবে না।
- ❖ ডিব্রেজিং কাজ ভাল ভেন্টিলেটেড স্থানে করতে হবে।

চতুর্থ ধাপ (Step-4)

পরিষ্কার ও ফ্লাসিং (Cleaning and Flushing)

যা ব্যবহার করা যাবে-

- ❖ ক্লিনিং ও ফ্লাসিং এর জন্য ৫ বার (5 bar) চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করতে হবে।
- ❖ কেমিক্যাল ক্লিনিং এর জন্য MDC, হেক্সেন ব্যবহার করা যেতে পারে।

যা ব্যবহার করা যাবে না-

- ❖ CTC, এয়ার, অক্সিজেন, পেট্রোল, কেরোসিন।

পঞ্চম ধাপ (Step-5)

কম্পোনেন্ট সমূহের ব্রেজিং করা (Brazing of components)

- ❖ সঠিক কম্পোনেন্ট ব্যবহার করুন।
- ❖ XH-5 ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করুন।
- ❖ কপারের সাথে কপার জয়েন্ট দেওয়ার জন্য কপারেটিভ ব্রেজিং রড এবং ফেরাস কপার জয়েন্ট এর জন্য ফ্লাক্সসহ সিলভার ব্রেজিং রড ব্যবহার করুন।

ষষ্ঠ ধাপ (Step-6)

চোক টেস্টিং (Choke Testing)

ব্রেজিং এর সময় চোক হয়নি তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য ঃ

- ❖ কমপ্রেসরের প্রসেস টিউবের মাধ্যমে ১০ বার (10 bar) চাপে ড্রাই নাইট্রোজেন ঢুকাতে হবে এবং নিশ্চিত হতে হবে দুই মুখ বিশিষ্ট ফিল্টার ড্রায়ারের ভিতর দিয়ে মুক্তভাবে নাইট্রোজেন প্রবাহিত হচ্ছে কিনা।
- ❖ দুই মুখ বিশিষ্ট ফিল্টার ড্রায়ারের প্রসেস টিউবে ১০ বার (10 bar) চাপে নাইট্রোজেন ঢুকাতে হবে এবং নিশ্চিত হতে হবে কমপ্রেসরের প্রসেস টিউবের ভিতর দিয়ে নাইট্রোজেন মুক্তভাবে প্রবাহিত হচ্ছে কিনা।
  (দুই ষ্টেজ রেগুলেটার বিশিষ্ট ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করতে হবে)
  চাপের একক (1 bar = 15 psi)

সপ্তম ধাপ (Step-7)

প্রেসার পরীক্ষাকরণ ও লিক নির্ণয়করণ (Pressure Testing & Leak Detection)

ব্রেজিং এর সময় চোক হয়নি তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য ঃ

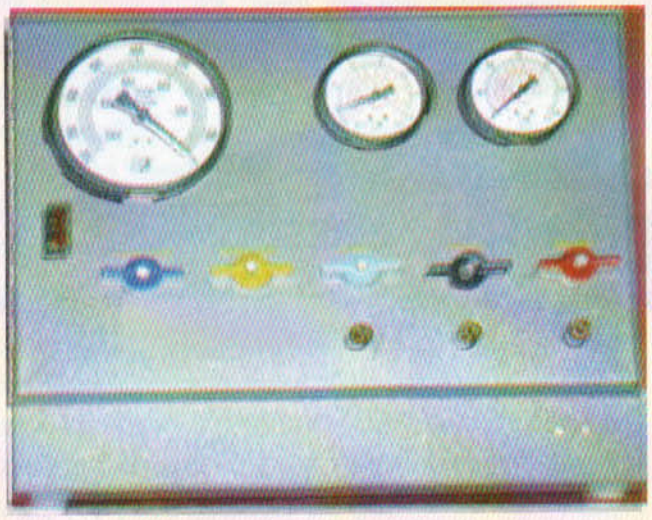
- ❖ সিস্টেম পুন:সংযোজন এবং ব্রেজিং করার পর লিক টেস্টিং এর জন্য ড্রাই নাইট্রোজেন ব্যবহার করতে হবে।
- ❖ প্রেসার টেস্টের জন্য ১০ বার (10 bar) চাপ প্রয়োগ করতে হবে।
- ❖ লিক নির্ণয়ের জন্য সাবানের ফেনা (সপ সলিউশন) ব্যবহার করুন।
- ❖ লিক নির্ণয় এর পদ্ধতি CFCs এর অনুরূপ।
- ❖ প্রত্যেকটি জয়েন্ট ব্রাশ দিয়ে ঘষতে হবে। সাবানের ফেনা বুদবুদ আকারে ফুলে উঠে কিনা দেখতে হবে।

অষ্টম ধাপ (Step-8)

ভ্যাকুয়ামকরণ (Evacuation)

- ❖ নন কন্ডেসেবল গ্যাস (বাতাস) এবং ময়েশ্চায়ার দূর করার জন্য।
- ❖ ২০-৫০ মাইক্রোন Hg পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করতে সক্ষম দুই স্টেজ বিশিষ্ট ভ্যাকুয়াম পাম্প প্রয়োজন.। (সবচেয়ে ভাল দুই স্টেজ বিশিষ্ট মাল্টি ভ্যান রোটারী পাম্প)।
- ❖ ভ্যাকুয়াম প্রেসার পরিমাপের জন্য ৫-৫০০০/১০,০০০ মাইক্রোন সীমার মাইক্রোন গেজ প্রয়োজন। ভ্যাকুয়াম করার কাজে সিস্টেমের কমপ্রেসর, অন্য হারমেটিক, সেমি হারমেটিক, ওপেন টাইপ রিফ্রিজারেশন কমপ্রেসর ব্যবহার করা যাবে না। কারণ এগুলো দিয়ে পর্যাপ্ত ভ্যাকুয়াম করা সম্ভব নয়।

ইভেকুয়েশন ও চার্জিং ইউনিট ব্যবহার করে ভ্যাকুয়াম করার পদ্ধতি (Evacuation procedure using E & C unit)



চিত্র ঃ ইভ্যাকুয়েশন ও চার্জিং ইউনিট (E & C Unit)

- ❖ সিস্টেমের লো এবং হাই সাইডে টিউব এডাপ্টার অথবা Schrader ভালভ সংযোগ করে (পিয়ার্সিং প্লায়ার্স নয় (not piercing pliers) E এবং C ইউনিট এডাপ্টর বা Schrader ভালভের সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ❖ পাম্পের সুইচ অন করে ভালভ খুলে দিতে হবে।
- ❖ ৫০০ মাইক্রোন বা তার নিচের মাত্রায় ভ্যাকুয়াম করতে হবে। (ভ্যাকুয়াম গেজের রিডিং দেখতে হবে যখন পাম্পের সংযোগ থাকে এবং চালু থাকে)

- ❖ পাম্প পৃথক করার জন্য ভালভ বন্ধ করে দিতে হবে।
- ❖ মাইক্রোন গেজ না থাকলে বার্ডন টিউব টাইপ ভ্যাকুয়াম গেজ ব্যবহার করা যেতে পারে। সেক্ষেত্রে গেজের পার্ট-২৯.৯"/-৭৬০ মি.মি/০ বার (bar) এ পৌঁছানোর পর ভ্যাকুয়াম পাম্প কমপক্ষে আরো আধাঘন্টা চালু রাখতে হবে।
- ❖ ৫-১০ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে ভ্যাকুয়াম ধরে রাখতে পারে কিনা এবং প্রেসার বাড়ে কিনা তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।
- ❖ ৫-১০ মিনিটের মধ্যে ১৫০০ মাইক্রোন এর বেশি প্রেসার উঠলে সিস্টেমে লিক আছে বুঝতে হবে।

নবম ধাপ (Step-9)

চার্জিং প্রক্রিয়া (Charging Procedure)

- ❖ শুধুমাত্র ভ্যাকুয়াম করা সিস্টেম চার্জ করা যাবে।
- ❖ চার্জিং ধীরে ধীরে করা উচিত কারণ HC Blend পার্জিং করা সম্ভব নয়।
- ❖ সঠিকভাবে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য সর্বনিম্ন ০.৫ অথবা ১ গ্রাম পরিমাপ করা যায় এরূপ একটি ডিজিটাল ওজন করার স্কেল ব্যবহার করুন।
- ❖ হাইড্রোকার্বনের ক্ষেত্রে বেশি পরিমাণ সঠিকতার প্রয়োজন। কারণ এক্ষেত্রে চার্জের পরিমাণ অতি সামান্য।

হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড চার্জের পরিমাণ এবং পদ্ধতি (HC Blend Charge Quantity & Procedure)

- ❖ CFC এর ৪০% অথবা HFC-134a এর ৪৫% ওজনের দিকে (by weight) রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করতে হবে।
- ❖ ধরা যাক- CFC চার্জ ছিল ১৬০ গ্রাম, রিট্রোফিটিং করলে HC ব্লেন্ড চার্জ করতে হবে = $160 \times 0.40 = 64$ g (by weight) অথবা HFC চার্জ ছিল ২২০ গ্রাম, হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড হবে = $220 \times 0.45 = 99$ g (by weight)
- ❖ চার্জিং টিউব এর রিফ্রিজারেন্ট গণনায় আনতে হবে।
- ❖ হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড ক্যান বা সিলিন্ডার থেকে ক্যাপিলারি টিউবের মাধ্যমে লিকুইড অবস্থায় চার্জ করতে হবে এবং চার্জ করতে হবে ধাপে ধাপে।
- ❖ সিস্টেমের প্রেসার CFC-12 অনুরূপ।

দশম ধাপ (Step-10)

সঠিক অপারেশন পরীক্ষা করণীয় (Checking Proper Operation)

- ❖ এম্বিএন্ট তাপমাত্রায় সিস্টেমের প্রেসার চেক করতে হবে।

সাকশন প্রেসার

CFC-12 জন্য ০.৩-০.৪ বার (bar)
HFC-134 a জন্য <০.৩ বার (bar)
HC Blend ০.৩-০.১৪ বার (bar)

- ❖ ডিসচার্জ প্রেসার

CFC-12 জন্য ৯.৭-১০.৩ বার (bar)
HFC-134 a জন্য ১০.৩-১১.০০ বার (bar)
HC Blend ৭.৬-৮.৩ বার (bar)

- ❖ হিমায়ন যন্ত্রের ফ্রিজার কম্পার্টমেন্টের তাপমাত্রা পরীক্ষা করুন। (৩০ মিনিটে বাতাসের তাপমাত্রা-৫° সেন্টিগ্রেড হওয়া উচিত)

- ❖ কমপ্রেসরের কারেন্ট গ্রহণের পরিমাণ পরীক্ষা করতে হবে। (কারেন্ট গ্রহণের মান হিমায়ন যন্ত্রের রেটিং প্লেট এ পাওয়া যায়)।
- ❖ পুল ডাউন টাইম পরীক্ষা করুন।

এগার ধাপ (Step-11)

প্রসেস টিউব সীলকরণ (Sealing of Process Tube)

- ❖ প্রিন্স অফ প্লায়াসের সাহায্যে প্রসেস টিউব দুইবার পিন্স/ক্রিম্প (crimp) করুন।
- ❖ প্রসেস টিউব সীল করার পূর্বে পিন্স অব টুলস সরাবেন না।
- ❖ টিউব সীল করার জন্য ব্রেজিং করুন।
- ❖ ক্রিম্পিং টুলস/পিন্স অব টুল অপসারণ করুন।
- ❖ লিক পরীক্ষা করুন।
  (সিস্টেমের চারপাশে রিফ্রিজারেন্ট থাকা অবস্থায় ব্রেজ করবেন না)।

বার ধাপ (Step-12)

লেভেল লাগানো (Affixing Label)

- ❖ হিমায়ন যন্ত্রে এবং কমপ্রেসরে লেভেল লাগান।

চিত্র ঃ লেভেল এর নমুনা

সার্ভিস পদ্ধতি (Servicing Procedure)

(**উদাহরন** ঃ ফিল্টার ড্রায়ার পরিবর্তনের জন্য)

১। নিরাপদে HCs বায়ুমন্ডলে নির্গমন করুন।
২। ভ্যাকুয়াম পাম্পের সাহায্যে অবশিষ্ট রিফ্রিজারেন্ট অপসারণ করুন।
৩। ক্লিনিং ও ফ্লাসিং করুন।
৪। মেরামত কাজ সম্পূর্ণ করুন (Repair)
৫। ফ্লাসিং এবং চোক (Choke) টেস্ট করুন।

৬। লিক নির্ণয় করুন (Leak detection)
৭। ভ্যাকুয়াম করুন এবং ভ্যাকুয়াম ধরে রাখুন।
৮। রিফ্রিজারেন্ট চার্জ করুন।
৯। প্রসেস টিউব সীল করুন।
১০। সঠিক অপারেশন করছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।

HCs এর নিরাপদ নির্গমন (Safe Venting of HCs)

- হাইড্রোকার্বন রিকভারী করার প্রয়োজন নেই।
- নিরাপদে হাইড্রোকার্বন বাইরে ছেড়ে দেওয়ার জন্য পিয়ার্সিং প্লায়ার অথবা পিয়ার্সিং ভালভ এবং লম্বা হোস পাইপ ব্যবহার করুন।

অবশিষ্ট রিফ্রিজারেন্ট অপসারণ (Removal of Left-over Refrigerant)

- রিফ্রিজারেশন সিস্টেম ওপেন করার পূর্বে নিশ্চিত হতে হবে সর্বোধিক পরিমাণ হাইড্রোকার্বন রিফ্রিজারেন্ট সিস্টেম থেকে বের হয়ে গেছে, অবশিষ্ট রিফ্রিজারেন্ট ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করে অপসারণ করুন।
- সীলড সিস্টেম ২০" of Hg/0.7 bar পর্যন্ত ভ্যাকুয়াম করুন।
- 5 psig/0.4 bar চাপে ড্রাই নাইট্রোজেনের সাহায্যে ভ্যাকুয়াম ভেঙে ফেলুন।

হাইড্রোকার্বন সিস্টেম রিপেয়ারিংকালে সাবধানতা (Precautions while repairing HC System)

হাইড্রোকার্বন হ্যান্ডলিং এ নিম্নলিখিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে-

- সঠিক কম্পোনেন্ট ব্যবহার করুন (বিশেষ করে হাইড্রোকার্বন সিস্টেমে ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইজ সমূহ গুরুত্বপূর্ণ।
- XH-5 ফিল্টার ড্রায়ার ব্যবহার করুন।
- HC রিফ্রিজারেন্ট সিস্টেমে ভিতরে বা বাইরে থাকা অবস্থায় ব্রেজিং করবেন না।
- খোলামেলা জায়গায় ব্রেজিং করুন (well ventilated area)