UNDP

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

UNEP

হিমায়ক

পরিবেশ অধিদপ্তর
পরিবেশ ও বন মন্ত্রণালয়
গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

রিফ্রিজারেশন এ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং সার্ভিস সেক্টরে নিয়োজিত কর্মীদের
Good Service Practices উৎসাহিত করার লক্ষ্যে

বুকলেট-১

হিমায়ক

প্রকাশনায়
এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-১) - ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প
পরিবেশ অধিদপ্তর
পরিবেশ ভবন
ই/১৬ আগারগাঁও, শেরে বাংলা নগর, ঢাকা।

প্রথম সংস্করণ ঃ জুন, ২০১১
দ্বিতীয় সংস্করণ ঃ জুন, ২০১৫
পুনঃমুদ্রণ ঃ সেপ্টেম্বর, ২০১৮

স্বত্ব
পরিবেশ অধিদপ্তর, পরিবেশ ও বন মন্ত্রণালয়
গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

সম্পাদনায়
এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান (স্টেজ-১)
ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প কর্তৃক সম্পাদিত

মুখবন্ধ

ন্যাশনাল ওডিএস ফেজ-আউট প্ল্যান-ইউনেপ কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় প্রস্তুতকৃত রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং-এর অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয় **'হিমায়ক'** শীর্ষক বইটি বাংলাদেশে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে কর্মরত টেকনিশিয়ানদের পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধিতে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা রেখেছে। বইটির চাহিদা বৃদ্ধি পাওয়ায় এবং বইটিকে আরও যুগোপযোগী করে এর দ্বিতীয় সংস্করণ এইচসিএফসি ফেজ-আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান-ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় প্রকাশের উদ্যোগ অবশ্যই প্রশংসনীয়।

জাতিসংঘ পরিবেশ কর্মসূচী ও জাতিসংঘ উন্নয়ন কর্মসূচী-এর সহায়তায় পরিবেশ অধিদপ্তর রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে কর্মরত টেকনিশিয়ানদের সক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য সারা দেশে ব্যাপক প্রশিক্ষণ কর্মসূচী পরিচালনা করছে। পরিবেশ অধিদপ্তর মনে করে, এই সব প্রশিক্ষণ কর্মসূচীতে যা শেখানো হয় তা যদি বই আকারে টেকনিশিয়ানদের হাতে পৌঁছানো যায় তবে এটি তাদের স্থায়ী সক্ষমতা বৃদ্ধিতে আরো অনেক বেশি সহায়ক ভূমিকা পালন করতে সক্ষম হবে।

বাংলাদেশ সরকারের পক্ষে দেশের সব টেকনিশিয়ানকে একে একে প্রশিক্ষিত করা প্রায় অসম্ভব। কিন্তু আমি মনে করি, এ বই প্রকাশনার মাধ্যমে সবার মাঝে প্রয়োজনীয় তথ্যাদি পৌঁছাবে এবং বাংলাদেশের রেফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে কর্মরত সকল টেকনিশিয়ান-এর পেশাগত দক্ষতা বৃদ্ধিতে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

সর্বোপরি, আমি এই উদ্যোগ-এর সাথে জড়িত পরিবেশ অধিদপ্তরের অতিরিক্ত মহাপরিচালক ও প্রকল্প পরিচালক কাজী সারওয়ার ইমতিয়াজ হাশমী এবং এই বইয়ের দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশের সঙ্গে জড়িত সবাইকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

মোঃ রইছউল আলম মন্ডল
মহাপরিচালক
পরিবেশ অধিদপ্তর

প্রাসঙ্গিক

১৯৭০ সালের কথা। বিজ্ঞানীরা ওজোনস্তরের উপর ক্লোরোফ্লোরোকার্বন বা সিএফসি-এর ক্ষতিকর প্রভাব সম্পর্কে প্রথম জানতে পারেন। সিএফসিগুলো সাধারণভাবে রিফ্রিজারেশন সেক্টরে হিমায়ক, ফোম তৈরির ক্ষেত্রে ব্লোয়িং এজেন্ট, এরোসল তৈরির ক্ষেত্রে প্রপেলেন্ট হিসাবে ব্যবহার হয়ে আসছিল। বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করলো যে, এই সিএফসিগুলো ভূ-পৃষ্ঠের উপরে ১০ হতে ৫০ কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত ওজোনস্তরকে ধ্বংস করছে, যা আমাদের সূর্যের আল্ট্রাভায়োলেট বি-রশ্মি (UV-B) থেকে রক্ষা করে থাকে। এই (UV-B) রশ্মি পৃথিবীর প্রাণিকূলের উপর বিরূপ প্রভাব ফেলে, যা প্রাণিকোষ ধ্বংস করে। এতে মানুষের ত্বকে ক্যান্সার, চোখে ছানিসহ বিভিন্ন রোগ দেখা দেয়। সিএফসিগুলোর ক্ষতিকর দিক বিবেচনা করে ১৯৮৭ সালে কানাডার মন্ট্রিলে এক আন্তর্জাতিক চুক্তি স্বাক্ষরিত হয় যা মন্ট্রিল প্রটোকল নামে খ্যাত। বাংলাদেশসহ বিশ্বের সকল দেশ এই প্রটোকল স্বাক্ষর করে। এই প্রটোকলের বাধ্যবাধকতা অনুযায়ী বিশ্বের সকল দেশে ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যসমূহের উৎপাদন, আমদানি, রপ্তানি ও ব্যবহার পর্যায়ক্রমে নিষিদ্ধ করা হয়েছে। প্রটোকল অনুযায়ী বাংলাদেশ ২০১০সালের ১লা জানুয়ারি হতে সিএফসি এর আমদানি সম্পূর্ণ বন্ধ করেছে এবং আগামী ২০৩০ সালের মধ্যে হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন বা এইচসিএফসিসহ সকল প্রকার ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যসমূহের আমদানি ও ব্যবহার বন্ধ করতে দৃঢ় প্রতিজ্ঞ।

সিএফসি, এইচসিএফসি ও অন্যান্য ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্য বায়ুমন্ডলে প্রবেশ করে ওজোনস্তরকে ক্ষতিগ্রস্ত করছে। এ সমস্ত পদার্থ বিশেষত রিফ্রিজারেটর ও এয়ারকন্ডিশনারে ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। সে কারণেই এ সমস্ত দ্রব্য নিয়ে যারা কাজ করেন তাদের বিশেষ সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে যাতে ওজোনস্তর ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

পরিবেশ অধিদপ্তরের ওজোন সেল, ওজোনস্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যসমূহের ক্ষতিকর দিক সম্পর্কে ব্যবহারকারী ও জনসাধারণের মধ্যে সচেতনতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে কাজ করে যাচ্ছে। বিশেষত রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে নিয়োজিত টেকনিশিয়ানদের Good Service Practices সংক্রান্ত প্রশিক্ষণ দিচ্ছে। যার ফলশ্রুতিতে এই সেক্টরের কর্মীদের একদিকে যেমন ওজোনস্তর রক্ষায় সচেতনতা বৃদ্ধি পাচ্ছে, অন্যদিকে তাদের কর্মদক্ষতাও বাড়ছে।

পরিবেশ অধিদপ্তর Good Service Practices সংক্রান্ত প্রশিক্ষণের পাশাপাশি সাধারণ টেকনিশিয়ানদের কর্মক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক জ্ঞান ও কর্মদক্ষতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং এর বিভিন্ন কারিগরি দিক বিবেচনা করে পৃথক পৃথক সহায়ক গ্রন্থ বিগত জুন ২০১১ সালে প্রথম প্রকাশ করে। পরবর্তীতে এই গ্রন্থের ব্যাপক চাহিদা থাকায় এবং নতুন প্রযুক্তি আসায় এর দ্বিতীয় সংস্করণের উদ্যোগ নেওয়া হয়। মূলত এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান-ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্পের আওতায় Good Service Practices সংক্রান্ত প্রশিক্ষণের প্রশিক্ষণার্থীদের চাহিদা বিবেচনা করে প্রকল্পের অর্থায়নে দ্বিতীয় সংস্করণের উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়। এই সহায়ক গ্রন্থটিতে রিফ্রিজারেটর ও এয়ারকন্ডিশনারে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় এবং মন্ট্রিল প্রটোকল বাস্তবায়নে সর্বাধিক বিবেচ্য বিষয় **'হিমায়ক'** সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্যাদি রয়েছে। আমি আশা করছি, বইটি পাঠ ও ব্যবহারিক বিষয়গুলো প্রয়োগ করে রিফ্রিজারেশন ও এয়ারকন্ডিশনিং সেক্টরে কর্মরত টেকনিশিয়ান ও ইঞ্জিনিয়ারগণ তাদের কর্মদক্ষতা বৃদ্ধি করতে সক্ষম হবেন।

পরিশেষে, অক্লান্ত পরিশ্রম, মেধা ও মনন দিয়ে যারা এই বইটি লিখেছেন এবং সম্পাদনা ও মুদ্রণে সহায়তা করেছেন তাদের সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

কাজী সারওয়ার ইমতিয়াজ হাশমী
প্রকল্প পরিচালক
এইচসিএফসি ফেজ আউট ম্যানেজমেন্ট প্ল্যান- ইউএনইপি কম্পোনেন্ট প্রকল্প

সূচীপত্র

অধ্যায়-১	হিমায়ক	পৃষ্ঠা-১
অধ্যায়-২	হিমায়কের বৈশিষ্ট্য	পৃষ্ঠা-৩
অধ্যায়-৩	হিমায়কের শ্রেণীবিভাগ	পৃষ্ঠা-৫
অধ্যায়-৪	প্রাকৃতিক হিমায়ক	পৃষ্ঠা-১২
অধ্যায়-৫	হিমায়ক চিহ্নিতকরণ	পৃষ্ঠা-১৪
অধ্যায়-৬	হিমায়ক নাম্বারিং পদ্ধতি	পৃষ্টা-১৮
অধ্যায়-৭	হিমায়ক সিলিন্ডার	পৃষ্ঠা-২০
অধ্যায়-৮	লীক নির্ণয়	পৃষ্ঠা-২৪
অধ্যায়-৯	হিমায়ক কমপ্রেসর অয়েল	পৃষ্ঠা-২৭
অধ্যায়-১০	পরিশিষ্ট	পৃষ্ঠা-৩০

অধ্যায়-১
হিমায়ক
Refrigerant

১.১ হিমায়ক (Refrigerant)

হিমায়ক বা হিমায়ক এমন এক ধরনের প্রবাহী যা কোনও বস্তু থেকে তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়। নিম্ন চাপে তরল থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার সময় প্রচুর পরিমাণে পারিপার্শ্বিক তাপ গ্রহণ করে এবং উচ্চ চাপে ঘনীভবনের সময় সে তাপ হারায়। উচ্চ চাপে তরলায়ন ও নিম্ন চাপে বাষ্পায়ন গুণসম্পন্ন প্রবাহী হিমায়ন আবর্তন চক্রে তাপ অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

১.২ হিমায়কের উন্নয়ন (Development of Refrigerants)

ASHRAE এর সদস্য প্রফেসর পি.এস ডেসাই এর মডার্ন রিফ্রিজারেশন এ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং ফর ইঞ্জিনিয়ার্স থেকে হিমায়কের ক্রম উন্নয়ন উল্লেখ করা হল–

১৮৩৪ সাল : যুক্তরাজ্যের জ্যাকব পারকিন্স ইথার ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্র তৈরি করেন।
১৮৫০ সাল : পানি ও সালফিউরিক এসিড ব্যবহার করে এডমন্ড ক্যারি অ্যাবজরপশন হিমায়ন যন্ত্র তৈরি করেন।
১৮৫৭ সাল : জেমস হ্যারিসন পচনশীল খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণের জন্য ইথার ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্র তৈরি করেন।
১৮৫৯ সাল : এফ কেরি এ্যামোনিয়া ও পানি ব্যবহৃত অ্যাবজরপসন পদ্ধতি তৈরি করেন।
১৮৭৩ সাল : এ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্র তৈরি।
১৮৭৬ সাল : কার্বনডাইঅক্সাইড ব্যবহৃত জাহাজের হিমায়ন যন্ত্রে আর্জেন্টিনা থেকে ফ্রান্সে মাংস পাঠানো হয়।
১৮৭৭ সাল : রিফ্রিজারেশন মেশিন উন্নয়নের কাজ শুরু হয়।
১৯৩০ সাল : মিডলে (Midgley) এবং হিন্নে (Henne) ফ্লুরোকার্বন রিফ্রিজারেন্টের উন্নয়ন ঘোষণা করেন।
১৯৩১ সাল : হিমায়ক-১২ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়।
১৯৩২ সাল : হিমায়ক-১১ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু হয়।
১৯৩৩ সাল : হিমায়ক-১১৪ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।
১৯৩৪ সাল : হিমায়ক-১১৩ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রের ব্যবহার শুরু।
১৯৩৫ সাল : হিমায়ক-২২ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।
১৯৪৫ সাল : হিমায়ক-১৩ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।
১৯৫০ সাল : হিমায়ক-১৪ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।
১৯৬১ সাল : হিমায়ক-৫০২ বাণিজ্যিক হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।
১৯৯১ সাল : নিরাপদ হিমায়ক ১৩৪-এ ব্যবহার শুরু।
২০০০ সাল : হাইড্রোকার্বন হিমায়ক ব্যাপক ব্যবহার শুরু।
২০০৪ সাল : হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড হিমায়ন যন্ত্রে ব্যবহার শুরু।

১.৩ হিমায়কের উদাহরণ (Examples)

বহু প্রবাহী আছে যেগুলো হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে তবে সুবিধা-অসুবিধা বিবেচনা করে কতগুলো হিমায়কের নাম উল্লেখ করা হল ঃ

টেবিল ১.১ ঃ বিভিন্ন ধরনের হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং হিমায়ক নম্বর

ক্রঃ নং	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	হিমায়ক নম্বর
ক	এ্যামোনিয়া	NH_3	R-717
খ	কার্বন ডাই অক্সাইড	CO_2	R-744
গ	সালফার ডাই অক্সাইড	SO_2	R-764
ঘ	মিথাইল ক্লোরাইড	CH_3Cl	R-40
ঙ	ট্রাইক্লোরো মনোফ্লোরো মিথেন	CCl_3F	R-11
চ	ডাইক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন	CCl_2F_2	R-12
ছ	মনোক্লোরোডাইফ্লোরো মিথেন	$CHClF_2$	R-22
জ	এজিওট্রোপ (22/115)	$CHClF_2/C_2ClF_5$	R-502
ঝ	জিওট্রোপ (R-125/134a/143a)	CHF_2CF_3 / CH_2FCF_3 / CH_3CF_3	R-404a
ঞ	আইসোবিউটেন	C_4H_{10}	R-600a
ট	এইচ সি ব্লেন্ড	C_3H_8/C_4H_{10}	HC blend

অধ্যায়-২
হিমায়কের বৈশিষ্ট্য
Properties of Refrigerant

যে কোনও পদার্থের শীতলায়নের ক্ষমতা নাই। অন্যান্য গুণাবলীসহ অতি নিম্ন তাপমাত্রায় যে সকল তরল বাষ্পীভূত হয় সে সকল পদার্থের ঠাণ্ডা করার ক্ষমতা থাকে। শুধু ঠাণ্ডা করার ক্ষমতা থাকলেই ভাল হিমায়ক বলা যাবে না যদি তা কম খরচে পুনঃব্যবহার করা না যায়। এছাড়াও আরও কিছু গুরুত্বপূর্ণ বিষয় আছে যা কোনও আদর্শ হিমায়কের জন্য আবশ্যক।

২.১ হিমায়কের গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য (Properties of Refrigerant)

যে সমস্ত গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য থাকলে কোনও প্রবাহী/পদার্থকে আদর্শ হিমায়ক হিসেবে গণ্য করা যায় তা নিচে দেওয়া হলঃ

(ক) নিম্ন স্ফুটনাংক (Lower Boiling Point)
(খ) নিম্ন ঘনীভবন চাপ (Lower Condensing Pressure)
(গ) নিম্ন আপেক্ষিক আয়তন (Lower Specific Volume)
(ঘ) উচ্চ সুপ্ত তাপ (Higher Latent Heat)
(ঙ) উচ্চ সংকট তাপমাত্রা (High Critical Temperature)
(চ) অবিষাক্ত হবে (Non-toxic)
(ছ) অবিস্ফোরক হবে (Non-explossive)
(জ) অদাহ্য হবে (Non-flameable)
(ঝ) পরিবেশবান্ধব হবে (Environmental Friendly)
(ঞ) ক্ষয়কারক হবে না (Non-corrosive)
(ট) কমপ্রেসর তেলের সাথে মিশ্রিত হবে কিন্তু ক্রিয়া করবে না (Miscible but non-reactive with Compressor Oil)
(ঠ) ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন চাপের মধ্যে পার্থক্য কম হওয়া উচিত (Lower Pressure Drop)

২.২ হিমায়কের বৈশিষ্টের ব্যাখ্যা (Explanation of the Terms)

২.২.১ নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক (Lower Boiling Point)

অতি নীচু তাপমাত্রায় কোনও তরল বাষ্পীভূত হলে তা দিয়ে অতি নীচু তাপমাত্রা সৃষ্টি করা সম্ভব। ডিপ ফ্রিজে যখন তাপমাত্রা মাইনাস ২৫° সেঃ থেকে মাইনাস ২০° সেঃ থাকে তখনও তরল হিমায়ক ইভাপোরেটরে বাষ্পীভূত হতে হবে।

২.২.২ ঘনীভবন চাপ (Condensing Pressure)

তরল হিমায়ক যা ইভাপোরেটরে বাষ্পীভূত হয় তা পুনরায় ঘনীভূত বা তরলে পরিণত করতে চাপের দরকার হয়। এই চাপ কম হলে কুলারের নির্মাণ ও চলন ব্যয় কম হত।

২.২.৩ আপেক্ষিক আয়তন (Specific Volume)

একক ভরের কোনও তরল হিমায়ক ইভাপোরেটরে বাষ্পীভূত হলে যে জায়গা দখল করে তার পরিমাণ কম হলে ভালো হয়।

২.২.৪ সুপ্ত তাপ (Latent Heat)

একক ভরের তরল হিমায়ক ইভাপোরেটরে বাষ্পীভূত হবার সময় যে তাপ গ্রহণ করে তার পরিমাণ অধিক হলে কম হিমায়ক দিয়ে অধিক পরিমাণ তাপ সরানো যায়।

২.২.৫ বিস্ফোরকতা (Explosivity)

সাধারণ চাপ ও তাপমাত্রায় হিমায়ন চক্রের মধ্যে কখনই হিমায়ক বিস্ফোরণ ঘটাবে না।

২.২.৬ দাহ্যতা (Flammability)

আদর্শ হিমায়ক দাহ্য হবে না তবে বর্তমানে পরিবেশের দিক বিবেচনা করে বিশেষ ব্যবস্থায় দাহ্য হিমায়ক ব্যবহৃত হয়।

২.২.৭ পরিবেশবান্ধব (Environment Friendly)

হিমায়ক পরিবেশের ক্ষতি করে এমন হবে না অর্থাৎ এটি ওজোনস্তর ক্ষয় করবে না। জ্বালানি সাশ্রয়ী হবে এবং বৈশ্বিক উষ্ণায়নে কোনও বিরূপ ভূমিকা রাখবে না।

২.২.৮ ক্ষয়কারিতা (Corrosivity)

হিমায়ক রিফ্রিজারেশন সিস্টেমের কোনও অংশ বা অপাংশ ক্ষয় করবে না।

২.২.৯ কমপ্রেসর অয়েলের সাথে মিশ্রণতা (Miscibility with Compressor Oil)

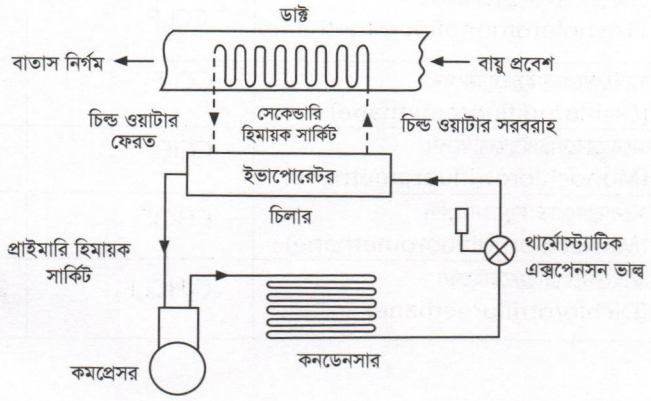
হিমায়ক তেলের সাথে মিশলে ভালো হয়। তবে এই মিশ্রণে কোনও বিক্রিয়া করবে না।

অধ্যায়-৩
হিমায়কের শ্রেণী বিভাগ
Types of Refrigerant

হিমায়ককে ASHRAE এবং রাসায়নিক গঠনের দিক থেকে শ্রেণী বিভাগ করা হয়েছে। তবে হিমায়ককে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে– যেমন প্রাইমারি হিমায়ক এবং সেকেন্ডারি হিমায়ক।

৩.১ প্রাইমারি হিমায়ক (Primary Refrigerant)

যদি কোনও হিমায়ক সরাসরি লীনতাপ বা সুপ্ততাপের মাধ্যমে অন্য কোনও বস্তু বা পদার্থকে ঠাণ্ডা করে তাহলে তাকে প্রাইমারি হিমায়ক বলে। অন্যভাবে বলা যায় যে, যে হিমায়ক তরল থেকে বাষ্পীভূত হওয়ার সময় অন্য বস্তু থেকে তাপ শোষণ করে তাকে প্রাইমারি হিমায়ক বলে। যেমন হিমায়ক-১২, হিমায়ক-২২, এ্যামোনিয়া, হিমায়ক-134a এবং হিমায়ক-৬০০a বাষ্পায়নের সময় অন্য বস্তু থেকে তাপ গ্রহণ করে সে বস্তুকে শীতল করে।



চিত্র ৩.১ ঃ এয়ার কন্ডিশনিং প্ল্যান্টে ব্যবহৃত প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিমায়ক সার্কিট

৩.২ সেকেন্ডারি হিমায়ক (Secondary Refrigerant)

যদি কোনও হিমায়ক অন্যকোন হিমায়ক কর্তৃক শীতল হয়ে নিজে অন্য কোনও পদার্থকে ঠাণ্ডা করে তাহলে তাকে সেকেন্ডারি হিমায়ক বলে। সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্টে হিমায়ক-134a, হিমায়ক 407c বা হিমায়ক-22 দিয়ে পানিকে ঠাণ্ডা করে। ঠাণ্ডা পানি কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং কয়েলের সংস্পর্শে এসে আশেপাশের বাতাস ঠাণ্ডা হয়। এখানে পানির অবস্থার কোনও পরিবর্তন না করেই বাতাসকে ঠাণ্ডা করছে।

হিমায়ক-134a বা হিমায়ক-22 তরল থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার সময় পানি থেকে তাপ শোষণ করে। এটি হল প্রাইমারি হিমায়ক আর ঠাণ্ডা পানি বাতাস থেকে তাপ নিয়েছে, এ পানি হল সেকেন্ডারি হিমায়ক। এরূপ বরফ কলের হিমায়ন চক্রের ভিতরে থাকে প্রাইমারি হিমায়ক। সেই হিমায়ক দিয়ে ঠাণ্ডা করা হয় লবণ পানিকে। আর লবণ পানি দিয়ে ঠাণ্ডা করে ক্যানে রক্ষিত পানিকে জমিয়ে বরফ করা হয়।

৩.৩ প্রাইমারি হিমায়কের শ্রেণী বিভাগ (Classification of Primary Refrigerant)

ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating Airconditioning Engineers) হিমায়ককে যে ভাবে ভাগ করেছেন তা নিচে দেখানো হলঃ

৩.৩.১ হ্যালোকার্বন হিমায়ক (Halocarbon Refrigerant)

ক্লোরিন (Chlorine), ফ্লোরিন (Fluorine) এবং কার্বন এর সমন্বয়ে গঠিত হিমায়ককে হ্যালোকার্বন হিমায়ক বলে। হ্যালোকার্বন হিমায়কে হাইড্রোজেন পরমাণু থাকতে পারে, আবার নাও থাকতে পারে। হ্যালোকার্বন হিমায়ক ফ্রিয়ন, জেনেট্রন, আইস্ট্রোন, আর্কটন, ফ্রিগেন, ফরেন ইত্যাদি ট্রেড নামে বাজারজাত করা হয়। হ্যালাইড বা হ্যালোকার্বন হিমায়ক হিসেবে পরিচিত কয়েকটির নাম, রাসায়নিক সংকেত এবং স্ফুটনাংক দেয়া হল ঃ

টেবিল ৩.১ ঃ হ্যালোকার্বন হিমায়কের নম্বর, নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক।

হিমায়কের নম্বর	রাসায়নিক নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাংক ° সেঃ
R-11	ট্রাইক্লোরোমনোফ্লুরোমিথেন (Tricholoromonoflouromethane)	CCl_3F	26
R-12	ডাইক্লোরোডাইফ্লুরোমিথেন (Dichlorodifluoromethane)	CCl_2F_2	-29.3
R-13	মনোক্লোরোট্রাইফ্লুরোমিথেন (Monochlorotrifluoromethane)	$CClF_3$	-81.4
R-22	মনোক্লোরোডাইফ্লুরোমিথেন (Monochlorodifluoromethane)	$CHClF_2$	-40.8
R-123	ড্রাইক্লোরোট্রাইফ্লুরোইথেন (Dichlorotrifluroethane)	$C_2HCl_2F_3$	23.80

৩.৩.২ এ্যাজিওট্রপিক হিমায়ক (Azeotropic Refrigerant)

একাধিক হ্যালোকার্বন যৌগের মিশ্রণে এ ধরনের হিমায়ক তৈরি হয় যা সাধারণত কোনও বিশেষ চাপ ও তাপমাত্রায় পৃথক হয়ে যায় না। নীচু তাপমাত্রায় হিমায়ন যন্ত্রে এ ধরনের হিমায়ক যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। এজিওট্রপিক হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক নিম্নে দেয়া হল–

টেবিল ৩.২ ঃ এ্যাজিওট্রপিক হিমায়কের শতকরা অনুপাত, হিমায়ক নম্বর, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক

রিফ্রিজারেন্টের শতকরা অনুপাত	হিমায়ক নম্বর	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাংক ° সেঃ
R-12/R-152a 73.8/26.2	R-500	$CCl_2F_2/C_2H_4F_2$	-33.3
R-22/R-12 75/25	R-501	$CHClF_2/CCl_2F_2$	-41.1
R-22/R-115 48.8/51.2	R-502	$CHClF_2/C_2ClF_5$	-45.6
R-23/R-13 40.1/59.9	R-503	$CHF_3/CClF_3$	-88

৩.৩.৩ হাইড্রোকার্বন হিমায়ক (Hydrocarbon Refrigerant)

এই হিমায়ক হাইড্রোজেন ও কার্বন নিয়ে গঠিত। হিমায়কের অন্যান্য বৈশিষ্ট্য সন্তোষজনক হওয়ায় হাইড্রোকার্বনকে হিমায়ক হিসেবে গণ্য করা হয়। হাইড্রোকার্বন হিমায়ক এককালে ব্যাপক ব্যবহৃত হলেও বর্তমানে সীমিত সংখ্যক শিল্প ও বাণিজ্যিক হিমায়নে ব্যবহৃত হয়। তবে বর্তমানে আবাসিক শীতাতপের ব্যবহার বাড়ছে। বর্তমানে পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক হিসেবে ছোট বাণিজ্যিক ও আবাসিক রিফ্রিজারেটর-ফ্রিজারে হাইড্রোকার্বন ব্যবহৃত হচ্ছে। কিছু হাইড্রোকার্বন হিমায়কের নাম, রাসায়নিক সংকেত ও হিমায়ক নম্বর নিচে উল্লেখ করা হল ঃ

টেবিল ৩.৩ ঃ হাইড্রোকার্বন হিমায়কের নম্বর, নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক

হিমায়ক নম্বর	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাংক ° সেঃ
R-50	মিথেন (Methane)	CH_4	-162
R-170	ইথেন (Ethane)	C_2H_6	-88.6
R-290	প্রপেন (Propane)	C_3H_8	-42.1
R-600	বিউটেন (Butane)	C_4H_{10}	-0.5
R-600a	আইসোবিউটেন (Isobutane)	C_4H_{10}	-11.7

৩.৩.৪ অজৈব যৌগ হিমায়ক (Inorganic Refrigerent)

হ্যালোকার্বন হিমায়ক উদ্ভাবনের পূর্বে অজৈব যৌগ হিমায়ক বা ইনঅর্গেনিক হিমায়ক ব্যাপক ব্যবহৃত হত। এ ধরনের কতগুলো হিমায়কের নম্বর, রাসায়নিক সংকেত, নাম ও স্ফুটনাংক উল্লেখ করা হল

টেবিল ৩.৪ ঃ অজৈব যৌগ হিমায়কের নম্বর, নাম, রাসায়নিক সংকেত ও স্ফুটনাংক

হিমায়ক নম্বর	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাংক ° সেঃ
R-717	এ্যামোনিয়া (Ammonia)	NH_3	-33.3
R-718	পানি (Water)	H_2O	100
R-729	বাতাস (Air)	N_2, O_2	-194.2
R-744	কার্বনডাইঅক্সাইড (Carbondioxide)	CO_2	-194.9
R-764	সালফারডাইঅক্সাইড (Sulpherdioxide)	SO_2	-10

৩.৩.৫ জিওট্রপিক হিমায়ক (Zeotropic Refrigerent)

দুই বা ততোধিক হিমায়কের মিশ্রণে সুনির্দিষ্ট স্ফুটনাংক না থাকলে সে সকল হিমায়ককে জিওট্রপিক হিমায়ক বলে। এ ধরনের হিমায়কের নম্বর, রাসায়নিক মিশ্রণের সংকেত ও মিশ্রনের অনুপাতসহ নিচে দেয়া হল-

টেবিল ৩.৫ ঃ জিওট্রপিক হিমায়কের নাম ও স্ফুটনাংক

হিমায়ক নাম্বার	উপাদানের সংকেত	উপাদানের শতকরা অনুপাত	স্ফুটনাংক ° সেঃ
404A	HFC (R-125/143a/134a)	44/52/4	-46.2
406A	HCFC/HC (R-22/600a/142b)	55/4/41	-32.5
407C	HFC (R-32/125/134a)	23/25/52	-45
410A	HFC (R-32/125)	50/50	-51.4

৩.৪ রাসায়নিক সংকেতের দিক থেকে হিমায়কের শ্রেণী বিভাগ (Classification of Refrigerants in terms of Chemical Formula)

রাসায়নিক সংকেতের দিক থেকে হিমায়ককে ক্লোরোফ্লোরোকার্বন বা CFC, হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন বা HCFC, হাইড্রোফ্লোরোকার্বন বা HFC ও হাইড্রোকার্বন বা HC শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে।

৩.৪.১ ক্লোরোফ্লোরোকার্বন হিমায়ক (CFCs)

ক্লোরিন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত ক্লোরোফ্লোরোকার্বন CFC হিমায়ক। এগুলোর মধ্যে কয়েকটির হিমায়ক নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত দেওয়া হলোঃ-

টেবিল ৩.৬ ঃ ক্লোরোফ্লোরোকার্বন হিমায়কের নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত

হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
R-11	CCl_3F
R-12	CCl_2F_2
R-113	$C_2Cl_3F_3$
R-114	$C_2Cl_2F_4$
R-115	C_2ClF_5

৩.৪.২ হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন হিমায়ক (HCFCs)

হাইড্রোজেন, ক্লোরিন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হয় হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন HCFC হিমায়ক। নিম্নে কয়েকটি হিমায়কের নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত দেয়া হলঃ

টেবিল ৩.৭ ঃ হাইড্রোক্লোরোফ্লোরোকার্বন হিমায়কের নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত

হিমায়কের নম্বর	রাসায়নিক সংকেত
R-22	$CHClF_2$
R-123	$C_2HCl_2F_3$

৩.৪.৩ হাইড্রোফ্লোরোকার্বন হিমায়ক (HFCs)

হাইড্রোজেন, ফ্লোরিন ও কার্বন নিয়ে গঠিত হয় হাইড্রোফ্লোরোকার্বন (HFC) হিমায়ক। নিম্নে এরূপ কয়েকটির হিমায়ক নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত দেয়া হলঃ

টেবিল ৩.৮ ঃ হাইড্রোফ্লোরোকার্বন হিমায়কের নম্বর ও রাসায়নিক সংকেত

হিমায়কের নম্বর	রাসায়নিক সংকেত
R-32	CH_2F_2
R-125	C_2HF_5
R-134a	$C_2H_2F_4$
R-410A (R-32/125)	CH_2F/CHF_2CF_3 (50/50)

৩.৪.৪ হাইড্রোকার্বন হিমায়ক (HCs)

এই হিমায়ক হাইড্রোজেন ও কার্বন নিয়ে গঠিত। নিম্নে এরূপ কয়েকটির নম্বর, নাম ও রাসায়নিক সংকেত দেয়া হলঃ

টেবিল ৩.৯ ঃ হাইড্রোকার্বন হিমায়কের নম্বর, নাম ও রাসায়নিক সংকেত

হিমায়কের নম্বর	হিমায়কের নাম	রাসায়নিক সংকেত
R-50 (Methane)	মিথেন	CH_4
R-170 (Ethane)	ইথেন	C_2H_6
R-290 (Propane)	প্রোপেন	C_3H_8
R-600 (Butane)	বিউটেন	C_4H_{10}
R-600a (Isobutane)	আইসোবিউটেন	C_4H_{10}

৩.৪.৫ হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC blend) হিমায়ক

অধুনা হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC blend) রেট্রোফিটিং-এর কাজে ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। HC blend R-290 এবং R-600a এর সম মিশ্রণ এবং এটি একটি জিওট্রোপিক মিশ্রণ।

৩.৫ অধিক ব্যবহৃত হিমায়ক (Popular Refrigerants)

বাংলাদেশে এখন পর্যন্ত যে সকল হিমায়ক অধিক ব্যবহৃত হয় সেগুলোর নাম ও ব্যবহারক্ষেত্র উল্লেখ করা হলঃ

টেবিল ৩.১০ ঃ বাংলাদেশে ব্যবহৃত হিমায়কের ব্যবহার

হিমায়কের নম্বর	কমপ্রেসর	ব্যবহার
R-12 / R-134a	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারি সেন্ট্রিফিউগ্যাল	আবাসিক শীতক, ফ্রোজেন ফুড ষ্টোরেজ, আইসক্রিম কেবিনেট, ওয়াটারকুলার, ডিহিউমিডিফায়ার, আইস মেকার, আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, কোণ আইসক্রিম মেকার, ওয়াক-ইন কুলার, ডিসপ্লে কেইসেস, অটোমোবাইল এয়ারকন্ডিশনিং, এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
R-22	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারী	উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনার, প্যাকেজ টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, স্প্লিট টাইপ এয়ারকন্ডিশনার, কোল্ড ষ্টোরেজ ও ওয়াটার চিলার ইত্যাদি।
R-123	সেন্ট্রিফিউগ্যাল	সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
R-502	রেসিপ্রোকেটিং	হিমাগার, প্লেট ফ্রিজার, কন্টাক্ট ফ্রিজার, ডেইরী রিফ্রিজারেশন ইত্যাদি।
R-717	রেসিপ্রোকেটিং	আইস প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, ফিস ফ্রিজিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
R-600a, HC blend	রেসিপ্রোকেটিং, রোটারী	আবাসিক রিফ্রিজারেটর, ফ্রিজার, বেভারেজ কুলার ইত্যাদি।

৩.৬ সেকেন্ডারি হিমায়কের ব্যবহার (Application of Secondary Refrigerants)

সেকেন্ডারি হিমায়কের ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হল ঃ

টেবিল ৩.১১ ঃ সেকেন্ডারি হিমায়কের ব্যবহার

হিমায়ক	মিশ্রণের পরিমাণ %	হিমাংক °সেঃ	ব্যবহার ক্ষেত্র
পানি	১০০	০	সেন্ট্রাল এসি ও ওয়াটার চিলার ইত্যাদি।
সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ	২৩	-২০	বরফ কল, ফুড প্রসেসিং, মিট প্যাকিং ইত্যাদি।
ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ	৩০	-৫৫	বরফকল, আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, স্কেটিং রিংক ইত্যাদি।
তরল ইথিলিন গ্লাইকল	৬০	-৪৮.৩	কেমিক্যাল প্ল্যান্ট ইত্যাদি।

৩.৭ বিকল্প হিমায়ক (Alternative Refrigerants)

যেহেতু ক্লোরিন ওজোন স্তরকে ক্ষয় করে এবং ফ্লোরিন পৃথিবীকে উত্তপ্ত করতে সহায়তা করে সেজন্য এগুলোর বিকল্প ব্যবহারের প্রশ্ন আসে। কিছু হিমায়ক একটি সাময়িক সমাধান আর কিছু হিমায়ক একটি দীর্ঘস্থায়ী সমাধান বা বিকল্প হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের কিছু সনাতন ও বিকল্প হিমায়কের নম্বরসহ ব্যবহার উল্লেখ করা হল ঃ

টেবিল ৩.১২ ঃ বিকল্প হিমায়কের ব্যবহার

সনাতন হিমায়ক	বিকল্প হিমায়ক	ব্যবহার
R-11	R-123	সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্ট ইত্যাদি।
	R-134a	হিমায়ক ফ্রিজার, বিভারেজ কুলার ইত্যাদি।
R-12	R-134a	সেন্ট্রাল এসি, কার এসি, নূতন ফ্রিজ ও রিট্রোফিট করা ফ্রিজ ইত্যাদি।
	R-406A	মোবাইল এসি (সাময়িক বিকল্প) ইত্যাদি।
	R-600a	ফ্রিজ ইত্যাদি।
	HC blend	ফ্রিজ, কার এসি ইত্যাদি।
R-22	R-407C	এসি / ইন্ডাস্ট্রিয়াল ফিলার ইত্যাদি।
	R-410A	কমপ্রেসর ডিজাইন পরিবর্তন করে ২২ এবং ৫০২ এর দীর্ঘ দিনের বিকল্প হিসেবে এসিতে।
	R-32	স্লিট টাইপ এসিতে R-22 বিকল্প
	R-170/R-290 (50/50)	স্থায়ী সমাধান হিসেবে (Drop in refrigerant) এয়ারকন্ডিশনারে।
	R-R-290	স্লিট টাইপ এসি
R-502	R-404A	দীর্ঘদিনের বিকল্প (আর-২২/আর-৫০২ এর বিকল্প এয়ারকন্ডিশনার ও চিলারে।
	R-407C	ঐ
	R-290	যন্ত্রপাতি সংশোধন পূর্বক রিফ্রিজারেটরে ও রক্ষণশীল চিলারে ব্যবহার করা হয়।
	R-170/R-290 (50/50)	খুব সামান্য পরিবর্তন সাপেক্ষে দীর্ঘ দিনের সমাধান হিসেবে ইন্ডাসট্রিয়াল কুলিং প্ল্যান্ট।

৩.৮ এক নজরে হিমায়কসমূহের ভৌত ধর্ম (Physical Properties of Refrigerants)

টেবিল ৩.১৩ ঃ হিমায়কের ভৌত ধর্ম (-১৫° ইভাপোরেটর তাপমাত্রা এবং ৩০° সেঃ কন্ডেন্সিং তাপমাত্রার ভিত্তিতে)

হিমায়ক নম্বর	রাসায়নিক সংকেত	স্ফুটনাংক (°C)	সংকট তাপমাত্রা (°C)	ঘনীভবন চাপ (Kpa)	সুপ্ততাপ (Kj/Kg)	আপেক্ষিক আয়তন (L/Kg)	বিষাক্ততা	দাহ্যতা	সিওপি	HP/TR	KW/TR
R-11	CCl_3F	23.7	175	89.4	182.5	762.27	অবিষাক্ত	অদাহ্য	5.09	0.93	0.694
R-12	CCl_2F_2	-29.8	112.1	744.7	165	91.15	,,	,,	4.70	1.00	0.746
R-22	$CHClF_2$	-40.8	195.4	1192.1	248.7	77.41	,,	,,	4.66	1.01	0.753
R-502	$CHClF_2$/ C_2ClF_5	-45.4	91.78	1308.6	165.144	51.19	,,	,,	4.37	1.01	0.76
R-717	NH_3	-33.4	132.8	1166.6	1368.9	508.8	বিষাক্ত	দাহ্য	4.76	0.99	0.738
R-134a	$C_2H_2F_4$	-26.2	102.0	1100	150.71	88.2	অবিষাক্ত	অদাহ্য	4.6	1.02	0.749
R-123	$C_2HC1_2F_3$	28	183.6	143.41	182.5	367.08	,,	,,	প্রায়ই R-11এর মত		
R-600a	C_4H_{10}	-11.73	139.6	-	362	-	,,	দাহ্য	-	-	-
HC blend	$C_3H_8 + C_4H_{10}$	-31.5	135	-	405		,,	,,	-	-	-
R-32	CH_2F_2	-51.7	78.4		360.29	464	,,	,,	-	-	-

৩.৯ হিমায়ক ২২ এর বিকল্প হিমায়ক (HCFC-22)

একটি অতি জনপ্রিয় হিমায়ক যা উইন্ডো, স্প্লিট, প্যাকেজ এমনকি সেন্ট্রাল এয়ারকন্ডিশনিং প্ল্যান্টে ব্যবহৃত তা ছাড়াও এটি হিমাগারও ইন্ডাস্ট্রিয়াল কুলিং প্ল্যান্টে হিমায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এর মধ্যে একটি ক্লোরিনের পরমাণু ও দুটি ফ্লোরিনের পরমাণু রয়েছে। ক্লোরিন ওজোন স্তরের ক্ষয় করে এবং ফ্লোরিন পৃথিবীকে উত্তপ্ত করতে সহায়তা করে। তাই এর বিকল্প হিসেবে হিমায়ক-৩২ এবং হিমায়ক-২৯০ নম্বর গ্যাস ব্যবহার হচ্ছে।
বর্তমানে বিকল্প হিমায়ক নির্বাচনের ব্যাপারে যে সকল বিষয় গুরুত্ব দেয়া হয় সেগুলো হল:

(ক) জিরো ওডিপ (ODP)
(খ) সর্বনিম্ন জিডব্লিউপি (GWP)
(গ) বিষাক্ততা
(ঘ) দাহ্যতা
(ঙ) তেলের সাথে মিশ্রণতা
(চ) ক্ষয়কারিতা
(ছ) বায়ুমণ্ডলে সর্বনিম্ন জীবন
(জ) ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা
(ঝ) দক্ষতা
(ঞ) ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন চাপ
(ট) দাম ও প্রাপ্যতা

হিমায়ক-৩২

(ক) হিমায়ক-৩২ এর রাসায়নিক সংকেত CH_2F_2
(খ) এটি একটি একক পদার্থ যার নাম হল ডাইফ্লোরোমিথেন
(গ) স্ফুটনাংক - ৫১.৭ ডিগ্রি সেঃ
(ঘ) সংকট তাপমাত্রা ৭৮.৪° সেঃ
(ঙ) খনিজ তেলের সাথে মিশে না
(চ) সুপ্ততাপ ৩৬০.২৭ কিলোজ্জ্বল/ কেজি
(ছ) বাতাসের ১৪-৩১ শতাংশ আয়তন দখল করলে আগুন লাগার ঝুঁকি থাকে
(জ) ওডিপি এর মান শূন্য ও গ্লেবাল ওয়ার্মিং এর মান ৬৭৫
(ঝ) আপেক্ষিক আয়তন ৪৬৪ লি/কেজি

হিমায়ক-২৯০

(ক) হিমায়ক-২৯০ এর রাসায়নিক সংকেত C_3H_8 যার নাম প্রোপেন।
(খ) ইভাপোরেটর ও কনডেনসার চাপ হিমায়ক-২২ এর চেয়ে কম
(গ) সুপ্ততাপ ২৭৯.৮৮ কিলোজ্জ্বল/ কেজি
(ঘ) এটি দাহ্য (বড় ত্রুটি)
(ঙ) খনিজ তেলের সাথে মিশে যা সহজে প্রাপ্য।
(চ) শূন্য ওডিপি ও প্রায় শূন্য জিডব্লিউপি
(ছ) খুবই পরিবেশবান্ধব হিমায়ক কিন্তু খুব বেশি গ্যাস এক জায়গায় ব্যবহার ঝুঁকিপূর্ণ।

অধ্যায়-৪
প্রাকৃতিক হিমায়ক
Natural Refrigerant

৪.১ প্রাকৃতিক হিমায়ক (Natural Refrigerant)

প্রকৃতির কোনওরূপ ক্ষতি না করে যে সকল হিমায়ক প্রকৃতি থেকে সৃষ্ট ও সহজেই প্রকৃতির সাথে মিশে যেতে পারে তাকে প্রাকৃতিক বা ন্যাচারাল হিমায়ক বলে। এ ধরনের হিমায়কের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলঃ
(ক) হাইড্রোকার্বন
(খ) কার্বন ডাই অক্সাইড
(গ) এ্যামোনিয়া ইত্যাদি।

৪.২ হাইড্রোকার্বন (Hydrocarbon)

বিশ্বব্যাপী ছোট হিমায়ন যন্ত্র বিশেষ করে সিল্ড কমপ্রেসর যুক্ত অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণ হিমায়ক লাগে এমন হিমায়ন যন্ত্রে হাইড্রোকার্বন চার্জ করা হয়। বিশেষ করে ছোট হিমায়ন যন্ত্রে এখন হিমায়ক-600a ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। তাছাড়াও আরও অধিক কার্যকরী হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC Blend) ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ ধরনের wngvqK R-12 ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রে কোনও রূপ পরিবর্তন ব্যতিরেকে মাত্র 40% চার্জ করলেই অধিক সুবিধা পাওয়া যায়।

৪.৩ হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ডের সুবিধা (Advantages of Hydrocarbon Blend)

(ক) ODP এর মান শূন্য।
(খ) GWP এর মান ৩ যা অন্যান্য হিমায়কের তুলনায় অত্যন্ত কম।
(গ) R-12 এর বিকল্প হিসেবে দীর্ঘস্থায়ী সমাধান।
(ঘ) R-12 এর সাথে ব্যবহৃত খনিজ তেলের সাথে ব্যবহারযোগ্য।
(ঙ) একই ক্ষমতার কমপ্রেসর ব্যবহার করা যায়।
(চ) কুলিং ক্যাপাসিটি বেশি বিধায় ৪০% হিমায়ক চার্জে R-12 এর প্রায় সমান।
(ছ) হিমায়ক কম লাগে।
(জ) কমপ্রেসর শব্দ কম করে।
(ঝ) কারেন্ট কম গ্রহণ করে।
(ঞ) একই স্ট্রেনার ও ক্যাপিলারি ব্যবহার করা যায়।

R-12 ও ব্যবহৃত হিমায়ক চক্রের কোনও কিছু পরিবর্তন না করেই HC blend চার্জ করা যায় বলে একে Drop in refrigerant বলে। এটি দাহ্য বিধায় HC blend ব্যবহৃত ফ্রিজে স্পার্ক করে এমন বৈদ্যুতিক অংশ ব্যবহার করা নিরাপদ নয়। সেজন্য কারেন্ট কয়েলে রিলের পরিবর্তে সলিড স্টেট বা PTC রিলে, আবদ্ধ ওভারলোড, থার্মোস্ট্যাট, ডোর সুইচ ইত্যাদি ব্যবহার করতে হয়।

আবাসিক শীতক বা ডমেস্টিক রিফ্রিজারেটরে হাইড্রোকার্বন 600a ব্যাপক ব্যবহৃত হয়। ফ্রিজ নির্মাতাদের মধ্যে পৃথিবীর সপ্তম স্থান অধিকারী ARCELIK প্রচুর 600a চার্জযুক্ত রিফ্রিজারেটর ফ্রিজার সারা ইউরোপে রপ্তানি করছে। তুরস্ক এয়ার কন্ডিশনারে R-12 এর পরিবর্তে HFC-410A ব্যবহার করছে। তুরস্ক হাইড্রোকার্বন চার্জ করে চেস্ট ফ্রিজার ইউরোপে বাজারজাত করছে।

৪.৪ কার্বনডাইঅক্সাইড (Carbondioxide)

কার্বনডাইঅক্সাইড (CO_2) খুবই পরিবেশবান্ধব একটি ন্যাচারেল হিমায়ক যা বর্তমানে রিফ্রিজারেশন সিস্টেমে কোরিয়া, থাইল্যান্ড, হাঙ্গেরী, যুক্তরাষ্ট্র, তুরস্ক ও মালয়েশিয়ায় ব্যবহার শুরু করেছে। তুরস্কের CARREFOUR কোম্পানী সুপার মার্কেটের কুলিং যন্ত্রে হিমায়ক হিসেবে কার্বনডাইঅক্সাইড ব্যবহার করছে। কার্বনডাইঅক্সাইড পরিবেশ বান্ধব, ওজোনের ক্ষতি করে না, এর স্ফুটনাংক -87.4° সেঃ কিন্তু ক্রিটিক্যাল তাপমাত্রা কম (মাত্র 31°C) বিধায় অতি নীচুমাত্রা সৃষ্টিকারী হিময়ান ও খুব ভাল কনডেনসার কুলিং যুক্ত হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত হয়।

৪.৫ এ্যামোনিয়া (Ammonia)

এ্যামোনিয়া একটি ন্যাচারাল হিমায়ক যা প্রধানত ইন্ডাস্ট্রিয়াল কুলিং প্ল্যান্টে ব্যাপক ব্যবহৃত হয়। পৃথিবীর প্রায় সব দেশেই হিমায়ক হিসেবে এটি ব্যবহৃত হচ্ছে। এটি পরিবেশবান্ধব কিন্তু বিষাক্ত। প্রচুর সুপ্ততাপ ও পরিবেশবান্ধব বিধায় যুক্তরাষ্ট্রে বড় বড় সুপার মার্কেটে মাটির নীচে নির্মিত ঘরে এ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্রের সাহায্যে গ্লাইকোল ও মিথাইল এলকোহল মিশ্রিত এন্টিফ্রিজ পদার্থকে ঠাণ্ডা করে সুপার স্টোরের হিমায়ন যন্ত্রে বিভিন্ন মালামাল ঠাণ্ডা করার ব্যবস্থা করেছে। বিষাক্ত বিধায় জনবহুল এলাকায় এ্যামোনিয়া হিমায়ক যন্ত্র মাটির নীচে নির্মিত ঘরে বসানো হয়।

৪.৬ ক্রাইয়োজেনিক হিমায়ক (Cryogenic Refrigerants)

কোনওরকম হিমায়ন যন্ত্র ছাড়াই কোনও দ্রব্যকে প্রচন্ড ঠাণ্ডা সৃষ্টি করার জন্য ক্রাইয়োজেনিক হিমায়ক বা ক্রাইয়োজেনিক ফ্লুয়িড ব্যবহৃত হয়। যদি কোনও ফ্লুয়িডের মাধ্যমে -160° সেঃ থেকে -273° সেঃ তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করতে পারে তাহলে তাকে ক্রাইয়োজেনিক ফ্লুয়িড বলে। এমন কিছু ফ্লুয়িড যা কত ডিগ্রি ঠাণ্ডা করতে পারে তা উল্লেখ করা হল ঃ

(ক) তরল মিথেন (Liquid Methane)	-161° সেঃ
(খ) তরল অক্সিজেন (Liquid Oxygen)	-183° সেঃ
(গ) তরল নাইট্রোজেন (Liquid Nitrogen)	-196° সেঃ
(ঘ) তরল হাইড্রোজেন (Liquid Hydrogen)	-253° সেঃ
(ঙ) তরল হিলিয়াম (Liquid Helium)	-270° সেঃ

অধ্যায়-৫

হিমায়ক চিহ্নিতকরণ

Identification of Refrigerants

রং বিহীন ও নাম উল্লেখ বিহীন সিলিন্ডারে কি হিমায়ক আছে এবং কোন প্ল্যান্টে কি হিমায়ক আছে তা নিশ্চিত করা দরকার। কোনও একটি বাণিজ্যিক বা ইন্ড্রাস্ট্রিয়াল রিফ্রিজারেশন প্ল্যান্টে আংশিক চার্জের দরকার হলে তাতে কি হিমায়ক আছে তা নিশ্চিত হওয়া দরকার। তাই এই বিষয়টি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৫.১ হিমায়ক চিহ্নিতকরণের উপায় (Identification of Refrigerants)

হিমায়ক চিহ্নিত করণের কয়েকটি পদ্ধতি আছে–
(ক) সিলিন্ডারের রং।
(খ) প্রেসার টেম্পারেচার পদ্ধতি।

৫.১.১ হিমায়ক সিলিন্ডারের রং (Colour of Refrigerant Cylinders)

ASHRAE সিলিন্ডারের যে রং নির্ধারণ করেছে তা পৃথিবীর বেশির ভাগ হিমায়ক উৎপাদনকারী সংস্থা মেনে চলে। তবে যুক্তরাজ্যের CIBSE আলাদা কালার কোড ব্যবহার করে।

ASHRAE এর কালার কোড নিম্নরূপ–

টেবিল ৫.১ ঃ হিমায়কের কালার কোড

হিমায়ক নম্বর	কালার কোড (ASHRAE)	CIBSE
R-12	সাদা (White)	সাদা (White)
R-22	হালকা সবুজ (Light Green)	সবুজ (Green)
R-32	লাল (Red)	লাল
R-123	হালকা নীল রূপালী (Light Blue Gray)	হাল্কা রূপালী (Light Grey Silver)
R-134a	হালকা নীল (Light Blue)	নীল (Blue)
R-404A	কমলা (Orange)	কমলা (Orange)
R-407C	চকোলেট বাদামী (Chocolate Brown)	বাদামী (Brown)
R-410A	গোলাপী (Rose)	হালকা গোলাপী (Light Rose)
R-502	সবুজ পাতার রং (Orchid)	অর্কিড (Orchid)
R-600a	সিলভার (Silver)	সিলভার (Silver)
R-717	কাল (Black)	কাল (Black)
R-764	কমলা (Orange)	কমলা (Orange)

৫.১.২ হিমায়ক চিহ্নিতকরণে চাপ ও তাপমাত্রা পদ্ধতি (Pressure Temperature Method)

হিমায়ক সিলিন্ডার অথবা রিফ্রিজারেটিং ইউনিট যে কক্ষে বসানো আছে সে কক্ষের বাতাসের তাপমাত্রা থার্মোমিটার দিয়ে মাপতে হবে। তারপর সিলিন্ডার প্রেসার বা ইউনিটে হিমায়ক প্রেসার মাপতে হবে। এই প্রেসার ও তাপমাত্রা হিমায়ক চার্টে অথবা হিমায়ক স্লাইড/কমপারিটরে মিলিয়ে কি হিমায়ক আছে তা নির্ণয় করা যায়। হিমায়কের চাপ ও ঐ স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা হিমায়কের প্রেসার টেম্পারেচার চার্টে মিলায়ে তা চিহ্নিত করা যায়।। নীচে সে চার্ট দেয়া হলো–

টেবিল ৫.২ ঃ হিমায়কের তাপমাত্রা–চাপ চার্ট

PSIG	TEMPERATURE ^{0}F					
	R-22	R-502	R-12	R-134a	R-404A	R-407C
0	-41	-50	-22	-15	-50	-34.2
5	-30	-38	-9	-3	-39	-23.1
10	-20	-29	2	7	-30	-14.0
15	-12	-20	11	15	-22	-6.3
17	-9	-18	14	18	-19	-3.5
20	-5	-13	18	22	-15	0.5
23	-1	-9	23	26	-11	4.2
25	-	-7	25	29	-9	6.6
30	7	-1	32	35	-3	12.1
32	9	1	34	37	-1	14.1
35	12	4	38	40	2	17.2
37	14	6	40	42	4	19.1
40	17	9	43	45	7	21.8
46	23	15	49	51	12	27.1
48	24	16	51	52	14	28.7
50	26	18	53	54	16	30.3
52	28	20	55	56	17	31.9
54	29	21	57	57	19	33.4
58	32	24	60	60	22	36.4
60	34	26	62	62	23	37.8
64	37	29	65	65	26	40.6
68	40	32	68	68	29	43.3
70	41	33	70	69	30	44.6
74	44	36	73	72	33	47.8
78	46	38	76	75	35	49.6
80	48	40	77	76	37	50.8
85	51	43	81	79	40	53.7
90	54	46	84	82	42	56.5
95	56	49	87	85	45	59.2
100	59	51	90	88	48	61.8
105	62	54	93	90	50	64.3
110	64	57	98	93	52	66.7
115	67	59	99	96	55	69.1

প্রেসার টেম্পারেচার বোঝার জন্য নীচে একটি উদাহরণ দেয়া হলো– ধরা যাক, কোনও স্থানের বাতাসের তাপমাত্রা 40° ফাঃ। তাহলে বিভিন্ন সিলিন্ডারে যে চাপ দেখাবে তা নীচে দেখানো হলো–

হিমায়ক	প্রেসার (Pressure-PSI)
R-12	37
R-134a	35
R-404A	85
R-407C	64
R-22	68
R-502	80

উন্নত দেশে অন্য যন্ত্রপাতির সাথে প্রত্যেক টেকনিশিয়ানের কাছেই থার্মোমিটার, গেইজ, চার্জিং হোজ ও হিমায়ক স্লাইড/কম্পারিটর থাকে। প্রতিটি সিলিন্ডারের চাপ ও ঐ স্থানের তাপমাত্রা কাজে লাগিয়ে স্লাইড থেকে সুনির্দিষ্ট হিমায়ক চিহ্নিত করা যায়।

৫.২ পরিবেশ বান্ধব হিমায়ক (Environment Friendly Refrigerant)

অনেক হিমায়কের কথাই বলা হয়েছে কিন্তু সকল হিমায়ক পরিবেশবান্ধব নয়। পরিবেশবান্ধব বলতে এখানে বোঝানো হচ্ছে ODP (Ozone Depleting Potential) শূন্য এবং GWP (Global Warming Potential)-এর মাত্রা খুবই কম। ODP বেশি হলে ওজোনস্তরের ক্ষতি বেশি করে আর GWP এর মান বেশি হলে গ্রীন হাউজের মতো পৃথিবীকে উত্তপ্ত করতে সাহায্য করে। ব্যাপক ব্যবহৃত CFC-12 ওজোন স্তরের ক্ষতি করে। তাই এই হিমায়কের বিকল্প হিসেবে HFC-134a ব্যবহার শুরু হয়। এখন দেখা যাচ্ছে এতে ওজোনস্তরের ক্ষতি হয় না কিন্তু পৃথিবীকে উত্তপ্ত করতে সহায়তা করে। তাই আরো অনুসন্ধান চলছে পরিবেশবান্ধব হিমায়কের সন্ধানে। শেষ পর্যন্ত আবাসিক ও বাণিজ্যিক ছোট হিমায়ন যন্ত্রের জন্য হাইড্রোকার্বন বা হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড (HC বা HC blend) নির্বাচন করা হয়। HC blend যা HC-290 (50%) এবং HC-600a (50%) মিশ্রণে তৈরি করা হয়। বাংলাদেশে ব্যাপকভাবে HC-600a ব্যবহার শুরু হয়েছে।
হিমায়ক -২২ এর পরিবর্তে হিমায়ক-২৩ এবং হিমায়ক-৪১০ এ ব্যবহৃত হচ্ছে।

৫.৩ এইচসি ব্লেন্ড চার্জিং পদ্ধতি (HC Blend Charging)

সনাতন পদ্ধতিতে প্রতিটি হিমায়ক চার্জ করার সময় (ক্যাপিলারি ব্যবহৃত ইউনিটে) চার্জ বেশি হলে একটু ছেড়ে দেই, আবার কম হলে একটু বাড়িয় দেই। কিন্তু HC blend ভিন্ন চাপযুক্ত দুটি হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। সেজন্য এটি ফ্রিজে চার্জ করতে হলে মেপে তরল অবস্থায় চার্জ করতে হয়। কারণ অতিরিক্ত চার্জ হলে অন্যান্য হিমায়কের মতো ছাড়া যাবে না। ছাড়লে HC-290 বেশি বের হয়ে যায়, ফলে কুলিং ক্যাপাসিটিতে প্রভাব পড়ে। তবে চার্জিং প্রেসার R-12 বা R-134a এর চেয়ে অনেক কম রাখতে হয়। মেপে হিমায়ক চার্জ করার জন্য ডিজিটাল ওয়েয়িং মেশিন বা ডিজিটাল মাপনি পাল্লা দরকার হয় যা আমাদের অনেকের কাছেই নেই। মেপে চার্জ করলে সঠিক চার্জ হয় এবং সময় কম লাগে। তবে কমপ্রেসর পরিবর্তন, নতুন চেম্বার তৈরি করা হলে বা বডির ভিতরের কনডেনসারের পরিবর্তে বাইরে কনডেনসার স্থাপন করলে তখন তো মাপ ঠিক থাকবে না। উল্লেখ্য যে, হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ড হিমায়ক R-12 এর (40%) এবং R-134a এর (45%) লাগে।

অধ্যায়-৬

হিমায়ক নাম্বারিং পদ্ধতি

Refrigerant Numbering System

৬.১ হিমায়ক নাম্বারিং পদ্ধতি (Refrigerant Numbering Method)

হিমায়ক নাম্বারিং করার জন্য ASHRAE নিয়ম অনুসরণ করা হয়। তার একটি বর্ণনা নিচে দেওয়া হল ঃ
CFC ও HCFC এর হিমায়কের বেলায় ঃ
(ক) হিমায়কের ডান দিক থেকে হবে ফ্লোরিন পরমাণু সংখ্যা।
(খ) ডান দিক থেকে দ্বিতীয় নম্বর হবে হাইড্রোজেন পরমাণু সংখ্যা + এক।
(গ) ডান দিক থেকে ৩য় নম্বর হবে কার্বন পরমাণু সংখ্যা – এক।

CFC এবং HCFC গ্রুপের হিমায়ক নম্বর সূত্রের সাহায্যে বের করতে হলে নিচের ফরমুলা ব্যবহার করা হয় ঃ
R (m-1) (n+1) (P)
যখন R = হিমায়ক
m = কার্বন পরমাণু সংখ্যা
n = হাইড্রোজেন পরমাণু সংখ্যা
P = ফ্লোরিন পরমাণু সংখ্যা

উদাহরণ-৬.১ CCl_3F এর হিমায়ক নম্বর কত হবে? সমাধানঃ R(m-1) (n+1) (P) R (1-1) (0+1) (1) R 0 1 1 সুতরাং R-1 1	উদাহরণ-৬.২ $CHClF_2$ এর হিমায়ক নম্বর কত হবে? সমাধানঃ R(m-1) (n+1) (P) R (1-1) (1+1) (2) R 0 2 2 সুতরাং R-2 2
উদাহরণ-৬.৩ CCl_2F_2 এর হিমায়ক নম্বর কত হবে? সমাধানঃ R(m-1) (n+1) (P) R (1-1) (0+1) (2) R 0 1 2 সুতরাং R-1 2	উদাহরণ-৬.৪ $C_2H_2F_4$ এর হিমায়ক নম্বর কত হবে? সমাধানঃ R(m-1) (n+1) (P) R (2-1) (2+1) (4) R 0 3 4 সুতরাং R-1 3 4

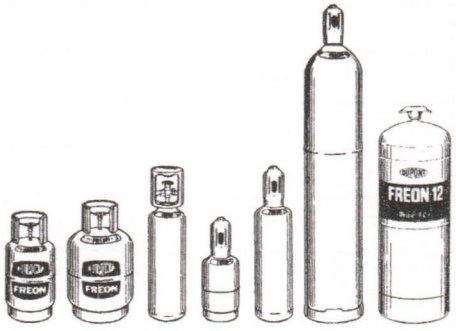
অজৈব যৌগ হিমায়কের অণুর আণবিক ওজনের সাথে 700 যোগ করে নাম্বারিং করা হয়। তবে একাধিক যৌগের আণবিক ওজন একই হলে নম্বরের সাথে A, B, C ব্যবহার করে চিহ্নিত করা হয়। অজৈব হিমায়ক বেলায় আনুবিক ওজন জানা থাকলে ৭০০ যোগ করলেই হিমায়ক নম্বর পাওয়া যাবে।

টেবিল ৬.১ ঃ অজৈব বা প্রাকৃতিক হিমায়কের নম্বর।

পদার্থ	আণবিক ওজন	হিমায়ক নম্বর
এমোনিয়া	১৭	৭১৭
পানি	১৮	৭১৮
নাইট্রোজেন	২৮	৭২৮
কার্বনডাই অক্সাইড	৪৪	৭৪৪
সালফার ডাই অক্সাইড	৬৪	৭৬৪

অধ্যায়-৭
হিমায়ক সিলিন্ডার
Refrigerant Cylinder

হিমায়ক সংরক্ষণ, স্থানান্তর ও ব্যবহারের জন্য যে পাত্র দরকার হয় তা-ই হিমায়ক বা হিমায়ক সিলিন্ডার। আজকাল খুব অল্প পরিমাণ হিমায়ক ছোট কৌটায় বা ক্যানে পাওয়া যায়।



(ক) সার্ভিস সিলিন্ডার
(খ) সার্ভিস সিলিন্ডার
(গ) সার্ভিস সিলিন্ডার
(ঘ) সার্ভিস সিলিন্ডার
(ঙ) সার্ভিস সিলিন্ডার
(চ) স্টোরেজ সিলিন্ডার
(ছ) স্টোরেজ সিলিন্ডার

চিত্র ৭.১ ঃ বিভিন্ন ধরনের রিফ্রিজারেন্টের সিলিন্ডার

৭.১ বিভিন্ন ধরনের হিমায়ক সিলিন্ডার (Refrigerant Cylinder)

(ক) ফেরতযোগ্য সিলিন্ডার (Returnable Cylinder)

উৎপাদক কোম্পানী বিশাল আকারের এ সিলিন্ডারের মাধ্যমে হিমায়ক রপ্তানি করে থাকে। এ সিলিন্ডার থেকে হিমায়ক স্টোরেজ সিলিন্ডারে স্থানান্তর করা হয়।

(খ) স্টোরেজ সিলিন্ডার (Storage Cylinder)

এই সিলিন্ডার থেকে সার্ভিস সিলিন্ডারে হিমায়ক স্থানান্তর করা হয়।

(গ) সার্ভিস সিলিন্ডার (Service Cylinder)

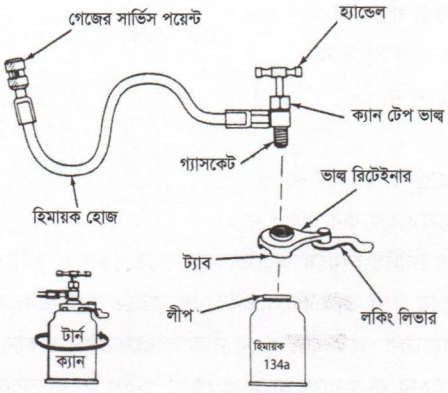
যে সকল সিলিন্ডার থেকে সরাসরি হিমায়ন যন্ত্রে হিমায়ক চার্জ করা হয় সেগুলোকেই সার্ভিস সিলিন্ডার বলা হয়। এগুলো যথেষ্ট মজবুত হয় আর বার বার হিমায়ক ভর্তি করে ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) ডিসপোজেবল সিলিন্ডার (Disposeable Cylinder)

এই সিলিন্ডার খালি হওয়ার পর পুনঃব্যবহার করা যায় না।

(ঙ) হিমায়ক ক্যান (Refrigerant Can)

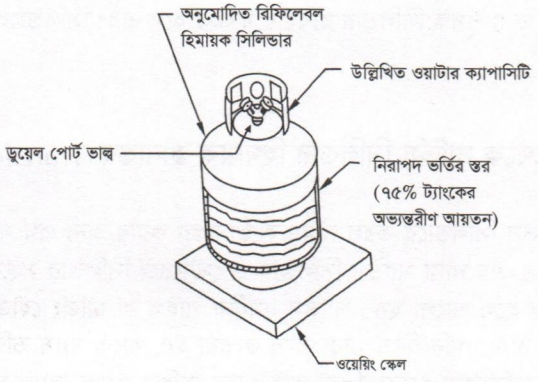
সীমিত পরিমাণ হিমায়ক আজকাল ছোট কৌটায়/ ক্যানে পাওয়া যায়। এগুলো ৩০০ থেকে ৮০০ গ্রাম পর্যন্ত হিমায়ক ধারণ ক্ষমতার হয়। আলাদা ভাল্ব ব্যবহার করে হিমায়ক নিঃসরণ করতে হয় যাকে হিমায়ক ক্যান ভাল্ব বলে।



চিত্র ৭.২ ঃ ক্যান থেকে হিমায়ক নেয়ার সংযোগ কৌশল

(চ) রিকোভারি সিলিন্ডার (Recovery Cylinder)

রিকোভারি সিলিন্ডার অন্যান্য সিলিন্ডার থেকে অনেক শক্ত ও ভারী। এতে লিকুইড ও ভেপার নামে দুটি পোর্ট যুক্ত ভাল্ব থাকে। এই সিলিন্ডারে ৮০% হিমায়ক ভর্তি হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিমায়ক রিকোভারি মেশিন বন্ধ করার ব্যবস্থা থাকে। প্রতিটি হিমায়কের জন্য পৃথক রিকভারি সিলিন্ডারের দরকার আছে।



চিত্র ৭.৩ ঃ রিচার্জেবল হিমায়ক সিলিন্ডার

৭.২ হিমায়ক সংরক্ষণ ও ব্যবহার বিধি (Storage and Handling of Refrigerant)

হিমায়ক সিলিন্ডার সংরক্ষণ, স্থানান্তর, হিমায়ক ভর্তিকরণ ও ব্যবহারে কিছু নিয়ম-নীতি মেনে চলা দরকার। সিলিন্ডারের নিরাপত্তা, রিফ্রিজারেন্টের অপচয়, ব্যবহারকারীর নিরাপত্তার জন্য এসব নীতি মেনে চলা অপরিহার্য। হিমায়ক সংরক্ষণ ও ব্যবহার বিধিগুলোর মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি বিষয় হলো

(ক) সিলিন্ডারে হিমায়ক সম্পূর্ণ ভর্তি করা যাবে না। ২০% খালি রাখলে ভাল হয়।
(খ) সিলিন্ডারে কখনও সরাসরি তাপ প্রয়োগ করা যাবে না।
(গ) রৌদ্রে সংরক্ষণ করা যাবে না।
(ঘ) স্যাঁতসেতে জায়গায় সংরক্ষণ করা যাবে না।
(ঙ) পিলার বা খুঁটি হিসেবে ব্যবহার করা যাবে না।
(চ) রোলার হিসেবে ব্যবহার করা যাবে না।
(ছ) সিলিন্ডার ছুঁড়ে ফেলা যাবে না।
(জ) সিলিন্ডারের সেফটি ভাল্ব ক্ষতিগ্রস্ত করা যাবে না।
(ঝ) হিমায়ক নির্গত হলে তা নিঃশ্বাসে গ্রহণ করা যাবে না।
(ঞ) পরিবহনে স্থানান্তর করার সময় নির্দিষ্ট নিয়মে করতে হবে যাতে কোনও দুর্ঘটনা না ঘটে।
(ট) সিলিন্ডার থেকে হিমায়ক ব্যবহারের পরে ভাল্ব ভালোভাবে বন্ধ করতে হবে এবং ক্যাপ লাগিয়ে রাখতে হবে।
(ঠ) সার্ভিস সিলিন্ডার সব সময় ব্যবহারের পরে খাড়াভাবে দাঁড় করিয়ে রাখতে হবে।
(ড) স্টোরেজ সিলিন্ডার দীর্ঘদিন ব্যবহার না করলে খাড়া অবস্থায় চেইন দিয়ে বেধে রাখলে ভালো হয়।
(ঢ) সিলিন্ডার ভাল্ব খোলার সময় আস্তে আস্তে খুলতে হবে।
(ণ) সিলিন্ডারের কাছে বৈদ্যুতিক যন্ত্র রাখা যাবে না।
(ত) বায়ু চলাচল করে এমন জায়গায় সিলিন্ডার সংরক্ষণ ও কাজ করতে হবে।
(থ) হিমায়ক চার্জ করার সময় আই প্রটেক্টর ব্যবহার করতে হবে।
(দ) তরল হিমায়ক কোনও অবস্থাতেই যেন চোখে না লাগে।
(ধ) চামড়ায় বা চোখে তরল লাগলে সাথে সাথে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে।
(ন) ডিসপোজেবল সিলিন্ডার পুনঃ ব্যবহার করা যাবে না।
(প) ডিসপোজেবল সিলিন্ডার খালি হলে তা পরিত্যক্ত বা বিক্রি করার পূর্বে ভাল্ব খুলে করতে হবে।
(ফ) প্রতিটি পৃথক হিমায়কের জন্য পৃথক সিলিন্ডার ব্যবহার করতে হবে এবং সিলিন্ডারের গায়ে হিমায়কের নাম লিখে রাখতে হবে।

৭.৩ স্টোরেজ সিলিন্ডার থেকে সার্ভিস সিলিন্ডার হিমায়ক স্থানান্তর (Transfer of Refrigerant)

স্টোরেজ সিলিন্ডার থেকে সার্ভিস সিলিন্ডারে তরল হিমায়ক স্থানান্তর করার জন্য প্রথমেই সার্ভিস সিলিন্ডারকে বায়ুশূন্য করতে হবে। তারপর চিত্র ৭.৪-এর ন্যায় সার্ভিস সিলিন্ডার ও স্টোরেজ সিলিন্ডার সংযোগ করতে হবে। সংযোগকারী পাইপ নমনীয় বা চার্জিং হোজ হলে ভালো হয়। সার্ভিস নমনীয় পাইপ বা চার্জিং হোজ বায়ুমুক্ত করতে হয়। তারপর সার্ভিস সিলিন্ডারকে বরফ বা ঠাণ্ডা পানি দিয়ে ঠাণ্ডা করে নেওয়া হয়, যাতে গ্যাস ভর্তি করার সময় উষ্ণতা বেড়ে না যায়। সঠিক পরিমাণ হিমায়ক ভর্তি করা হয়েছে কিনা তার ওজন মেশিন থেকে বোঝা যায়। নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস ভর্তি হয়ে গেলে সরবরাহকারী বড় সিলিন্ডারের ভাল্ব ভালমত বন্ধ করে দিতে হবে।

গ্যাস প্রবাহের নমনীয় পাইপ হাত দিয়ে ঘষে একটু উষ্ণ করে নিতে হয় যাতে পাইপের মধ্যে গ্যাস আটকে না থাকে। এতে পাইপের সব গ্যাস সার্ভিস সিলিন্ডারে প্রবেশ করে।

অবশেষে সার্ভিস সিলিন্ডারের ভাল্ব বন্ধ করে দেওয়া হয় এবং নমনীয় পাইপকে সিলিন্ডারদ্বয় থেকে বিযুক্ত করতে হয়। সার্ভিস সিলিন্ডার ও স্টোরেজ সিলিন্ডারের মুখে ডেড ক্যাপ লাগাতে হয়।

চিত্র ৭.৪ ঃ সিলিন্ডারে গ্যাস ভর্তি করার কৌশল

অধ্যায়-৮
লীক নির্ণয়
Leak Detection

হিমায়ক ইউনিট সংস্থাপন ও সার্ভিসিংয়ে লীক নির্ণয় একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। হিমায়ক চার্জ করার একটি পূর্বশর্ত হল হিমায়ক ইউনিট লীক মুক্ত করা। তাই কুলিং ইউনিটে হিমায়ক চার্জ করার পূর্বে অবশ্যই লীক মুক্ত করতে হবে।

৮.১ লীক নির্ণয়ে প্রাসঙ্গিক বিষয় (Notes Regarding Leak Detection)

হিমায়ন চক্রে লীক থাকলে তা নির্ণয় করার একটা নির্দিষ্ট উপায় থাকতে হবে। হিমায়ন চক্রের কোনও অংশে যদি লীক থাকে আর চাপ যদি বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বে থাকে তাহলে তাকে বহির্মুখী লীক বলে। যদি লীক স্থানে হিমায়কের চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের চেয়ে কম থাকে তাহলে সে স্থান দিয়ে হিমায়ক নির্গত না হয়ে বাতাস ঢুকবে। এ ধরনের লীককে অন্তর্মুখী লীক বলে।

বহির্মুখী লীকের চেয়ে অন্তর্মুখী লীক হিমায়ন চক্রের জন্য অধিক ক্ষতিকারক। এ দুই ধরনের লীকের জন্য ভিন্ন দুটি লীক নির্ণয় পদ্ধতি ব্যবহার করতে হয়।

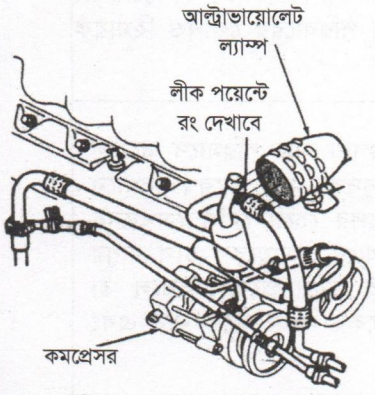
বহির্মুখী লীক-এর বেলায় সাবানের ফেনা এবং হ্যালোজেন হিমায়কর বেলায় হ্যালাইড বা ইলেক্ট্রনিক লীক ডিটেকটর ব্যবহার করা যায়। উল্লিখিত পদ্ধতি কাজে না আসলে বিভিন্ন জয়েন্ট পরিষ্কার করে কয়েক ঘণ্টা কমপ্রেসর চালিয়ে দেখতে হবে জয়েন্টে কোনও তেল দেখা যায় কিনা। তেল দেখা গেলে সে স্থানে লীক আছে। খুব সূক্ষ্ম লীক থাকলে এভাবেই ধরতে হয়।

রিফ্রিজারেটিং ইউনিটে যদি বহির্মুখী চাপ থাকে তাহলে রিফ্রিজারেন্টে তেলের সাথে দ্রবণীয় লাল রংয়ের ডাই চার্জ করলে সে ডাই রিফ্রিজারেন্টের সাথে চক্রায়িত হয়। যদি কোনও লীক থাকে তাহলে লীক স্থান দিয়ে লাল রংয়ের ডাই স্পষ্ট দেখা যায়। এ ডাই হিমায়ন পদ্ধতির জন্য কোনও ক্ষতির কারণ নয়। আমেরিকার ডুপোন্ট কোম্পানী ডাইটেল (Dytel) ট্রেড নামে এ ধরনের ডাই বাজারজাত করে থাকে। তবে নিম্নমুখী লীক থাকলে তা ধরার জন্য হিমায়ন যন্ত্র বন্ধ করতে হবে।

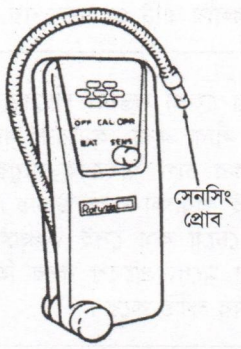
হিমায়ন চক্রে হিমায়ক না থাকলে ড্রাই নাইট্রোজেনের সাহায্যে 150 PSI বা 10 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পুরো ইউনিটে চাপ প্রয়োগ করতে হবে। সকল ঝালাই সংযোগ, ফ্ল্যার সংযোগ ও ভাল্ব সংযোগে সাবানের ফেনা লাগিয়ে দেখতে হবে সাবাবের ফেনা ফুলে ওঠে কিনা। যদি ফোলে তাহলে বুঝতে হবে যে ঐ স্থানে লীক আছে। নাইট্রোজেন দিয়ে প্রয়োগকৃত চাপ কমে গেলে লীক আছে বুঝতে হবে। তবে হাই সাইডে কোনও স্থানে লীক আছে কিনা তা নিশ্চিত হতে কনডেনসারে 15-18 বার অথবা 220 থেকে 260 PSI চাপ প্রয়োগ করতে হয়। ছোট কনডেনসার বা ইভাপোরেটরে চাপ প্রয়োগ করে পরিষ্কার পানিতে ডুবালে সূক্ষ্ম লীক বের করতে সহজ হয়।

৮.২ লীক নির্ণয়ের উপায় (Method of Leak Detection)

হিমায়ন চক্রে লীক নির্ণয়ের যে সব পদ্ধতি আছে টেকনিশিয়ানদের সকল পদ্ধতি জানা থাকা দরকার। তবে কোন ইউনিটে কোন পদ্ধতি উপযোগী তা জানা থাকা বাঞ্ছনীয়। নীচে বিভিন্ন পদ্ধতি ও ব্যবহারের নিয়মাবলি সংক্ষেপে উল্লেখ করা হলো।

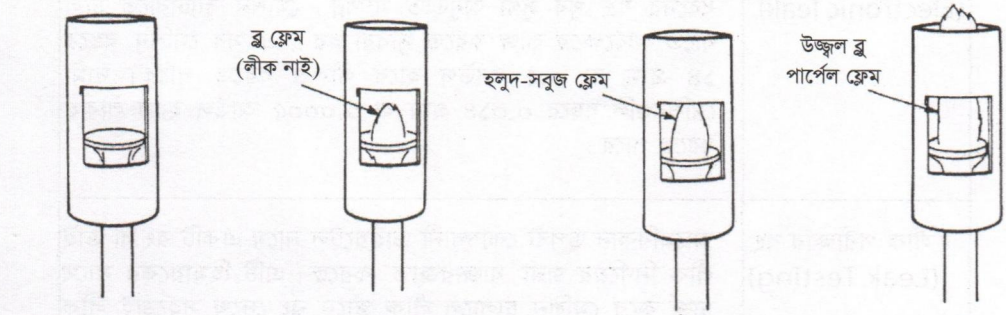


চিত্র ৮.১ ঃ আল্ট্রাভায়োলেট লীক ডিটেকটর



চিত্র ৮.২ ঃ ইলেক্ট্রনিক লীক ডিটেকটর

চিত্র ৮.৩ ঃ ফ্লেম টাইপ লীক ডিটেকটর



চিত্র ৮.৪ ঃ ফ্লেম টাইপ লীক ডিটেকটর ব্যবহার কৌশল

টেবিল ৮.১ ঃ বিভিন্ন পদ্ধতিতে লীক নির্ণয়

পদ্ধতি	বর্ণনা
গন্ধক বাতি (Sulpher canlde)	বাতাসে যদি অ্যামেনিয়া থাকে তবে এই বাতি জ্বালালে সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি করে।
লিটমাস কাগজ (Litmas Paper)	এ্যামোনিয়া বাষ্পের সংস্পর্শে ভিজা লাল লিটমাস কাগজের রং নীল হয়ে যায়। কিন্তু হ্যালোজেন পরিবারের কোনও হিমায়ক এর বেলায় এটি প্রযোজ্য নয়।
বুদবুদ পরীক্ষা (Bubble test)	সাবানের ফেনা সম্ভাব্য লীকের জায়গায় অল্প পরিমাণে প্রয়োগ করলে, লীক করা হিমায়ক গ্যাস বুদবুদ সৃষ্টি করে। যেখানে হিমায়কের চাপ বাইরের বায়ুর চাপের চেয়ে বেশি সেখানেই মাত্র এই পরীক্ষা করা উচিত। যেখানে হিমায়কের চাপ বায়ুর চাপের চেয়ে কম সেই অঞ্চলে এই তরল প্রয়োগ করলে তা পাইপের মধ্যে প্রবেশ করে হিমায়কের সঙ্গে মিশে যায় এবং হিমায়নের ক্ষতি করে।
হ্যালাইড বাতি (Halide test lamp)	এই ব্যবস্থায় প্রোপেন, বিউটেন বা মিথিলেটেড স্পিরিটকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। অধিক কিন্তু নিয়ন্ত্রিত চাপে ক্ষুদ্র লীক দিয়ে জ্বালানি নিক্ষিপ্ত হয়। একটি পাইপের (Search tube) ভেতর দিয়ে বায়ু প্রবাহিত করে শিখা নিয়ন্ত্রিত করা হয়। যে তলে বা জোড়ের মুখে লীক পরীক্ষা করতে হবে সেই অঞ্চলে সার্চ টিউব ধরলে যদি শিখার রং হলুদ- সবুজ বা উজ্জ্বল-নীল হয় তাহলে সেখানে লীক আছে।
ইলেকট্রনিক পরীক্ষা (Electronic leak)	বিভিন্ন রকমের ইলেকট্রনিক লীক পরীক্ষার যন্ত্র পাওয়া যায়। উন্নত ধরনের যন্ত্র খুব সূক্ষ্ম অনুভূতি সম্পন্ন। মেশিন ব্যাটারীতে চলে যাতে কার্যক্ষেত্রে কাজ করতে সুবিধা হয়। এইসব মেশিন বছরে ১৪ গ্রাম বা ০.৫ আউন্স হারে লীকও ধরতে পারে। দামী মেশিনগুলি বছরে ০.০১৪ গ্রাম বা ০.০০০৫ আউন্স হারে লীকও ধরতে পারে।
লীক পরীক্ষার রং (Leak Testing)	আমেরিকান ডুপন্ট কোম্পানী ডাইয়টেল নামে একটি রং বা ডাই লীক নির্ণয়ের জন্য বাজারজাত করছে। এটি হিমায়কের সাথে চার্জ করে মেশিন চালালে লীক স্থানে রং দেখে সহজেই লীক নির্ণয় করা যায়।

অধ্যায়-৯
হিমায়ক কমপ্রেসর অয়েল
Refrigerant Compressor Oil

কমপ্রেসরের ঘূর্ণায়মান অংশগুলোকে পিচ্ছিল করার প্রয়োজন হয়। ঘূর্ণায়মান অংশগুলো যাতে অধিক উত্তপ্ত হতে না পারে সেজন্য লুব্রিকেটিং অয়েল ব্যবহার করতে হয়। কমপ্রেসর কতদিন চলবে তা যে সব বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল তাদের মধ্যে অন্যতম হল কমপ্রেসর অয়েল। যে কোনও তেল যে কোনও কমপ্রেসরে ব্যবহার করা যায় না। একই কমপ্রেসরে বিভিন্ন তাপমাত্রার জন্য ব্যবহৃত হলে তেলের গ্রেডিং পরিবর্তন করতে হয়। হিমায়কের উপরেও নির্ভর করে তেলের ধরন ও গ্রেডিং। বড় বড় কমপ্রেসরে উল্লিখিত তেলের বিকল্প ব্যবহার করা যাবে না। তাই সঠিক তেল নির্বাচন একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

৯.১ কমপ্রেসর অয়েলের গুণাবলি (Properties of Compressor Oil)

হিমায়ক কমপ্রেসরে যে তেল ব্যবহার করা হয় তার কিছু বিশেষ বিশেষ গুণাবলি থাকা দরকার। এ তেলের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলোর মধ্যে যেগুলো বেশি গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে তা হল কুলিং কয়েলের ঠাণ্ডায় বা ডিসচার্জ লাইনের গরমে কি প্রভাব পড়ে এবং হিমায়কের সাথে বিক্রিয়া করে কিনা। এছাড়াও আরও যে সমস্ত বাড়তি গুণাবলি থাকলে একে হিমায়ক কমপ্রেসর অয়েল হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হল–

(ক) সর্বনিম্ন মোম থাকবে– মোম থাকলে অরিফিস বা ক্যাপিলারিতে জমে হিমায়ক চলাচল বন্ধ করে দিবে।
(খ) উচ্চ তাপীয় স্থায়িত্ব– উচ্চ তাপমাত্রায় যেন ডিসচার্জ ভাল্বে কার্বন না জমে।
(গ) ভালো রাসায়নিক স্থায়িত্ব–হিমায়কের সাথে ও ধাতব পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করবে না।
(ঘ) নিম্ন পোর পয়েন্ট– যাতে নীচু তাপমাত্রা ও প্রবাহী অবস্থায় বিরাজ করে।
(ঙ) নিম্ন সান্দ্রতা/ভিসকোসিটি– প্রচণ্ড নিম্ন ও উচ্চ তাপমাত্রায় ও যেন পিচ্ছিল করার গুণাগুণ থাকে।
(চ) ফেনা সৃষ্টি– কমপ্রেসরের বিভিন্ন অংশ তেলে আঘাত করলে ফেনা সৃষ্টি করবে না।
(ছ) জলীয় কণামুক্ত– তেলের সাথে পানি থাকলে এর গুনাগুণ নষ্ট হয় আর পিচ্ছিল করার ক্ষমতা কমে যায়।
(জ) মিশ্রণ ক্ষমতা– তেলের সাথে হিমায়ক মিশলে ভালো হয় বরং না মিশলে অসুবিধা দেখা দেয়।
(ঝ) অপরিবাহিতা– প্রচণ্ড ঠাণ্ডা বা গরমেও তেলের ডাই ইলেকট্রিক শক্তি (DES) অনেক বেশি হবে অর্থাৎ খাঁটি তেল অতি উচ্চ ভোল্টেজেও পরিবাহী হবে না।

৯.২ কমপ্রেসর অয়েল নির্বাচন (Selection of Compressor Oil)

কমপ্রেসর অয়েল নির্বাচনে প্রধানত যে তিনটি বিষয় গুরুত্ব দেওয়া হয় তা হল–
(ক) হিমায়কের ধরন
(খ) কমপ্রেসরের ধরন
(গ) অপারেটিং তাপমাত্রা

টেবিল ৯.১ ঃ অধিক ব্যবহৃত হিমায়কের সাথে ব্যবহারযোগ্য তেল

হিমায়ক	হিমায়ক অয়েল	হিমায়কের রাসায়নিক সংকেত/ফর্মূলা
R-12	MO	CCl_2F_2
R-22	MO	$CHClF_2$
R-134a	POE, PAG	$C_2H_2F_4$
R-404A	POE	R125/R143a/R134a
R-407C	POE	R32/R125/R134a
R-410A	POE	R32/R125
R-502	MO	R22/R115
R-600a/R-290	MO	C_4H_{10}/C_3H_8
R-717	MO/PAO/AB	NH_3
R-744	Synth. Oil	CO_2

POE= Polyolester Oil (পলিয়লইস্টার অয়েল)
MO= Minaral Oil (মিনারেল অয়েল)
PAG= Polyalkyleneglycol (পলিএ্যাকাইলিনগ্লাইকল অয়েল)
AB= Alkylbengene Oil (এ্যালকাইলবেনজিন অয়েল)

টেবিল ৯.২ ঃ কমপ্রেসর ও হিমায়ক যৌথ বিবেচনায় হিমায়ক অয়েল নির্বাচন

কমপ্রেসরের ধরণ	হিমায়ক				
	R-290 R-600a	R-717	R-12 R-22	R-134a R-404A	R-402A R-403A
হারমেটিক পিস্টন কমপ্রেসর	MO AB ISOVG 15-32		MO AB MO/AB ISOVG 15-32	POE ISOVG 10-32	MO/AB ISOVG 32
ওপেন টাইপ পিস্টন কমপ্রেসর	MO AB PAO ISOVG 46-100	MO AB ISOVG 32-68	MO AB ISOVG 32-68	POE ISOVG 38-68	MO/AB ISOVG 32-68
সেমি হারমেটিক কমপ্রেসর	MO AB PAO ISOVG 46-100		MO AB MO/AB ISOVG 32-68	POE ISOVG 32-68	MO/AB ISOVG 32-68
স্ক্রোল কমপ্রেসর	MO AB PAO, PAG ISOVG 68-220		MO AB ISOVG 32-68	POE ISOVG 32-68	MO/AB ISOVG 32-68
স্ক্রু কমপ্রেসর	MO AB PAO, PAG ISOVG 68-220	MO AB PAO, PAG ISOVG 32-68	MO AB ISOVG 68-150	POE ISOVG 100-150	MO/AB ISOVG 68
টার্বো কমপ্রেসর	MO PAO, PAG ISOVG 68-100		MO ISOVG 68-100	POE ISOVG 68-150	MO/AB ISOVG 68

MO= Minaral Oil (মিনারেল অয়েল)
AB= Alkylbengene Oil (এ্যালকাইলবেনজিন অয়েল)
MO/AB= Minaral & Alkylbengene Mixture (মিনারেল ও এ্যালকাইলবেনজিন মিশ্রণ)
PAO= Polyalphaolefin (পলিয়লফাওলেফিন অয়েল)
POE= Polyolester Oil (পলিয়লইস্টার অয়েল)
PAG= Polyalkyleneglycol (পলিএ্যাকাইলিনগ্লাইকল অয়েল)

মনে রাখতে হবে যে,

(ক) PAG Oil হাইড্রোকার্বনের সাথে আংশিক মেশে

(খ) MO, AB এবং PAO হাইড্রোকার্বনের সাথে খুব বেশি মেশে

(গ) MO, AB এবং PAO এ্যামোনিয়ার সাথে মেশে না

(ঘ) PAG Oil এ্যামোনিয়ার সাথে আংশিক মেশে বিধায় রেসিপ্রোকেটিং কমপ্রেসরের সাথে ISOVG 68 এবং স্ক্রু কমপ্রেসরের সাথে ISOVG 220 ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) কার ও ট্রাক রিফ্রিজারেশনে PAG তেল R-134a এর সাথে ব্যবহৃত হয়।

বিঃদ্রঃ PAG এবং POE তেল বাতাস থেকে পানি শোষণ করে। তাই কৌটা খোলা রাখা যাবে না।

৯.৩ কমপ্রেসর অয়েলের প্রকারভেদ (Classification of Compressor Oil)

কমপ্রেসর অয়েল বিভিন্ন ধরনের হয়। এর মধ্যে প্রধানত যে কয় ভাগে বিভক্ত হয় তা হল

(ক) খনিজ তেল (Mineral Oil)

(খ) কৃত্রিম তেল (Synthetic Oil)

(গ) অর্ধ কৃত্রিম তেল (Semi Synthetic Oil)

খনিজ তেল বা ক্রুড অয়েল থেকে তৈরি তেল–

(ক) প্যারাফিন বেইজ (Parrafin Based) বা

(খ) ন্যাপথ বেইজ (Naptha Based)

৯.৪ কমপ্রেসর তেলের সাথে হিমায়কের মিশ্রণের ক্ষমতা (Miscibility of Compressor Oil with Refrigerant)

কমপ্রেসর অয়েল ও হিমায়কের সাথে মিশে বা মিশে না বা মিশলে কি রকম মিশে তা নিচের ছকে দেখানো হল

টেবিল ৯.৩ ঃ হিমায়কের সাথে তেলের মিশ্রণ ক্ষমতা।

সম্পূর্ণ মিশে (Complete Miscible)	খুব বেশি মিশে (Highly Miscible)	মাধ্যম মিশে (Intermediate Miscible)	কম মিশে (Low Soubility)	মিশে না (Immiscible)
R-11	R-13 B1	R-22	R-13	R-717
R-12	R-501	R-114	R-41	R-744
R-21		R-502	R-115	R-764
R-113		R-600a	R-152a	
R-500			R-602	
HC Blend				

অধ্যায়-১০
পরিশিষ্ট
Some Notes

হিমায়ক বিষয়ক সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন বিষয় যা বিভিন্ন অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে তার বাইরেও কিছু বিষয় রয়েছে যা এই অধ্যায়ে উল্লেখ করা হল।

১০.১ ওডিএস ফেজ আউট সিডিউল (ODS Phase-out Schedule)

মন্ট্রিল প্রটোকলের বাধ্যবাধকতা অনুযায়ী উন্নত এবং উন্নয়নশীল রাষ্ট্রের ওজোন স্তর ক্ষয়কারী দ্রব্যসমূহের আমদানি, রপ্তানি উৎপাদন ও ব্যবহার পর্যায়ক্রমে নিষিদ্ধ করা হবে বা (ফেজ-আউট) হয়েছে। নীচে এই সম্পূর্ণ ফেজ-আউট তারিখ দেওয়া হল।

টেবিল ১০.১ ঃ হিমায়ক ফেজ-আউট সিডিউল

ওজোন ক্ষয়কারী বস্তু সামগ্রী	বছরের প্রথম দিন ফেজ আউটের পরিমান	
	উন্নত দেশ	উন্নয়নশীল দেশ
সিএফসি	১৯৯৬	২০১০
হ্যালোন	১৯৯৪	২০১০
সিটিসি	১৯৯৬	২০১০
মিথাইল ক্লোরোফম	১৯৯৬	২০১৫
এইচসিএফসি (HCFC)	২০২০	২০৩০

১০.২ হিমায়কের ওজোনস্তর ক্ষয়কারী ক্ষমতা ও বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ক্ষমতা (ODP and GWP of Refrigerant)

R-11 এর ওজোন স্তর ক্ষয়কারী ক্ষমতা বা ODP=1 এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ক্ষমতা বা GWP=1 ধরে অন্যান্য গ্যাসের ODP এবং GWP হিসেব করা হয়। টেবিলে বিভিন্ন রিফ্রিজারেন্টের বায়ুমণ্ডলে স্থায়িত্বকাল, ODP ও GWP এর মান দেখানো হল।

টেবিল ১০.২ ঃ বিভিন্ন ধরনের হিমায়কের ODP এবং GWP

হিমায়ক		বায়ুমন্ডলে স্থায়িত্ব (বৎসর)	ODP	GWP_{100}
CFC	R-11	50	1	4000
	R-12	102	1	10900
HCFC	R-22	13.3	0.04	1820
	R-123	14	0.01	93
HFC	R-134a	14.6	0	1310
HCs	R-290	0.041	0	প্রায় 3
	R-600a	0.016	0	প্রায় 3

	R-404A	-	0	3260
	R-407A	-	0	1770
HFC	R-407C	-	0	1530
Blend	R-410A	-	0	1730
HC Blend	R-290 (50%) R-600a (50%)	-	0	3

১০.৩ হিমায়ক 134a এবং হাইড্রোকার্বন ব্লেন্ডের তুলনা (Comparison between R-134a and HC Blend)

সাধারণত বর্তমানে বিভিন্ন রিফ্রিজারেটরে R-134a হিমায়ক ব্যবহৃত হয়ে থাকে। অধুনা HC Blend রিফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং R-12 রিফ্রিজরেটরকে HC Blend দ্বারা রেট্রোফিট করার প্রযুক্তি প্রসারিত হচ্ছে। নীচে এই দুই হিমায়কের মধ্যে প্রয়োগিক পার্থক্য দেখানো হল।

টেবিল ১০.৩ ঃ R-134a এবং HC Blend এর মধ্যে তুলনা

HFC 134a	HC Blend
দক্ষতা কম।	দক্ষতা বেশি
কমপ্রেসরে কিছু পরিবর্তন লাগে।	কোন পরিবর্তন লাগে না।
জলীয় কণার সাথে খুব বেশি স্পর্শ কাতর	খুবই সামান্য স্পর্শ কাতর।
কমপ্রেসরে তুলনামূলক শব্দ বেশি হয়।	শব্দ খুবই কম।
অদাহ্য।	দাহ্য।
গ্যাস ও তেলের দাম খুব বেশি।	দাম কম।
উন্নতমানের সার্ভিস দরকার।	সনাতন সার্ভিসে যথেষ্ট।
বিশেষ নিরাপত্তার দরকার নেই।	নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিতে হয়।

১০.৪ এক নজরে প্রচলিত ও নূতন হিমায়ক সমূহ (Properties of Contemporary Refrigerants)

টেবিল ১০.৪ ঃ বিভিন্ন হিমায়কের ভৌত ধর্ম।

হিমায়ক নম্বর	স্ফুটাংক °সেঃ	সংকট তাপমাত্রা °সেঃ	সুপ্ততাপ Kj/Kg	বিষাক্ততা	দাহ্যতা	ODP	GWP
R-12	-29.8	112	165	নাই	অদাহ্য	1	10900
R-22	-40.8	195	248.7	নাই	"	0.05	1820
R-32	-51.7	78.4	360.29	নাই	"	0	675
R-134a	-26.5	101.1	217	নাই	"	0	1300
R-290	-42.1	150	426	খুবই কম	দাহ্য	0	3
R-600a	-11.73	134.7	362	"	"	0	<3
HC blend	-31.5	135	405	"	"	0	<3

১০.৫ রিকোভারি (Recovery)

কোনও হিমায়ন যন্ত্র থেকে কোনও একটি নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে হিমায়ককে একটি নিরাপদ পাত্রে নেয়াকে রিকোভারি বলে।

১০.৬ রিসাইক্লিং (Recycling)

রিকোভারি করা হিমায়ককে পুনরায় ব্যবহারের উদ্দেশ্যে তেল, দানাদার পদার্থ, এসিডিটি, পানি ইত্যাদি দূর করে ব্যবহার উপযোগী করার পদ্ধতিকে রিসাইক্লিং বলে।

১০.৭ রিক্লেইম (Reclaim)

রিকোভারি করা হিমায়ককে বা ব্যবহৃত হিমায়ককে পুনরায় ব্যবহার করার জন্য কমপ্রেসর অয়েল, জলীয়কণা, এসিডিটি ও অতরলায়ন পদার্থ অপসারণ করার পদ্ধতিকে হিমায়ক রিক্লেইম বলে। যান্ত্রিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণ নতুন রিফ্রিজারেন্টের মতো করাকে রিক্লেইম বলে।

১০.৮ রিট্রোফিট (Retrofit)

একটি সিএফসি যুক্ত হিমায়কের পরিবর্তে হিমায়ন চক্রে কিছু পরিবর্তন সাপেক্ষে অন্য একটি নন সিএফসি দিয়ে হিমায়ন চক্র কার্যোপোযোগী করাকে রিট্রোফিট বলে। তবে হিমায়ন চক্রে কোনওরকম পরিবর্তন না করে যদি কোনও হিমায়ক ভর্তি করে সন্তোষজনক হিমায়ন সম্ভব হয় তাহলে তাকে ড্রপ ইন হিমায়ক বলে।

ISBN No. 978-984-33-4337-6