রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-১

এসএসসি ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার - কন্ডিশনিং-১
Refrigeration & Air - Conditioning -1

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র
নবম ও দশম শ্রেণি

লেখক
মোঃ আকবর হোসেন
(বিএসসিটিই-ইন- মেকা: ইঞ্জিনিয়ারিং এমএসএস, বিশেষ প্রশিক্ষণ জাপান ও চায়না) ইন্সট্রাক্টর (আর.এসি.)
বাংলাদেশ-জার্মান টেকনিক্যাল ট্রেনিং সেন্টার (বিজিটিটিসি)
মিরপুর-২, ঢাকা-১২১৬।

মোঃ সোলায়মান
কনসালটেন্ট (আর.এসি.) এবং আরসিএল (বাউস গ্রুপ)
মেম্বার (অ্যাশরে)
সাবেক চীফ ইন্সট্রাক্টর ও অধ্যক্ষ (ভারপ্রাপ্ত)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট
অ্যাডভাইজর মটস, পল্লবী, ঢাকা।

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬

পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, ২০১৭

পরিমার্জিত সংস্করণ : সেপ্টেম্বর, ২০১৮

পুনর্মুদ্রণ : , ২০১৯

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিক স্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ি, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনাল স্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উন্নীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে, যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনাল স্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে পাঠ্যপুস্তকটি প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। ২০১৮ সালে পাঠ্যপুস্তকটির তত্ত্ব ও তথ্যগত পরিমার্জন এবং চিত্র সংযোজন, বিয়োজন করে সংস্করণ করা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা
চেয়ারম্যান
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচি পত্রঃ

প্রথম পত্র (নবম শ্রেণি)
তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা নং
অধ্যায়- ০১	রিফ্রিজারেশন ট্রেড	১-৩
অধ্যায়- ০২	ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা ব্যবস্থা	৪-৮
অধ্যায়- ০৩	সাধারণ হ্যান্ড টুলস	৯-২০
অধ্যায়- ০৪	রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং টুলস	২১-২৭
অধ্যায়- ০৫	ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টস	২৮-৩৩
অধ্যায়- ০৬	পাইপ ও টিউব	৩৪-৩৭
অধ্যায়- ০৭	পাইপ ফিটিংস্	৩৮-৪১
অধ্যায়- ০৮	তাপ	৪২-৪৮
অধ্যায়- ০৯	তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়া	৪৯-৫২
অধ্যায়- ১০	তাপমাত্রা বা উষ্ণতা	৫৩-৫৭
অধ্যায়- ১১	চাপ	৫৮-৬৩
অধ্যায়- ১২	বিদ্যুৎ	৬৪-৬৮
অধ্যায়- ১৩	ওহমের সূত্র	৬৯-৭৩
অধ্যায়- ১৪	বৈদ্যুতিক ক্ষমতা	৭৪-৭৭
অধ্যায়- ১৫	বৈদ্যুতিক বর্তনী	৭৮-৮৪
অধ্যায়- ১৬	বৈদ্যুতিক পরিবাহী	৮৫-৮৮
অধ্যায়- ১৭	বৈদ্যুতিক তার	৮৯-৯৪
অধ্যায়- ১৮	বৈদ্যুতিক সুইচ	৯৫-১০০
অধ্যায়- ১৯	বাসগৃহে ওয়্যারিং	১০১-১০৭
অধ্যায়- ২০	সোল্ডারিং	১০৮-১১৪
অধ্যায়- ২১	গ্যাস ওয়েল্ডিং	১১৫-১২০
অধ্যায়- ২২	সিঙ্গেল ফেজ মোটর	১২১-১২৯
অধ্যায়- ২৩	রীলে	১৩০-১৩৭
অধ্যায়- ২৪	ওভার লোড বা মোটর প্রটেক্টর	১৩৮-১৪১
অধ্যায়- ২৫	ক্যাপাসিটর	১৪২-১৪৮
অধ্যায়- ২৬	থার্মোস্ট্যাট	১৪৯-১৫৪
ব্যবহারিক-১	ব্যবহারিক (প্রথম পত্র বা নবম শ্রেণি)	১৫৫-১৭৮

দ্বিতীয় পত্র (দশম শ্রেণি)
তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা নং
অধ্যায়- ০১	রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলস্	১৮০-১৮৩
অধ্যায়- ০২	প্রেশার কাট আউট	১৮৪-১৯০
অধ্যায়- ০৩	অয়ল প্রেশার কাট আউট	১৯১-১৯৫
অধ্যায়- ০৪	সলিনয়েড ভ্যাল্ভ	১৯৬-২০০
অধ্যায়- ০৫	ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টর	২০১-২০৪
অধ্যায়- ০৬	টাইমার	২০৫-২০৯
অধ্যায়- ০৭	রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির অটোমেশন	২১০-২১৩
অধ্যায়- ০৮	থ্রি-ফেজ বৈদ্যুতিক মোটর	২১৪-২১৯
অধ্যায়- ০৯	স্টার্টার	২২০-২২৪
অধ্যায়- ১০	এয়ার ফিল্টার	২২৫-২৩৩
অধ্যায়- ১১	ব্লোয়ার ফ্যান	২৩৪-২৩৮
অধ্যায়- ১২	এয়ার কারটেইন বা এয়ার ডোর	২৩৯-২৪২
অধ্যায়- ১৩	ডাক্ট	২৪৩-২৫০
অধ্যায়- ১৪	ডাক্ট আউটলেট	২৫১-২৫৮
অধ্যায়- ১৫	পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার	২৫৯-২৬৩
অধ্যায়- ১৬	পাম্প	২৬৪-২৭২
অধ্যায়- ১৭	কুলিং টাওয়ার	২৭৩-২৭৮
অধ্যায়- ১৮	ডি-ফ্রস্টিং	২৭৯-২৮৫
ব্যবহারিক-২	ব্যবহারিক (দ্বিতীয় পত্র বা দশম শ্রেণি)	২৮৬-২৯৮
	রেফারেন্স বইসমূহ	২৯৯

অধ্যায়-০১

রিফ্রিজারেশন ট্রেড (Refrigeration Trade)

সৃষ্টির প্রথম থেকে মানুষ অজানাকে জানা এবং অচেনাকে চেনার চেষ্টা চালিয়ে যাচ্ছে। উন্নতি ও সভ্যতা বিকাশের একমাত্র পথই হচ্ছে প্রচেষ্টা। চেষ্টা দ্বারা মানুষ পাখির মতো উড়তে পেরেছে। খুঁজে পেয়েছে আবিষ্কারের অনেক পথ। একইভাবে আবিষ্কারের জগতে আত্মপ্রকাশ করল হিমায়ন পদ্ধতি (Refrigeration System)। হিমায়ন পদ্ধতিকে কাজে লাগিয়ে মানুষ জীবন ব্যবস্থাকে অনেক অগ্রসর করে নিয়েছে।

১.১. রিফ্রিজারেশন আবিষ্কারের ইতিহাসঃ

আদিম মানুষেরা মৃত পশু ও অন্যান্য খাবার বরফ দ্বারা ঢেকে রাখত। অনেকদিন পর্যন্ত এগুলো খাবার উপযোগী থাকত। তাই হয়তো বা আদিকাল হতেই নিদর্শনবিহীন হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হতো। সর্ব প্রথম চীন দেশে শীতকালে বরফ সংগ্রহ করা হতো গ্রীষ্মকালে ব্যবহারের জন্য। এর দেখাদেখি পৃথিবীর অনেক দেশের লোক প্রাকৃতিক বরফ সংগ্রহ করত। মিসরীয় আবিষ্কারকগণ গবেষণা করে দেখেন যে তরল পদার্থ (হিমায়ক) বাষ্পায়ন (Evaporate) কালে তা প্রচুর তাপ শোষণ করে। ফলে পার্শ্ববর্তী এলাকা শীতল হয়। যেমন মাটির কলসিতে পানি রাখলে এর গায়ের অদৃশ্য ছিদ্র দ্বারা পানি বাষ্পীভূত হওয়াতে কলসির পানি ঠান্ডা হয়।

সর্বপ্রথম কৃত্রিম বরফ তৈরি হয় ১৮২০ খ্রিষ্টাব্দে। এ পদ্ধতিটি ১৮৩৪ সাল পর্যন্ত স্থায়ী ছিল। আঠার শতকের মাঝের দিকে আমেরিকান ইঞ্জিনিয়ার জ্যাকোব পারকিনস (JACOB PERKINS) আধুনিক কমপ্রেশন পদ্ধতির হিমায়ন যন্ত্র আবিষ্কার করেন। মাইকেল ফ্যারাডে ১৮২৪ সালে অ্যাবজর্পশন (ABSORPTION) হিমায়ন পদ্ধতির নীতি উদ্ভাবন করেন। ১৮৫৫ সালে জার্মানিতে প্রথম অ্যাবজর্পশন পদ্ধতির যন্ত্রপাতি আবিষ্কৃত হয়। ১৯১০ খ্রিঃ পৃথিবীতে আবাসিক হিমায়ন যন্ত্রের ব্যবহার দেখা যায়। ১৯১৩ খ্রিঃ বিজ্ঞানী জে. এম লারসেন (J.M. LARSEN) মানুষ চালিত আবাসিক রিফ্রিজারেটর আবিষ্কার করেন এবং ঐ একই সালে কেলভিনেটর কোম্পানী কেলভিনেটর নামে প্রথম আবাসিক রিফ্রিজারেটর বাজারজাত করে। ১৯২৬ সালে The General Electric সর্বপ্রথম সীল্ড কমপ্রেশরযুক্ত রিফ্রিজারেটিং ইউনিট তৈরি করেন এবং ১৯২৭ সালে আমেরিকায় Carrier নামক জনৈক প্রকৌশলী সর্বপ্রথম আরামদায়ক শীতাতপ যন্ত্র তৈরী করেন।

১.২. বাংলাদেশের বিভিন্ন ক্ষেত্রে রিফ্রিজারেশনের ব্যবহারঃ

জীবন আরো একধাপ অগ্রসর করার জন্যে সমগ্র পৃথিবীতে বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যাপক হারে হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহার হচ্ছে। বাংলাদেশেও এর ব্যবহার কম নয়। এদেশেও এর যথেষ্ট ব্যবহার রয়েছে।
এর বহুবিধ ব্যবহারকে প্রধানত ৫টা ক্ষেত্রে বিভক্ত করা হয়। যথা-

আবাসিক (Domestic):

রিফ্রিজারেটর, ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, এয়ার-কন্ডিশনার, পোর্টেবল এসি ইত্যাদি।

ব্যবসায়িক (Commercial):

বেভারেজ কুলার, বোটল কুলার, মিল্ক কুলার, ডিসপ্লে কেইস, আইসক্রিম ফ্যাক্টরি, আইস কিউব মেশিন, আইস মেকার, ডেইরি ফার্ম প্রডাক্ট, ইত্যাদি।

যানবাহন (Transport):

কার, বাস, রেলগাড়ি, হিমায়ন দ্রব্য বহনকারী ভ্যান, বিমান, হেলিকপটার ইত্যাদি।

প্রাতিষ্ঠানিক (Institutional):

হাসপাতাল, সংসদ ভবন, সচিবালয়, এয়ারপোর্ট, গবেষণাগার, লাইব্রেরি ইত্যাদি।

শিল্প (Industry):

বরফ কল, হিমাগার, ফিশ ফ্রিজিং প্ল্যান্ট, মিট (Meat) স্টোরেজ ইত্যাদি।

সভ্যতা বিকাশের পাশাপাশি উন্নততর জীবন ব্যবস্থায় হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ বিশেষ অবদান রেখেছে। শুধু তাই নয় অর্থনৈতিক উন্নয়ন ও প্রগতিশীল জীবন ব্যবস্থায় এর ভূমিকা ও গুরুত্ব অসীম। বলা মোটেই বাহুল্য নয় যে বিংশ শতাব্দীর আবিষ্কারসমূহের মধ্যে গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তার দিক থেকে কম্পিউটারের পরেই এর স্থান। জীবন সাজাতে নয়, জীবন বাঁচাতেই হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির উদ্ভব হয়েছে। বিশেষ করে শিল্প ক্ষেত্রে এর ব্যবহার অনন্য। শুধু তাই নয়-

মুমূর্ষু রোগী, নবজাতকের ও অপারেশন থিয়েটারের উপযোগী পরিবেশ সৃষ্টি, ঔষধপত্র, মেডিক্যাল যন্ত্রপাতি, মালামাল প্রভৃতি দীর্ঘদিন সংরক্ষণ ও কার্যক্ষম রাখতে রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং এর বিকল্প নেই।

পঁচনশীল খাদ্যসামগ্রী সংরক্ষণের জন্য পচন রোধ, দূর দূরান্তে তা প্রেরণ, অকালে ব্যবহার করে তার যথাযথ ব্যবহারে হিমায়নের ব্যবহার অনন্য।

রাসায়নিক, সামরিক, ইলেকট্রিক্যাল, ইলেকট্রনিক্স, কম্পিউটার প্রভৃতি তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণাধীন সামগ্রী সংরক্ষণে হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা।

যানবাহন ও পরিবহনে (যেমন অ্যাম্বুলেন্সে, মাছ, মাংস, দুগ্ধ ও দুগ্ধজাত সামগ্রী প্রভৃতি বহনকারী যান) প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা বজায় রাখা এর দ্বারাই সম্ভব।

ওষুধ, রাসায়নিক, সামরিক দ্রব্য, সুতা, রেশম, প্রসাধনী প্রভৃতি প্রয়োজনীয় জিনিসপত্র উৎপাদন কেন্দ্রে, কলকারখানায় এর ব্যবহারে উৎপাদন বৃদ্ধি পাচ্ছে।

১.৩ রিফ্রিজারেশন ট্রেডের চাকরির ব্যাপকতা:

গ্রীণ হাউজ প্রভাবের কারণে বাংলাদেশসহ বিশ্বের অধিকাংশ উষ্ণভাবাপন্ন দেশের তাপমাত্রা বেড়েই চলেছে। অপরদিকে অর্থনৈতিক উন্নয়নে নতুন নতুন শিল্পক্ষেত্র, বড় বড় বাণিজ্যিকভবন স্থাপন, বিনোদন কেন্দ্র ও কার্যালয় বৃদ্ধি, ইত্যাদি কারণে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ কাজে দক্ষ কর্মীর (প্রকৌশলী, টেকনিশিয়ান, মিকানিক্সগণের) চাহিদা বৃদ্ধি পাচ্ছে। বাংলাদেশে বর্তমানে প্রায় সকল বাণিজ্যিক ভবন, হোটেল, মোটেল, হাসপাতাল, সংসদ ভবন, সচিবালয়, এয়ারপোর্ট, বাংলো, গবেষণাগার, লাইব্রেরি, পর্যটন, যানবাহন, অফিস, শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, মার্কেট, হিমাগার, সংরক্ষণাগার, প্রিন্টিং ইন্ডাস্ট্রি, ফটো প্রসেসিং শিল্প, বিশেষ বিশেষ শিল্প প্রতিষ্ঠান, বাসগৃহ প্রভৃতি ক্ষেত্রে হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। ফলে তা পরিচালনা, মেরামত, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি কাজের জন্য দক্ষ কর্মীর চাহিদা দেখা দিচ্ছে। বর্তমানে মধ্যপ্রাচ্যসহ বিশ্বের প্রায় সর্বত্রই দক্ষ RAC কর্মীর প্রয়োজনীয়তা পরিলক্ষিত হচ্ছে। উল্লেখযোগ্য সংখ্যক RAC কর্মী বিদেশে কমর্রত রয়েছে এবং রপ্তানি হচ্ছে। উন্নত বিশ্বে রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং কাজের জন্য বাংলাদেশ হতে দক্ষ জনবল ব্যাপকহারে রপ্তানির খুব বেশি সম্ভাবনা রয়েছে। তাই দক্ষতা অর্জন করতে পারলেই দেশ-বিদেশে সরকারি-বেসরকারি পর্যায়ে কাজ পাওয়া যাবে। তাছাড়া এক্ষেত্রে আত্নকর্ম সংস্থানেরও যথেষ্ট পরিমাণ সুযোগ রয়েছে। সুতরাং RAC কাজে আদৌ হতাশা নয় বরং একাগ্রতার সাথে দক্ষতার্জন করতে পারলে কর্মের যেকোনো ব্যবস্থা হবেই। তাই হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ এখন আর বিলাসিতা নয় বরং অপরিহার্য বিধায় এর ব্যবহার প্রচুর বৃদ্ধি হেতু কাজের পরিধিও বৃদ্ধি পাচ্ছে।

২০২০

প্রশ্নমালা- ০১

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। তরল হিমায়ক বাষ্পায়নকালে কী ঘটে ?

২। কমপ্রেশর পদ্ধতির হিমায়ন যন্ত্র কে আবিষ্কার করেন ?

৩। অ্যাবজর্পশন হিমায়ন পদ্ধতির নীতি কে উদ্ভাবন করেন ?

৪। কোন দেশের এবং কে শীতাতপ নিয়ন্ত্রন যন্ত্র অবিষ্কার করেন ?

৫। সীল্ড টাইপ রিফ্রিজারেটিং ইউনিট তৈরির প্রতিষ্ঠানের নাম কী ?

৬। কৃত্রিম বরফ সর্বপ্রথম কত সালে তৈরি হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ:

৭। আদিকাল হতেই কীভাবে নিদর্শনবিহীন হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হতো ?

৮। সাল উল্লেখপূর্বক হিমায়ন পদ্ধতির তিনটি আবিষ্কৃত যন্ত্রের নাম লেখ।

৯। হিমায়ন পদ্ধতির ব্যবহার ক্ষেত্র কয়টি ও কী কী ?

১০। আবাসিক হিমায়ন কাজে ব্যবহৃত মেশিনগুলোর নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১১। হিমায়ন পদ্ধতি বিলাসিতা নয় বরং অপরিহার্য ব্যাখ্যা কর।

১২। শিল্পক্ষেত্রে হিমায়ন পদ্ধতির ব্যবহার বর্ণনা কর।

১৩। আর এসি পড়ুয়াদের নেই হতাশা, আছে উজ্জ্বল ভবিষ্যৎ আলোচনা কর।

১৪। হিমায়ন পদ্ধতির ইতিহাস বিবৃত কর বা হিমায়ন পদ্ধতি অবিষ্কারের ধারা বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ: ০১

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

অজানাকে জানা অচেনাকে চেনার প্রচেষ্টা চলছে আদিকাল হতে। সভ্যতার ক্রমবিকাশের সাথে সাথে অন্যান্য আবিষ্কারের মতো Refrigeration and Air-conditioning, ও সভ্য জগতে আত্মপ্রকাশ করে। আমেরিকান ইঞ্জিনিয়ার স্যার জ্যাকোব আধুনিক কমপ্রেশন রিফ্রিজারেশন সিস্টেম আবিষ্কার করেন। তরল পদার্থ বাষ্পায়ন কালে সুপ্ত তাপ শোষিত হয়ে কয়েলে ঠাণ্ডার সৃষ্টি করে যা ছিল মিসরীয় পণ্ডিতগণের আবিষ্কার। অসুস্থ শিশু জন্মের পর ইনকিউবেটর, বেঁচে থাকার জন্য খাদ্য সংরক্ষণ ও মৃত্যুর পর লাশঘরে হিমায়নের প্রয়োজন হয়। প্রয়োগের ধারাবাহিকতায় রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এর ব্যবহার বিশেষ প্রয়োজন হিসাবে দাবি রাখে।

১। কমপ্রেশন রিফ্রিজারেশন সিস্টেম কে আবিষ্কার করেন ?

২। RAC বলতে কী বোঝায় ?

৩। উদাহরণসহ মিসরীয় আবিষ্কারকগণের আবিষ্কার ব্যাখ্যা কর।

৪। হিমায়ন পদ্ধতি অপব্যয় নয় বরং দরকারি উক্তিটির সত্যতা নিরূপণ কর।

২০২০

অধ্যায়-০২

ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Workshop precaution)

কাজ সম্পাদন করার উপযোগী নির্দিষ্ট ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত কর্মক্ষেত্রই ওয়ার্কশপ নামে পরিচিত। বিশেষ করে ইঞ্জিনিয়ারিং কাজকর্মের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত প্রতিষ্ঠানই কর্মশালা। এখানে অনুশীলন বা উৎপাদন বা মেরামতজনিত কাজকর্ম সংঘটিত হয়। এখানে যারা কাজ করেন তাদেরকে সাধারণত কর্মী বা Worker বলে। যে প্রতিষ্ঠানে শ্রমিক, কর্মচারী এবং কর্মকর্তার সমন্বয়ে একদল (কমপক্ষে ১০ জন) কর্মীর নিয়মতান্ত্রিক সমাবেশ এবং যেখানে উৎপাদন, মেরামত, সার্ভিসিং, প্রশিক্ষণ ইত্যাদি প্রয়োজনে বহুবিধ যন্ত্র, যন্ত্রাংশ থাকে, সে প্রতিষ্ঠানকে ওয়ার্কশপ বলে।

ওয়ার্কশপে প্রবেশ হতে শুরু করে সকল প্রকার কাজ শেষ করার পর ওয়ার্কশপ ত্যাগ করা পর্যন্ত কতগুলো বিধিনিষেধ মেনে চলতে হয় যাকে ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা বলা হয়। এ বিধিনিষেধগুলোকে ওয়ার্কশপে নিরাপদে কাজ করার নিয়ম কানুন বলে। বিধিগুলো অবহেলা করলে কর্মক্ষেত্রে দুর্ঘটনা ঘটার আশঙ্কা থাকে। দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য এর কারণ উদ্ঘাটন করতে গিয়ে দেখা গেছে বহুবিধ কারণে কর্মক্ষেত্রে দুর্ঘটনা সংঘটিত হয়। এ প্রেক্ষাপটে আন্তর্জাতিকভাবে এ দুর্ঘটনার পরিমাণ নিম্নের দুটি অংশে স্বীকৃত-

ক. কর্মীদের অসতর্কতাজনিত দুর্ঘটনা, যার পরিমাণ ৭৫%। এর ৮% হ্যান্ড টুলস দুর্ঘটনার জন্য দায়ী।

খ. মালিকদের ত্রুটিজনিত দুর্ঘটনা, যার পরিমাণ ২৫%।

২.১. ওয়ার্কশপে নিরাপত্তার প্রয়োজনীয়তা :

শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের লব্ধ সতর্কতা ও নিরাপত্তামূলক মনোভাব ও আচরণ কর্মজীবনে সরাসরি প্রতিফলিত হয়ে দুর্ঘটনার হার অনেকাংশ কমায়। দুর্ঘটনা ক্ষতি ব্যতীত মঙ্গল বয়ে আনে না। নির্বিঘ্নে কাজ সম্পাদন করতে সক্ষম হলে মানসিক তৃপ্তি পাওয়া যায় এবং কাজে সাফল্য বয়ে আনে। নিরাপদ পরিবেশ ও ভীতিহীন কর্মস্পৃহা ব্যতীত দক্ষতার যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব নয়। সুতরাং দুর্ঘটনা রোধে সতর্কতাবিধি প্রতিপালনের প্রয়োজনীয়তা অসীম। তাই নিম্ন বর্ণিত প্রয়োজনে ওয়ার্কশপে নিরাপত্তা অপরিহার্য-

১. জীবনের ও শরীরের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গের নিরাপত্তা,
২. দুর্ঘটনা মুক্ত ও সুষ্ঠু কার্যপরিচালনা,
৩. টুল্‌স, আনুষঙ্গিক জিনিসপত্র, ইত্যাদি যথাযথ ব্যবহার,
৪. কাঁচামাল ও সময় অপচয় হতে রক্ষা,
৫. উৎপাদনের মান যথাযথ ও ধারা অব্যাহত রাখা,
৬. সুনাম ও খ্যাতি বৃদ্ধি,
৭. কর্মীর মনোবল বৃদ্ধি,
৮. বিনিয়োগকারীর আস্থার্জন,
৯. কাজে সাফল্য অর্জন,
১০. সামাজিক ও অর্থনৈতিক উন্নয়ন,
১১. সুন্দর, শান্তিময় ও স্থিতিশীল উত্তম কর্মপরিবেশ বজায় রাখা ইত্যাদি।

ওয়ার্কশপে দুর্ঘটনার কারণ:

ওয়ার্কশপে নিরাপদ ও বিপজ্জনক উভয় অবস্থা বা পরিবেশে কাজ করা হয়। যে সকল ব্যবস্থা গ্রহণ করলে ওয়ার্কশপে দুর্ঘটনার আশঙ্কা কম থাকে তাকে নিরাপদ অবস্থা বা পরিবেশ বলে। পক্ষান্তরে যেসব অবস্থার প্রেক্ষিতে অথবা কারণে ওয়ার্কশপে দুর্ঘটনা ঘটে বা ঘটার আশঙ্কা থাকে সেসব অবস্থাকেই বিপজ্জনক অবস্থা বলা হয়ে থাকে। বহুবিধ কারণে ওয়ার্কশপে বিপদ বা দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। এগুলোর মধ্যে কতকগুলো নিম্নরূপ -

১। সতর্কহীন কর্মতৎপরতা,
২। অপরিকল্পিত কর্মক্ষেত্র (অপরিমিত আলো, অপর্যাপ্ত স্থান ও অপ্রতুল ভেন্টিলেশন)
৩। ত্রুটিযুক্ত বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা ,
৫। সেফ্‌টি গার্ডবিহীন মেশিন ও কর্মস্থল,
৬। যন্ত্রাদির ধারালো অংশ, কাটিং এজ (Edge) ঢিলা বা ভাঙা অংশ ইত্যাদি অনিরাপদ অবস্থা,
৭। তৈল ও গ্রিজ জাতীয় পদার্থ দ্বারা মেঝে পিচ্ছিল হওয়া,
৮। ইতস্তত-বিক্ষিপ্ত স্ক্র্যাপ বা ধাতব চিপস্ পড়ে থাকা,
৯। যথাযথ কারিগরি জ্ঞানের অভাবে ভুল কার্যাভ্যাস এবং
১০। অপরিষ্কার ও অপরিচ্ছন্ন যন্ত্রাদির ব্যবহার।

২.২. নিরাপত্তার শ্রেণিবিন্যাস:

শিল্প কারখানার আকারের উপরই সতকর্তার ধরন নির্ভর করে। বিভিন্ন প্রকার কারখানায় ভিন্ন ভিন্ন রকমের দুর্ঘটনার আশঙ্কার প্রেক্ষিতে সতর্কতা বিভিন্নতর হয়। সার্বিক বিবেচনার ভিত্তিতে সতর্কতামূলক ব্যবস্থাকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

১। কর্মশালয় কর্মজনিত সতর্কতা,
২। মালিকের ব্যবস্থাপনামূলক সতর্কতা।

কর্মশালার সতর্কতাকে চার ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

ক. সাধারণ সতর্কতা (General Precautions),
খ. পোষাক ও শরীরজনিত সতর্কতা (Cloth & Body Precautions),
গ. যন্ত্রপাতির সতর্কতা (Equipment Precautions),
ঘ. কর্মশালার কর্মজনিত সতর্কতা (Workshop's Works Precautions)।

সাধারণ সতর্কতাসমূহ :

১. ওয়ার্কশপ সম্পর্কে ধারণা থাকা,
২. কর্মশালায় বিনা অনুমতিতে প্রবেশ না করা,
৩. ওয়ার্কশপের পরিচিত বা অপরিচিত কোন যন্ত্রপাতি পরিচালনা না করা এবং
৪. শারীরিক ও মানসিক অসুস্থাবস্থায় কর্মশালায় প্রবেশ না করা।

পোষাক ও শরীরজনিত সতর্কতাসমূহ :

১. কর্মশালায় ঢিলাঢালা (পাঞ্জাবি ও শাড়ি জাতীয়) পোশাক পরিধান করে মেশিন না চালানো,
২. কর্মীর অবশ্যই অ্যাপ্রোন ব্যতীত কাজ না করা,
৩. বুট বা জুতা পরিধান করে কাজ করা,

২০২০

৪. চুল লম্বা খোলা অবস্থায় কর্মীর কাজ না করা এবং
৫. প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে গগলস, হেলমেট, হ্যান্ড গ্লোভস ব্যবহার করা।

যন্ত্রপাতির সতর্কতাসমূহ:

১. কর্মশালার যন্ত্রপাতির সাথে পরিচিত হওয়া,
২. যন্ত্রপাতির ব্যবহার ও কার্যপদ্ধতি জানা,
৩. যন্ত্রপাতি ও টুলস বাছাইয়ের জ্ঞান থাকা,
৪. ধারালো যন্ত্রপাতি সাবধানে ব্যবহার করা,
৫. যন্ত্রপাতির অপব্যবহার না করা এবং
৬. সংশ্লিষ্ট ব্যক্তির পরামর্শ অনুযায়ী যন্ত্রপাতি পরিচালনা করা।

কর্মশালায় কর্মজনিত সতর্কতা:

১. কারখানা সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া,
২. সম্ভাব্য কারখানার সকল যন্ত্রপাতির পরিচালনার জ্ঞান থাকা,
৩. নিরাপত্তামূলক পোশাক পরিধান করে কাজ শুরু করা,
৪. ওয়ার্কিং টেবিল, ভাইস, টুলস্ প্রভৃতি যত্নসহকারে ব্যবহার করা,
৫. অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রসহ অন্যান্য নিরাপত্তামূলক যন্ত্র ও দ্রব্যের (ওষুধ) ব্যবহার বিধি জানা,
৬. বিশেষজ্ঞের পরামর্শ মোতাবেক যন্ত্রপাতি পরিচালনা ও ত্রুটিমুক্তকরণের চেষ্টা করা এবং
৭. ওয়ার্কশপ ত্যাগের সময় নিরাপত্তা আলো ও বাতাস ব্যতীত অন্যান্য বাতি, ফ্যান, যন্ত্র, দরজা, জানালা বন্ধ করা।

২.৩. ওয়ার্কশপে নিরাপদ পোশাক ও সরঞ্জামাদির ব্যবহার:

ওয়ার্কশপে নিরাপদে কাজ করার পূর্বশর্ত হলো নিরাপদ পোশাক পরিধান এবং নিরাপত্তামূলক সরঞ্জামাদি ব্যবহার করা। সে আলোকে ওয়ার্কশপে নিরাপদ পোশাক ও সরঞ্জামাদির ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হলো-

১. ময়লা, স্ফুলিঙ্গ, তৈল, ছোটখাটো আঘাত ইত্যাদি থেকে রক্ষার জন্যে অ্যাপ্রোন পরিধান করা,
২. ছিটকে আসা চিপ্স বা ধাতব কণা হতে চক্ষুকে রক্ষা করতে সেফটি গগল্‌স ব্যবহার করা,
৩. ওয়েল্ডিং এর কাজের সময় চোখে রশ্মি আঘাত হতে রক্ষার জন্য হ্যান্ডশিল্ড বা গগল্‌স ব্যবহার করা,
৪. মাথায় আঘাত হতে রক্ষার্থে হেলমেট ব্যবহার করা,
৫. পায়ের তলাকে আঘাত হতে রক্ষার জন্যে সর্বদা শক্ত ও অপিচ্ছিল তলাযুক্তজুতা পরিধান করা,
৬. কাজ করার সময় টাই, মাফলার ও চাদর ব্যবহার না করে আঁটসাঁট পোশাক পরিধান করা,
৭. মেশিনে কাজ করার সময় হাতাকাটা বা কনুইয়ের উপর পর্যন্ত ভাঁজ করা জামা ব্যবহার করা,
৮. ওয়ার্কশপে কাজ করার সময় আংটি, হাত ঘড়ি এবং কব্জির অলঙ্কার পরিধান না করা,
৯. কাজে ব্যাঘাত হেতু লম্বা চুল ও পোশাক আঁটসাঁটভাবে বেঁধে কাজ করা,
১০. নিষ্প্রয়োজনে হ্যান্ড গ্লোভস, হেলমেট, গগলস্, হ্যান্ডসীল্ড ব্যবহার না করা,
১১. কাঁচামাল, স্ক্র্যাপ ও চিপ্সে হাত লাগানোর সময় হ্যান্ড গ্লোভস পরিধান করা,
১২. বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় রাবারের হ্যান্ড গ্লোভস ব্যবহার করা,
১৩. রিফ্রিজারেশন ওয়ার্কশপে ABC Power টাইপ অগ্নিনির্বাপক (Fire extinguisher) রাখা এবং
১৪. কর্মীর অগ্নিনির্বাপকের ব্যবহার জানা, অনুশীলন করা ও এটি সময়মতো পরিবর্তন করা ইত্যাদি।

২০২০

বিদ্যুৎ সংক্রান্ত কারণে যে সকল অনিরাপদ ঘটনার উদ্ভব হয় তাকে বিপজ্জনক বৈদ্যুতিক অবস্থা বলে। এ বিপজ্জনক বিদ্যুৎ ব্যবস্থার কারণে তড়িতাঘাত বা বৈদ্যুতিক শক ঘটতে পারে। বিদ্যুৎ সংক্রান্ত দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য নিম্নোক্ত বিষয় সম্পর্কে সতর্ক থাকতে হবে-

১. মেশিনের তার (Wire) ব্যবহার অনুপযোগী হলে,
২. নিরাপত্তামূলক ডিভাইস ব্যবহার না করলে,
৩. তারের ইনসুলেশন না থাকলে কিংবা নষ্ট হলে,
৪. তারের সংযোগ ঢিলা (Loose) থাকলে,
৫. খোলা বা অকেজো সুইচ ব্যবহার করলে,
৬. আর্থিং ব্যবস্থায় ত্রুটি থাকলে,
৭. বৈদ্যুতিক তার ঝুলানো বা উন্মুক্তাবস্থায় থাকলে এবং
৮. নিম্নমানের তার ক্যাবল ব্যবহার করলে ইত্যাদি।

প্রাথমিক চিকিৎসা ব্যবস্থা :

দূর্ঘটনা সংঘটিত হবার পর তাৎক্ষণিকভাবে যে সেবা ও ব্যবস্থাদি দেওয়া হয় তাকে প্রাথমিক চিকিৎসা বলে। কারখানার যে অংশে যে প্রকৃতির দুর্ঘটনা ঘটার আশঙ্কা থাকে সেক্ষেত্রে সে ধরনের প্রাথমিক চিকিৎসার ব্যবস্থাদি থাকবে। প্রয়োজনে এক বা একাধিক প্রাথমিক চিকিৎসা বক্স (First Aid Box) থাকবে। একটা প্রাথমিক চিকিৎসা বক্সে নিম্নের সরঞ্জামাদি সংরক্ষিত থাকে-

১. বিপি ব্লেড (B.P Blade) একটা,
২. বিপি হ্যান্ডেল (B.P Handel) সার্জিক্যাল একটা,
৩. ছোট কাঁচি সার্জিক্যাল একটা,
৪. ডেটল বা স্যাভলন ছোট বোতল একটা (ছোট খাটো কাটা-ছিঁড়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য),
৫. তুলার রোল (Cotton) দুই ইঞ্চি, চার ইঞ্চি দুইটা করে,
৬. সার্জিক্যাল গজ ছয় প্যাকেট,
৭. রোলার গজ (ব্যান্ডেজ) ২, ৪, ৬ এর ২টি করে রোল,
৮. টিংচার আয়োডিন ১ হতে ২ আউন্স একমাত্র চামড়া উঠে বা ছিঁড়ে গেলে খুব সামান্য রক্তক্ষরণ হলে ব্যবহার করা যাবে। পুড়ে গেলে পোড়া চামড়ায় কোন ক্রমেই তা ব্যবহার করা যাবে না,
৯. নিওব্যাকরিন অয়েন্টমেন্ট সামান্য পরিমাণ ক্ষতের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যাবে,
১০. বিভাসিন অয়েন্টমেন্ট সামান্য পরিমাণ ক্ষতের ক্ষেত্রে ব্যবহারযোগ্য,
১১. ডার্মাজেন ক্রিম (Darmazen Cream) সাধারণত পুড়ে গেলে (বৈদ্যুতিক শক ব্যতীত) পোড়া চামড়া নরমাল স্যালাইন (০.৯% সোডিয়াম ক্লোরাইডযুক্ত জীবাণুমুক্ত দ্রবণ) দ্বারা ক্ষত স্থানে লাগাতে হবে,
১২. সুফ্রাটুলি (Sufratule) ছয় প্যাকেট। পোড়া বা ক্ষত স্থানে ডার্মাজেন ক্রিম লাগানোর পর প্যাকেট হতে সুফ্রাটুলি বের করে লাগিয়ে দিতে হবে,
১৩. ব্যাথানাশক প্যারাসিটামল বড়ি ৫০০ মি: গ্রাম ১০টি,
১৪. এন্টাসিড (অম্লনাশক) বড়ি ১০টি, এবং
১৫. প্রয়োগ ব্যবস্থাসহ নরম্যাল স্যাইন ৫০০ সি. সি. এক ব্যাগ।

২০২০

প্রশ্নমালাঃ ০২

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ওয়ার্কশপ কাকে বলে ?

২। শ্রমিকজনিত দুর্ঘটনার হার কত ?

৩। ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা কী?

৪। কোন নিরাপত্তা ব্যবস্থাটা বেশি জরুরি ?

৫। রেফ্রিজারেশন ওয়ার্কশপে কোন ধরনের অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র রাখা প্রয়োজন?

৬। ওয়ার্কশপে কাজ শুরুর পূর্বে ব্যবহৃত পোশাকটার নাম কী ?

৭। প্রাথমিক চিকিৎসা কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৮। শ্রমিকের নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা কত প্রকার ও কী কী ?

৯। অ্যাপ্রোন পরিধানের গুরুত্ব লেখ।

১০। বুট পরিধান না করলে কী কী সমস্যা হতে পারে ?

১১। শ্রমিকের কর্মজনিত ৪টি নিরাপত্তার নাম লেখ ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১২। ওয়ার্কশপ নিরাপত্তার প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর।

১৩। নিরাপত্তার শ্রেণিবিন্যাস ও সংক্ষিপ্ত বর্ণনা কর।

১৪। ওয়ার্কশপে পোশাকজনিত নিরাপত্তা ব্যবস্থার বর্ণনা দাও।

১৫। ওয়ার্কশপে ব্যবহৃত নিরাপত্তামূলক সরঞ্জামাদির বিবরণ দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ০২

উদ্দীপকটি পড় এবং নিচের প্রশ্ন গুলোর উত্তর দাও:

ওয়ার্কশপে প্রবেশ হতে শুরু করে সকল প্রকার কাজ শেষ করার পর ওয়ার্কশপ ত্যাগ করা পর্যন্ত কতকগুলো বিধি নিষেধ মেনে চলতে হয় যাকে ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা বলা হয়। শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের লব্ধ সতর্কতা ও নিরাপত্তামূলক মনোভাব ও আচরণ কর্মজীবনে সরাসরি প্রতিফলিত হয়ে দুর্ঘটনার হার অনেকাংশে কমায়। দুর্ঘটনা ক্ষতি ব্যতীত মঙ্গল বয়ে আনে না। স্বাচ্ছন্দ্যে ও নিরাপদে কাজ করার প্রত্যাশা প্রত্যেকেরই। নির্বিঘ্নে কাজ সম্পাদন করতে সক্ষম হলে মানসিক তৃপ্তি পাওয়া যায় এবং কাজে সাফল্য বয়ে আনে। নিরাপদ পরিবেশ ও ভীতিহীন কর্মস্পৃহা ব্যতীত দক্ষতার যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব নয়।

১। প্রত্যেক কর্মীর প্রত্যাশা কী ?

২। ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা কাকে বলে ?

৩। কীভাবে দুর্ঘটনা অনেকাংশ কমানো যায় ?

৪। দক্ষতার যথাযথ প্রয়োগের জন্য অপরিহার্য বিষয়গুলো আলোচনা কর।

২০২০

অধ্যায়-০৩

সাধারণ হ্যান্ড টুলস (Common Hand Tools)

'যন্ত্রের ধারই কারিগরের ধার'। যন্ত্রপাতির যথাযথ প্রয়োগের জ্ঞানই দক্ষতার (ধারের) প্রতিফলন। দক্ষতার প্রতিফলনের মানদন্ড কারিগরের যন্ত্রপাতি ব্যবহারের উপর নির্ভরশীল। যন্ত্র জ্ঞানের দ্বারাই একজন স্কিল্ড ওয়ার্কার তার দক্ষতা বৃদ্ধি করতে পারবে। কোন কাজ কম সময়ে পরিমাণে বেশি, সুন্দর ও সুষ্ঠুভাবে এবং দক্ষতার সাথে সম্পন্ন করার জন্য যে সকল সাহায্যকারী যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় তাকে টুল্‌স বলে। এ সকল হাতিয়ার বা বস্তুর সাহায্যে দুঃসাধ্য কাজ সহজে করা যায়। টুলস ব্যবহার জ্ঞানের দ্বারা কর্মীর কর্মক্ষমতা ও আচরণ কৌশল বেড়ে যায়। ফলে কর্মীর ধার ও মানমর্যাদা বেড়ে যায়। টুলস প্রধানত দু'প্রকার- (ক) শক্তি চালিত টুলস (Power Tools) ও (খ) মানুষ বা হস্তচালিত টুলস (Manual or Hand Tools)

৩.১. টুলসের তালিকা:

কর্মশালায় বিভিন্ন প্রকার কাজের জন্য বিভিন্ন প্রকার টুল্‌স ব্যবহার করা হয়। কিছু টুল্‌স আছে যেগুলো প্রায় সকল কর্মশালায় ব্যবহার হয়। কর্মশালায় ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় টুলসের তালিকা নিম্নরূপ-

ক্রমিক	সাধারণ টুলসের নাম	কাটিং টুলসের নাম	মেজারিং টুলসের নাম
১	হাতুড়ি	হ্যান্ড 'স'	স্টীল রুল
২	মুগুর (ম্যালেট)	হ্যাক'স'	মেজারিং টেপ
৩	প্লায়ারস	স্নিপ	ট্রাই স্কয়ার
৪	স্ক্রু-ড্রাইভার	পাইপ কাটার	ক্যালিপারস
৫	পাঞ্চ	চিজেল	মাইক্রোমিটার
৬	স্ক্র্যাপার	ফাইল	কম্বিনেশন স্কয়ার
৭	স্ক্রাইবার	চাকু বা ছুরি	গেজ
৮	হ্যান্ড ভাইস	ফোকার	সারফেস প্লেট
৯	পুলার	হ্যান্ড ড্রিল	অ্যাঙ্গেল প্লেট
১০	ব্রাশ (ওয়্যার ও প্লাস্টিক)	ডাই সেট	ভিবেল প্রটেক্টর
১১	মার্কিং ব্লক	ট্যাপ সেট	সারফেস গেইজ
১২	হ্যান্ড গ্রাইন্ডিং মেশিন	রিমার	ভি ব্লকস
১৩	রেঞ্চ বা স্প্যানার		

৩.২. হ্যান্ড টুলসের কাজঃ

হাতে চালিত টুলসকে হ্যান্ড টুলস বলে। এ টুলস এমন হাতিয়ার যা কাজকে সুন্দর, সুষ্ঠু, দ্রুততর ও সঠিকভাবে সম্পাদনে সাহায্য করে। আবাসিক বা কারিগরি উভয় ক্ষেত্রেই দৈনন্দিন সকল কাজকর্ম যথাযথ সম্পাদনে হ্যান্ড টুলসকে কাজে লাগানো হয়। উৎপাদনের কাজেও টুলসের গুরুত্ব অসীম। তাই হ্যান্ড টুলসকে যথাক্রমে নিম্নরূপ ক্ষেত্রেও কাজে ব্যবহার করা হয় -

ক) কাজের ক্ষেত্রঃ

ফ্যাক্টরিতে, কারখানায়, গ্যারেজ, শিল্প-ক্ষেত্রে, মেরামত ক্ষেত্রে, যন্ত্রপাতির ব্যবহার ক্ষেত্রে ইত্যাদি সকল ক্ষেত্রে যন্ত্রপাতি স্থাপন ও অবমুক্ত, পুনঃস্থাপন, যন্ত্রাংশ সংযোজন-বিয়োজন, ওভারহলিং, মেরামত, সার্ভিসিং ইত্যাদির প্রয়োজনে টুলস ব্যবহার করা হয়।

খ) কাজের ধরনঃ

১. পরিষ্কার পরিছন্নতার নিমিত্তে, ২. ধরার জন্য, ৩. পরিমাপ করার জন্যে, ৪. দাগাংকন বা মার্কিং করার জন্যে, ৫. কাটার জন্যে, ৬. ছিদ্র করার জন্যে, ৭. থ্রেড বা খাঁচ কাটার প্রয়োজনে, ৮. অন্য যন্ত্র পরিচালনার জন্যে, ৯. লিভার হিসাবে ব্যবহারের জন্যে, ১০. মসৃণ করার নিমিত্তে, ১১. আঘাত করা বা বল প্রয়োগের জন্যে ইত্যাদি সকল প্রকার কারিগরি কাজে টুলস ব্যবহার করা হয়।

৩.৩. হ্যান্ড টুলসের প্রকারভেদঃ

দৈনন্দিন বহুবিধ কাজের জন্য অগণিত হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করা হয়। কাজের সুবিধার্থে কাজের ধরন, কাজের ক্ষেত্র ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে হ্যান্ড টুলসকে শ্রেণিবিভাগ করা হয়।

কাজের ধরন ও ক্ষেত্রের উপর ভিত্তি করে ৪ প্রকার। যথাঃ

ক. সাধারণ টুলসঃ Common বা সাধারণ কাজে প্রায় সকল কর্মক্ষেত্রে ব্যবহারযোগ্য টুলসকে সাধারণ টুলস বলে। অর্থাৎ বিভিন্ন কর্মকাণ্ডে Common Tools হিসেবে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার হয় তাই সাধারণ টুলস। যেমন- হাতড়ি, স্ক্রু-ড্রাইভার ইত্যাদি

খ. মেজারিং (পরিমাপক) টুলসঃ পরিমাপ করার জন্যে যে সকল হাতিয়ার ব্যবহার করা হয় তাকে পরিমাপক টুলস বলে। যেমন- স্টীল রুল, ট্রাই-স্কয়ার ইত্যাদি।

গ. কাটিং টুলসঃ কাটার কাজে যে সকল টুল্স ব্যবহার করা হয় তাকে কাটিং টুলস বলে। যেমন-হ্যাক 'স', ছুরি ইত্যাদি

ঘ. বিশেষ (ট্রেড ভিত্তিক) টুলসঃ ট্রেড বা কাজ ভিত্তিক কিছু টুলস ব্যবহার করা হয় তাকে বিশেষ টুলস বলে। যেমন- রিমার, ফ্লায়ারিং টুলস ইত্যাদি।

২০২১

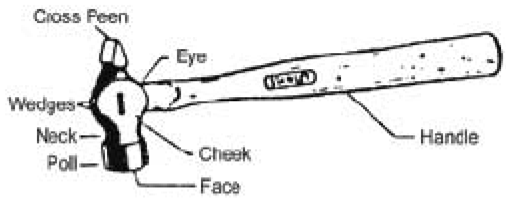
৩.৪. হ্যান্ড টুলসের বর্ণনা:

প্রতিনিয়ত বিভিন্ন প্রকার কাজ টুলসের সাহায্যে সম্পাদন করা হয়। এমন অনেক টুলস আছে যেগুলো প্রায় সকলে ব্যবহার করে ও চিনে। বিশেষ কাজে কিছু কিছু টুলস আছে যেগুলো সংশ্লিষ্ট ব্যক্তি ব্যতীত চিনে না বা ব্যবহার করতে পারে না। সেজন্য টুলস সম্পর্কে জানা প্রয়োজন বিধায় এখানে কতকগুলো টুলস সম্পর্কে বর্ণনা করা হলো-

সাধারণ হ্যান্ড টুলসসমূহের বিবরণ:

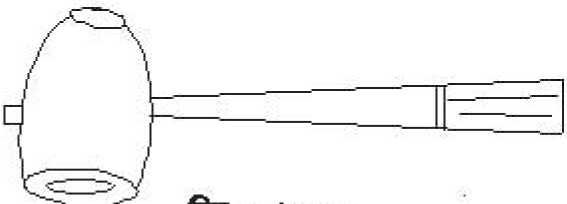
ক. হাতুড়ী (Hammer):

হাতুড়ী সকলের প্রয়োজনীয় এবং পরিচিত হ্যান্ড টুলস। কোন বস্তু বা জায়গাতে আঘাত করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন কাজে বিভিন্ন ধরনের হাতুড়ি ব্যবহার করা হয়। যেমন- বলপিন হ্যামার, স্ট্রেইট পিন হ্যামার, ক্রস পিন হ্যামার, সেডি হ্যামার, উডেন হ্যামার, প্লাস্টিক হ্যামার প্রভৃতি।



চিত্র- ৩.১: হাতুড়ি ও বিভিন্ন অংশ।

খ. মুগুর (Malet):

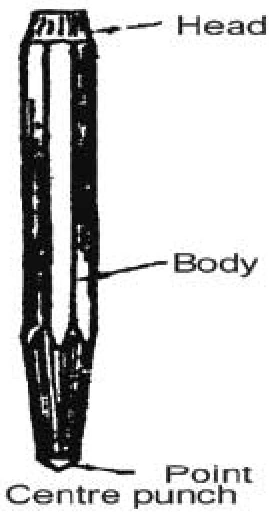


চিত্র- ৩.২: মুগুর

মুগুর নমনীয় পদার্থে আঘাত করতে করতে ব্যবহার করা হয়। সিটমেটালের কাজ, ধাতব পাতের উপরিভাগ সমতল, কপার টিউবের বাহির পৃষ্ঠ সমতল করতে ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে টিউব বেন্ডিং স্প্রিং এ আঘাত করতে ইহা বেশি ব্যবহার উপযোগী।

গ. পাঞ্চ (Punch):

পাঞ্চ এক প্রকার হ্যান্ড টুলস। এর দ্বারা দাগ কাটা এবং উঁচু-নিচু পৃষ্ঠদেশ সমান করা হয়। কোন ধাতব পৃষ্ঠে পয়েন্ট সৃষ্টি করতেও ইহা ব্যবহার হয়। বিভিন্ন প্রকার পাঞ্চের মধ্যে সেন্টার পাঞ্চ, ড্রাইভ পাঞ্চ, ড্রিফট পাঞ্চ, সেন্টার পাঞ্চ উল্লেখযোগ্য।



চিত্র- ৩.৩: পাঞ্চ

ঘ. প্লায়ার্স (Pliars):

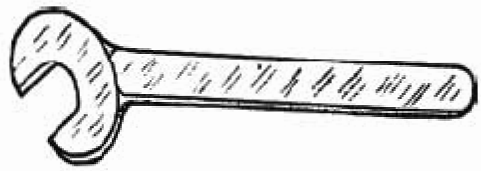
চিত্র- ৩.৪: কম্বিনেশন প্লায়ার্স।

কোন জিনিস মজবুতভাবে ধরার জন্য, বৈদ্যুতিক তার কর্তনের জন্য প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। নোজ প্লায়ার্স, লংনোজ প্লায়ার্স, রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স, কাটিং প্লায়ার্স, কম্বিনেশন প্লায়ার্স ভিন্ন ভিন্ন কাজে ব্যবহার করা হয়।

ঙ. স্প্যানার (Spanner):

স্প্যানার নাট-বোল্ট ইত্যাদিকে আটকাতে ও খুলতে ব্যবহার করা হয়। এটি প্রধানত দু'ধরনের-ডাবল এন্ডেড ও সিঙ্গেল এন্ডেড।

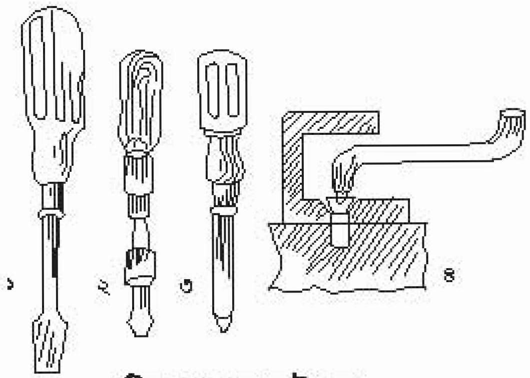
চিত্র- ৩.৫: (ক) ডাবল এন্ডেড স্প্যানার



৩.৫: (খ) সিঙ্গেল এন্ডেড স্প্যানার

চ. স্ক্রু-ড্রাইভার (Screw Driver):

ড্রাইভ অর্থ পরিচালনা। এর সাহায্যে স্ক্রুকে ড্রাইভ করা হয় বলে এর নাম স্ক্রু-ড্রাইভার। তাই স্ক্রু আটকানো ও খোলার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়। কয়েক প্রকার স্ক্রু -ড্রাইভারের নাম হলো কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার, ডাবল এন্ডেড স্ক্রু-ড্রাইভার, স্টার (ফিলিপস) স্ক্রু-ড্রাইভার, হেভি ডিউটি স্ক্রু-ড্রাইভার, ফ্লাট স্ক্রু-ড্রাইভার, অফসেট স্ক্রু-ড্রাইভার ইত্যাদি।



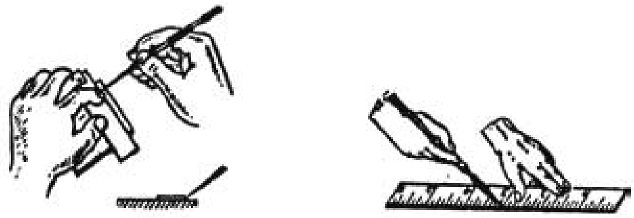
চিত্র-৩.৬: স্ক্রু-ড্রাইভার।

ছ. রেঞ্চ (Wrench):

বিভিন্ন ধরনের নাট-বোল্ট ইত্যাদিকে শক্তভাবে ধরে আটকাতে ও খুলতে এ প্রকারের টুলস খুবই প্রয়োজন। নাট-বোল্টের আকার ও এর আকার মিলিয়ে রেঞ্চ বিভিন্ন ধরনের কাজে ব্যবহার করা হয়। এদের কতিপয় নাম হলো স্লাইড বা অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ, সকেট রেঞ্চ, লিভার রেঞ্চ, 'জ' রেঞ্চ, অফসেট সকেট রেঞ্চ, টি-সকেট রেঞ্চ, টি-হ্যান্ডেল ট্যাপ রেঞ্চ, অ্যাডজাস্ট্যাবল ট্যাপ রেঞ্চ প্রভৃতি।

চিত্র- ৩.৭: অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ।

জ. স্ক্রাইবার (Scraiber):



চিত্র- ৩.৮: স্ক্রাইবারের সাহায্যে মার্কিংকরণ।

কোন কিছুর উপরিভাগে দাগা কাটার জন্য ব্যবহার হয়। একে মার্কিং পেইজও বলা হয়।

ঝ. স্ক্র্যাপার (Scraper):

ছাঁচনির অনুরূপ এটি দিয়ে মেটাল শাত, গ্যাসকেট, বেইস প্লেট প্রভৃতির ময়লা পরিষ্কার করা হয়। কোন কোন সময় গ্যাসকেট মুক্ত করতে এটি ব্যবহার করা হয়। ফ্লাট, হাফ রাউন্ড, ট্রাই অ্যাঙ্গুলার স্ক্র্যাপার বাজারে পাওয়া যায়।

চিত্র- ৩.৯: স্ক্র্যাপার।

ঞ. করাত (Saw):

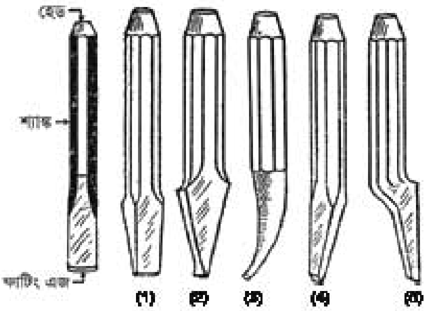
'স' অর্থ করাত যার সাহায্যে কাঠ, রড, টিউব প্রভৃতি কাটা হয়। চিত্রের 'ক' নং করাতের নাম হলো হ্যাক 'স' বা লৌহ কাটা করাত এবং চিত্রের 'খ' নং করাতটার নাম হলো জুনিয়র হ্যাক 'স'। ৪০০/৪৫০ ডিগ্রি কোণ বিশিষ্ট দাঁতের হ্যাক'স দ্বারা রড, ফ্লাটবার এবং জুনিয়র হ্যাক'স কপার টিউব কাটতে ব্যবহার করা হয়। হ্যাক'স ব্লেডের পরিমাপ দৈর্ঘ্য ২৫০-৩০০ মি:মি:, প্রস্থ ১৩-১৬ মি:মি: ও পুরুত্ব ০.০৬-০.০৮ মি:মি: হতে পারে।

চিত্র- ৩.১০ (ক): হ্যাক'স

চিত্র- ৩.১০ (খ): জুনিয়র হ্যাক'স

ট. চিজেল (Chisel):

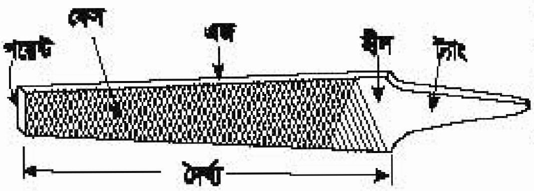
চিজেলের বাংলা নাম ছেনা। এর দ্বারা কঠিন বস্তু, ইটের দেয়াল, পাথর, মেটাল বা ধাতু ইত্যাদি কাটা বা হোল (ছিদ্র) এবং পাথরে খোদাই করা হয়। বিভিন্ন প্রকার চিজেলের নাম ফ্লাট চিজেল, ক্রস কাট চিজেল, রাউন্ড নোজ চিজেল, ডাইমন্ড চিজেল প্রভৃতি।



চিত্র- ৩.১১: চিজেল।

ঠ. ফাইল বা উখা (File):

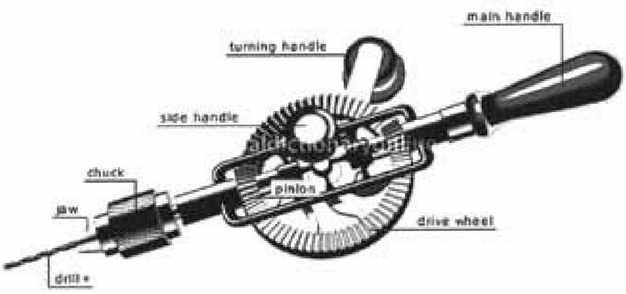
ফাইল দিয়ে মেটাল পৃষ্ঠদেশ কেটে মসৃণ করা হয়। ওভার সাইজ বস্তুকে সঠিক সাইজ করা, নাট-বোল্ট তৈরি করা, বস্তুকে প্রয়োজনীয় আকৃতি প্রদান, ধাতব চিপ বা বারকে মসৃণ করা ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়। ফ্লাট ফাইল, কায়ার ফাইল, রাউন্ড ফাইল, হাফ রাউন্ড ফাইল, ট্রাই অ্যাঙ্গুলার ফাইল প্রভৃতি নামের ফাইল ব্যবহার করা হয়।



চিত্রঃ ৩.১২ঃ ফাইল

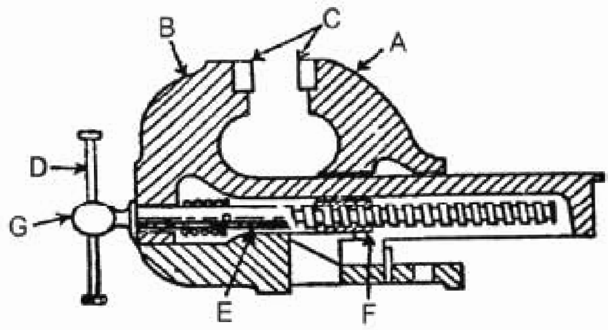
ড. হ্যান্ড ড্রিল (Hand Drill):-

হ্যান্ড ড্রিল ছিদ্র করার যন্ত্র। তাই ছিদ্র করার কাজে এটি ব্যবহৃত হয়। এর সাহায্যে কাঠ বা দেয়াল ছিদ্র করা হয়। এটা বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে যেমন- ছোট হ্যান্ড ড্রিল, পোস্ট অ্যান্ড র‍্যাচেট ড্রিল, বেঞ্চ ড্রিল ইত্যাদি। এটি হ্যান্ডল, টার্নিং হ্যান্ডল, সাইড হ্যান্ডল, চাক, 'জ', ড্রিল বিট, ড্রাইভ হুইল ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।



চিত্র- ৩.১৩ঃ হ্যান্ড ড্রিল।

ঢ. হ্যান্ড ভাইস (Hand Vice):

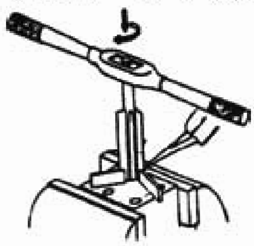


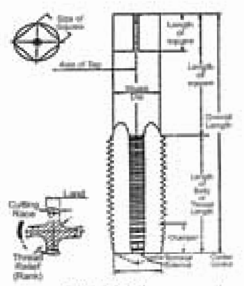
চিত্র- ৩.১৪ঃ হ্যান্ড ভাইস।

ওয়ার্ক পিচ কাটা, ফাইলিং, উত্তোলন ইত্যাদি প্রয়োজনে বস্তুকে মজবুত করে আটকানোর জন্য ভাইস ব্যবহার করা হয়। এটা দুই প্রকার, যথা- ক) প্যারালাল 'জ' ভাইস ও খ) লেগ ভাইস। প্যারালাল 'জ' ভাইস অনেক প্রকারের হয়। যথা- বেঞ্চ ভাইস, মেশিন ভাইস, টুল মেকার ভাইস, পাইপ ভাইস, হ্যান্ড ভাইস প্রভৃতি। যে ভাইসকে হাত দ্বারা ধরে কাজে ব্যবহার করা হয় তাকে হ্যান্ড ভাইস বলে।

ণ. ট্যাপ ও হ্যান্ডল (Tap and Handle):

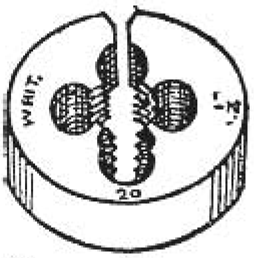
কোন নাটে বা পাইপের ভিতরে প্যাঁচ (ফিমেল থ্রেড) তৈরির জন্য ব্যবহার করা হয়।এগুলো চার প্রকারের যথা-হ্যান্ড ট্যাপ,বয়লার ট্যাপ, পাইপ ট্যাপ,মেশিন স্ক্রু ট্যাপ।


চিত্র- ৩.১৫ (ক): ট্যাপ ও হ্যান্ডল


চিত্র- ৩.১৫ (খ): ট্যাপের মাপ

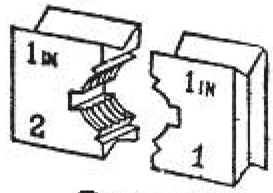
২০২০

ঙ. ডাই (Die):

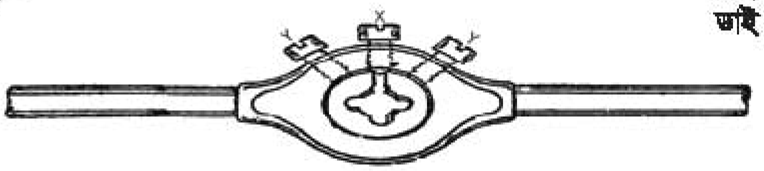


চিত্র-৩.১৬(ক): ডাই

যার দ্বারা পাইপ বা বোল্টের আউট সাইডে (বাইরে) খাঁচ (মেল থ্রেড) তৈরি করা হয় তাকে ডাই বলে। ডাই বিভিন্ন সাইজের হয়ে থাকে, যেমন-২, ১.৫, ১, ০.৫, ০.২৫ ইঞ্চি বা ৯, ১২, ১৬, ১৯ মিলিমিটার ইত্যাদি। এটি হ্যান্ডল বা মেশিনে সেট করে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৩.১৬(খ): ডাই



চিত্র- ৩.১৬(গ): ডাই ও হ্যান্ডল।

পরিমাপকটুলস (Measuring Tools):

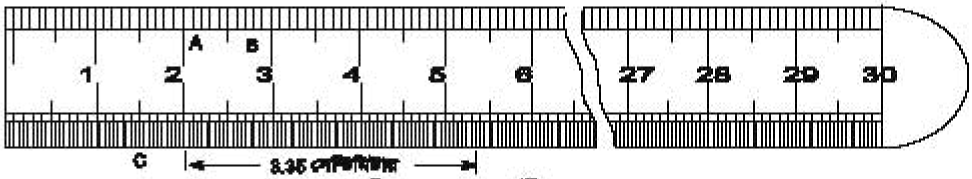
যে সমস্ত টুলস পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয় তাকে পরিমাপক টুলস বলে। পরিমাপক টুলসের তালিকা-

ক্রমিক	নাম	ক্রমিক	নাম	ক্রমিক	নাম
১	স্টীল রুল	৫	ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স	৯	থ্রেড প্লাগ গেইজ
২	স্টীল টেপ	৬	ইন ও আউট সাইড ক্যালিপার্স	১০	ডিভাইডার
৩	ট্রাইস্কয়ার	৭	স্ক্রু পিচ গেইজ	১১	আউট সাইড মাইক্রোমিটার
৪	হুক রুল	৮	রেডিয়াস বা ফিলার গেইজ	১২	ইন সাইড মাইক্রোমিটার

পরিমাপক টুলসসমূহের বর্ণনা:

ক. স্টীল রুল (Steel Rule):

এটি স্টীলের তৈরি। লে-আউট ও দৈর্ঘ্য পরিমাপ, ক্যালিপার ও ডিভাইডার সেট করতে স্টীল রুল ব্যবহার করা হয়। এতে ইঞ্চি ও সেন্টিমিটার এককে দাগাংকিত থাকে। তাই এর সাহায্যে দুই প্রকৃতির পরিমাপের তুলনা ও সংগ্রহ করা যায়।

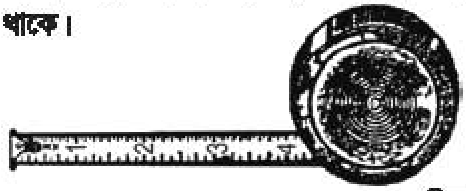


চিত্র- ৩.১৭: স্টীল রুল

খ. স্টীল মেজারিং টেপ (Steel Measuring Tape):

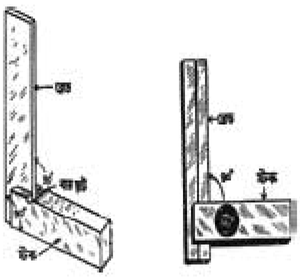
এটা স্টীলের তৈরি এবং টিনানুরূপ বক্সের ভিতর থাকে। অপেক্ষাকৃত দীর্ঘ বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। প্রথম অগ্রভাগে একটা হুক থাকে। ভিতরের স্প্রিং-এর টানে টেপটি অভ্যন্তরভাগে সর্বদা কয়েল

আকারে থাকে। এটি পাতলা ও নমনীয় তাই সহজে পেঁচানো যায়। এতে ইঞ্চি ও সেন্টিমিটারে দাগ কাটা থাকে।



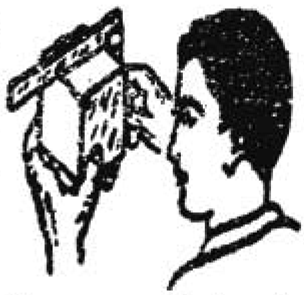
চিত্র- ৩.১৮: স্টীল টেপ।

গ. ট্রাইস্কয়ার (Trisquare):



চিত্র-৩.১৯(ক): ট্রাইস্কয়ার।

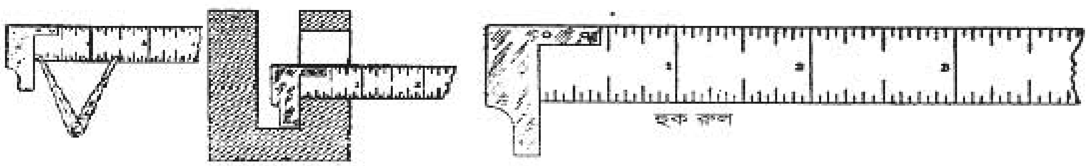
ট্রাইস্কয়ার কোণ ও দৈর্ঘ্য পরিমাপক এবং সমতল পরীক্ষাকরণ যন্ত্র। মূলত এর সাহায্যে বস্তুর সমকোণ (৯০°) ও ছোট-খাটো দৈর্ঘ্য মাপা হয়। স্টক ও ব্লেড নামের প্রধান দুটি অংশ নিয়ে ট্রাইস্কয়ার গঠিত। অংশ দুটি একে অপরের সাথে ৯০° কোণে অবস্থান করে। এটি দুই ধরনের হয়ে থাকে যথা-
১। সলিড ট্রাইস্কয়ার, ২। অ্যাডজাস্টেবল ট্রাইস্কয়ার



চিত্র-৩.১৯(খ): ট্রাইস্কয়ার ব্যবহার।

ঘ. হুক রুল (Hook Rule):

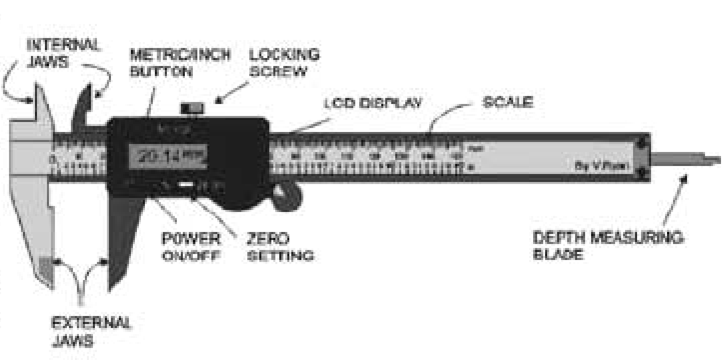
বস্তুর যে পার্শ্ব দেখা যায় না সেই পার্শ্ব মাপতে ব্যবহার করা হয়। এর এক প্রান্তে হুক থাকে।



চিত্র- ৩.২০: হুক রুল ও মাপ পদ্ধতি।

ঙ. ভার্নিয়ার বা স্লাইড ক্যালিপার্স (Vernier Callipers):

বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা (আয়তন), গোলাকার বস্তুর ব্যাস পরিমাপ, অভ্যন্তরীণ ব্যাস, গর্ত ও স্লটের গভীরতা প্রভৃতি সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে ব্যবহার করা হয়। এতে দুটি স্কেল থাকে। একটি প্রধান স্কেল এবং অপরটিকে ভার্নিয়ার স্কেল বলে। ভার্নিয়ার স্কেলটি প্রধান স্কেলের সাথে চলে।



চিত্র- ৩.২১: ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স।

*প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য ও ভার্নিয়ার এক ভাগের দৈর্ঘ্যের পার্থক্যকে ভার্নিয়ার ধ্রুব বলে।

চ. ক্যালিপার্স (Callipers):

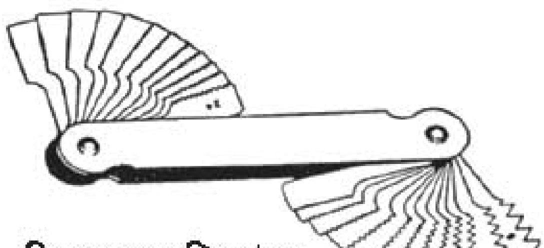
আউটসাইড ক্যালিপার বস্তুর ব্যাস এবং পুরুত্ব পরিমাপের জন্য আউট সাইড ক্যালিপার এবং বস্তুর অভ্যন্তরীণ ব্যাস ও স্লটের গভীরতা পরিমাপের জন্য ইন সাইড ক্যালিপার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ৩.২২ (ক): আউট সাইড ক্যালিপার

চিত্র- ৩.২২: (খ) ইনসাইড ক্যালিপার।

ছ. স্ক্রু পিচ গেজ (Screw Pitch Gauge):

থ্রেডের পিচ পরীক্ষা ও পরিমাপের জন্য এটি ব্যবহার হয়। এমনকি প্রতি ইঞ্চিতে কতটি থ্রেড বা খাঁচ আছে তাও পরীক্ষার জন্য স্ক্রু পিচ গেজ ব্যবহার হয়ে থাকে।



চিত্র-৩.২৩: স্ক্রু পিচ গেজ।

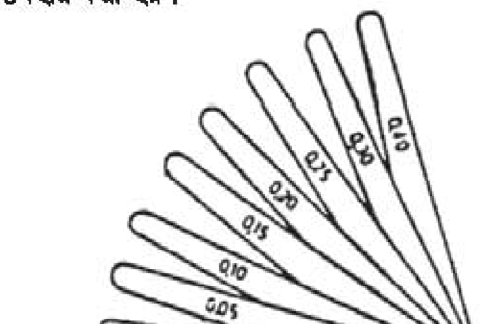
জ. থ্রেড প্লাগ গেজ (Thread Plug Gauge):

চিত্র-৩.২৪: থ্রেড প্লাগ গেজ ।

এক্সটারনাল থ্রেডেরডর ইপ্সিত মাপ অপেক্ষা কম না বেশি তা পরীক্ষার জন্য থ্রেডিং গেজ এবং ইন্টারনাল থ্রেডের ইপ্সিত মাপ অপেক্ষা কম না বেশি তা পরীক্ষা করার জন্য থ্রেড প্লাগ গেজ ব্যবহার করা হয়।

ঝ. ফিলার গেজ (Filler Gauge):

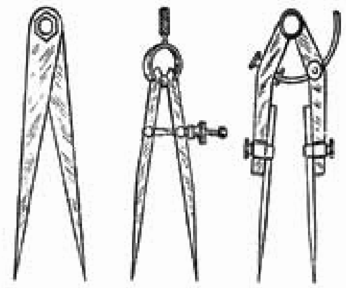
দুটি যন্ত্রাংশের ফাঁকা বা ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষার জন্য ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়। এতে অনেক গুলো পাতলা পাত থাকে। পুরুত্বানুযায়ী পাত গুলোতে পরিমাপের নম্বর লিপিবদ্ধ করা থাকে।



চিত্র-৩.২৫: ফিলার গেজ।

ঞ. ডিভাইডার (Divider):

দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব মাপতে, কাঠে, ধাতু পাতে বৃত্ত আঁকতে একটি রেখাকে সমান দুই ভাগে ভাগ করতে এবং স্কেল হতে পরিমাপ গ্রহণ করতে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র- ৩.২৬: বিভিন্ন প্রকার ডিভাইডার

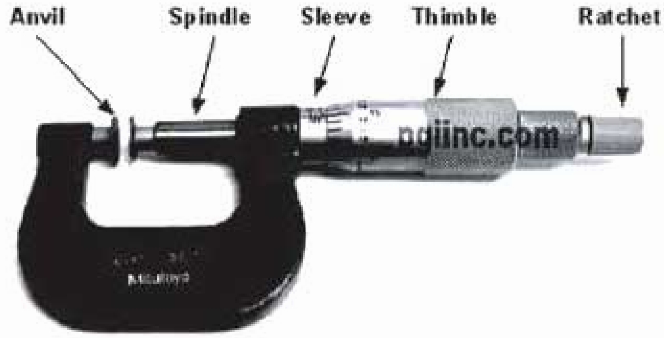
চিত্র- ৩.২৭: বিভিন্ন প্রকার ডিভাইডার।

ট. মাইক্রোমিটার (Micrometer):

এটি দুই প্রকার।

আউট সাইড মাইক্রোমিটার :

কোন বস্তুর বাইরের পরিমাপ সূক্ষ্মভাবে গ্রহণ করার জন্যে এ যন্ত্রটি ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে তারের বা বলের ব্যাস পরিমাপের জন্য ব্যবহার হয়।



চিত্র-৩.২৮: আউট সাইড মাইক্রোমিটার।

ঠ. ইন সাইড মাইক্রোমিটার:

সূক্ষ্ম সঠিক এবং দ্রুত বস্তুর অভ্যন্তরীণ পরিমাপ নির্ণয় করতে ব্যবহার করা হয়। কোনো বস্তুর গভীরতা এবং গ্রেডের গভীরতার পরিমাপের জন্যও এটা ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ৩.২৯: ইন সাইড মাইক্রোমিটার।

৩.৫. টুলসের ব্যবহার তালিকাঃ

কাজের সুবিধার্থে ভিন্ন ভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার টুলস ব্যবহার করা হয়। নিচেই বিভিন্ন প্রকার টুলসের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো-

ক্রমিক	টুলসের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র	টুলসের ধরণ
১	হাতুড়ি	পেরেক, ধাতব পৃষ্ঠ ইত্যাদিতে আঘাত করার কাজে ব্যবহৃত হয়	সাধারণ টুলস
২	স্ক্রু-ড্রাইভার	চাপ প্রয়োগে স্ক্রুকে খোলা ও আটকানো ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়	
৩	প্লায়ার্স	কোন জিনিস মজবুতভাবে ধরার জন্য ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়	
৪	রেঞ্চ	নাট-বোল্ট খোলা ও আটকানো ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়	
৫	পুলার	পুলি, বিয়ারিং, হুইল ইত্যাদি টেনে বের করা ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়	
৬	হ্যান্ড ভাইস	কাটা, ফাইলিং, ড্রিল ইত্যাদি কাজে কোন জিনিস শক্তভাবে ধরার জন্য ব্যবহৃত হয়	
৭	মেজারিং টেপ	অপেক্ষাকৃত বেশি দৈর্ঘ্য, লে- আউট ইত্যাদি পরিমাপ করতে ব্যবহার করা হয়।	মেজারিং টুলস
৮	মেজারিং রুল	দৈর্ঘ্য, লে- আউট ও ভিতরের ধার পরিমাপে, ক্যালিপার্স ও ডিভাইডার সেট করতে. ব্যবহার করা হয়।	
৯	ক্যালিপার্স	বস্তুর ব্যাস, পুরুত্ব, স্লটের গভীরতা ইত্যাদি পরিমাপে ব্যবহার হয়	
১০	ফিলার গেজ	সংযুক্ত দুটি অংশের গ্যাপ বা ক্লিয়ারেন্স পরিমাপে ব্যবহার হয়	
১১	মাইক্রোমিটার	বস্তুর অভ্যন্তরীণ-বাহির ব্যাস, পুরুত্ব ইত্যাদি পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার হয়	
১২	পাঞ্চ	ধাতব খন্ড, গ্যাসকেট ইত্যাদি মার্ক, ছিদ্র, গর্ত করার কাজে ব্যবহার হয়	কাটিং টুলস
১৩	স্ক্র্যাপার	প্রলেপ, ময়লা, মরিচা, রং, আটকানো গ্যাসকেট ইত্যাদি পরিষ্কার করার জন্য ব্যবহার হয়	
১৪	স্ক্রাইবার	যে কোন বস্তুতে ও ধাতব খণ্ডে দাগাংকিত করার জন্য ব্যবহার করা হয়	
১৫	ফাইল	অমসৃণ তলকে ঘষে বা কেটে মসৃণ করার জন্য ব্যবহার করা হয়	
১৬	উড'স'	কাঠ কাটার কাজে ব্যবহার করা হয়	
১৭	হ্যাক'স'	ধাতব খণ্ড, রড, ফ্লাট বার, পাইপ, প্লেট ইত্যাদি কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়	
১৮	চিজেল	ধাতব খণ্ড বা দেয়াল কাটা বা ছিদ্র করার জন্য ব্যবহার করা হয়	
১৯	স্নিপ	মেটাল শিট, টিন, গ্যাসকেট ইত্যাদি কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়	
২০	ট্যাপ সেট	পাইপ বা ওয়ার্ক পিচের ভিতরের প্যাঁচ তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়	
২১	ডাই সেট	পাইপ বা ওয়ার্ক পিচের বাহিরের প্যাঁচ তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়	
২২	পাইপ কাটার	স্টিল বা জি আই বা যেকোন পাইপ কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়	
২৩	ড্রিল	ধাতব প্লেট, বার ইত্যাদি ছিদ্র করার জন্য ব্যবহার করা হয়	

প্রশ্নমালা- ০৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। হ্যান্ড টুলসের সংজ্ঞা দাও।
২। পরিমাপক টুলস কাকে বলে ?
৩। হাতুড়ির প্রধান তিনটি অংশের নাম লেখ।
৪। কী কাজেট্রাই স্কয়ারের ব্যবহার করা হয় ?
৫। পাঁচটি রেঞ্চের নাম লেখ।
৬। হ্যাক'স ব্লেডের পরিমাপ লেখ।
৭। জুনিয়র হ্যাক'স কী কাজে ব্যবহার হয়?
৮। ডাইয়ের তিনটি পরিমাপ উল্লেখ কর।
৯। কোন টুলসের অভ্যন্তরে স্প্রিং থাকে ?
১০। যন্ত্রাংশের ক্লিয়ারেন্স পরিমাপক টুলসের নাম কী ?
১১। মাইক্রোমিটার কত প্রকার ও কী কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশঃ

১২। ভার্নিয়ারধ্রুব বলতে কী বোঝায়?
১৩। দশটি সাধারণ টুলসের নাম লেখ।
১৪। টুলসের কাজ বর্ণনা কর।
১৫। ফাইল কোন ধরনের টুলস ?
১৬। হ্যান্ড টুলসকে কত ভাগে ভাগ করা যায় ও কী কী ?
১৭। ভার্নিয়ার ক্যালিপার্সের সাহায্যে পরিমাপযোগ্য ৫টা বিষয়ের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১৮। দশটি সাধারণ টুলসের নাম ও ব্যবহার লেখ।
১৯। 'যন্ত্রের ধারই কারিগরের ধার' উক্তিটা ব্যাখ্যা কর।
২০। পাঁচটা করে পরিমাপক ও কাটিং টুলসের তালিকা লেখ।
২১। স্লাইড ক্যালিপার্সের চিত্র অংকন কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ৩

অনুচ্ছেদটি পাঠ কর ও নিচের প্রশ্ন গুলোর উত্তর লিখঃ

আবাসিক বা কারিগরি ক্ষেত্রে দৈনন্দিন অনেক কাজকর্ম সম্পাদনে হ্যান্ড টুলসের ব্যবহার করা হয়। ফলে হ্যান্ড টুলসের গুরুত্ব অসীম। পরিমাপ, দাগাংকন, কাটা বা ছেঁদিত করা, আঘাত করা বা বল প্রয়োগে সাহায্য করা ইত্যাদি কাজে এবং যন্ত্রপাতি স্থাপন ও অবমুক্ত, পুনঃস্থাপন, যন্ত্রাংশ সংযোজন-বিয়োজন, ওভার হলিং, মেরামত, সার্ভিসিং ইত্যাদি ক্ষেত্রে হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করা হয়। এটি প্রধানত চার প্রকার- সাধারণ টুলস, মেজারিং টুলস, কাটিং টুলস, বিশেষ টুলস।

১। কী কী কাজে হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করা হয় ?
২। চারটি পরিমাপক টুলস-এর নাম লেখ।
৩। টুলসের তিনটি কাজ ও ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।
৪। হ্যান্ড টুলসের গুরুত্ব অসীম হবার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২০২০

অধ্যায়-০৪

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং টুলস

(Refrigaration and Air-conditioning Tools)

বিশেষ বিশেষ কাজের জন্য বিশেষ বিশেষ টুলস ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ কাজের ক্ষেত্র ও ধরনের আলোকে বিশেষ টুলস ব্যবহার হয়ে থাকে। যেমন ইলেকট্রিক্যাল কাজের জন্য ইলেকট্রিক্যাল টুলস ব্যবহার করা হয়। অনুরূপ রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং (RAC) কাজের জন্যও বিশেষ কিছু টুলস ব্যবহার হয়। তাই রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং কাজের জন্য যে সকল টুলস ব্যবহার করা হয় তাকে রেফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং টুলস বলে।

৪.১. রিফ্রিজারেশন টুলসের প্রয়োজনীয়তাঃ

হিমায়ন পদ্ধতির কিছু কাজ আছে যেগুলো ব্যতীত হিমায়ন পদ্ধতির কার্যাদি পরিপূর্ণরূপে সম্পাদন করা যায় না। হিমায়ন পদ্ধতির কাজসমূহ সঠিক, সুন্দর, পূর্ণাঙ্গ, স্বল্প অর্থ ও সময় ব্যয়ে ত্বরান্বিত করার প্রয়োজনে রিফ্রিজারেশন টুলস দরকার। এমন কিছু কাজ আছে যা এ সমস্ত টুলস ছাড়া করা সম্ভব নয়। সুতরাং হিমায়ন পদ্ধতির স্থাপন, রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামতের জন্য রিফ্রিজারেশন টুলস খুবই দরকারি। যে সকল প্রয়োজনে রিফ্রিজারেশন টুলস ব্যবহার হয় তা হলো-

১। নিরাপদে কাজ করার জন্য,
২। দক্ষতার সাথে কার্যাদি সম্পাদনের জন্য,
৩। সুষ্ঠু ও সুন্দরভাবে কাজ সমাপ্তির জন্য,
৪। সময় ও কাঁচামালের অপচয় রোধ করার জন্য,
৫। উপকরণাদি ও জিনিসপত্রের যথাযোগ্য ব্যবহার নিশ্চিত করার জন্য,
৬। গতিশীলতায় কার্য সম্পাদন ও পরিচালনার জন্য ইত্যাদি।

এছাড়া টিউবিং ও পাইপিং-এর সকল কার্য সম্পাদনের লক্ষ্যে নিম্নোক্ত কাজে রিফ্রিজারেশন টুলস ব্যবহার করা হয়-

কর্তন, রিমিং, ফ্লেয়ারিং, স্যোয়াগিং, রি-ফেসিং, পাঞ্চিং, বেন্ডিং, অফ সেটিং, সংযোগকরণ, পরিষ্কার, সার্ভিসিং, মেরামত, চার্জিং, ভ্যাকিউয়াম, সংযোজন-বিয়োজন, স্থাপন-পনঃস্থাপন ইত্যাদি।

৪.২. রিফ্রিজারেশন টুলসের তালিকা :

স্থাপন, সার্ভিসিং ও মেরামতের ইত্যাদি কাজের জন্য টুলস ব্যবহার করা হয়। তবে সকল টুলসই সব কাজে ব্যবহার হয় না কিছু কিছু টুলস শুধু সার্ভিসিং এ ব্যবহৃত হয়। তাই কাজের গুরুত্বের উপর ভিত্তি করে রিফ্রিজারেশন টুলসের তালিকা প্রদত্ত হলো-

সাধারণ রিফ্রিজারেশন টুলসঃ

১। টিউব কাটার, ২। পাইপ কাটার, ৩। রীমার, ৪। ফ্লেয়ারিং টুলস সেট,
৫। স্যোয়াগিং টুলস, ৬। টিউব বেন্ডার, ৭। টিউব বেন্ডিং স্প্রিং, ৮। টিউব কন্সট্রিক্টর,
৯। ক্রিম্পিং সেট, ১০। জুনিয়র হ্যাক ‘স ১১। অ্যালেন ‘কি’ ১২। র‍্যাচেট রেঞ্চ।

সার্ভিসিং রিফ্রিজারেশন টুলসঃ

১৩। পিঞ্চ অব টুলস ১৪। পিয়ার্সিং ভ্যালভ ১৫। ভ্যালভ কি

১৬। প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টর ১৭। ক্যাপিলারি টিউব ক্লিনার ইত্যাদি।

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ ব্যবহৃত মেজারিং ইন্সট্রুমেন্টস-এর তালিকাঃ

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং কাজকে যথাযথ ও ত্বরান্বিত করার জন্য যে সকল ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয় তাকে রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্ট বলে। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং ইন্সট্রুমেন্টের তালিকা নিম্নরূপ-

১. প্রেশার গেজ ২. টেম্পারেচার রেকর্ডার ৩. থার্মোমিটার ৪. ভেলোসিটি মিটার/অ্যানিমোমিটার

৫. লিক ডিটেক্টর ৬. স্লিং সাইক্রোমিটার ৭. হাইগ্রোমিটার ৮. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার

৯. হাইড্রোমিটার ইত্যাদি

৪.৩ রিফ্রিজারেশন টুলসের বর্ণনাঃ

ক. টিউব কাটার (Tube Cutter):

কপার টিউব কাটার যন্ত্রের নাম টিউব কাটার। এটি সাধারণত স্টীলের তৈরি হয়। এতে দুটি রোলারের সমন্বয়ে ব্লেড বা হুইল থাকে। নবের সাহায্যে ব্লেড সামনে-পিছনে অগ্রসর করিয়ে টিউব সেট করা হয়। এর সাথে একটা রিমারিং ব্লেড থাকে। নরম রড এবং মাঝারি ও শক্ত টিউব কাটিতে এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ৪.১: টিউব কাটার।

খ. পাইপ কাটার (Pipe Cutter):

চিত্র- ৪.২: পাইপ কাটার।

পাইপ কাটার স্টীলের তৈরি হয়। জি আই ও স্টীলের পাইপ কাটিতে ব্যবহার হয়। কোন কোন সময় শক্ত কপার টিউব কাটতেও এটি ব্যবহার হয়।

গ. রীমার (Reamer) :

টিউব বা পাইপ কাটার সময় কর্তনস্থলে অবাঞ্ছিত ধাতব কণার (Ber) উদ্ভব হয় এবং কাটারের

চিত্র- ৪.৩: রীমার

কর্তন অংশের ভিতরের কিছুটা কমে যায়। কমে যাওয়া ডায়ামিটার বৃদ্ধি ও ধাতব কণা মুক্ত করার পদ্ধতিকে রীমিং বলে। রীমিং করার টুলসের নাম রীমার। রীমার স্টীল বা হার্ড প্লাস্টিকের তৈরি। এর ধারালো কাটিং এজ (Edge) থাকে। রীমিং করার সময় বিশেষ সতর্ক থাকতে হয়, মুক্ত কণা যেন টিউবের ভিতরে প্রবেশ না করে। সেজন্য টিউবকে রীমারের উপরে রেখে রীমিং করা উত্তম।

ঘ. ফ্লেয়ারিং টুলস সেট (Flaring Tools Set):

Flaring অর্থ সম্প্রসারিত করা। কপার টিউবের প্রান্তভাগ ফ্লেয়ারিং করার টুলসের নাম ফ্লেয়ারিং টুলস। এর প্রধান দুটো অংশঃ ১। ব্লক বা ভাইস ২। ইয়োক (Yoke)। ভাইসটি লম্বা ও শক্ত দুটি লোহা দিয়ে তৈরি করা হয়। ইয়োকটি একটি হ্যাঁট বিশেষ। পরিচালনার সময় যাতে পিছলিয়ে না যায় তার জন্য ইয়োকে দুটি ধারক থাকে। ধারকের মধ্যস্থলে ফ্লেয়ারিং এর জন্য প্রায় ৪৫ ডিগ্রি কোণের ফ্লেয়ারিং নব থাকে।

চিত্র- ৪.৪: ফ্লেয়ারিং টুলস সেট।

নবটি নিয়ন্ত্রণের জন্য হ্যান্ডেল থাকে। ব্লকে $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{5}{8}$ ইত্যাদি ইঞ্চির ব্যাসে কতগুলো ছিদ্র থাকে। টিউবের প্রান্তভাগ ফ্লেয়ারিং অর্থাৎ সম্প্রসারিত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ঙ. সোয়াগিং টুলস (Swaging Tools):

সোয়াগিং হলো কোন টিউবের ব্যাসের মাপ পরিমাণ দৈর্ঘ্য সমব্যাসে সম্প্রসারিত করা। সোয়াগিং করার টুলসের নাম সোয়াগিং টুলস। এ টুলস স্টীল দ্বারা তৈরি হয়। কপার টিউব সোয়াগিং করার জন্য দু'ধরনের সোয়াগিং টুলস ব্যবহার করা হয়। যেমন- ১. পাঞ্চ টাইপ, ২. লিভার টাইপ।

চ. পাঞ্চ টাইপ স্যোয়াগিং টুলসঃ

হাতুড়ি দ্বারা পিটিয়ে টুলস টিউবের প্রান্তদেশে ঢুকানো হয়। এতে টিউবটির প্রান্ত ভাগের ভিতরের ব্যাস উক্ত টিউবের বাইরের ব্যাসের সমব্যাসে সম্প্রসারিত হয়।

চিত্র- ৪.৫: পাঞ্চ টাইপ স্যোয়াগিং টুলস।

ছ. লিভার টাইপ স্যোয়াগিং টুলসঃ

লিভার টাইপ স্যোয়াগিং টুলসের দুটি হ্যান্ডল থাকে এবং এর সাথে বিভিন্ন সাইজের কতকগুলো অ্যাডজাস্টর থাকে। উভয় প্রকার টুলস দ্বারা কপার টিউব স্যোয়াগিং (প্রান্তের নির্দিষ্ট পরিমাণ অংশ একই আকারে সম্প্রসারিত করা) করা হয়। নির্দিষ্ট মাপের টিউব নির্দিষ্ট ছিদ্রে আটকিয়ে ফ্লেয়ারিং টুলসের মতো ইয়োক দ্বারা স্যোয়াগিং করা হয়।

চিত্র- ৪.৬: লিভার টাইট স্যোয়াগিং টুলস।

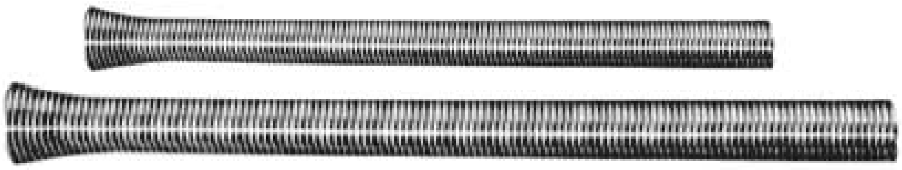
জ. টিউব বেন্ডার (Tube Bender):

টিউব বাঁকা করার টুলসের নাম টিউব বেন্ডার। টিউব বেন্ডার লিভার ও গিয়ার টাইপ হয়ে থাকে, টিউবের ব্যাস অনুপাতে বিভিন্ন সাইজের হয়। লিভারের ফরমা এবং ব্যাস পরিবর্তন করে বিভিন্ন ব্যাসের টিউব বেন্ড করা হয়। এর চাকতিতে বিভিন্ন মানের কোণের মাপাংক লিপিবদ্ধ করা থাকে এবং টিউবের বা ব্যান্ডের ব্যাসার্ধ লিপিবদ্ধ থাকে। তবে ব্যাসার্ধ স্কেল দ্বারা পরিমাপ করা যায়। এ মাপ (কোণের) অনুযায়ী বেন্ডের কোণের পরিমাণ নির্ধারিত হয়। অপরদিকে চাকতিটিতে ব্যাসার্ধ জানা থাকলে বেন্ডাকৃতি (বাঁকানো) অংশের টিউবের দৈর্ঘ্য হিসাব করে বের করা যায়।

চিত্র- ৪.৭: মেকানিক্যাল টিউব বেন্ডার।

ঝ. টিউব বেন্ডিং স্প্রিং (Tube Bending Spring):

টিউব মসৃণের বা সমতল সৃষ্টি করার টুলসের নাম টিউব বেন্ডিং স্প্রিং। টিউবের উপরিপৃষ্ঠ অমসৃণ বা অসমতল বিশিষ্ট থাকলে টিউব ব্যাসের সামঞ্জস্য সম্পন্ন টিউব বেন্ডিং স্প্রিং এর ভিতরে প্রবেশ করিয়ে রাবার হ্যাকে চাপ প্রয়োগ করে টিউবটি বাঁকা করা যায়।



চিত্র- ৪.৮: টিউব বেন্ডিং স্প্রিং।

ঞ. টিউব সংকোচক (Tube Constrictor):

টিউবিং এর জন্য কোন কোন সময় টিউব সংকোচন (ব্যাস কমানো) করার প্রয়োজন হয়। যে যন্ত্রের সাহায্যে টিউবের ব্যাস কমিয়ে সংকোচন করা হয় তাকে টিউব সংকোচক বলে। এটি দেখতে টিউব কাটারের অনুরূপ। এতে ব্লেডের পরিবর্তে রোলার থাকে। কোন কোন সময় ব্লেড ও রোলারের সমন্বয়ে কম্বিনেশন টাইপের হয়ে থাকে। এটি স্টীলের তৈরি।

চিত্র- ৪.৯: টিউব সংকোচক।

ট. র‍্যাচেট রেঞ্চ (Ratchet Wrench):

এটি হিমায়ন পদ্ধতির একটা বিশেষ সার্ভিস টুলস। এদিয়ে কমপ্রেসর ও রিসিভারের সার্ভিস ভাল্ভ খোলা ও বন্ধ করা হয়। যেসব ক্ষেত্রে স্লাইড বা কম্বিনেশন রেঞ্চ ব্যবহার করা যায় না সেসব ক্ষেত্রে এটা ব্যবহার করা হয়। একে একদিকে ঘুরালে শক্তি প্রাপ্ত হয়। এতে হ্যান্ডল লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। হ্যান্ডল যাতে পিছলিয়ে না যায় সেজন্য এতে ছিটকিনি লাগানো দাঁতওয়ালা চাকা আছে। সম্পূর্ণ না ঘুরিয়ে সার্ভিস ভাল্ভ সামনে-পিছনে অগ্রসর করানো যায়।

চিত্র- ৪.১০: র‍্যাচেট রেঞ্চ।

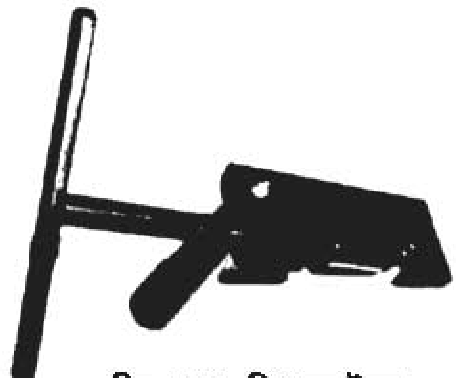
ঠ. অ্যালেন কি (Allen Key):

চিত্রানুরূপ অ্যালেন কি বিভিন্ন সাইজের হয়ে থাকে। কাজের সুবিধার্থে ৯০° কোণে এর প্রধান ২টি অংশের একটি খাট ও অপরটি লম্বা থাকে। এর আউটসাইডে খাঁজ থাকে। যেসব নাটের ভিতর খাট থাকে তার মধ্যে এর প্রান্ত প্রবেশ করে স্ক্রু বা ভালভ খোলা বা বন্ধ করা হয়। স্প্লিট টাইপ এসির ভালভ খোলা ও বন্ধ করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

চিত্র- ৪.১১: অ্যালেন কী।

ড. পিঞ্চ অব টুলস (Pinch of Tools):

টিউবকে বায়ুরোধীভাবে সীল করতে অর্থাৎ প্রেসার দ্বারা ফাঁপা টিউবকে চ্যাপ্টা করে বায়ু বা গ্যাস চলাচল রোধ করতে ব্যবহার করা হয়। চার্জিং শেষ হলে প্রসেস টিউব সীল করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়। এতে পিঞ্চিং স্থল বেশ শক্ত হয়। কপার টিউব সম্পূর্ণরূপে সীল করার জন্যে ব্রেজিং-এর পূর্বে পিঞ্চিং করা হয়।



চিত্র- ৪.১২: পিঞ্চ অব টুলস।

৪.৪. রিফ্রিজারেশন টুলসের ব্যবহার তালিকা:

রিফ্রিজারেশনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার কাজের প্রয়োজনে বহুবিধ টুলস ব্যবহার করা হয়। নিম্নের ছকে রিফ্রিজারেশন টুলসের ব্যবহার তালিকা প্রদত্ত হলো-

ক্রমিক	টুলসের নাম ব্যবহার	
১	টিউব কাটার	কপার, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি টিউব কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়
২	রীমার	টিউব কর্তন স্থলে অবাঞ্ছিত ধাতব কণা অপসারণ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৩	ফ্লেয়ারিং টুলস	টিউবের মুখ প্রায় ৪৫ ডিগ্রি সম্প্রসারিত করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৪	সোয়াগিং টুলস	সমব্যাসের দুটি টিউব ব্রেজিং বা ওয়েল্ডিং করতে একটির অভ্যন্তরীণ ব্যাস তার বাইরের ব্যাসের সমান বাড়িয়ে দেওয়ার জন্য ব্যবহার হয়।
৫	টিউব বেন্ডার	টিউবকে বিভিন্ন কোণে (বৃত্তাকার, অর্ধবৃত্তাকার, ১/৪ বৃত্তাকার) বাঁকা করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৬	টিউব বেন্ডিং স্প্রিং	টিউবের পৃষ্ঠদেশ সমতল ও বাঁকা করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
৭	টিউব কনট্রাক্টর	টিউবের প্রান্ত হতে সমব্যাস পরিমাণ সমহারে সংকোচন করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
৮	পিঞ্চ অব টুলস	কপার টিউবকে পিঞ্চ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
৯	জুনিয়র হ্যাক'স	সরু কপার বা স্টিলের টিউব কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।
১০	প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টার	রিফ্রিজারেশন ইউনিট ভ্যাকিউয়াম, লিক পরীক্ষা এবং হিমায়ক চার্জ করতে সংযোগ লাইন তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
১১	ভালভ কী	সার্ভিস ভালভ খোলা, বন্ধ ও অ্যাডজাস্টমেন্টের জন্য ব্যবহার হয়।
১২	র‍্যাচেট রেঞ্চ	সার্ভিস ভালভ সহজে খোলা ও বন্ধ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
১৩	পাইপ কাটার	জি আই বা স্টীলের পাইপ কর্তন করার জন্য ব্যবহার হয়।
১৪	পিয়ার্সিং ভালভ	টিউব না কেটে হিমায়ন যন্ত্রের টিউবে পোর্ট বা লাইন তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা-০৪

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। রিফ্রিজারেশন টুলস কাকে বলে ?
২। রীমিং কী ?
৩। ফ্লেয়ারিং টুলসের কয়টি অংশ ও কী কী ?
৪। ব্যাচেট রেঞ্চ কী ?
৫। স্যোয়াগিং কেন করতে হয় ?
৬। টিউব বাঁকাকরণ টুলসের নাম কী ?
৭। কত ডিগ্রি কোণে ফ্লেয়ারিং করা হয় ?
৮। টিউব কখন পিঞ্চ করতে হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৯। ৪টি রিফ্রিজারেশন টুলসের নাম লেখ।
১০। ফ্লেয়ারিং করতে কী কী টুলস দরকার হয়?
১১। মিকানিক্যাল টিউব বেন্ডারের কার্যপ্রণালি লেখ।
১২। পিয়ার্সিং ভাল্‌ভ কী কাজে ব্যবহার হয় ?
১৩। রিমিং কেন করতে হয় ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৪। রিফ্রিজারেশন টুলসের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।
১৫। রিফ্রিজারেশন টুলসের তালিকা প্রণয়ন কর।
১৬। ৫টি রিফ্রিজারেশন টুলসের ব্যবহার ক্ষেত্র লেখ।
১৭। প্রসেস টিউব অ্যাডাপ্টরের কাজ বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-৪

উদ্দীপকটি পড় ও নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

মননশীল কাজের জন্য টুলস অপরিহার্য। হিমায়ন পদ্ধতির কার্যাদি পরিপূর্ণরূপে সম্পাদনের জন্য বিশেষ কিছু করণীয় রয়েছে। হিমায়ন পদ্ধতির কাজসমূহ সঠিক, সুন্দর, পূর্ণাঙ্গ, কম খরচে ও সময়ে ত্বরান্বিত করার জন্যে টুলস খুবই দরকার। এমন কিছু কাজ আছে যা এ সমস্ত টুলস ছাড়া করা সম্ভবও নয়। হিমায়ন কাজে ব্যবহৃত টুলসকে রিফ্রিজারেশন টুলস বলে। সুতরাং হিমায়ন পদ্ধতি স্থাপন, রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামতের জন্য এসকল টুলস খুবই দরকারি। বিশেষ করে কাটিং, রীমিং, স্যোয়াগিং ও ফ্লেয়ারিং টুলস ব্যতীত আর. এসি. কাজ করা অসম্ভব।

১। মননশীল কাজের জন্য কী প্রয়োজন ?
২। তিনটা আর এসি টুলসের নাম লেখ।
৩। কী কী কাজে টুলস ব্যবহার করা হয় ?
৪। টুলসের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর ।

অধ্যায়-০৫

ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্ট (Electrical Instrument)

মিকানিক্যাল এবং ইলেকট্রিক্যাল প্রযুক্তির সমন্বয়ে Refrigeration and Air-conditioning সিস্টেম তৈরি হয়। ফলে মিকানিক্যাল এবং ইলেকট্রিক্যাল উভয় প্রযুক্তি সম্পর্কে ধারণা ব্যতীত রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং ট্রেডের কার্যক্রম সুষ্ঠভাবে সম্পাদন করা যাবে না। ইলেকট্রিক্যাল কাজ সম্পর্কে জ্ঞানার্জন অতীব জরুরি। ফলে ইলেকট্রিক্যাল কাজ যথাযথভাবে সম্পন্ন করার জন্য ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্ট সম্পর্কে জ্ঞান থাকা অপরিহার্য।

৫.১. ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের তালিকা :

যে যন্ত্রের সাহায্যে বৈদ্যুতিক বিভিন্ন প্রয়োজনীয় তথ্যাদি পরিমাপ ও পরীক্ষা করা যায় তাকে ইলেকট্রিক্যাল ইনস্ট্রুমেন্ট বলে। আর এসি-এর ইলেকট্রিক্যাল কাজে নিম্নোক্ত ইন্সট্রুমেন্টগুলো ব্যবহার করা হয়-

১) নিয়ন টেস্টার	২) অ্যাম্পিয়ার মিটার	৩) ভোল্টমিটার
৪) ওহম মিটার	৫) ওয়াট মিটার	৬) AVO মিটার
৭) মাল্টি মিটার	৮) ক্লিপ-অন মিটার	৯) এনার্জি মিটার
১০) মেগার	১১) ডিজিটাল থার্মোমিটার	১২) ইলেকট্রোনিক্স লিক ডিটেক্টর

১৩) ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার ইত্যাদি।

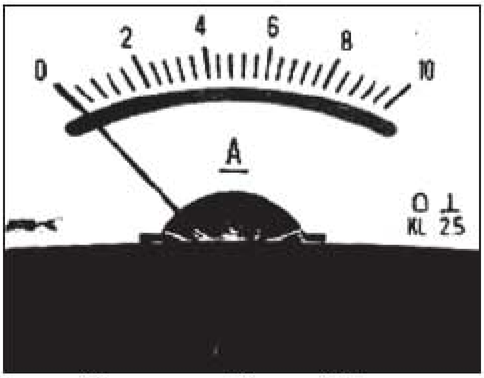
ইলেকট্রিক্যাল ইনস্ট্রুমেন্টের বর্ণনা: কয়েকটি ইলেকট্রিক্যাল ইনস্ট্রুমেন্টের বর্ণনা দেওয়া হলো-

ক. নিয়ন টেস্টার (Neon tester):

নিয়ন টেস্টার দেখতে অনেকটা ফ্লাট স্ক্রু-ড্রাইভারের মতো। তবে বডি অপেক্ষাকৃত মোটা ও ফাঁপা। এর সাহায্যে সার্কিটের ফেজ তার (লাইন) নির্ণয় করা যায়। এর অভ্যন্তরে বাল্ব ও স্প্রিং থাকে। লাইনে Voltage থাকলে এর অভ্যন্তরস্থ বাল্ব আলো প্রদান করে। আর লাইনে পর্যাপ্ত Voltage না থাকলে উক্ত বাল্ব আলো প্রদান করে না।

চিত্র- ৫.১: নিয়ন টেস্টার।

খ. অ্যাম্পিয়ার মিটার (Ampere Meter):



চিত্র- ৫.২: অ্যাম্পিয়ার মিটার।

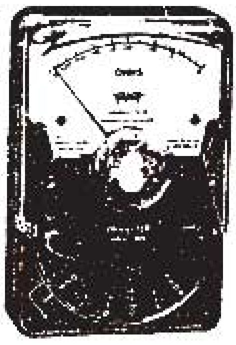
অ্যাম্পিয়ার মিটারের সাহায্যে লোড পরিচালনায় ব্যবহৃত কারেন্টের পরিমাণ পরিমাপ করা হয়। এটি লাইনে লোডের সাথে সিরিজে স্থাপন করা থাকে। অ্যাম্পিয়ার মিটার বিভিন্ন রেঞ্জের হয়। একই মিটারে বিভিন্ন স্কেল থাকতে পারে তবে প্যানেল মিটারে চিত্রের ন্যায় একটি মাত্র স্কেল থাকে। এর ডায়ালে A চিহ্নিত করা থাকে। যা দিয়ে অ্যাম্পিয়ার মিটার নির্দেশ করে।

গ. ভোল্টমিটার (Voltmeter):

ভোল্টমিটার সাহায্যে বৈদ্যুতিক লাইনের সাপ্লাইকৃত ভোল্টেজ পরিমাণ করা যায়। এতে সাধারণত ০ হতে ৩০০ সংখ্যামানের স্কেল থাকে। তবে কাজের প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে স্কেলের মান ০ হতে ৫০০ও থাকতে পারে। এর ডায়ালে V চিহ্নিত করা থাকে। এটি লাইনের সাথে প্যারালাল (Parallel) সংযোগ করে পাঠ সংগ্রহ করা হয়।

চিত্র- ৫.৩: ভোল্টমিটার।

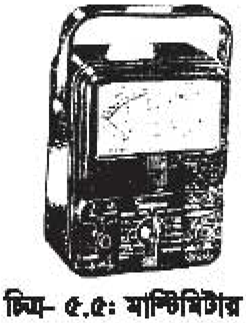
ঘ. ওহম মিটার (OHM meter):


চিত্র- ৫.৪: ওহম মিটার।

ওহম মিটারের সাহায্যে সাধারণত রোধক পরিমাপ ও কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা হয়। তাছাড়া সার্কিটের, ওয়াইন্ডিং এর ও সুইচের কন্টিনিউটি পরিমাপ করা যায়। কন্ডাক্টর বা সার্কিটের বা ওয়াইন্ডিং এর দু'প্রান্তে এর (Probe) প্রোবদ্বয় স্পর্শ করে কন্টিনিউনিটি বা রোধক পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। যে কোনো লোড, সুইচ, নিরাপত্তা ডিভাইস, সংযোগ, তার ইত্যাদি তাৎক্ষণিক পর্যবেক্ষণ করার জন্য এটি উত্তম ডিভাইস।

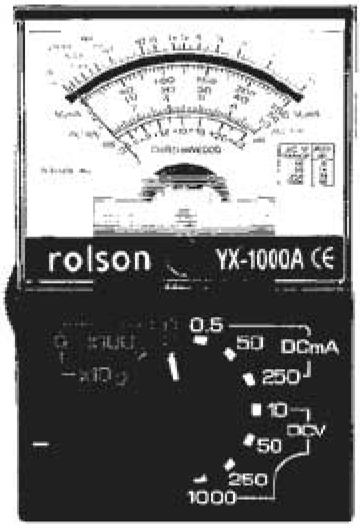
৫.২. মাল্টি বা অ্যাভোমিটার (Multi or AVO meter):

Multi অর্থ বহু। তাই বৈদ্যুতিক কাজের একাধিক তথ্য পরিমাপের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে মাল্টিমিটার বলে।এ যন্ত্রের সাহায্যে কমপক্ষে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রোধ পরিমাপ করা যায়। যেমন AVO মিটার। এছাড়া মাল্টিমিটারের সাহায্যে ফ্রিকোয়েন্সি, ক্যাপাসিট্যান্স, ইন্ডাক্ট্যান্স, রিল্যাক্ট্যান্স ইত্যাদির মান জানা যায়।


চিত্র- ৫.৫: মাল্টিমিটার।

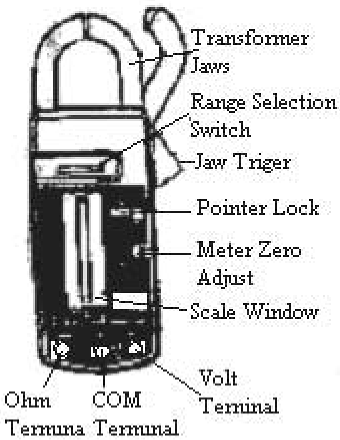
অ্যাভোমিটার (AVO meter):

AVO শব্দটি Ampere-এর 'A' Volt এর 'V' এবং Ohm এর 'O' থেকে এসেছে। তাই যে মিটারের সাহায্যে Ampere, Volt, আর Ohm পরিমাপ করা যায় তাকে AVO মিটার বলে। একটি মিটার দিয়ে একাধিক জিনিস পরিমাপ করা হয় বলে এর অন্য নাম মাল্টিমিটার। এর ডায়ালে Ampare, Volt আর Ohm তিনটি ভিন্ন ভিন্ন স্কেল এবং বডিতে Ampare Volt & Ohm-এর সেটিং Mark (চিহ্ন) বা রেঞ্জ স্কেল থাকে। Mark সেটিং করার জন্য সেটিং বা মার্কিং নব থাকে। পরীক্ষা শুরু করার পূর্বে নবটি ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় Mark ও রেঞ্জ স্কেলে সেট করা হয়। প্রয়োজনানুযায়ী নব সেট করে ডায়ালের সম্পর্কযুক্ত স্কেল হতে পাঠ সংগ্রহ করা হয়। ডায়ালে বিভিন্ন সংখ্যামানের Ampare, Volt আর Ohm এর তিনটি স্কেল থাকে। তবে AC বা DC ভোল্ট ও কারেন্ট পরিমাপের জন্য বডিতে ভিন্ন ভিন্ন মার্কিং ও রেঞ্জ স্কেল থাকে। প্রোব স্থাপনের জন্য বডির নিম্নভাগে + ও - চিহ্ন বিশিষ্ট ২টি পয়েন্ট থাকে।



চিত্র- ৫.৬: অ্যাভোমিটার।

ক্লিপ অন মিটার (Clip on meter):



চিত্র- ৫.৭: ক্লিপ অন মিটার।

ক্লিপ অন মিটারও এক প্রকার মাল্টিমিটার। একে Clamp Tester ও বলা হয়।এতে ক্লাম্প ও প্রোব লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। ক্ল্যাম্প দিয়ে লোডের কারেন্ট আর প্রোব দিয়ে Voltage ও Resistance পরিমাপ করা হয়। এ AVO মিটারের বিকল্প ব্যবস্থা এবং অপেক্ষাকৃত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ প্রোবের পরিবর্তে ক্লাম্প সহজে ব্যবহার করা যায়। এতে যেন স্কেল ও সেটিং বা রেঞ্জ স্কেল থাকে।

৫.৩. লীক ডিটেক্টর (Leak Detector) :

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমে হিমায়ন চক্রের লীকের স্থল নির্ণয় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সহজে ও নিশ্চিতভাবে লীক নির্ণয়, মেরামত ও চার্জিং কাজে সময় ও শ্রম লাঘব করে। সুন্দর আধুনিক ব্যবস্থাপনা ব্যতীত সিস্টেমের লীকের স্থল বের করা যায় না। লীক নির্ণয়ের বহুবিধ ব্যবস্থার মধ্যে ইলেক্ট্রনিক লীক ডিটেক্টর হলো আধুনিক ইন্সট্রুমেন্ট।

ইলেকট্রিক্যাল লীক ডিটেক্টর (Electronic Leak Detector):

একে সাউন্ড লীক ডিটেক্টরও বলা হয়। এটি ব্যাটারি দ্বারা চালিত । এর দুটি অংশের একটা ফ্লেক্সিবল সেন্সর প্রোব (Flexible sensor probe) আর অন্যটি বডি। সেন্সরের অগ্রভাগে ইলেকট্রোড কেজ (Electrode cage) থাকে। ইলেকট্রোড কেজের সর্বশেষভাগে টিপ প্রটেক্টর (Tip protector) থাকে। ভালো ফল পাবার জন্য মাঝে মাঝে টিপ পরিষ্কার করতে হয়। কোন কোন সাউন্ড ডিটেক্টর ৪০-১০০ ডি.বি (Decibell) এর শব্দেও কাজ করতে পারে। একে সম্ভাব্য লীকের স্থলে (শব্দ উৎসের নিকটে) ধরলে লীক থাকলে নির্দেশ করতে পারে। মিটার বা লাইট শব্দ নিরূপণ করে। আউটপুট জ্যাকের সাহায্যে শব্দ রেকর্ড করা হয়। মূলত লীকের স্থল হতে বের হওয়া মানুষের শ্রবণশক্তির অনেক নিম্নস্তরের শব্দ এর সাহায্যে নির্দেশ করা সম্ভব। তাই সূক্ষ্ম লিক নির্ণয়ে এটি ব্যবহার হয়।

চিত্র- ৫.৮: সাউন্ড লীক ডিটেক্টর।

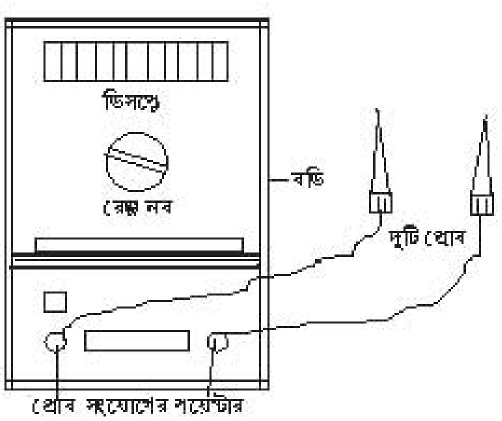
৫.৪ ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার (Capacitor Analyzer):

ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার দ্বারা ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা হয়। এর সাহায্যে ক্যাপাসিটরের বিভিন্ন রেটিং মান পরিমাপ করা যায়। দু'ধরনের অ্যানালাইজার ব্যবহার হয়ে থাকে। একটি সরল ও অপরটি জটিল প্রকৃতির।

সরল প্রকৃতির ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার।

এ ধরনের অ্যানালাইজার ব্যাটারির পাওয়ার দ্বারা চালিত হয়। এর সাহায্যে ক্যাপাসিটরের শুধু ক্যাপাসিট্যান্সের মান বের করা যায়। এ অ্যানালাইজারের বিভিন্ন অংশের নাম হলো-

১, ডিসপ্লে, ২. রেঞ্জ নব, ৩. সকেটার, ৪. বডি, ৫. প্রোব ইত্যাদি।

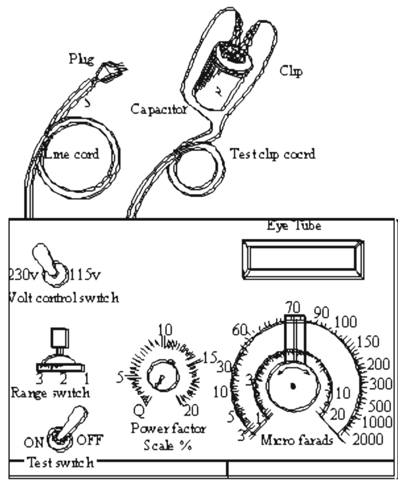


চিত্র- ৫.৯: সরল ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার।

জটিল প্রকৃতির ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার:

এ ধরনের অ্যানালাইজার বৈদ্যুতিক পাওয়ার দ্বারা চালিত হয়। এতে কয়েকটি সুইচ, স্কেল ও কর্ড থাকে। এর সাহায্যে ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স, পাওয়ার ফ্যাক্টরসহ সকল রেটিং মান পাওয়া যায়। এর ব্যবহার পদ্ধতি বেশ জটিল। তাই এর নাম জটিল ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার। এ অ্যানালাইজার পাওয়ার কর্ড, টেস্ট কর্ড ও ক্লিপ, টেস্ট (অন-অফ) সুইচ, আই টিউব ভোল্ট রেঞ্জ সুইচ, রেঞ্জ সুইচ ইত্যাদি অংশ নিয়ে গঠিত।

এর সাহায্যে ক্যাপাসিটরের যে টেস্টগুলো করা হয় তা হলো- Open test, Short test, মাইক্রোফ্যারাড মান নির্ণয়, পাওয়ার ফ্যাক্টর ইত্যাদি।



চিত্র- ৫.১০: ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার।

৫.৫. ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের ব্যবহার তালিকা:

আর.এসি কাজে ইলেকট্রিক্যাল সাইডে ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের প্রচুর ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। গুরুত্বপূর্ণ কিছু ইন্সট্রুমেন্টের ব্যবহার বর্ণিত হলো-

ক্রমিক	ইন্সট্রুমেন্টের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	নিয়ন টেস্টার	সার্কিটের বিভিন্ন পয়েন্টে ফেজ পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহার করা হয়
২	অ্যাম্পিয়ার মিটার	লোডের অ্যাম্পিয়ার পরীক্ষা/পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৩	ভোল্ট মিটার	সার্কিটের ভোল্ট পরীক্ষা বা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৪	ওহম মিটার	সার্কিটের লোডের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ ও কন্টিনিউটি পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৫	ওয়াট মিটার	ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার বা ওয়াট পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৬	AVO মিটার	অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট. ওহম পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৭	মাল্টিমিটার	অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট. ওহম, ফ্রিকোয়েন্সি, ক্যাপাসিট্যান্স, ইন্ডাক্ট্যান্স ইত্যাদি পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৮	ক্লিপ অন মিটার	লোডের অ্যাম্পিয়ার পরীক্ষা/পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৯	এনার্জি মিটার	লোডের এনার্জি পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
১০	মেগার	ইনসুলেটর ও কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা/পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
১১	ডিজিটাল থার্মোমিটার	তাপমাত্রা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
১২	ইলেকট্রনিক্স লীক ডিটেক্টর	সিস্টেমের লীকের স্থল শনাক্ত করার জন্য ব্যবহার করা হয়
১৩	ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার	ক্যাপাসিটরের কার্যকারিতা পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহার করা হয়

২০২

প্রশ্নমালা-০৫

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্ট কাকে বলে ?

২। AVO এর পূর্ণ নাম লেখ।

৩। টেস্টার কী কাজে ব্যবহার হয়?

৪। সাউন্ড ডিটেক্টর কত ডি বি-এর শব্দের পরিমাপ করতে পারে ?

৫। ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬। ক্লিপঅন মিটারের কাজগুলি লেখ ।

৭। ৪টি ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের নাম লেখ।

৮। অ্যাম্পিয়ার মিটারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

৯। ৫টি ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের ব্যবহার লেখ।

১০। ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

১১। চিত্রসহ অ্যাভোমিটারের বিভিন্ন স্কেলের বিবরণ দাও।

১২। সাউন্ড লীক ডিটেক্টরের কার্যপ্রণালি আলোচনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-৫

প্রদত্ত সারণিটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের ব্যবহার তালিকা:

ক্রমিক	ইন্সট্রুমেন্টের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	নিয়নটেস্টার	সার্কিটের বিভিন্ন পয়েন্টে লাইন পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহার করা হয়
২	AVO মিটার	অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট. ওহম পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৩	মাল্টিমিটার	অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট. ওহম, ফ্রিকোয়েন্সি, ক্যাপাসিট্যান্স, ইন্ডাক্ট্যান্স ইত্যাদি পরিমাপ করতে ব্যবহার করা হয়
৪	ক্লিপ অন মিটার	লোডের অ্যাম্পিয়ার পরীক্ষা/পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়
৫	ওয়াট মিটার	ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার বা ওয়াট পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়

১। অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট ও ওহম পরিমাপক যন্ত্রের নাম কী ?

২। AVO-এর পর্ণ নাম লেখ।

৩। চারটি ইলেকট্রিক্যাল ইন্সট্রুমেন্টের দুটি করে কাজ লেখ।

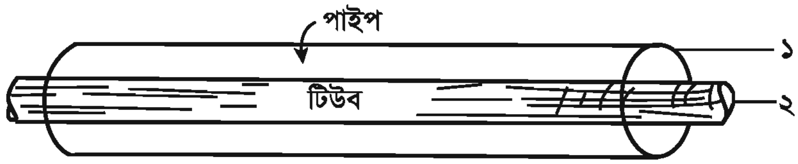
৪। মাল্টিমিটারের গুরুত্ব আলোচনা কর।

অধ্যায়-০৬

পাইপ ও টিউব (Pipe and Tube)

পাইপ ও টিউব উভয় অতি পরিচিত শব্দ । দু'প্রান্তের দু'মুখ খোলা সিলিন্ডার (Cylinder) আকৃতির ফাঁপা নলকে পাইপ বা টিউব বলে, যার ভিতর দিয়ে তরল ও বায়বীয় (প্রবাহী) পদার্থ চলাচল করতে পারে। টিউবকে বিভিন্ন আকার প্রদানকরত কার্যোপোযাগী করার প্রক্রিয়াকে টিউবিং বলে। টিউবিং-এর কাজে প্রয়োজন হয় বিভিন্ন রকমের ফিটিংস বা সংযোগ।

১ ইঞ্চির চেয়ে বেশি ব্যাসের নলকে পাইপ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। টিউব অপেক্ষা পাইপ মজবুত এবং স্টীল, (Steel), জি আই (G.I), প্লাস্টিক (Plastic), অ্যালুমিনিয়াম (Alluminium) প্রভৃতি দ্বারা তৈরি হয়। অপরদিকে টিউব অপেক্ষাকৃত নমনীয় বা কপার (Copper) অ্যালুমিনিয়াম, প্লাস্টিক, রাবার প্রভৃতি দ্বারা তৈরি এবং হালকা কাজে ব্যবহার হয়। ব্যবহার ক্ষেত্রের উপর ভিত্তি করে কোন কোন সময় পাইপকে টিউব বলা হয়ে থাকে। যেমন কোন কাজের প্রয়োজনে বেশি ব্যাসের পাইপের ভিতর দিয়ে কম ব্যাসের পাইপ স্থাপন করে, উভয় পাইপকে কাজে লাগালে বাইরের অংশকে পাইপ এবং ভিতরের অংশকে টিউব বলে।



চিত্র- ৬.১: পাইপ ও টিউবের সম্মিলিত চিত্র।

৬.১. রিফ্রিজারেশন পদ্ধতিতে পাইপের বা টিউবের প্রয়োজনীয়তা :

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ পাইপ ও টিউব ব্যবহার হয়ে থাকে। তবে টিউবের ব্যবহার বেশি। এক্ষেত্রে পাইপ ও টিউব একই জিনিস বিবেচনা করা হয়। ইভ্যাপরেটর, কনডেনসার, কুলিং কয়েল, হিটিং কয়েল, ডি-হিউমিডিফায়ার (Dehumidifire) কয়েল, সাকশন ও ডিসচার্জ লাইন, চার্জিং লাইন, পানির সরবরাহ লাইন, ড্রেন (Drain) লাইন, বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এবং হিমায়ক নিয়ন্ত্রক ও নিয়ন্ত্রকের সেন্সিবল (Sensible) টিউব প্রভৃতি তৈরিতে পাইপ বা টিউব ব্যবহার করা হয়। স্যানিটারি কাজে পাইপ ও টিউবের প্রচুর ব্যবহার রয়েছে। পাইপ বা টিউব ব্যতীত রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এর সিস্টেম তৈরি এবং ব্যবহার উপযোগী করা আদৌ সম্ভব নয়। তাই রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ টিউব ও পাইপের গুরুত্ব অসীম। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হিমায়ন চক্রে স্টীল টিউব বা পাইপ এবং অ্যামোনিয়া ব্যতীত অন্যান্য হিমায়ন চক্রে কপারের টিউব ব্যবহার করা হয়।

৬.২. পাইপ বা টিউবের প্রকারভেদ:

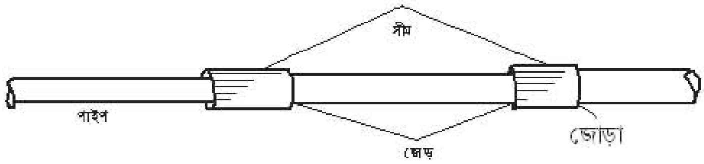
প্রকৃতিগতভাবে পাইপ দু'প্রকার-

ক. নমনীয় পাইপ (Flexible pipe).

খ. অনমনীয় বা শক্ত পাইপ (Nonflexible or hard pipe).

গঠন অনুযায়ী পাইপ দুই প্রকার-

ক) সীম পাইপ (Seam pipe): জোড়া দিয়ে তৈরি করা পাইপকে সীম পাইপ বলে।



চিত্র- ৬.২: সীম পাইপ।

খ) সীমলেস পাইপ (Seamless pipe): জোড়া ব্যতীত যে পাইপ তৈরি করা হয় তাকে সীমলেস পাইপ বলে।

চিত্র- ৬.৩: সীমলেস পাইপ।

৬.৩. বিভিন্ন প্রকার পাইপের বর্ণনা :

আবাসনসহ সকল প্রকার শিল্প, ফ্যাক্টরি, প্রতিষ্ঠানে বহু রকম কাজে বিভিন্ন রকমের পাইপ ব্যবহার হয়ে থাকে। ফলে আমরা সকলেই মোটামুটি পাইপের সাথে পরিচিত। পরিচিত হলেও অনেক বিষয় আমাদের অজানা। সে কারণে বিভিন্ন প্রকার পাইপ সম্পর্কে কিছু তথ্য বর্ণনা করা হলো-

নমনীয় পাইপ (Flexible pipe):

কাপড় ও তারের উপর রাবার (Rubber) জড়ানো ভিনাইল ক্লোরাইড (Vinyle cloride = VC) দ্বারা নির্মিত পাইপকে নমনীয় পাইপ বলে। মুক্তভাবে পরিবর্তন করা যায়। ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। ইহা হালকা কিন্তু তাপমাত্রায় যান্ত্রিক গুণাগুণ আছে। যান্ত্রিক গুণাগুণের উপর প্রভাবিত হবার কারণে একে ১০০-৪০০ সেঃ তাপমাত্রায় ব্যবহার করা হয়। এর তৈল, অম্ল, ক্ষার ও মরিচা রোধক ক্ষমতা অনেক বেশি। ঝাঁকুনিতে ফেটে বা ভেঙে যায় না বলে একে বেশি কম্পনশীল জায়গায় ব্যবহার করা হয়। এটি এক প্রকার সীমলেস পাইপ।

কয়েকটি নমনীয় পাইপের নাম:

১. পলিভিনাইল ক্লোরাইড (Polyvinyle cloride = P.V.C)
২. প্লাস্টিক বা রাবার পাইপ (Plastic or rubber pipe = P.P or R.P)
৩. হোস পাইপ (Hose pipe)

অনমনীয় পাইপ (Nonflexible pipe):

শক্ত ধাতু বা প্লাস্টিক দ্বারা নির্মিত পাইপকে অনমনীয় পাইপ বলে। অত্যধিক তাপ ও শক্তি ছাড়া মুক্তভাবে ইহার আকৃতির পরিবর্তন করা যায় না। পানি, বাষ্প, তৈল, গ্যাস, বাতাস ইত্যাদি সরবরাহের জন্য এ ব্যবহার হয়ে থাকে। এটি সীম ও সীমলেস উভয় প্রকারের তৈরি হয়। এতে মরিচা পড়ে বিধায় মরিচা রোধক পদার্থের প্রলেপ দেওয়া যায়।

২০২০

অনমনীয় পাইপগুলোর নামঃ

১. গ্যালভানাইজিং আয়রন পাইপ (Galvanizing iron pipe = G.I. pipe)

২. কাস্ট আয়রন পাইপ (Cast iron pipe = C.I Pipe)

৩. মাইল্ড স্টীল পাইপ (Mild steel pipe = M.S. pipe)

৪. কার্বন স্টীল পাইপ (Carbon steel pipe = C.S pipe)

৫. স্টেইনলেস স্টীল পাইপ (Stainless steel pipe = S.S. pipe)

৬. কপার পাইপ বা টিউব (Cupper pipe or tube)

৭. অ্যালুমিনিয়াম পাইপ (টিউব) (Aluminium tube)

অ্যালুমিনিয়াম টিউব :

অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা তৈরি পাইপকে অ্যালুমিনিয়াম পাইপ বলে। সাধারণত আর এসির ইভ্যাপরেটর ও কন্ডেন্সার তৈরিতে ব্যবহার হয়।

প্লাস্টিক পাইপ (Plastic pipe):

তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস, কয়লা প্রভৃতি কাঁচামাল দিয়ে তৈরি সিনথেটিক অর্গানিক (Synthetic organic) রাসায়নিক পদার্থকে প্লাস্টিক বলে। এটি কৃত্রিম উপায়ে মানুষের তৈরি এক প্রকার বস্তু বিশেষ। বহুবিধ কাজে এর ব্যবহার আছে। প্লাস্টিক দিয়ে তৈরি পাইপকে প্লাস্টিক পাইপ বলে। বিভিন্ন প্রকার প্লাস্টিক পাইপ রয়েছে। এদের কয়েকটি বর্ণনা নিম্নরূপ-

(ক) এ.বি.সি. (A.B.C) পাইপঃ

এ জাতীয় প্লাস্টিক পাইপ সাধারণত কালো রং-এর হয় এবং ১২.৫ থেকে ২০০ মিলিমিটার ব্যাসের হয়ে থাকে। ইহা প্লাম্বিং কাজে ব্যবহার করা হয়।

(খ) পি.ভি.সি. (P.V.C) পাইপঃ

এ জাতীয় প্লাস্টিক পাইপ হালকা রং-এর হয়। ইহা ৩২ থেকে ১৫০ মিলিমিটার ব্যাস পর্যন্ত হয়।

(গ) সি.পি.ভি.সি (C.P.V.C) পাইপঃ

এ জাতীয় পাইপ হালকা গ্রে বা ক্রিম (Gray or Cream) রংয়ের হয়ে থাকে। উচ্চ তাপমাত্রা ও উচ্চ চাপের কাজে ব্যবহারের জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা হয়। ১৫ থেকে ৩২ মিলিমিটার ব্যাস এবং ৩ থেকে ৪ মিটার লম্বা সাইজে পাওয়া যায়।

(ঘ) পি.ই. (P.E) টিউবঃ

এটি এক প্রকার কালো ফ্লেক্সিবল (Flexible) প্লাস্টিক পাইপ। এটি ২০-৫০ মিলিমিটার ব্যাসের এবং ৫০ মিটার কয়েল বিশিষ্ট দেখা যায়।

৬.৪ পাইপ বা টিউবের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা :

টিউবের বা পাইপের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
কপার টিউব (নমনীয় ও শক্ত)	সকল প্রকার রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং ইউনিট ও প্লান্টে ব্যবহার করা হয়। যেমন- রিফ্রিজারেটর, এয়ার-কুলার, ওয়াটার কুলার, ইনকিউবেটর, ডিহিউমিডিফায়ার, হিমাগার, বরফকল, হিটপাম্প ডিসপ্লে কেইস, এয়ার-কন্ডিশনিং প্লান্ট প্রভৃতি।
স্টীল পাইপ	বাসগৃহ, কলকারখানার তরল (পানি) সরবরাহ, গ্যাসলাইন, অ্যামোনিয়া (জ-৭১৭) হিমায়ক ব্যবহৃত হিমায়ন প্লান্টে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ফ্রিজের কন্ডেন্সার তৈরি করতে স্টিল ব্যবহৃত হয়।
স্টেইনলেস স্টীল পাইপ	দুধ, জুস পানীয়, বেভারেজ ইত্যাদি সরবরাহ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
গ্যালভানাইজড পাইপ	রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমে পানি সরবরাহ এবং প্লাম্বিং এর কাজে ব্যবহার করা হয়।
প্লাস্টিক পাইপ	পানি, বায়ু, বর্জ্য পদার্থ, সরবরাহে ডিপ বা স্যালো টিউবওয়েল দ্বারা পানি উত্তোলনে এবং বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহার হয়।
অ্যালুমিনিয়াম টিউব	রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ ইভ্যাপরেটর,ট্রান্সপোর্ট রিফ্রিজারেশনে, কন্ডেন্সারে, ইভ্যাপরেটরে, এমনকি পাইপ লাইন তৈরিতে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা-৬

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। পাইপের সংজ্ঞা দাও।
২। সীম পাইপ কাকে বলে?
৩। PVC, MS, GI, SS, CI এর পূর্ণ নাম লেখ।
৪। দুধ সরবরাহে ব্যবহৃত পাইপের নাম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৫। প্লাস্টিক পাইপের ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহের তালিকা তৈরি কর।
৬। সংজ্ঞাসহ পাইপ ও টিউবের মধ্যে পার্থক্য লিপিবদ্ধ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

৭। অনমনীয় পাইপ কাকে বলে? ৫টি অনমনীয় পাইপের নাম লেখ।
৮। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে পাইপের গুরুত্ব আলোচনা কর।
৯। ৫টি পাইপের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা তৈরি কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৬:

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

সমব্যাসের দু'প্রান্ত খোলা ফাঁপা নলই টিউব নামে পরিচিত। এর অভ্যন্তর ভাগ দিয়ে প্রবাহী প্রবাহিত হয়। টিউব ও পাইপের মধ্যে পার্থক্য থাকলেও কাজ প্রায় একই ধরনের। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ উভয়ের ব্যবহার ব্যাপক ও অপরিহার্য। কন্ডেন্সার, ইভ্যাপরেটর, কুলিং ও হিটিং কয়েল ইত্যাদি বহুবিধ কাজে ব্যবহার করা হয়। টিউবকে বিভিন্ন আকার প্রদানকরত কার্যোপযোগী করার প্রক্রিয়াকে টিউবিং বলে। টিউবিং-এর কাজে প্রয়োজন হয় বিভিন্ন রকমের ফিটিংস বা সংযোগ।

১। টিউব কী ?
২। ফিটিংস-এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।
৩। টিউবের ব্যবহার তালিকা লেখ।
৪। রিফ্রিজারেশন সিস্টেমে টিউবের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

অধ্যায়-০৭

পাইপ ফিটিংস (Pipe Fittings)

এককভাবে পাইপ বা টিউবকে ব্যবহার উপযোগী করা সম্ভব হয় না। একে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য বিভিন্ন ধরনের সংযোজক বা উপকরণ ব্যবহার করা হয়। যেসব উপকরণ ব্যবহার করে টিউব বা পাইপকে কার্যোপযোগী করা যায় তাকে ফিটিংস বলে। ফিটিংসের সাহায্যে পাইপ বা টিউবকে সংযোগ করে ইচ্ছামতো ব্যবহার করা যায়। টিউব বা পাইপকে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য বিভিন্ন আকৃতি ও সংযোগ প্রদান করার পদ্ধতিকে টিউবিং বা পাইপিং বলে।

৭.১. ফিটিংসের প্রয়োজনীয়তা :

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং, প্লাম্বিং ইত্যাদি কাজে টিউব বা পাইপ লাইনের সংযোগ এবং এক অংশের সাথে অন্য অংশ সংযোগ করতে ফিটিংসের প্রয়োজন হয়। দীর্ঘ লাইন, উপ-লাইন তৈরি করতে, নিয়ন্ত্রক স্থাপন করতে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়।

৭.২. ফিটিংসের তালিকা :

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং এ বিভিন্ন ধরনের ফিটিংস ব্যবহার করা হয়। এ গুলো হলো-

(ক) ফ্লেয়ারিং বা টিউব ফিটিংসের তালিকাঃ

১) ফ্লেয়ার নাট (Flare nut), ২) ফ্লেয়ার টি (Flare Tee), ৩) ফ্লেয়ার ইউনিয়ন (Flare Union) বা স্ট্রেইট কানেক্টর (Straight Connector), ৪) হাফ ইউনিয়ন (Half Union), ৫) ফ্লেয়ার রিডিউসিং ইউনিয়ন (Flare reducing union), ৬) ফ্লেয়ার এলবো (Flare Elbow), ৭) ফ্লেয়ার কানেক্টর (Flare Connector), ৮) ফ্লেয়ার ক্রস (Flare Cross), ৯) ফ্লেয়ার ক্যাপনাট বা ডেড নাট (Flare Cap Nut or Dead Nut), ১০) ফ্লেয়ার প্লাগ বা ডেড প্লাগ (Flare plug or Dead plug), ১১) কপার সিল বনেট (Copper seal bonnet). ১২) কপার সিল গ্যাসকেট (Copper seal Gasket).

(খ) সোল্ডারিং ফিটিংসের তালিকা:

১) সোল্ডার (কপার) সকেট	২) সোল্ডার (কপার) এলবো	৩) সোল্ডার (কপার) রিডিউসিং সকেট
৪) সোল্ডার (কপার) অ্যাডাপ্টর	৫) সোল্ডার (কপার) টি	ইত্যাদি

(গ) পাইপ ফিটিংসের তালিকা:

১) ইউনিয়ন	২) সকেট ইউনিয়ন	৩) নিপল
৪) এলবো	৫) টি	৬) ডেড প্লাগ ইত্যাদি

৭.৩. ফিটিংসের (Fittings) বর্ণনা :

ফিটিংসের বর্ণনা বলতে এর গঠন, ব্যবহার ও সাইজকে বোঝানো হয়। ফিটিংসের মাপ ইঞ্চি ও মিলিমিটার (মিমি) এ দু'প্রকার মাপের প্রচলন রয়েছে। বর্তমানে মিলিমিটার মাপের ফিটিংস বেশি ব্যবহার হচ্ছে। ইঞ্চি ও মিমি মাপের মধ্যে অতিসামান্য পরিমাণ পার্থক্য দেখা যায়।

গঠন, ব্যবহার ও তৈরি করার দিক থেকে বিভিন্ন ধরনের ফিটিংস ব্যবহৃত হয়। নিচে এ ধরনের কিছু ফিটিংস উল্লেখ করা হলো-

ক) ব্রাশ ফিটিংস খ) কপার বা সোল্ডার ফিটিংস গ) পা প ফিটিংস
ঘ) হোস ক্লাম্প ফিটিংস ঙ) লকারিং জয়েন্ট চ) কুইক কাপলার

ক) ব্রাশ ফিটিংস:

কতকগুলো ব্রাশ ফিটিংস এর নাম ও চিত্র নিচে প্রদত্ত হলো-

চিত্র- ৭.১: ব্রাশ ফিটিংস।

খ) কপার বা সোল্ডার ফিটিংস

কতকগুলো কপার ফিটিংস এর নাম প্রদত্ত হলো-

১. সকেট/ স্ট্রেট কাপলিং ২. রিডিউসিং সকেট/ কাপলিং ৩. কপার ইউ ৪. কপার এলবো ৫. কপার টি
৬. এস ট্রেপ ৭. ইউট্রেপ ৮. স্ট্রেইনার ড্রায়ার ৯. স্ট্রেনার ১০. প্রেভার

কতকগুলো কপার ফিটিংস এর চিত্র নিচে দেওয়া হলো-

চিত্র- ৭.২: কপার ফিটিংস।

ফিটিংস মাপঃ

অধিক ব্যবহৃত ব্রাশ ও কপার ফিটিংস এর প্রচলিত মাপ/ সাইজ :

ক্রম অনুসারে ছোট থেকে বড়-

ইঞ্চিতে মাপঃ

$\frac{১}{৪}$ $\frac{৫}{১৬}$ $\frac{৩}{৮}$ $\frac{১}{২}$ $\frac{৫}{৮}$ $\frac{৩}{৪}$ $\frac{৭}{৮}$

মিলিমিটারে মাপঃ ৬, ৮, ১০, ১২, ১৫, ১৬, ১৮, ২২, ২৫. (ইউরোপিয়ান মানদণ্ড অনুসারে)

(গ) পাইপ ফিটিংস (Pipe Fittings):

রিফ্রিজারেশন প্লান্টে পাইপিং সিস্টেমে পাইপ সংযোজন, পাইপ লাইনের দিক পরিবর্তন, মোটা পাইপের সাথে চিকন পাইপ সংযোজন প্রভৃতি কাজে ব্যবহৃত খুচরা যন্ত্রাংশসমূহকে 'পাইপ ফিটিংস' বলে। যেমন- সকেট, এলবো, ইউনিয়ন, টি, রিডিউসার এবং ডেড প্লাগ প্রভৃতি। এগুলো সাধারণত কাস্ট আয়রন, স্টীল, স্টীল অ্যালয় ও ব্রাশের তৈরি যার ভেতরে বা বাইরের দিকে থ্রেড বা প্যাঁচ কাটা থাকে। এগুলো স্টীলের তৈরি। ফিটিংস ব্যবহার সুবিধার জন্য এদের ভিতরে বা বাইরে প্যাঁচ কাটা থাকে। এরা বিভিন্ন সাইজের হতে পারে। কতকগুলো পাইপ ফিটিংসের চিত্র ও তালিকা বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো-

১. টি কানেক্টর
২. ডেড নাট
৩. রিডিউসিং টি
৪. ডেড প্লাগ
৫. কানেক্টর
৬. রিডিউসিং সকেট
৭. ক্রস কানেক্টর

চিত্র- ৭.৩ঃ পাইপ ফিটিংস ।

ঘ. হোস ক্লাম্প ফিটিংসঃ

হোস পাইপকে পোর্টে শক্তভাবে আটকানোর জন্য স্ক্রু সংযুক্ত ক্লাম্পকে হোস ক্লাম্প বলে। ওয়েল্ডিং ও কার এসির বিভিন্ন অংশের মধ্যে সংযোগের জন্য হোস ক্লাম্প দরকার হয় ।

৭.৪ ফিটিংসের ব্যবহারঃ

সংযোগ ব্যতীত কোনো প্রকার কারিগরি ও প্রকৌশল সংক্রান্ত কাজ করা সম্ভব নয়। এ সংযোগের জন্য বিভিন্ন প্রকার ব্যবস্থাও রয়েছে। ফিটিংস এগুলোর মধ্যে অন্যতম এবং বহুল প্রচলিত সংযোগ ব্যবস্থা। বিশেষ করে আরএসি কাজে ফিটিংসের ব্যবহার অপরিসীম। নিম্নে ফিটিংসের ব্যবহার বর্ণনা করা হলো-

ফিটিংসের নাম	ব্যবহার
ব্রাশ ফিটিংস	হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে বিভিন্ন কাজে ফিটিংস ব্যবহার করে কপার টিউবকে বিভিন্নরূপে বা সাইজে রূপদান করতে হয়। বিভিন্ন কাজের প্রয়োজনে টিউবকে বিন্যাস করতে ফিটিংস খুবই দরকার। প্রবাহী পথকে ভিন্ন দিকে বা বিভিন্ন দিকে বা ছোটবড় করার জন্য এ ফিটিংস ব্যবহার করা হয়।
কপার/ সোল্ডার ফিটিংস	রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমের প্রবাহী পথ স্থায়ীভাবে সংযোগ দেওয়ার জন্য ব্যবহার হয়। এর সাহায্যে প্রবাহী পথকে সংযোগ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
পাইপ ফিটিংস	হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির যে ক্ষেত্রে পাইপ ব্যবহার করা হয় সে ক্ষেত্রে তরল (পানি, ব্রাইন, চিল্ড ওয়াটার ইত্যাদি) হিমায়কের বিভিন্নমুখী প্রবাহের জন্য ব্যবহার করা হয়।
হোস ক্লাম্প	হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির গ্যাস ওয়েল্ডিং সেটের হোস পাইপ, এয়ার কমপ্রেশরের হোস পাইপ ও কার এসির বিভিন্ন অংশের মধ্যে সংযোগ করা হয়।
লকারিং জয়েন্ট	ব্রেজিং বা ফ্লেয়ার জয়েন্ট ছাড়া দ্রুত কপার টিউব সংযোগ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
কুইক কাপলার	অটোকারের এসিতে লীক টেস্ট, ইভ্যাকুয়েশন ও হিমায়ক চার্জ করার জন্য যে পোর্ট রাখা হয় তার সাথে দ্রুত সংযোগ করার জন্যে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা-০৭

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ফিটিংস কাকে বলে ?
২। ফিটিংস ব্যবহৃত হিমায়ন পদ্ধতির ২টি প্রধান অংশের নাম লেখ।
৩। ৪টি ব্রাশ ফিটিংসের নাম লেখ।
৪। রিডিউসার কী কাজে ব্যবহার হয়?
৫। ফ্লেয়ারিং নাট কী কাজে ব্যবহার হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। বহুল ব্যবহৃত ৪টি ফিটিংসের নাম লেখ।
৭। ক্রস ফিটিংসের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।
৮। ডেড নাট ও ডেড প্লাগের মধ্যে পার্থক্য কী?

রচনামূলক প্রশ্ন:

৯। 'হিমায়ন পদ্ধতিতে ফিটিংসের গুরুত্ব অসীম' উক্তিটি ব্যাখ্যা কর।
১০। চারটি কপার ফিটিংসের ব্যবহার তালিকা প্রণয়ন কর।
১১। চারটি পাইপ ফিটিংসের ব্যবহার লেখ।
১২। ফ্লেয়ার নাট, ইউনিয়ন, ডেড ক্যাপ, এলবো, রিডিউসার ও ক্রসের চিত্র ফ্রি হ্যান্ড স্কেচে দেখাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-৭

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ফিটিংসের সাহায্যে টিউব ও পাইপকে সংযোগ দেওয়ার প্রণালিকে যথাক্রমে টিউবিং ও পাইপিং বলে। এ প্রক্রিয়ায় টিউব ও পাইপকে ব্যাপক হারে ব্যবহার করা যায়। হিমায়ন ও তাপানুকুলতায় এর বিকল্প কোন ব্যবস্থা নাই। ফিটিংস ব্যতীত টিউবিং ও পাইপিং-এর কাজ করা যায় না। দীর্ঘ লাইন, সাব লাইন, উপ-সাব লাইন, লাইন ছোট-বড় ইত্যাদি কাজের প্রয়োজনে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়।

১। টিউবিং কাকে বলে ?
২। কোন প্রক্রিয়ায় পাইপকে ব্যাপক হারে ব্যবহার করা যায়?
৩। টিউবিং ও পাইপিং কাজের তালিকা প্রস্তুত কর।
৪। 'হিমায়ন পদ্ধতিতে ফিটিংসের ব্যবহার অপরিহার্য'- ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায়- ০৮

তাপ (Heat)

হিমায়ন পদ্ধতি হলো কোন বস্তুর তাপমাত্রা কমানোর সিস্টেম আর শীতাতপনিয়ন্ত্রণ হলো নির্দিষ্ট বাতাসের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, গতিবেগ, বিশুদ্ধতা ইত্যাদি আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যসম্মতভাবে নিয়ন্ত্রণে রাখা। সংজ্ঞা দু'টির দিকে লক্ষ করলে দেখা যায়, তাপ, তাপমাত্রা, চাপ, বিদ্যুৎ ও সংশ্লিষ্ট বিষয়াদির সম্পর্কে জ্ঞান থাকলে হিমায়ন পদ্ধতি (Refrigeration System) সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা পাওয়া সহজ। তাই হিমায়ন পদ্ধতি সম্বন্ধে জানার ক্ষেত্রে এ বিষয়গুলো সম্পর্কে ধারণা থাকা একান্ত প্রয়োজন। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং মূলত তাপ স্থানান্তর পদ্ধতি।

৮.১. তাপের সংজ্ঞা :

অদৃশ্য শক্তির কারণে ফুটন্ত পানি গরম মনে হয় এবং ঐ একই শক্তির অনুপস্থিতিতে জমাট বাঁধা পানি বা বরফ ঠান্ডা অনুভূত হয়। এরূপ পৃথক পৃথক অনুভূতির কারণই হচ্ছে তাপ। যে অদৃশ্য শক্তির কারণে একটা বস্ত গরম এবং যার অনুপস্থিতিতে কোন বস্ত ঠান্ডা মনে হয় তাকে তাপ বলে। তাপ এক প্রকার শক্তি। কারণ তাপের কাজ করার বা শক্তিতে রূপান্তর হবার সামর্থ্য আছে। তাপকে চেনা বা বোঝার জন্য তাপের আকার, আয়তন, বর্ণ গন্ধ নাই। তবে অনুভূতি দ্বারা তাপকে অনুভব করা যায়।

ক্যালোরিক (Caloric) মতবাদ অনুসারে তাপ Caloric নামক এক প্রকার ভরবিহীন, অদৃশ্য, অতিসূক্ষ্ম স্থিতিস্থাপক পদার্থ কণাবিশেষ। এটি অতি সহজে বেশি পরিমাণের বস্ত হতে কম পরিমাণের বস্তুতে প্রবেশ করতে পারে। বাষ্পায়নের (Evaporation) সময় তরল হতে উচ্চ গতির অণুসমূহ বের হয়ে যায়। এর কারণে ঐ বস্তুর গতি কমে যায়। ফলে তরলের উষ্ণতা বা তাপমাত্রা কমে যায়। আবার কোন কারণে বস্তুর অণুর গতি শক্তি বেড়ে গেলে তাপমাত্রা বেড়ে যায়।

তাপের কারণে পদার্থের তাপমাত্রা, ভৌত অবস্থা, রাসায়নিক গুণাগুণ প্রভৃতির পরিবর্তন ঘটে। এছাড়া অতি তাপের ফলে আলো উৎপন্ন হয়, দহন ক্রিয়া ঘটে, প্রাণনাশও হয়।

৮.২. তাপ পরিমাপক একক :

বিভিন্ন প্রকার শক্তি বা বস্তুর ন্যায় তাপও পরিমাপ করা যায়। ফলে তাপ পরিমাপের জন্য বিভিন্ন পদ্ধতির একক ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন পদ্ধতিতে তাপের এককসমূহ হলো-

ক্রমিক	পদ্ধতি		তাপ একক
১	আন্তর্জাতিক	SI	জুল (Joule) বা কিঃ জুল
২	মেট্রিক	C.G.S	ক্যালরি (Calorie)
		M.K.S	কিলো- ক্যালরি (Kilo calorie)
৩	ব্রিটিশ	F.P.S	বিটিইউ (BTU)

ক. জুল (Jule):

আন্তর্জাতিক (Standard International = SI) পদ্ধতিতে তাপের একক হলো জুল। এক নিউটন কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপকে এক জুল ধরা হয়।

খ. বিটিইউ (BTU):

BTU এর পূর্ণ রূপ হলো ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (British Thermal Unit)। এক পাউন্ড বিশুদ্ধ পানির তাপমাত্রা 1° F বাড়াতে বা কমাতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ বা অপসারণ করার প্রয়োজন হয় তাকে এক BTU ধরা হয়।

গ. ক্যালরিঃ

ক্যালরি মেট্রিক পদ্ধতিতে তাপের ক্ষুদ্রতম একক। এক গ্রাম বিশুদ্ধ পানির তাপমাত্রা ১° C বৃদ্ধি বা হ্রাস করতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ বা অপসারণ করার প্রয়োজন হয় তাকে এক ক্যালারি ধরা হয়।

ঘ. কিলো ক্যালরিঃ

কিলো ক্যালরি মেট্রিক পদ্ধতিতে তাপের বৃহত্তম একক হলো কিলোক্যালরি। এক কিলোগ্রাম (Kg) বিশুদ্ধ পানির তাপমাত্রা ১° C বৃদ্ধি বা হ্রাস করতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ বা অপসারণ করার প্রয়োজন হয় তাকে এক কিলোক্যালরি ধরা হয়।

বিভিন্ন প্রকার তাপ এককের সম্পর্কঃ

1 Jule = 0.948×10^{-3} BTU = 0.239 K. Calorie.

1 BTU = 1055 Joule = 252 Calorie.

1 Kcal = 4184 Joule = 3.97 BTU.

৮.৩ তাপের প্রকারভেদ :

তাপ প্রধানত দুই প্রকার, যথা-

১. অনুমেয় তাপ (Sensible Heat),

২. সুপ্ত তাপ (Latent Heat)।

এছাড়া আরো যে ধরনের তাপ রয়েছে তা হলো-

১. আপেক্ষিক তাপ, ২. পরম তাপ, ৩. বিকীরণ তাপ।

আপেক্ষিক ক্ষেত্রে তাপ দু'ধরনের, যথাঃ-

ক) ধ্রুব আয়তনে আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat in Constant Volume-Cv),

খ) ধ্রুব চাপে আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat in Constant Pressure-Cp)।

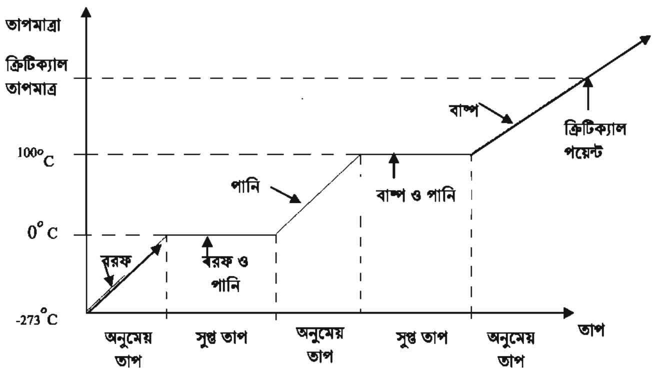
১.অনুমেয় তাপঃ

কোন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ বা বস্তু হতে তাপ অপসারণ বা শোষণ করলে বস্তুটির অবস্থার পরিবর্তন শুরু হবার পূর্ব পর্যন্ত বস্তুর তাপমাত্রা বাড়ে বা কমে। যে তাপ প্রয়োগ বা শোষণ করলে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন না ঘটিয়ে শুধু তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে তাকে অনুমেয় (অনুভূত) তাপ বলে। অর্থাৎ কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থ তাপমাত্রার পরিবর্তনের সময় অনুমেয় তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে।

২. সুপ্ততাপঃ

স্থির তাপমাত্রায় একক ভরের পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের সময় যে তাপ গ্রহণ বা বর্জন করা হয় তাকে সুপ্ততাপ বলে। স্থির তাপমাত্রায় যখন কোন বাষ্প তরলে পরিণত হয় তখন যে তাপ অপসারণ করতে হয় তা ঘনীভবনের সুপ্ততাপ। আবার স্থির তাপমাত্রায় কোন তরল যখন বাষ্পে পরিণত হয় তখন যে তাপ শোষিত হয় তাই বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ।

২০২০



চিত্র- ৮.১: বরফ ও পানির অনুমেয় এবং সুপ্ততাপের রেখাচিত্র।

সুপ্ততাপ চার সময়ে সংঘটিত হয়। যথা-

ক) পদার্থের তাপ গ্রহণের সময় সুপ্ততাপ:

১. গলনের সুপ্ত তাপ (Latent Heat of Fusion): কঠিন হতে তরলে রূপান্তর হবার সময়ের তাপ।

২. বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ (Latent Heat of Vaporisation): তরল হতে বাষ্পে রূপান্তর হবার সময়ের তাপ।

খ) পদার্থের তাপ বর্জনের সময় সংঘটিত সুপ্ততাপ:

৩. ঘনীভবনের সুপ্ততাপ (Laten Heat of Condensation): বাষ্প হতে তরলে রূপান্তর হবার সময়ের তাপ।

৪. কঠিনী ভবনের সুপ্ততাপ (Laten Heat of Solidification): তরল হতে কঠিনে রূপান্তর হবার সময়ের তাপ।

৮.৪ তাপ নির্ণয়ের সূত্র:

তাপের পরিমাণ সূত্রের সাহায্যে পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। তাপ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত সূত্রকে তাপ নির্ণয়ের সূত্র বলে। সূত্রের সাহায্যে তাপ নির্ণয়ের জন্য নিচের তথ্যগুলো জানা অবশ্যই দরকার -

১) পদার্থের ভর (Mass = m)

২) ক. পদার্থটির আপেক্ষিক তাপ (Specific heat =Cp), খ. সুপ্ততাপ (Latent heat = L)

৩) তাপমাত্রার পার্থক্য বা ব্যবধান (Temperature difference = Td)

তাপ নির্ণয়ের সূত্র দুটি, যথা-

ক) অনুমেয় তাপ নির্ণয়ের সূত্র:

অনুমেয় তাপ = পদার্থের ভর x পদার্থের আপেক্ষিক তাপ x তাপমাত্রার ব্যবধান (একক হবে কিলো জুল)।

$$Q_s = m \times C_p \times T_d \text{ KJ}$$

খ) সুপ্ততাপ নির্ণয়ের সূত্র:

সুপ্ততাপ = পদার্থের ভর x পদার্থের সুপ্ততাপ (একক হবে কিলো জুল)

$$Q_l = m \times L \quad \text{KJ}$$

গ) সমগ্র তাপ = অনুমেয় তাপ + সুপ্ত তাপ (একক হবে কিলো জুল)

$$Q_t = (Q_s + Q_l) \quad \text{KJ}$$

২০২০

৮ .৫. তাপ নির্ণয়ঃ

উদাহরণ- ৮.১

একটা রিফ্রিজারেটর ২৫ ^{o}C তাপমাত্রার ২.৫ লিটার পানিকে ৫^{o}C তাপমাত্রার বরফে রূপান্তর করতে মোট অপসারিত তাপের পরিমাণ কত?

সমাধানঃ

আমরা জানি,

ক) পানির অনুমেয় তাপ $= m \times Cp \times Td$

$= 2.5 \times 4.19 \times \{25 - (0)\}$ KJ

$= 2.5 \times 4.19 \times (25)$ KJ

$= 261.88$ KJ

দেওয়া আছে,

$m = 2.5$ kg

$T_1 = 25\ 0C$

$T_2 = 50C$

আমরা জানি,

$Cp = 4.19\ KJ / Kg.^{o}K$

$L = 2.1\ \ KJ / Kg$

খ) $0^{o}C$ তাপমাত্রায় বরফ হবার সময় সুপ্ততাপ $= m\ \ L$

$= 2.5 \times 335$ KJ

$= 837.5$ KJ

গ) ২৭৩- ২৬৮ কেলভিন তাপমাত্রায় নিতে বরফের অনুমেয় তাপ $= m\ \ Cp\ \ Td$

$= 2.5 \times 2.1 \times \{0 - (-5)\}$ KJ

$= 2.5 \times 2.1 \times (+5)$ KJ

$= 26.25$ KJ

ঘ) মোট তাপ = (ক) অনুমেয় তাপ + (খ) পানি জমার সুপ্ততাপ + (গ) বরফের অনুমেয় তাপ

$= 261.88 + 837.5 + 26.25$ KJ

$= 1125.63$ KJ (উত্তর)

উদাহরণ- ৮.২

একটা ডিপফ্রিজারে ৩০^{o}C তাপমাত্রার ৫ কেজি মাছকে ৫^{o}C তাপমাত্রায় অপসারিত তাপের পরিমাণ বের কর। (মাছের আঃ তাপ 3.18 KJ /kg.^{o}K)

সমাধানঃ

আমরা জানি,

মাছের অনুমেয় তাপ $= m.Cp.\ Td$ (Heat unit)

$= 5 \times 3.18 \times (30 - 5)$ KJ

$= 5 \times 3.18 \times 25$ KJ

$= 397.5$ KJ

দেওয়া আছে,

$m = 5$ kg

$Cp = 3.18$ KJ /kg.K

$Td = 25^{o}C$

২০২০ অতএব, মাছ হতে অপসারিত মোট তাপ = 397.5 KJ (উত্তর)

উদাহরণ-৮.৩

২৫°C তাপমাত্রার ৪ লিটার দুধকে ৬০°C তাপমাত্রায় আনয়ন করতে মোট প্রয়োগকৃত তাপের পরিমাণ কত ?

সমাধানঃ

আমরা জানি,

দুধের অপসারিত তাপ = m Cp Td

= 4 x 3.14 x (60 - 25) KJ

= 4 x 3.14 x 35 KJ

= 439.6 KJ (উত্তর)

দেওয়া আছে,

M = ৪ kg

Cp = 3.14 KJ /kg. °K

Td = 60-25=35°C

উদাহরণ-৮.৪

একটা বরফ কল হতে প্রাপ্ত -৮°C তাপমাত্রার ৫০ কেজি বরফকে ১০০ °C তাপমাত্রার বাষ্পে রূপান্তর করতে প্রয়োগকৃত তাপের পরিমাণ কত জুল ?

সমাধানঃ

আমরা জানি,

ক) বরফের অনুমেয় তাপ = m Cp Td (Heat unit)

= 50 x 2.1 x {0-(-8)} KJ

= 50 x 2.1 x 8

= 840 KJ

দেওয়া আছে,

m = 50 kg

Cp = 2.1 KJ /kg.°K

Td = 0-(8) = 8 °C

Li = 335 KJ /kg.°K (বরফ)

Lg = 2257KJ /kg.°K (বাষ্প)

t = 24 hrs

খ) বরফ গলনের সুপ্ততাপ = m Lp (Heat unit)

= 50 x 335

= 16750 KJ

গ) পানির অনুমেয় তাপ = m Cp Td

= 50 x 4.19 x (100 - 0) KJ

= 50 x 4.19 x 100 KJ

= 20950 KJ

ঘ) বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ = m L (Heat unit)

= 50 x 2257 KJ

= 112850 KJ

ঙ) মোট তাপ = বরফের অনুমেয় তাপ + বরফ গলনের সুপ্ততাপ + পানির অনুমেয় তাপ + পানির বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ

= 840 + 16750 + 20950 + 112850 KJ

= 151390 KJ = 151390 KJ

= 151390 x 1000 J

= 151390000 J

অতএব, মোট অপসারিত তাপের পরিমাণ 15.14×10^5 J (উত্তর)

২০২০

৮.৬. আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat):

একক (১ কেজি) ভরের বস্তুর তাপমাত্রা ১^oC বাড়াতে বা কমাতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় বা অপসারণ করতে হয় তাকে আপেক্ষিক তাপ বলে। কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ তার তাপ ধারণক্ষমতার উপর নির্ভরশীল।

কোন m ভর বিশিষ্ট বস্তুর তাপমাত্রা ১ K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপ ধারণক্ষমতা ধরা হয়।

অর্থাৎ তাপ ধারণক্ষমতা = $\frac{Q}{\Delta\theta}$ J/K

সেহেতু কোন একক ভরের বস্তুর তাপমাত্রা ১^{o}K হ্রাস-বৃদ্ধিতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর স্বতন্ত্র আপেক্ষিক তাপ বলা যায়।

অতএব, আপেক্ষিক তাপ = $\frac{Q}{m\Delta\theta}$ J/Kg-^{o}K

সংজ্ঞানুযায়ী আপেক্ষিক বা স্বতন্ত্র আপেক্ষিক তাপের একক হলো কিলো জুল/কেজি কেলভিন (KJ /kgk). তাপগতিবিদ্যা ও পদার্থের ধর্মানুযায়ী কোন পদার্থের তাপ প্রয়োগ করলে তার তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন বৃদ্ধি পায়। তবে বিশেষ ক্ষেত্রে শুধু চাপ বা আয়তন বাড়ে। যখন চাপ বাড়ে তখন আয়তন স্থির থাকে। আবার যখন আয়তন বাড়ে তখন চাপ স্থির থাকে। সে প্রেক্ষিতে আপেক্ষিক তাপ দুই প্রকার। যথা-

ক) ধ্রুব আয়তনে আপেক্ষিক তাপ, খ) ধ্রুব চাপে আপেক্ষিক তাপ।

কয়েকটি পদার্থের আপেক্ষিক তাপের সারণিঃ

ক্রমিক	পদার্থের নাম	আপেক্ষিক তাপ (কি.জুল/কেজি.কে = kj/kg.k)	
		হিমাংকের উর্ধ্ব	হিমাংকের নিম্ন
১	পানি/বরফ	(পানি) ৪.১৯	(বরফ) ২.১
২	দুধ	৩.১৪	১.৯২
৩	জলীয় বাষ্প	২.০	---
৪	বাতাস	১.০	--
৫	আলু	৩.৬	১.৯৭
৬	ফল ও শাকসবজি	৩.৭৭	১.৯
৭	গোমাংস	৩.১৪	১.৬৭
৮	মুরগির মাংস	৩.১৮	১.৫৫
৯	মাছ	৩.১৮	১.৭২
১০	মানবদেহ	৩.৪৭	--

২০২০

প্রশ্নমালা -৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। তাপ বলতে কী বোঝায় ?

২। তাপের আন্তর্জাতিক একক কী ?

৩। মানবদেহের আপেক্ষিক তাপ কত ?

৪। বরফ গলনের সুপ্ততাপ কত ?

৫। ১ কিলোওয়াটে কত কিলোক্যালারি ?

৬। স্বতন্ত্র আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৭। অনুমেয় ও সুপ্ততাপ নির্ণয়ের সূত্র লেখ।

৮। সুপ্ততাপ কত প্রকার ও কী কী ?

৯। তাপ কত প্রকার ও কী কী?

১০। ক্যালরি বলতে কী বোঝায় ?

১১। তাপ ধারণ ক্ষমতার সূত্র লেখ।

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১২। পানির অনুমেয় ও সুপ্ততাপের রেখাচিত্র অংকন কর।

১৩। অনুমেয় ও সুপ্ততাপের সূত্রদ্বয় ব্যাখ্যা কর ।

১৪। ১০°C তাপমাত্রার ১০০ কেজি বরফকে বাষ্পে রূপান্তর করতে প্রয়োগকৃত তাপের পরিমাণ জুলে নির্ণয় কর।

(উত্তর: ৩০৩২০০০০০ জুল)

১৫। একটা ফ্রিজারে ২৮°C তাপমাত্রার ২৫ কেজি মাছকে 0°C তাপমাত্রায় নামাতে অপসারিত তাপের পরিমাণ বের কর।

মাছের আঃ তাপ হিমাংকের উপরে ৩.১৮ এবং হিমাংকের নীচেই ১.৭২ KJ /kg. 0k.

(উত্তরঃ ২২২৬ কিলো জুল)

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-৮

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

আনিকার শরীরটা গরম, অর্থাৎ জ্বর জ্বর ভাব। তার মা তার ছোট বোন আম্মারাকে বলল, 'আম্মারা, তুমি আনিকার গায়ে হাত দিয়ে দেখ তো কেমন মনে হয়? আনিকার শরীর স্পর্শ করে আম্মারা বলল, মা, গরম মনে হচ্ছে। মা জিজ্ঞাসা করল, কেন গরম মনে হচ্ছে? লাবিবা উত্তর করল, 'তাপ এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি যার কারণে মানুষের শরীর গরম (জ্বর) অনুভূত হচ্ছে।' তাই অপেক্ষাকৃত বেশি তাপের কারণে আনিকার শরীর গরম অনুভূত হয়েছে। থার্মোমিটারের সাহায্যে তাপের এ মাত্রা সহজে নির্ণয় করা যায় বিধায় একে অনুমেয় তাপ বলে। মানবদেহের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ডাক্তারি থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়।

১। কিসের কারণে শরীর গরম মনে হয়েছে ?

২। ডাক্তারি থার্মোমিটার কী ?

৩। উদাহরণসহ অনুমেয় তাপের ব্যাখ্যা দাও।

৪। মানবদেহের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত থার্মোমিটারের সচিত্র বর্ণনা দাও।

২০২০

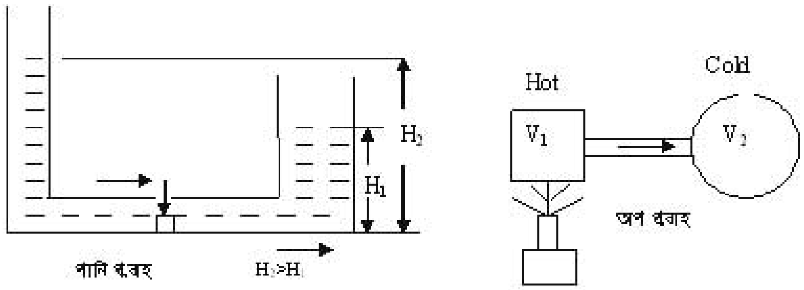
অধ্যায়-০৯

তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়া (Heat Transfer System)

তাপ পৃথিবীর সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ ও প্রয়োজনীয় শক্তি। বিভিন্ন প্রয়োজনে এ শক্তিকে আমরা বিভিন্ন শক্তি বা কাজে রূপান্তর করতে পারি বা করে থাকি। তাপ ব্যতীত কোন পদার্থ অন্য পদার্থে বা বস্তুতে রূপান্তর সম্ভব নয়। তাপের প্রধান উৎস হলো সূর্য। বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় সূর্য থেকে তাপ পৃথিবীতে আসে বা স্থানান্তর হয়ে থাকে। যথাযথ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে যে কোন উৎস হতে তাপ অন্য যে কোন জায়গায় বা বস্তুতে স্থানান্তর করা যায়।

৯.১. তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়া :

স্বাভাবিক অবস্থায় পানি যেমন উঁচু হতে নিচুর দিকে ধাবিত হয় তাপও তেমন উচ্চমাত্রা হতে নিম্ন মাত্রার দিকে সঞ্চালিত হয়। পাম্পের মতো বিশেষ ব্যবস্থা ব্যতীত পানি নিচ হতে উপরে সরবরাহ করা যায় না। অনুরূপভাবে বিশেষ ব্যবস্থা ছাড়া তাপ নিম্নমাত্রা থেকে ঊর্ধ্বমাত্রার দিকে স্থানান্তর করা যায় না। পানিকে পাম্পের সাহায্যে নিচু মাত্রা থেকে উঁচুমাত্রায় সরবরাহ করা যায়। অনুরূপ বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তাপকেও নিম্নমাত্রা থেকে উচ্চমাত্রার দিকে স্থানান্তর করা যায়। যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তাপকে নিম্নমাত্রা থেকে উচ্চ মাত্রার দিকে স্থানান্তর করা যায় তারই নাম রিফ্রিজারেশন সিস্টেম (হিমায়ন পদ্ধতি) বা হিট পাম্প।



$V_2 < V_1$ কিন্তু V_2 অপেক্ষা V_1 এর তাপমাত্রা বেশি

(এখানে আয়তন কে V দ্বারা বুঝানো হয়েছে)

চিত্র- ৯.১: পানি ও তাপের স্বাভাবিক প্রবাহ।

তাপ স্থানান্তর (Heat transfer):

তাপের ক্যালরিকে মতবাদ ও থার্মোডাইনামিক্স (Thermodynamics) সূত্র অনুযায়ী-তাপ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে পারে। বস্তুর এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে বা এক বস্তু হতে অন্য বস্তুতে তাপ সঞ্চালিত হওয়াকেই তাপ স্থানান্তর বলে। যে প্রক্রিয়ায় তাপ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর হয় তাকে তাপ সঞ্চালন বা তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়া বলে।

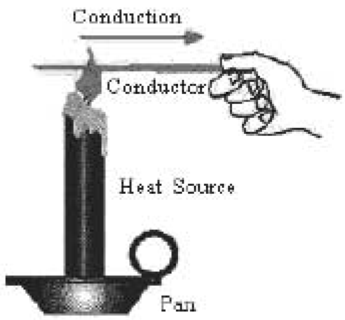
৯.২. তাপ স্থানান্তরের প্রকারভেদ বর্ণনা (Clasification of heat transfer) :

পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে যে, স্বাভাবিক অবস্থায় তাপ বেশি তাপমাত্রার বস্তু হতে কম তাপমাত্রার বস্তুর দিকে প্রবাহিত হয়। তাপ এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরের জন্য সাধারণত মাধ্যম প্রয়োজন। মাধ্যমের প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে তাপের স্থানান্তর তিন পদ্ধতিতে হয়ে থাকে। যেমন-

১. পরিবহন (Conduction), ২. পরিচলন (Convection), ৩. বিকীরণ (Radiation)।

পরিবহন প্রক্রিয়া (Conduction):

বহন শব্দ থেকে পরিবহন কথাটা এসেছে। স্থির মাধ্যমে কোন কিছুর গমনাগমনকে পরিবহন প্রক্রিয়া বোঝায়। স্থির মাধ্যম বলতে কঠিন পদার্থকে বোঝানো হয়। কঠিন পদার্থ তথা ধাতব খন্ডের মাধ্যমে তাপের উচ্চমাত্রা থেকে নিম্নমাত্রার দিকে প্রবাহিত হবার পদ্ধতিকে পরিবহন বা পরিবহন প্রক্রিয়া বলা হয়। এক্ষেত্রে ধাতব দন্ডটি স্থির থাকে আর তাপ এর মাধ্যমে চলাচল বা স্থানান্তর হয়।



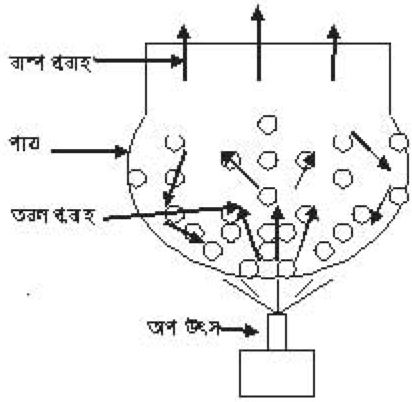
চিত্র-৯.২: তাপের পরিবহন প্রক্রিয়া।

তাপ প্রয়োগে কঠিন বা স্থির পদার্থের পরমাণুর কম্পনের সৃষ্টি হয়। ফলে ঐ পদার্থস্থিত তাপ উচ্চমাত্রা হতে নিম্নমাত্রার দিকে প্রবাহিত হয়। এভাবে তাপ কঠিন বস্তুর এক প্রান্ত হতে অন্য প্রান্তে স্থানান্তর হয়। কঠিন বস্তুতে তাপের এ স্থানান্তর প্রক্রিয়াকে পরিবহন (Conduction) বলে।

একটা ধাতব দন্ডের এক প্রান্ত আগুন দ্বারা উত্তপ্ত (তাপ প্রয়োগে) করলে অপর প্রান্তও গরম মনে হয়। এর কারণ উক্ত ধাতব দন্ডের মাধ্যমে তাপ এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে স্থানান্তরিত হয়েছে। এরূপ হবার কারণ আগুন সংলগ্ন অণুগুলো প্রথমে উত্তপ্ত হয়। কঠিন পদার্থের অণুর পাশাপাশি অবস্থান ও অবিচল কম্পনের ফলে পর্যায়ক্রমে ঠান্ডা প্রান্তের অণুগুলো তাপ পেয়ে গরম হয়। ধাতব পদার্থ সংলগ্ন বায়বীয় ও তরল পদার্থ পরিবহন প্রক্রিয়ায় গরম হয়ে ওঠে। উদাহরণস্বরূপ হিমায়ন পদ্ধতির কন্ডেন্সারের ধাতব অংশে (টিউব) বাতাস বা পানিতে পরিবহন প্রক্রিয়ায় তাপ ছেড়ে দেয়।

পরিচলন প্রক্রিয়া (Convection):

চলন থেকে পরিচলন শব্দের উদ্ভব হয়েছে। তাপের প্রভাবে তরল বা বায়বীয় পদার্থের অণু পরিচালিত হবার সময় তাপও পদার্থের ঐ অণুর সাথে স্থানান্তর হয়। তাপ প্রয়োগে তরল বা বায়বীয় পদার্থের আন্তঃআনবিক শক্তি কমতে থাকে। এতে ঐ পদার্থস্থিত অণুর গতিশক্তি বেড়ে যায়। ফলে বস্তুর গরম অণুগুলো পরিচালিত (স্থানান্তর) হয়। অণুর স্থানান্তরের সময় তাপও ঐ অণুর সাথে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরিত হয়। যে প্রক্রিয়ায় তরল বা বায়বীয় পদার্থের তাপ স্থানান্তর হয় তাকে পরিচলন (Convection) বলে।



চিত্র-৯.৩: তাপের পরিচলন প্রক্রিয়া।

১০১০

চিত্রে প্রদর্শিত পাত্রের তলার তাপ প্রয়োগ করলে তলদেশের রঙিন পানির কণা উত্তপ্ত ও হালকা হয়ে পর্যায়ক্রমে উপরের দিকে যাবে এবং পাত্রের উপরের অপেক্ষাকৃত ঠান্ডা ও ভারী পানি পাত্রের তলদেশে চলে আসবে। প্রক্রিয়াটি পর্যায়ক্রমে ঘটার কারণে পুরো পাত্রের পানির মধ্যে তাপ স্থানান্তরিত হবে।

বিকীরণ প্রক্রিয়া (Radiation):

পৃথিবী থেকে সূর্য কোটি কোটি কিলোমিটার দূরে অবস্থিত। পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে সূর্য এ বিস্তীর্ণ এলাকার সামান্য অংশ ব্যতীত বাকি অংশ মহাশূন্য বা ফাঁকা। মহাশূন্যে বাতাস তো নেই, এমনকি কিছু নিষ্ক্রিয় গ্যাস ব্যতীত তাপ পরিবহনযোগ্য কোন মাধ্যম নেই। অথচ এই অসীম মহাশূন্য পাড়ি দিয়ে তাপ সূর্য থেকে পৃথিবীতে কীভাবে স্থানান্তর হয়? শব্দ যেমন বায়ু তরঙ্গ মাধ্যমে চলাচল করে, তাপও অনুরূপ অদৃশ্য তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ দ্বারা সূর্য থেকে পৃথিবী পৃষ্ঠে চলে আসে। তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গরূপে সঞ্চালনের সময় তাপ অন্য কোন বস্তুকে উত্তপ্ত করে না। তাপ তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গরূপে সঞ্চালিত হয় বিধায় একে উত্তাপতরঙ্গ বলে।

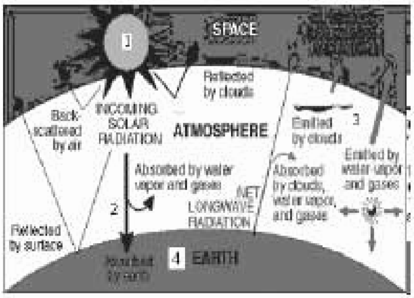
চিত্রে-

১। সূর্য

২। আপতিত আলোক রশ্মি

৩। প্রতিফলিত আলোক রশ্মি

৪। উত্তপ্ত পৃথিবী পৃষ্ঠ।

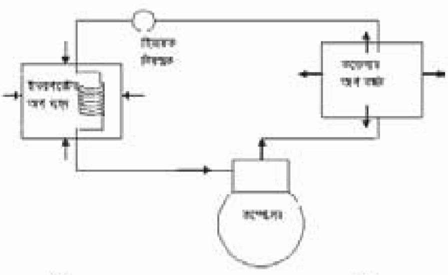


চিত্র-৯.৪: তাপের বিকীরণ প্রক্রিয়া।

উত্তাপতরঙ্গ আলোকতরঙ্গের ন্যায় সোজা পথে চলে। দৃশ্যমান মাধ্যম ছাড়া অদৃশ্য আলোক তরঙ্গ মাধ্যমে তাপের সঞ্চালন প্রক্রিয়াকে বিকীরণ প্রক্রিয়া বলে। প্রত্যেক বস্তুই কম-বেশি এই বিকীরণ প্রক্রিয়ার তাপ শোষণ বা বর্জন করে।

৯.৩ তাপ সঞ্চালনের উদাহরণ হিসেবে হিমায়ন পদ্ধতি :

হিমায়ন যন্ত্রের কাজ হলো নিম্নতর তাপমাত্রার অঞ্চল হতে উচ্চতর তাপমাত্রার অঞ্চলে তাপ স্থানান্তর করা। হিমায়ন চক্রের ইভ্যাপরেটর (Evaporator) তাপ শোষণ আর কন্ডেনসার (Condenser) তাপ বর্জন করে। হিমায়ন যন্ত্রের ইভ্যাপরেটর নির্মিত ধাতব টিউব পানি বা বায়ুর মাধ্যমে রক্ষিত খাদ্যসামগ্রী বা প্রত্যাশিত অঞ্চল থেকে পরিচলন প্রক্রিয়ায় তাপ শোষণ করে।



চিত্র-৯.৫: তাপ স্থানান্তরের উদাহরণ হিসাবে হিমায়ন পদ্ধতি।

ধাতব টিউবের শোষিত তাপ পরিবহন প্রক্রিয়া ইভ্যাপরেটরের টিউবে চার্জকৃত হিমায়ককে ছেড়ে দেয়। হিমায়ক ঐ তাপ গ্রহণ করে। তাপ গ্রহণকারী হিমায়ক কম্প্রেসর হয়ে কন্ডেন্সারে আসে। উচ্চ তাপমাত্রার হিমায়ক পরিবহন প্রক্রিয়ায় কন্ডেন্সারের ধাতব টিউবে ছেড়ে দেওয়া তাপ কুলিং এলিমেন্ট (বাতাস বা পানি) গ্রহণ করে। পানি বা বাতাস পরিচলন প্রক্রিয়ায় উক্ত তাপ অন্যত্র স্থানান্তর হয়।

প্রশ্নমালা- ৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। তাপ স্থানান্তরের সংজ্ঞা দাও।

২। বিকীরণ কাকে বলে ?

৩। পরিবহন বলতে কী বোঝায় ?

৪। তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়াগুলোর নাম লেখ।

৫। কন্ডেন্সার টিউব কোন প্রক্রিয়ায় তাপ স্থানান্তর করে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

৬। হিমায়ন যন্ত্র কী কাজ করে ?

৭। তাপের পরিচলন প্রক্রিয়া বুঝিয়ে লেখ।

৮। উত্তাপ তরঙ্গ বলতে কী বোঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্ন

৯। চিত্রসহ তাপের পরিবহণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

১০। তাপ সঞ্চালনে রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির ভূমিকা আলোচনা কর।

১১। সূর্য থেকে তাপ কীভাবে পৃথিবীতে আসে বুঝিয়ে লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ৯

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

শ্রেণিকক্ষে প্রশিক্ষক ছাত্রদের বললেন, ‘স্বাভাবিক অবস্থায় পানি যেমন উপর থেকে নিচের দিকে ধাবিত হয়, তাপও তদ্রূপ উঁচুমাত্রা হতে নিচুমাত্রার দিকে সঞ্চালিত হয়। বিশেষ ব্যবস্থা ছাড়া তাপ নিম্নমাত্রা থেকে উর্ধ্বমাত্রার দিকে স্থানান্তর হয় না। তবে বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তাপ নিম্নমাত্রা থেকে উচ্চমাত্রার দিকে স্থানান্তর করা যায়। উক্ত প্রক্রিয়ার নামই রিফ্রিজারেশন সিস্টেম বা হিট পাম্প। ‘উদাহরণস্বরূপ হিমায়ন চক্রের নিম্ন তাপমাত্রার অঞ্চল ইভ্যাপরেটরে এবং উচ্চ তাপমাত্রার অঞ্চল কন্ডেন্সারে পরিবহন, পরিচলন ও বিকীরণ প্রক্রিয়ায় তাপ স্থানান্তর হয়।

১। স্বাভাবিক অবস্থায় তাপের প্রবাহ কোন দিকে হয়?

২। হিট পাম্প কাকে বলে?

৩। তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়াগুলোর নাম লিখ।

৪। ইভ্যাপরেটর ও কন্ডেন্সারে তাপ স্থানান্তর প্রক্রিয়া কীভাবে সংঘটিত হয় ?

২০২০

অধ্যায়- ১০

তাপমাত্রা বা উষ্ণতা (Temperature)

দুজন একে অপরকে স্পর্শ করলে দুজনই দু'রকমের অনুভূতি পাবে। একজন ঠান্ডা অপরজন গরম। এ ঠান্ডা-গরম অনুভূতিই তাপমাত্রা। আর এ রকম অনুভূতির কারণ হলো তাপ। যার দেহে তাপমাত্রা অপেক্ষাকৃত কম সে গরম আর যার শরীরে তাপমাত্রা বেশি সে ঠান্ডা অনুভব করবে। কারণ ঠান্ডা অনুভবকারী তাপ হারায় আর গরম অনুভবকারী পায় বা গ্রহণ করে। অর্থাৎ তাপ বেশি মাত্রার দিক হতে কম মাত্রার দিকে প্রবাহিত হয়।

১০.১. তাপমাত্রা বা উষ্ণতা :

গরম ও ঠান্ডা অনুভূতি দ্বারা তাপের মাত্রা প্রকাশিত হয়। একই পরিমাণ ও প্রকৃতির যে বস্তুতে তাপের পরিমাণ বেশি সেটি গরম এবং যেটিতে তাপের পরিমাণ কম সেটি ঠান্ডা অনুভূত হয়। এ ঠান্ডা বা গরম অনুভূতি তাপেরই ফল। কোন বস্তু যতটুকু শীতল বা উষ্ণ অনুভূতির সৃষ্টি করতে সক্ষম তার পরিমাণকেই উষ্ণতা বা তাপমাত্রা বলে। তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য থার্মোমিটার (Thermometer) ব্যবহার করা হয়।

১০.২. তাপ ও তাপমাত্রার পার্থক্য :

তাপের মাত্রাই তাপমাত্রা হবার কারণে সাধারণভাবে মনে হয় উভয়ই প্রায় একই বিষয়। কিন্তু প্রকৃত অর্থে তা নয়। এদের মধ্যে বেশ পার্থক্য রয়েছে যা বর্ণিত হলো-

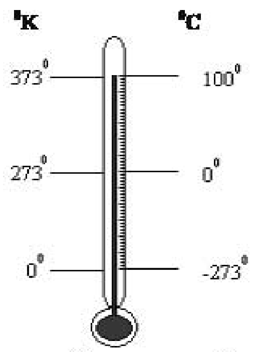
তাপ	তাপমাত্রা
তাপ এক প্রকার শক্তি	তাপমাত্রা বস্তুর তাপীয় অবস্থা
তাপ কোন এক বিশেষ কারণ	তাপমাত্রা হলো ঐ কারণের ফল
তাপ শক্তির নিদর্শন	তাপমাত্রা শক্তির বহিঃপ্রকাশ
তাপ প্রয়োগ বা শোষণ করা যায়	তাপমাত্রা তাপের প্রভাবে কম বা বেশি হয়
তাপ বস্তুস্থিত অণুশক্তির সমানুপাতিক	তাপমাত্রা বস্তুস্থিত গড় শক্তির সমানুপাতিক
সাধারণত তাপ উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু হতে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুর দিকে ধাবিত হয়	সুপ্ততাপ ব্যতীত তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে
তাপ পরিমাপের যন্ত্রের নাম তাপমান যন্ত্র বা ক্যালরি মিটার	তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্রের নাম থার্মোমিটার
তাপ পরিমাপ করার নাম ক্যালরি মিতি	তাপমাত্রা পরিমাপ করার নাম থার্মোমিতি
তাপের একক জুল, ক্যালরি, BTU ইত্যাদি	তাপমাত্রার একক ডিগ্রি কেলভিন, সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ইত্যাদি।
তাপের সঞ্চালন তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল	তাপের সঞ্চালন দ্বারা তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়

১০.৩. তাপমাত্রার এস আই (সিস্টেম অফ ইন্টারন্যাশন্যাল) ইউনিট:

আন্তর্জাতিক বা এস. আই পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক হলো কেলভিন। এ একক চালু হবার পূর্বে প্রচলিত একক ছিল ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড বা ডিগ্রি সেলসিয়াস যা কেলভিন এককের পাশাপাশি এখনো ব্যবহার হচ্ছে। এরও পূর্বে তাপমাত্রার ব্রিটিশ পদ্ধতির একক ছিল ফারেনহাইট। 'কেলভিন'কে সেন্টিগ্রেড স্কেলে পরম তাপমাত্রা বলা হয়।

বৈজ্ঞানিক লর্ড কেলভিন (Lord Kelvin) বস্তুর পরম তাপমাত্রা পরিমাপের একক উদ্ভাবন করার জন্য পরম তাপমাত্রার একক হিসেবে কেলভিন ব্যবহৃত হয়।সেন্টিগ্রেড স্কেলের –২৭৩°C সমান ০°K কেলভিন ধরা হয়। অর্থাৎ পদার্থের পরম শূন্য তাপমাত্রা এস.আই ইউনিটে ২৭৩°K এবং সেন্টিগ্রেড ইউনিটে ০°C ধরা হয়। থার্মোমিটারে সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্কটি দেখানো হলো-

২০২০



চিত্র-১০.১: থার্মোমিটারে সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক।

উদাহরণস্বরূপ-

ফুটন্ত পানির তাপমাত্রা ১০০°C = এস আই ইউনিটে ১০০°C+২৭৩ = ৩৭৩K.

বরফ গলনের তাপমাত্রা 0°C = এস.আই ইউনিটে ০°C +২৭৩ = ২৭৩K.

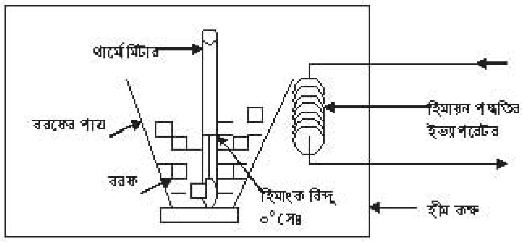
0°K = ২৭৩ °C .

১০.৪. তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল :

পানির হিমাংক ও স্ফুটনাংককে কাজে লাগিয়ে তাপমাত্রার স্কেল নির্ধারণ করা হয়। সুতরাং তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল বর্ণনার পূর্বে হিমাংক ও স্ফুটনাংক সম্পর্কে আলোচনা প্রয়োজন বিধায় সংক্ষিপ্তরূপে বিবৃত করা হলো-

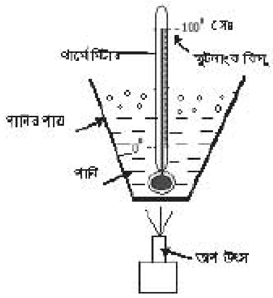
হিমাংক (Freezing point) :

পারদ থার্মোমিটারকে পানিপূর্ণ গ্লাসে স্থাপন করে হিমায়ন যন্ত্রের কুলিং চেম্বারে রেখে লক্ষ করলে দেখা যাবে পারদ নিচের দিকে নামছে এবং পানি জমাট বাঁধছে। আরো দেখা যাবে সম্পূর্ণ পানি বরফে রূপান্তর হওয়া পর্যন্ত কিছু সময়ের জন্য পারদ আর নিচে নামছে না। পারদের এ স্থির অবস্থানের স্থানকে চিহ্নিত করা হয়। এ চিহ্নিত স্থানকে হিমাংক বা থার্মোমিটারের নিম্ন স্থিরাংক ধরা হয়।



চিত্র-১০.২: হিমাংক প্রদর্শন।

স্ফুটনাংক (Boiling point) :



চিত্র- ১০.৩: স্ফুটনাংক প্রদর্শন।

চিত্রে প্রদর্শিতরূপে পারদ থার্মোমিটারকে উত্তপ্ত পানিতে স্থাপন করে দেখা যাবে, পারদ উপরের দিকে উঠছে এবং কিছুক্ষণ পর দেখা যাবে পারদ আর উপরে উঠছে না অথচ পানি বাষ্পে পরিণত হয়ে যাচ্ছে। পারদ অবস্থানের এ স্থানকে চিহ্নিত করা হয়। এ চিহ্নিত স্থানকে স্ফুটনাংক বা থার্মোমিটারের উর্ধ্ব স্থিরাংক ধরা হয়।

পানির হিমাংক ও স্ফুটনাংকের মধ্যবর্তী মৌলিক দূরত্বকে বিভিন্ন আদর্শ মানে ব্যবহার করা হয়। এ দূরত্বকে বিভিন্ন সংখ্যায় বা অংশে বিভক্ত করে তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল নির্ধারণ করা হয়েছে। যেমন-

সেন্টিগ্রেড বা সেলসিয়াস স্কেল (Centrigrade Scale) :

পানির হিমাংককে 0^{o} এবং স্ফুটনাংককে 100^{o} ধরে মধ্যবর্তী দূরত্ব 100 ভাগে বা অংশে ভাগ করে থার্মোমিটারের যে স্কেল তৈরি করা হয় তাকে সেন্টিগ্রেড স্কেল বলে। এর ক্ষুদ্রতম এক ভাগকে 1^{o} সেলসিয়াস বা 1^{o} সেঃ ধরা হয়।

ফারেনহাইট স্কেল (Fahrengheit scale):

পানির হিমাংককে 32^{o} স্ফুটনাংককে 212^{o} ধরে মধ্যবর্তী দূরত্বকে ১৮০ ভাগে ভাগ করে যে থার্মোমিটার তৈরি করা হয় তাকে ফারেনহাইট স্কেল বলে। এর ক্ষুদ্রতম এক ভাগকে 1^{o} ফারেনহাইট বা 1^{o} ফাঃ ধরা হয়।

পরম শূণ্য তাপমাত্রা (Absolute zero temperature):

কোন আদর্শ গ্যাস থেকে তাপ শোষণ করতে করতে এমন একটা অবস্থায় আনয়ন করা যায় যে, গ্যাসটি আর কোন জায়গা দখল করে না (আয়তন শূন্য হয়) গ্যাসটির এরূপ অবস্থার তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা (Absolute zero temperature) বলে। তাপমাত্রার ঐ সর্ব নিম্নমানকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে। পানির পরম শূন্য তাপমাত্রাকে-$273^{o}C$ বা -$460^{o}F$ ধরা হয়।

পরম তাপমাত্রা (Absolute temperature):

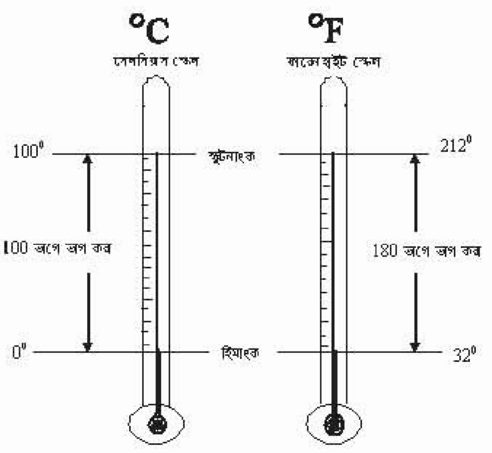
যে তাপমাত্রা পরম শূন্য তাপমাত্রা থেকে গণনা করা হয় তাকে পরম তাপমাত্রা বলে।

পরম তাপমাত্রার স্কেল (Absolute temperature's scale):

যে স্কেল হতে পরম শূন্য তাপমাত্রা গণনা করা হয় তাকে পরম তাপমাত্রার স্কেল বলে। সেন্টিগ্রেড স্কেলে পরম তাপমাত্রার একক হলো কেলভিন আর ফারেনহাইট স্কেলে পরম তাপমাত্রার স্কেল র‍্যাঙ্কিং।

তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের সম্পর্ক :

তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের সম্পর্ককে কাজে লাগিয়ে এক স্কেলকে অন্য স্কেলে রূপান্তর করা যায়। সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইটের দুটি থার্মোমিটার পাশাপাশি রয়েছে। একটা বিশেষ তাপমাত্রায় স্কেলদ্বয়ের পারদের উচ্চতা একই রেখা বরাবর অবস্থান করে যা যথাক্রমে C ও F দ্বারা দেখানো হয়েছে। প্রতিটি স্কেলের পারদের সম্প্রসারিত দৈর্ঘ্য সমান থাকে। উক্ত সম্প্রসারিত দৈর্ঘ্যকে ভিন্ন ভিন্ন সংখ্যায় ভাগ করা হয়। ফলে ভাগগুলোর মধ্যে পার্থক্য বিদ্যমান। তাই মোট দৈর্ঘ্য সমান এবং ভাগ সংখ্যা পৃথক থাকার কারণে প্রত্যেকের মধ্যে সৃষ্ট সম্পর্ক চিত্রসহ দেখানো হলো-



চিত্র-১০.৪: সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইট স্কেলের সম্পর্ক।

সকল স্কেলের ক্ষেত্রে অনুপাতটি সমান। কারণ স্কেলদ্বয়ের মোট দৈর্ঘ্য সমান।

সুতরাং
$$\frac{C}{100 - 0} = \frac{F}{212 - 320}$$

বা,
$$\frac{C}{100} = \frac{F}{180}$$

অতএব,
$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32 \times 5}{9}$$

বা, $$C = \frac{(F-32) \times 5}{9} \qquad \text{.............(2.1)}$$

$$\therefore C = 0.56 \times F - 17.78 \qquad \text{...............(2.2)}$$

আবার,
$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$$

বা, $9xC = 5 \times (F - 32)$

বা, $F - 32 = \frac{9C}{5}$

বা, $F - 32 = 1.8xC$

$\therefore$ $F = 1.8xC + 32$ ....(2.3)

উদাহরণ: ১০.১:

একটি সেন্টিগ্রেড থার্মোমিটার -40° সে. পাঠ দেয়। ফারেনহাইট স্কেলে এর মান কত হবে?

সমাধান- আমরা জানি, $F = 1.8 \ C + 32$

$= 1.8 \times (-40) + 32$

$= -72 + 32$

$= -40^{\circ}F$ (উত্তর)

উদাহরণ: ১০.২:

মানুষের শরীরের স্বাভাবিক উষ্ণতা 98.4° ফাঃ। সেন্টিগ্রেড স্কেলে কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, $C = 0.56F - 17.78$

$= 0.56 \times 98.4 - 17.78$

$= 54.72 - 17.8$

$= 37.324 \ ^{o}C$ (উত্তর)

২০২০

প্রশ্নমালা- ১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। তাপমাত্রার সংজ্ঞা দাও।
২। তাপমাত্রার এসআই এককের নাম লেখ।
৩। সেন্টিগ্রেড বলতে কী বোঝায় ?
৪। $0^{o}C$ সমান কত ডিগ্রি কেলভিন ?
৫। পরম তাপমাত্রা কাকে বলে?
৬। $-273^{o}K$ বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইট স্কেলের সম্পর্ক দেখাও।
৮। পরম তাপমাত্রা নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৯। $30^{o}C=$ কত ^{o}K ?
১০। $-40^{o}C=$ কত ^{o}F ?
১১। সেন্টিগ্রেড ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক দেখাও।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১২। তাপ ও তাপমাত্রার পাঁচটা পার্থক্য লেখ।
১৩। তাপমাত্রার পরম ও সেন্টিগ্রেড স্কেলের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য দেখাও।
১৪। একজন স্বাভাবিক মানুষের শরীরের উষ্ণতা ৩৬.৫ ডিঃ সেঃ। কেলভিন স্কেলে তা কত হবে ?
১৫। ^{o}F ও ^{o}C স্কেলে পানির হিমাংক ও স্ফুটনাংক দেখাও।
১৬। সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইট স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১০

অনুচ্ছেদটি পড়ে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

আজিম রাতের আবহাওয়া বার্তার পর তার পিতার কাছে প্রশ্ন করল, আব্বু সেলসিয়াস কী? পিতা উত্তর করলেন, তাপমাত্রার বহুল ব্যবহৃত একক হলো সেলসিয়াস (^{o}C) যা দ্বারা দৈনন্দিন আবহাওয়ার উষ্ণতা জানা যায়। এই এককের স্কেল হলো সেন্টিগ্রেড। 'কেলভিন'কে সেন্টিগ্রেড স্কেলে পরম তাপমাত্রার স্কেল ধরা হয়। 'কেলভিন'ই SI ইউনিটে তাপমাত্রার একক। বৈজ্ঞানিক লর্ড কেলভিন (Lord Kelvin) বস্তুর পরম তাপমাত্রা পরিমাপ করার জন্য কেলভিন স্কেলটি উদ্ভাবন করেন। সেন্টিগ্রেড স্কেলের $273^{o}C$ সমান $0^{o}K$ কেলভিন ধরা হয়।

১। তাপমাত্রার বহুল ব্যবহৃত এককের নাম কী ?
২। SI বলতে কী বোঝায়?
৩। $0^{o}K$ (কেলভিন)-এর ব্যাখ্যা দাও।
৪। একই চিত্রে কেলভিন ও সেলসিয়াস তাপমাত্রা বিবৃত কর।

অধ্যায়-১১

চাপ (Pressure)

আমরা প্রায়ইশ বলি চাপ দিয়ে কাচ খণ্ডটি ভাঙা হয়েছে এর অর্থ চাপের কারণে কাচ খণ্ডটি ভেঙ্গে গিয়েছে। অর্থাৎ কাঁচের নির্দিষ্ট অংশের উপর বল প্রয়োগ করার কারণে কাচটি ভেঙেছে। সুতরাং উক্ত বল চাপ বল ব্যতীত অন্য কিছু নয়। কাচের এই নির্দিষ্ট অংশের উপর প্রয়োগকৃত বলই চাপ। অর্থাৎ কোন বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর যে পরিমাণ বল কাজ কারে তাই চাপ।

১১.১. চাপ (Pressure):

বায়ুমণ্ডলীয় চাপের অবস্থার উপর ভিত্তি করে আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেওয়া হয়। মানবদেহের রক্তের চাপ দেখে যেমন শারীরিক অবস্থা বোঝা যায়, তদ্রূপ হিমায়ন পদ্ধতির চাপ দেখে তার অবস্থা অনেকাংশ অনুমান করা যায়। তাই হিমায়ন পদ্ধতিতে চাপের গুরুত্ব অসীম। কোন একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রয়োগকৃত বলকে চাপ বলে। চাপের এককগুলো নিম্নরূপ-

১। এসআই পদ্ধতিতে চাপের একক প্যাস্কল (Pascal) । প্যাস্কলের পরিমাণ খুব কম হওয়াতে একে কিলো প্যাস্কেল (Kpa) বা মেগা প্যাস্কল হিসেবে (Mpa) ব্যবহার করা হয়।

২। FPS পদ্ধতিতে একক ক্ষেত্রফলের (বর্গ ইঞ্চি) উপর পাউন্ড এককে চাপের পরিমাণ হিসাব করা হয়। যাকে Pound Per Square Inch ev P. S.ও দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৩। MKS পদ্ধতিতে একক ক্ষেত্রফলের (বর্গসেন্টিমিটার) উপর কিলোগ্রাম (কেজি) এককে চাপের পরিমাণ হিসাব করা হয়। যাকে Kilogram Per Centimeter Square বা Kg/cm^2 দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

১১. ২. চাপের এসআই একক:

একক ক্ষেত্রফলের উপর বলের মাত্রাকে চাপ বলার কারণে চাপ গণনার ক্ষেত্রে একক ক্ষেত্রফলের হিসাব করা হয়। তিন পদ্ধতির চাপ এককের হিসাব প্রক্রিয়া থাকলেও বর্তমানে SI পদ্ধতির একক বেশি ব্যবহার হচ্ছে। Pascle সংক্ষেপে Pa বা কিলো প্যাস্কেল (kpa) চাপের SI পদ্ধতির একক। তবে bar ও চাপের SI পদ্ধতির একক হিসাবে ব্যবহার হয়।

আন্তর্জাতিক সম্মেলনে পৃথিবীব্যাপী SI পদ্ধতিতে চাপের একক হিসেবে N/m^2 or Pa-কে ব্যবহারের সর্বসম্মতি সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। বর্তমানে সর্বত্র এই পদ্ধতির চাপের একক ব্যবহার হচ্ছে। এই এককের সাথে চাপের অন্যান্য এককের সম্পর্ক আছে, যা নিম্নরূপ-

105 N/m^2 ev Pa = 1 bar

আবার, 1 PSI = 6894.76 N/m^2 ev Pa

= $6894.76 \times 10 -5$ bar

= 0.0689476 bar

= 68.476 mbar.

আবার, 1 atm = 101.325Kpa = 14.6959PSI or 14.6959×68.476 mbar.

= 1.01325 bar

= 1.033 Kg/cm^2

= 29.921 inHg

= 76 cmHg

২০২০

চাপের এককসমূহের সম্পর্ক:

1 kg/cm2 = 14.22 PSI

1 bar = 14.55 PSI

1 atm = 14.69 PSI

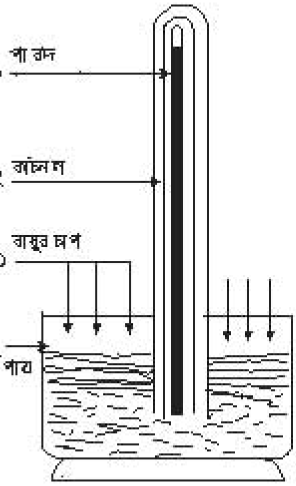
1 PSI = 6.894 kpa

1 kgcm2 = 98 kpa

১১.৩ বায়ুমণ্ডলীয়, গেজ ও পরম চাপ এবং সেগুলোর সম্পর্ক:

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ (Atmospheric Pressure):

বায়ুমণ্ডল ভূপৃষ্ঠে যে চাপ প্রয়োগ করে তাকে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলে। বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বিভিন্ন জায়গায় বিভিন্ন রকমের। সমুদ্র সমতলে এ চাপ সবচেয়ে বেশি। ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে যাওয়া যাবে এ চাপ ততই কমতে থাকে। সমুদ্রপৃষ্ঠে অবস্থিত কোন স্থানের (সমুদ্র সমতলে) বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ১৪.৭২ PSI বা ১.০৩ kg/cm^2.



চিত্র- ১১.১: বায়ুর চাপ নির্ণয়।

গেজ চাপ (Gauge Pressure):

চাপমান যন্ত্র বা Pressure Gauge দ্বারা বায়বীয় কোন বস্তুর যে চাপ পাওয়া যায় তাকে গেজ চাপ বলে।

গেজ প্রেশার ২ ধরনের-

পজিটিভ প্রেশার বা সিম্পল চাপ (Positive Pressure or Simple Pressure): বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বে চাপকে পজিটিভ চাপ বলে।

নেগেটিভ প্রেশার বা ভ্যাকিউয়াম (Negative Pressure or Vacuum): বায়ুমণ্ডলীয় চাপের নিম্নের চাপকে নেগেটিভ প্রেশার বা ভ্যাকিউয়াম বলে।

ভ্যাকিউয়ামের একক:

১. FPS পদ্ধতিতে ইঞ্চি অব মারকারি (Inch of Mercury সংক্ষেপে InHg) মান: -৩০ InHg.

২. মেট্রিক পদ্ধতিতে সেন্টিমিটার অব মারকারি (Centimeter of Mercury সংক্ষেপে CmHg) মান: -76 CmHg.

৩. SI পদ্ধতিতে কেপিএ (kpa) মান:- 101.033kpa বা কম্পাউন্ড গেজে -100 kpa দাগাঙ্কিত থাকে।

চাপের ও ভ্যাকিউয়ামের এককের সম্পর্ক:

ক্রমিক	চাপের একক	ভ্যাকিউয়ামের একক	ভ্যাকিউয়ামের পরিমাণ
১	PSI	inchHg	30
২	Kg/cm2	cmHg	76
৩	Kpa	Kpa	-100
৪	bar	Kpa	-100

২০২০

পরম চাপ (Absolute Pressure):

পরম চাপ হলো এ পদার্থের নিজস্ব চাপ যা প্রেসার গেজ দিয়ে পরিমাপ করা যায় না। তবে গেজের সাহায্যে ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ নিয়ে পরম চাপ পরিমাপ করা হয়। বায়ুমণ্ডলীয় স্বাভাবিক চাপে গেজের নির্দেশিকা শূন্য (০)-তে থাকে। চাপ প্রয়োগ করলে গেজের নির্দেশিকা শূন্যের উপরে যে কোন একটি পাঠ দেয়। এটি হলো, গেজ চাপ। গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমষ্টিকে পরম চাপ বলে।

বিভিন্ন প্রকার চাপের সম্পর্ক: পরম চাপের সংজ্ঞানুসারে পরম চাপ হলো গেজ চাপ ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমষ্টি। অর্থাৎ,

পরম চাপ = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ + গেজ চাপ

অ্যাবসলুট প্রেশার (Pab) = Pat + Pg

বা, অ্যাটমোসফেরিক প্রেশার (Pat) = Pab - Pg = 1.033 kg/ cm2 = 1 bar = 100 Kpa = 14.72 PSIG.

বা, গেজ প্রেশার (Pg) = Pab - Pat.

নিচের টেবিলে সমুদ্র সমতলে চাপমানের সম্পর্ক দেখানো হলো-

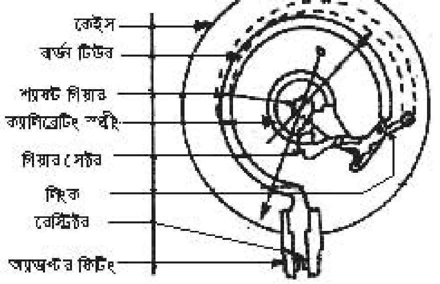
ক্রমিক	মিটার পাঠ		
	প্রেশার গেজ	ম্যানোমিটার	ব্যারোমিটার
১	নির্দেশিকা	পানির স্তম্ভ	পারদ স্তম্ভ
২	1.033 kg/ cm2 = 1 bar = 100 KN/m²	১০.৩ মিটার	৭৬ সেমি
৩	14.72 PSIG	৩৪ ফুট	২৯.৯২ ইঞ্চি

১১.১: বিভিন্ন প্রকার চাপের সম্পর্কের টেবিল

১১.৪. চাপ পরিমাপক যন্ত্র (Pressure Gauge):

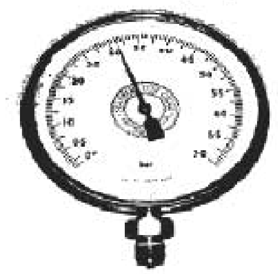
চাপ পরিমাপক যন্ত্রের প্রধান অংশসমূহ নিম্নরূপ-

যে যন্ত্রের সাহায্যে বায়বীয় পদার্থের চাপ পরিমাপ করা হয় তাকে চাপ পরিমাপক বা চাপমান যন্ত্র বলে। চাপমান যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বের চাপ পরিমাপ করা যায়। সাধারণত তিন প্রকারের চাপমান যন্ত্র ব্যবহার করা হয়ে থাকে।



চিত্র- ১১.২: প্রেশার গেজের বিভিন্ন অংশে।

হাইপ্রেশার গেজ (High Pressure Gauge):



চিত্র- ১১.৩: হাইপ্রেশার গেজ।

এ গেজের সাহায্যে বায়বীয় পদার্থের বায়ুমণ্ডলীয় চাপের উর্ধ্বে চাপ পরিমাপ করা হয়। এতে চাপমানের একটি স্কেল থাকে। তবে বেশি স্কেলও থাকতে পারে। এই গেজ দিয়ে সর্বদা বায়ুমণ্ডলীয় চাপ অপেক্ষা বেশি চাপ পরিমাপ করতে হয়। এর স্কেলে ০ থেকে শুরু করে বিভিন্ন সংখ্যামান উল্লেখ থাকে। এর স্কেলে কোন নেগেটিভ সংখ্যামান লিপিবদ্ধ থাকে না।

২০২০

কম্পাউণ্ড বা লো প্রেশার গেজ (Compound or low pressure Gauge):

যে চাপ পরিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের ঊর্ধ্বের ও নিম্নের চাপ পরিমাপ করা হয় তাকে কম্পাউণ্ড বা লো প্রেশার গেজ বলে। এতে চাপমানের অবশ্যই দুটি স্কেল থাকে। একটি স্কেল পজিটিভ চাপ মাপতে এবং অপর মাপটি নেগেটিভ চাপ বা ভ্যাকিউয়াম মাপতে ব্যবহার করা হয়। ভ্যাকিউয়াম স্কেলটি সাধারণত ০ হতে ৩০ (inHg) ইঞ্চি অব মারকারিতে অথবা ০ হতে ৭৬ cmHg বা ০ হতে ১০০ kpa দাগ কাটা থাকে। হাইপ্রেশার মাপতে সাধারণতঃ ০ থেকে ১৫০০ KPa পর্যন্ত দাগ কাটা থাকে।

চিত্র- ১১.৪: কম্পাউন্ড লো প্রেশার গেজ।

কম্বিনেশন গেজ (Combination Gauge):

চিত্র-১১.৫: কম্বিনেশন গেজ।

যে চাপমান যন্ত্রে একই প্রকার চাপের মান ২ বা ততোধিক ভিন্ন প্রকার এককে প্রকাশ করা থাকে তাকে কম্বিনেশন গেজ বলে। এ প্রকার গেজে PSI ও N/cm2 অথবা PSI, N/cm2 ও বার (Bar) এককের মান একত্রে এ গেজের স্কেল লিপিবদ্ধ করা থাকে। অর্থাৎ এ গেজের সাহায্যে চাপের পরিমাণ দুই বা ততোধিক ভিন্ন ভিন্ন এককে তুলনামূলকভাবে পাওয়া যায়।

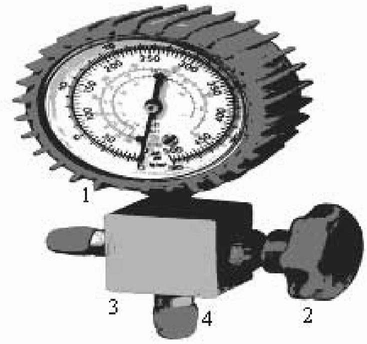
গেজ মেনিফোল্ড (Gauge Manifold):

গেজকে ব্যবহার করার জন্য ধাতুর নির্মিত বিশেষভাবে তৈরি এক প্রকার উপাংশ প্রয়োজন হয়। এতে একাধিক পোর্ট থাকে। একটি পোর্টে খাঁচের মাধ্যমে গেজকে আটকানো হয়। এর সাথে হোস পাইপ লাগানো পোর্ট (Port) থাকে। গেজ মেনিফোল্ড প্রধান ২ ধরনের হয়ে থাকে।

(ক) সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড :

এতে একটি মাত্র গেজ লাগানোর ব্যবস্থা (পোর্ট) থাকে।

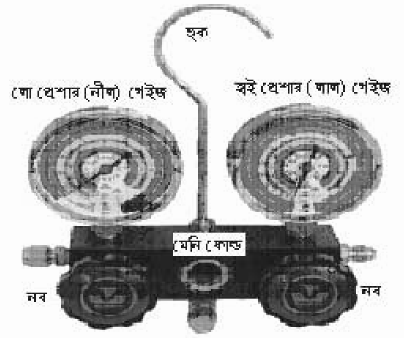
চিত্রে- ১. গেজ, ২. নব, ৩. বডি, ৪. পোর্ট।



চিত্র-১১.৬: সিঙ্গেল গেজ মেনিফোল্ড।

(খ) ডাবল গেজ মেনিফোল্ড (Double Gauge Manifold):

এতে দুটি গেজ লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। এ টি হুক, লো প্রেশার (নীল) গেজ, হাইপ্রেশার (লাল) গেজ, ডাবল মেনি ফোল্ড, ক্লু নব, ওয়াশার, প্যাকিং ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।



চিত্র-১১.৭: ডাবল গেজ মেনিফোল্ড।

১১.৫. রিফ্রিজারেন্টের উপর চাপের প্রভাবঃ

পদার্থের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন একে অপরের উপর নির্ভশীল এবং প্রভাব বিস্তার করে। ফলে হিমায়ন চক্রে রিফ্রিজারেন্টের ঘনীভবন ও বাষ্পীভবন কাজে চাপের প্রভাব পরিলক্ষিত হয়, যা নিম্নরূপ-

ঘনীভবনের (Condensation) সময় চাপের প্রভাবঃ

যে প্রক্রিয়ায় বাষ্পীয় পদার্থ ঘনীভূত হয় তাকে ঘনীভবন বলে। ঘনীভবনের সময় উচ্চচাপের গ্যাস তাপ ছেড়ে দেয় এবং ঘনীভূত হয়। বৈশিষ্ট্যানুযায়ী ঘনীভবনের জন্য প্রয়োজন বাষ্পীয় রিফ্রিজারেন্টকে উচ্চচাপে সংকুচিত হওয়া। কমপ্রেশরের সাহায্যে উচ্চচাপে তা সংকুচিত হয় এবং চাপ অপরিবর্তিত রেখে কন্ডেন্সারের মাধ্যমে তাপ অপসারণ করত তরলে রূপান্তরিত হয়।

বাষ্পীভবনের (Evaporation) সময় চাপের প্রভাবঃ

যে পদ্ধতিতে তরল পদার্থ বাষ্পে পরিণত হয় তাকে বাষ্পীভবন বলে। বাষ্পীভবনকালে তরল পদার্থ নিম্নচাপে প্রচুর সুপ্ততাপ শোষণ করে। ফলে ঐ এলাকা শীতল হয়। বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজন তরল রিফ্রিজারেন্টকে নিম্নচাপে সম্প্রসারিত হওয়া। নিয়ন্ত্রকের সাহায্যে নিম্নচাপে তা ইভ্যাপরেটরে সম্প্রসারিত হয় এবং প্রচুর সুপ্ততাপ শোষণ করত সম্পৃক্ত বাষ্পে রূপান্তরিত হয়। তরলের উপরে চাপ কমলে তার স্ফুটনাংক কমে। রিফ্রিজারেন্ট তরলে রূপান্তরের জন্য উচ্চ এবং বাষ্পে রূপান্তরের জন্য নিম্নচাপের প্রয়োজনীয়তা অপরিহার্য ।

তাপমাত্রা, চাপ এবং বাষ্পীভবনের সম্পর্কঃ

পানি ও অন্যান্য আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও বাষ্পীভবনের মধ্যে সম্পর্ক রয়েছে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে সমুদ্র সমতলে স্বাভাবিক বায়ুর চাপ (1.03kg/cm2) সবচেয়ে বেশি এবং এখানে পানি 1000c তাপমাত্রায় ফুটে। সমুদ্র সমতল হতে ১০০০ মিটার উপরে গেলে বায়ুর চাপ 0.1kg/cm2 কমে যায় এবং Boiling Point 40c কমে যায়। পক্ষান্তরে চাপ বেড়ে গেলে বাষ্পীভবনের তাপমাত্রাও বেড়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ ৩০০০ মিটার উপরে বায়ুর চাপ 0.7kg/cm2. উক্ত চাপে 440c তাপমাত্রায় পানি বাষ্পীভূত হয়। অপরদিকে চাপ দ্বিগুণ হলে 1200C তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হবে। Vacuum তথা 0.00952PSI চাপে পানি 50C উষ্ণতায় বাষ্পীভূত হয়।

বাষ্পীভবনের সময়—> চাপ বাড়লে তাপমাত্রাও বাড়ে অথবা তাপমাত্রা বাড়লে চাপও বাড়ে।

বাষ্পীভবনের সময়—> চাপ কমলে তাপমাত্রা কমবে অথবা তাপমাত্রা কমলে চাপ কমবে। ২০২০

প্রশ্নমালা-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। চাপ কী?
২। চাপের ২টি এককের নাম লেখ।
৩। PSI এর পূর্ণ নাম কী ?
৪। SI পদ্ধতিতে সমুদ্র সমতলে চাপের পরিমাণ কত ?
৫। লো প্রেশার কাকে বলে ?
৬। ঘণীভবন কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। $1.033\ kg/cm^2$ দ্বারা কী বোঝায়?
৮। Pat + Pg বলতে কী বোঝায় ?
৯। PSIG বলতে কী বোঝায় ?
১০। বাষ্পীভবন কেন ঘটে ?
১১। প্রেশার গেজ কাকে বলে ? উহা কত প্রকার ও কী কী ?
১২। পরম চাপ বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৩। বাষ্পীভবন ও ঘণীভবনের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
১৪। রিফ্রিজারেন্ট ঘণীভবন ও বাষ্পীভবনে চাপের প্রভাব বর্ণনা কর।
১৫। বিভিন্ন প্রকার চাপ এককের সম্পর্ক দেখাও।
১৬। একটি প্রেশার গেজের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
১৭। কম্পাউন্ড ও কম্বিনেশন গেজের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১১

অনুচ্ছেদটি পড়ার পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রয়োগকৃত বলকে চাপ বলে। হিমায়ন কাজে এই চাপের ভূমিকা অসীম। পদার্থের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন একে অপরের নির্ভরশীল এবং প্রভাব বিস্তার করে। ফলে হিমায়ন কাজে রিফ্রিজারেন্টের উপর চাপের বেশ প্রভাব পরিলক্ষিত হয়। ইভ্যাপরেটরে নিম্ন চাপে তরল হিমায়ক বাষ্পে পরিণত হয় এবং উচ্চ চাপে কণ্ডেন্সারে বাষ্পীয় হিমায়ক তরলে পরিণত হয়।

১। গেইজ চাপ বলতে কী বোঝায়?

২। হিমায়ন কাজে রিফ্রিজারেন্টের উপর কী কী নিয়ামকের প্রভাব পরিলক্ষিত হয় ?

৩। পদার্থের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন একে অপরের নির্ভরশীল কেন ? ব্যাখ্যা কর।

৪। চাপের প্রভাবে রিফ্রিজারেন্ট প্রভাবিত হয়-স্বপক্ষে যুক্তি উপস্থাপন কর।

২০২০

অধ্যায়- ১২

বিদ্যুৎ (Current)

তড়িৎ আধুনিক সভ্যতার ভিত্তি ও চাবিকাঠি। তড়িতের সাহায্যে কলকারখানা, যানবাহন, মোটর , ফ্যান, কম্প্রেসরসহ বিভিন্ন মোটর ইত্যাদি চলে। শুধু তাই নয় আলোক সজ্জা, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন, রেডিও, টেলিভিশন, কম্পিউটার, রোবট, ইন্টারনেট, ই-মেইল ইত্যাদিও বিদ্যুৎ দ্বারা চালিত হয়। তড়িৎ এক প্রকার শক্তি যাকে অন্য শক্তিতে (বিদ্যুতে) রূপান্তরের মাধ্যমে কাজ করা যায়।

১২.১. বিদ্যুৎ আবিস্কারের ইতিহাসঃ

খ্রিষ্ট জন্মের ছয়শত বছর পূর্বে গ্রীক দার্শনিক স্মীথ থেল্‌স লক্ষ করেন যে, যখন কোন লোমশ বর্ম দ্বারা অ্যাম্বরকে (Amber যা পাইন গাছের শক্ত আঠা) ঘর্ষণ করা হয় তখন তুষের ছোট ছোট টুকরাকে অন্বর আকর্ষণ করে। তিনি ধারণা করেন লোমশ বর্ম ঘর্ষণের ফলে উৎপন্ন অদৃশ্য শক্তি তুষের টুকরাকে আকর্ষণ করে। এ অদৃশ্য শক্তিকে তড়িৎ বলে। সাধারণতঃ উৎপন্ন স্থানেই অবস্থান করে এ বিদ্যুৎ ধ্বংস হয় তাই একে স্থির বিদ্যুৎ বলা হয়। ১৬০০ খ্রিস্টাব্দে ডঃ গীলবার্ট (Dr. Gilbert) পরীক্ষার মাধ্যমে দেখেন শুধু অ্যাম্বর নয় বরং কাঁচ, রাবার, গাটা পাচার, এবোনাইট, গন্ধক, ইত্যাদি ঘষলেও পূর্বরূপ ক্রিয়া সংঘটিত হয়। এপ্রক্রিয়াকে তড়িতাহিতকরণ বলে। যে বস্তুতে তড়িৎ আহিত হয় তাকে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ গ্রস্থ বা আহিত বা চার্জিত বস্তু বলে।

আধান বা চার্জ (Charge):

যার কারণে কোন বস্তুতে স্থির তড়িৎ বা তড়িৎ ক্ষেত্রের সঞ্চার হয় এবং যার গতিতে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বকত্বের সৃষ্টি হয় তাকে আধান (Charge) বলে। ১৭৩৩ খ্রিষ্টাব্দে ফরাসী বিজ্ঞানী C.F.Du.Fay প্রমাণ করেন বিভিন্ন বস্তু হতে উৎপন্ন চাজের্র প্রকৃতি এক রকম নয়। একটা অপরটার বিপরীত। তাই চার্জ ২ প্রকার যথা-

১। ধনাত্বক চার্জ (Positive Charge).

২। ঋণাত্বক চার্জ (Negative Charge).

তড়িতের ইলেক্ট্রন মতবাদ :

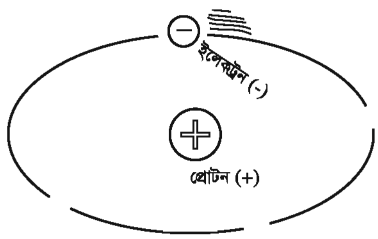
ইলেকট্রন, প্রোটনের ও নিউট্রন পরমাণুর তিনটি স্থায়ী কনিকা। স্বাভাবিক অবস্থায় কোন পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকায় উহা তড়িৎ নিরপেক্ষ হয়। তবে পরমাণুর বাহিরের কক্ষ পথে মুক্ত ইলেক্ট্রন থাকাতে অন্য পরমাণুর ইলেক্ট্রনের প্রতি আসক্তি থাকে। যার আসক্তি বেশি ঘর্ষণের ফলে অপরটি হতে ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক চার্জে আহিত হয় এবং যে পদার্থ ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে সেটি ধনাত্মক চার্জিত হয়। চাজের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ নীতি-

১. চাজের্র আকর্ষণ নীতিঃ বিপরীত ধর্মী চার্জ পরস্পরকে আকর্ষণ করে ।

২. চাজের্র বিকর্ষণ নীতিঃ সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে ।

গ্রীক শব্দ ইলেকট্রন (Electron) এর অর্থ অ্যাম্বর বা "সোলেমানী পাথর" । এ ইলেকট্রোন শব্দ থেকে ইলেকট্রিসিটি (Electricity) কথাটা এসেছে। পরিবাহীতে ইলেকট্রন প্রবাহকে Electricity বলে। একে Electric Charge বা তড়িৎ আধান বা আধানের সঞ্চারও বলা হয়। তড়িৎ মূলতঃ এক ধরনের অদৃশ্য শক্তি। পদাথের্র পরমাণু Electron, Proton & Neutron নামের তিনটি কণিকা দ্বারা গঠিত। পরমাণুর ইলেকট্রোন ও প্রোটনকে যথাক্রমে নেগেটিভ চার্জ এবং পজেটিভ চার্জ বহণ করে। নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ইলেক্ট্রন ঘুরতে থাকে। পরমাণুর একটি ইলেকট্রোন ও প্রোটনকে ন্যুনতম চার্জ বহণ করে। এ চার্জের পরিমাণ 1.602×10^{-19}. নিউক্লিয়াস বা প্রোটন সমন্বিত কেন্দ্রের বাইরে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের ফলে যে শক্তি সঞ্চয় হয়, তাই বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিসিটি।

কম মাত্রার ইলেকট্রনসমূহ বেশি মাত্রার প্রোটনের দ্বারা আকৃষ্ট হবার ফলে তা প্রবাহিত হয়। এ প্রবাহের ইচ্ছা বা প্রতিক্রিয়াকে পটেনশিয়াল ডিফারেন্স (PD) বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজ বলা হয়। মূলত পদার্থের ইলেকট্রন প্রবাহকে বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিসিটি বলে এবং চার্জ প্রবাহের পরিবর্তনের হারকে ইলেকট্রিক কারেন্ট বলা হয়। বিদ্যুৎ দু'প্রকার। যথা-



চিত্র- ১২.১: অণুতে ইলেক্ট্রন ও প্রোটন।

১. স্থির বা ঘর্ষণ বিদ্যুৎ (Statical or Frictional Current) ও
২. চল বিদ্যুৎ (Dynamical Current or Electric Current)।

১২.২. স্থির বিদ্যুৎ ও চল বিদ্যুৎ বর্ণনা:

স্থির বিদ্যুৎ:

যে বিদ্যুৎ ঘর্ষণের সময় বস্তুর পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ প্রোটনের দ্বারা আকৃষ্ট হবার ফলে উৎপন্ন হয় এবং স্থান পরিবর্তন করতে না পারার কারণে উৎপত্তিস্থলেই ধ্বংস হয় তাকে স্থির বিদ্যুৎ বলে। স্থির বিদ্যুৎ মূলত ঘর্ষণের ফলে সৃষ্টি হয় বিধায় একে ঘর্ষণ বিদ্যুৎ (Frictional Electricity) বলা হয়।

বিদ্যুৎ বীক্ষণ যন্ত্র (Electroscope):

যে যন্ত্রের সাহায্যে চার্জের অস্তিত্ব, প্রকৃতি ও পরিমাণ জানা যায় তাকে বিদ্যুৎবীক্ষণ যন্ত্র বলে। এটি দু'প্রকার, যথা-

১। শোলা বল বিদ্যুৎবীক্ষণ যন্ত্র (Pith-ball Electroscope),
২। স্বর্ণপাত বিদ্যুৎবীক্ষণ যন্ত্র (Gold-leaf Electroscope),

পদার্থকে তিন উপায়ে চার্জ বা আধানগ্রস্ত করা যায়-

১। ঘর্ষণের দ্বারা, ২। পরিবহন দ্বারা, ৩। আবেশ দ্বারা।

তড়িৎ আবেশ (Electric induction):

কোন একটি চার্জিত বা আবেশী বস্তুকে একটি অচার্জিত বস্তুর নিকট এনে চার্জিত বস্তুর প্রভাবে চার্জহীন বস্তুকে চার্জিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে। প্রভাবিত বস্তুকে আবিষ্ট বস্তু বলে।

কুলম্বের সূত্রঃ

কোন নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দুর চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের (F) মান চার্জ দুটির (q_1 ও q_2) গুণফলের সমানুপাতিক এবং মধ্যবর্তী দূরত্বের (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং বল চার্জ দুটির সংযোজক রেখা বরাবর কাজ করে।

$$F \alpha \frac{q_1 . q_2}{d^2}$$

বা, $F = k \frac{q_1 . q_2}{d^2}$ (এখানে k একটি ধ্রুবক)

তড়িৎ ক্ষেত্র (Electric Field):

কোন চার্জিত বস্তুর চারদিকে যে এলাকাব্যাপী চার্জের তীব্রতা থাকে ঐ অঞ্চলকে চার্জিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।

তড়িৎ বা তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য (Electric or Electric Field Intensity):

কোন বিন্দুতে একক আধান চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িৎ ক্ষেত্রের বা তড়িৎ প্রাবল্য বলে।

তড়িৎ বলরেখা (Electric lines of Force):

তড়িৎ বলরেখা চুম্বক বলরেখার অনুরূপ তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যস্থ বলরেখা। তড়িৎ ক্ষেত্রের মুক্ত একক চার্জ যে কাল্পনিক পথে চলে তাকে তড়িৎ রেখা বলে।

তড়িৎ ফ্লাক্স (Electric Flux):

কোন তল বা পৃষ্ঠের ভেতর দিয়ে যতগুলো তড়িৎ বলরেখা অতিক্রম করে তাকে তড়িৎ ফ্লাক্স বলা হয়। একে (ϕ)ফাই দ্বারা প্রকাশ করা হয়। তড়িৎ ক্ষেত্র যখন অভিলম্বের সাথে সমান্তরাল হয় তখন তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক হয়। আর তড়িৎ ক্ষেত্র যখন অভিলম্বের সাথে উল্লম্ব (সমকোণ) হয় তখন তড়িৎ ফ্লাক্স শূন্য হয়।

তড়িৎ বিভব (Electric Potential):

যে তড়িৎ অবস্থার দ্বারা দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যে চার্জের আদান-প্রদান নির্ধারিত হয় তাই তড়িৎ বিভব। অসীম দূর হতে একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজের প্রয়োজন হয় তাকে উক্ত ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুর বিভব বা তড়িৎ বিভব বলে। একে V দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

বিভব পার্থক্য (Potential Difference):

তড়িৎ ক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর মধ্যে তড়িৎ বিভবের ব্যবধান বা বৈষম্যকে বিভব পার্থক্য বলে। অথবা তড়িৎ ক্ষেত্রের এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জকে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে ঐ দুই বিন্দুর মধ্যকার বিভবের ব্যবধান বা বৈষম্য বা পার্থক্য (ΔV) বলে।

বিদ্যুৎ (Current):

বিদ্যুৎ এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি যা তরল পদার্থ বা গ্যাসের মতো প্রবাহিত হয়। যে কোন ধাতু বা ধাতুর তৈরি তারের (পরিবাহীর) ভিতর দিয়ে ইলেকট্রনের প্রবাহের হারকে ইলেকট্রিক কারেন্ট বলে।

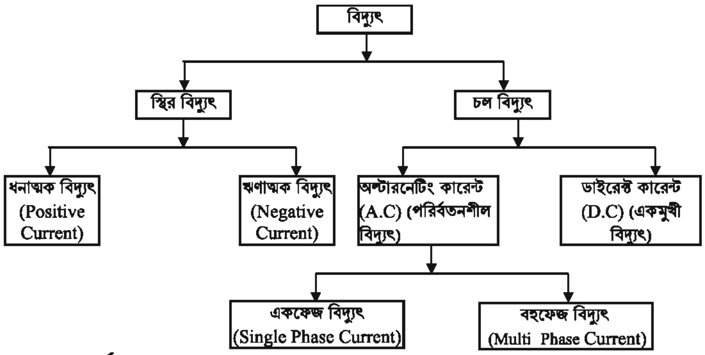
অ্যাম্পিয়ার (Ampere): কারেন্টের একক হলো অ্যাম্পিয়ার। এক ওহম রেজিস্ট্যান্সের পরিবাহীর মধ্যে এক ভোল্ট চাপের জন্য যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার ধরা হয়।

চল বিদ্যুৎ (Current):

যান্ত্রিক বা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন যে বিদ্যুৎ প্রবাহ কন্ডাক্টর বা সার্কিটের মাধ্যমে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় প্রবাহিত হতে পারে তাকে চল বিদ্যুৎ বলে। এ ধরনের বিদ্যুতের উৎস ব্যাটারি এবং বৈদ্যুতিক জেনারেটর বা অল্টারনেটর বা বিদ্যুৎ প্লান্ট। চল বিদ্যুতে ইলেকট্রন প্রবাহ কারেন্ট প্রবাহের বিপরীতে হয়। লাইট, পাখা, রিফ্রিজারেটর, এয়ার-কন্ডিশনার ইউনিট প্রভৃতি এ বিদ্যুৎ দ্বারা পরিচালিত হয়। ইলেকট্রিক কারেন্টের পরিমাপক যন্ত্রের নাম আম্পিয়ার মিটার (Ampere Meter)।

১২.৩. বৈদ্যুতিক কারেন্টের শ্রেণিবিভাগঃ

প্রকৃতি, সরবরাহ ব্যবস্থা ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে বৈদ্যুতিক কারেন্টের শ্রেণিবিন্যাস করা হয়। সে প্রেক্ষিতে বৈদ্যুতিক কারেন্টের শ্রেণিবিভাগ হলো-



বিভিন্ন প্রকার বিদ্যুতের বর্ণনাঃ

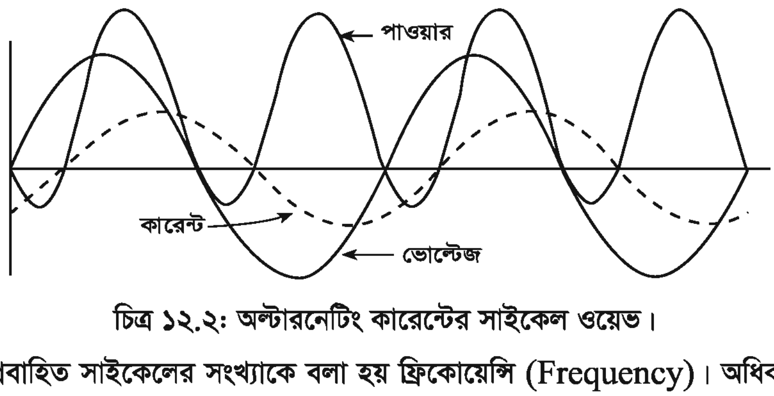
অল্টারনেটিং কারেন্ট (Alternating Current): যে বিদ্যুৎ পরিবাহীতে প্রবাহিত হবার সময় মান ও দিক পরিবর্তন করে তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে। একে সংক্ষেপে A.C লিখে প্রকাশ করা হয়।

ডাইরেক্ট কারেন্ট (Direct Current): যে বিদ্যুৎ পরিবাহিতে প্রবাহিত হবার সময় দিক পরিবর্তন না করে একই দিকে প্রবাহিত হয় তাকে অপরিবর্তনীয় বিদ্যুৎ বা ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে। একে সংক্ষেপে DC দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একফেজ কারেন্ট (Single Phase Current): যে সমস্ত অল্টারনেটিভ বিদ্যুৎ সরবরাহের ক্ষেত্রে একটা ফেজ তার (Wire) ও একটা নিউট্রাল তার থাকে তাকে সিঙ্গেল ফেজ এসি কারেন্ট বলে।

থ্রি ফেজ কারেন্ট (Three Phase Current): যে সমস্ত অল্টারনেটিং বিদ্যুৎ সরবরাহে তিনটা ফেজ এবং একটা নিউট্রাল অথবা শুধু তিনটা ফেজ তার থাকে তাকে থ্রি ফেজ কারেন্ট বলে।

সাইকেল বা ফ্রিকোয়েন্সি: অল্টারনেটিং কারেন্ট কন্ডাক্টরের মাধ্যমে প্রবাহিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট সময় অন্তর দিক পরিবর্তন করে। কারেন্টের এ দিক পরিবর্তনকে সাইকেল (Cycle) বলে।



চিত্র ১২.২: অল্টারনেটিং কারেন্টের সাইকেল ওয়েভ।

প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত সাইকেলের সংখ্যাকে বলা হয় ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency)। অধিকাংশ ক্ষেত্রে ৫০ সাইকেলে বিদ্যুৎ সৃষ্টি হয়। এক সেকেন্ডে এ বিদ্যুৎ ৫০টি পূর্ণ সাইকেল সৃষ্টি করে। উন্নত বিশ্বে ৬০ সাইকলের বিশিষ্ট বিদ্যুৎ ব্যবস্থা রয়েছে।

২০২০

প্রশ্নমালা-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। স্থির বিদ্যুৎ কাকে বলে ?

২। চল বিদ্যুৎ বলতে কী বোঝায় ?

৩। ইলেক্ট্রন ও প্রোটনের সংজ্ঞা দাও।

৪। নিউক্লিয়াসের কয়টি অংশ ও কী কী ?

৫। বিভব ও বিভব পার্থক্য বলতে কী বোঝায়?

৬। চার্জ কাকে বলে ?

৭। AC ও DC এর পূর্ণ নাম লেখ।

৮। বিভব পার্থক্যের একক কী?

৯। অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা দাও।

১০। চার্জ কত প্রকার ও কী কী?

১১। কে এবং কত সালে চার্জের প্রকৃতির বিভিন্নতা প্রমাণ করেন?

১২। তড়িৎ বলরেখা, তড়িৎ প্রাবল্য ও তড়িৎ ক্ষেত্রের সংজ্ঞা দাও।

১৩। পরমাণুর একটি ইলেকট্রোন ও প্রোটন নূনতম কত চার্জ বহন করে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১৪। চার্জের নীতি বর্ণনা কর।

১৫। স্থির তড়িৎ উৎপাদন কৌশল আলোচনা কর।

১৬। স্থির ও চল বিদ্যুতের পার্থক্য দেখাও।

১৭। তড়িৎ ফ্লাক্স বলতে কী বোঝায় ?

১৮। বিদ্যুৎ ও তড়িতের মধ্যে পার্থক্য লেখ ?

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১৯। বিদ্যুৎ আবিষ্কারের ইতিহাস সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

২০। তড়িৎ আবেশের বৈশিষ্ট্যগুলো লিপিবদ্ধ কর।

২১। স্বর্ণপাত বিদ্যুৎ বীক্ষণ যন্ত্রের বর্ণনা দাও।

২২। বিদ্যুৎ কী ? এর শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।

২৩। বিদ্যুতের ইলেক্ট্রন মতবাদ ব্যাখ্যা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ১২:

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

বিদ্যুৎ এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি। খ্রিষ্টপূর্ব ছয়শত বছর পূর্বে গ্রিক দার্শনিক স্মিথ থেলস্ লক্ষ করেন যে, লোমশ বর্ম দ্বারা অম্বরকে ঘষলে অম্বর তুষকে আকর্ষণ করে এবং চুল আঁচড়ানোর পর রাবারের চিরুনি কাগজের টুকরাকে আকর্ষণ করে। তিনি ভাবলেন, ঘর্ষণের ফলে ওতে সৃষ্ট অদৃশ্য শক্তির কারণে এরূপ ঘটেছে। এ অদৃশ্য শক্তিকে বিদ্যুৎ বা স্থির তড়িৎ বলে। এ তড়িৎ যেখানে সৃষ্টি সেখানেই ধ্বংস হয় বলে একে স্থির বলা হয়। তবে চল বিদ্যুৎ স্থানান্তর হয়।

১। স্থির তড়িৎ আবিষ্কার করেন কে ?

২। বিদ্যুৎ কত প্রকার ও কী কী ?

৩। স্থির তড়িৎ সৃষ্টির রহস্য বর্ণনা কর।

৪। বিদ্যুতের ইলেকট্রনিক মতবাদ ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায়-১৩

ওহমের সূত্র (Ohom's Law)

চাপের সাহায্যে পাম্প থেকে উৎস হতে পাইপ লাইনের মাধ্যমে তরলকে নির্দিষ্ট স্থানের দিকে প্রবাহ সৃষ্টি করে তদ্রূপ ব্যাটারি বা অন্য কোন তড়িৎ উৎস পরিবাহীর মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। পাম্পের চাপ যত বেশি হয় তরলের প্রবাহও তত বেশি হয়। অনুরূপভাবে তড়িৎ উৎসের তড়িচ্চালক বল যত বেশি হবে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রাও তত বেশি হবে।

১৩.১. ওহমের সূত্রঃ

ভোল্টেজের কারণে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। তড়িৎ চালক বলই হলো ভোল্টেজ বা বিভব পার্থক্য (V) এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা হলো কারেন্ট (I)। এ কারেন্ট হলো ভোল্টেজের সামানুপাতিক।

অর্থাৎ $I \alpha V$.

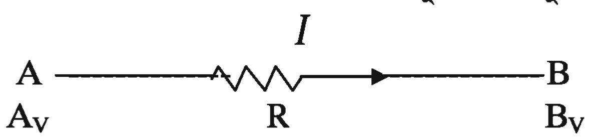
পাইপের প্রবাহমাত্রা শুধু পাম্পের উপর নির্ভরশীল না হয়ে পাইপের দৈর্ঘ্য, ব্যাসা ইত্যাদির উপর নির্ভর করে। পাম্পের চাপ স্থির থাকলেও পাইপ লাইন লম্বা ও সরু (বাধা) হবার কারণে তরল প্রবাহমাত্রা কমে যায়। অনুরূপভাবে বৈদ্যুতিক বর্তনীতেও পরিবাহীর অবস্থা ও প্রকৃতির কারণে বাধাগ্রস্ত হয়ে প্রবাহমাত্রা কমে যায়। এ বাধাকে রোধ বা রোধক (Resistance) বলে যাকে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এ বাধা কারেন্টের সাথে উল্টানুপাতিক।

অর্থাৎ $I \alpha \frac{1}{R}$

বর্ণিত তথ্যের উপর ভিত্তি করে ১৮২৬ খ্রিষ্টাব্দে বৈজ্ঞানিক জর্জ সাইমন ওহম (George Simon ohm) রোধক (Resistance), বিদ্যুৎ প্রবাহ (Current) ও বৈদ্যুতিক চাপ (Voltage) এর মধ্যে একটা গাণিতিক সম্পর্ক সৃষ্টি করেন। এ সম্পর্কটি ওহমের সূত্র (Ohm's law) নামে পরিচিতি।

ওহমের সূত্রটির সংজ্ঞাঃ স্থির তাপমাত্রায় কোন বিদ্যুৎ পরিবাহীর ভিতর দিয়ে যে বৈদ্যুতিক কারেন্ট (I) প্রবাহিত হয় তা ঐ পরিবাহীর দুইপ্রান্তের বৈদ্যুতিক বিভব বৈষম্যের (V) সাথে সমানুপাতিক এবং ঐ পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্সের (R) সাথে উল্টানুপাতিক।

ব্যাখ্যাঃ চিত্রে A B একটি পরিবাহী, A ও B প্রান্তের বিভব যথাক্রমে Av ও Bv . যদি Av > Bv হয়, তবে বিভব পার্থক্য Av - Bv = V. ফলে A থেকে B বিন্দুর দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে।



চিত্র- ১৩.১ঃ পরিবাহীতে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রোধের অবস্থা।

চিত্রে ওহমের সূত্রানুসারে, $I \alpha (A_V - B_V)$.

বা, $I \alpha V$.

বা, $I = GV$.---------------------- (১)

এখানে G হলো সামানুপাতিক ধ্রুবক যাকে পরিবাহিতা (Coductance) বলে। G এর বিপরীত রাশিকে বলা হয় রোধক।

অর্থাৎ $G = \frac{I}{V}$ বা, $\frac{I}{V} = G$ -------------(২)

২০২০

গাণিতিকভাবে সূত্রটি, $I \alpha \frac{V}{R}$

বা, $I = \frac{V}{R}$ Amps যখন তাপমাত্রা স্থির থাকে।

১৩.২ ওহমের সূত্রের বর্ণনা :

গাণিতিক সমাধান এরূপ যে,
যদি বর্তনীর কারেন্ট (I) সরবরাহ ভোল্টেজ (V) বর্তনীর রেজিস্ট্যান্স (R) হয় এবং তাপমাত্রা (T) স্থির থাকলে, ওহমের সূত্রের প্রথমাংশ অনুসারে-

$I \alpha V$ যখন R অপরিবর্তিত থাকে। ....(i)

ওহমের সূত্রের দ্বিতীয়াংশ অনুসারে-

$I \alpha \frac{1}{R}$ যখন V অপরিবর্তিত থাকে। .... (ii)

সমীকরণ i ও ii কে সমন্বয় করে $I \alpha \frac{V}{R}$ যখন V ও R পরিবর্তনশীল থাকে। .... (i ও ii)

বা, $I = K.\frac{V}{R}$ যখন K একটা ধ্রুব সংখ্যা,

১ ওহম রেজিস্ট্যান্সের কোন বর্তনীর মধ্যে দিয়ে ১ ভোল্ট (Volt) বৈদ্যুতিক চাপে ১ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হলে K এর মান ১ হবে। অর্থাৎ K = I

$$I = \frac{V}{R}$$
$$\text{or, } V = IR$$
$$\text{or, } R = \frac{V}{I}$$

সুতরাং ওহমের সূত্রটি গাণিতিকভাবে দাঁড়ায় $I = K\ \frac{V}{R}$ যখন K ধ্রুবক।

$\therefore I = \frac{V}{R}$ যখন K এর মান ১।

অতএব, ওহমের সূত্রানুসারে, $I = \frac{V}{R}$ Amps

বা, V = IR Volt

বা, $R = \frac{V}{I}$ Ohms

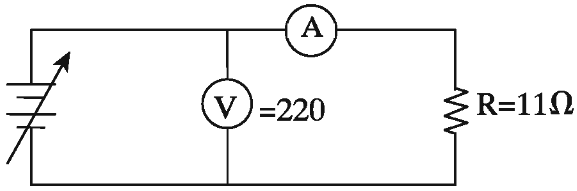
২০২০

১৩.৩. নির্দিষ্ট লোডে ওহমের সূত্রের প্রমাণঃ

ওহমের সূত্রানুসারে স্থির তাপমাত্রায় একই লোডের ক্ষেত্রে ভোল্টেজ পরিবর্তনের সাথে সার্কিটের বিদ্যুৎ প্রবাহ সমানুপাতিকভাবে পরিবর্তিত হবে। নিচের উদাহরণদ্বয়ের মাধ্যমে বক্তব্যের সত্যতা প্রমাণ করা হলো-

১ম চিত্রে,

পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ = ২২০ ভোল্ট,
রোধ (নির্দিষ্ট লোড) = ১১ ওহম,
ভোল্ট মিটারে নির্দেশিত ভোল্ট = ২২০ ভোল্ট,
অ্যাম্পিয়ার মিটারে নির্দেশিত বিদ্যুৎ = ২০ অ্যাম্প



১ম পরীক্ষা

চিত্র- ১৩.২: ওহমের সূত্র সত্যতা প্রমাণ।

গাণিতিক হিসাব,

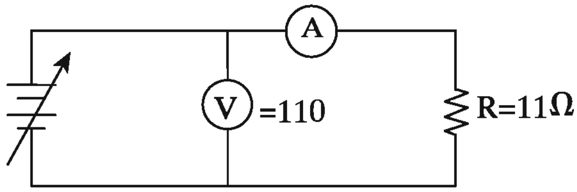
$$\text{কারেন্ট} = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{220}{11} \text{ অ্যাঃ}$$

$$= \text{২০ অ্যাঃ}$$

২য় চিত্রে,

পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ = ১১০ ভোল্ট,
রোধ (নির্দিষ্ট লোড) = ১১ ওহম
ভোল্ট মিটারে নির্দেশিত ভোল্ট = ১১০ ভোল্ট,
অ্যাম্পিয়ার মিটারে নির্দেশিত বিদ্যুৎ = ১০ অ্যাম্পঃ



২য় পরীক্ষা

চিত্র-১৩.৩: ওহমের সূত্র সত্যতা প্রমাণ।

গাণিতিক হিসাব-

$$\text{কারেন্ট} = \frac{V}{R} \text{ অ্যাঃ}$$

$$= \frac{110}{11} \text{ অ্যাঃ}$$

= ১০ অ্যাঃ

আলোচনা (পরীক্ষাদ্বয়) হতে দেখা যায় নির্দিষ্ট লোড ১১ ওহম এবং ভিন্ন ভিন্ন ভোল্টেজ ২২০ ও ১১০ ভোল্টের ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন যথাক্রমে ২০ ও ১০ অ্যাঃ। অর্থাৎ ভোল্টেজের পরিবর্তনের সাথে সাথে বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিবতর্নশীল। অতএব ওহমের বক্তব্যটি সঠিক (প্রমাণিত)।

বৈদ্যুতিক চাপ (Voltage-V) :

পরিবাহিতে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য যে চাপের প্রয়োজন হয় তাকে বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ বলে। এর একক হচ্ছে ভোল্ট, একে সংক্ষেপে V বা E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ভোল্ট ২ প্রকার এসি ভোল্ট ও ডিসি ভোল্ট।

রোধক (Resistance = R) :

ইলেকট্রন (Electron) পরিবাহীতে চলতে পারে। Electron চলাচলের সময় পরিবাহী কর্তৃক বাধা পেতে পারে। পরিবাহীতে ইলেকট্রন চলাচলের এই বাধাকে রোধক বা রোধ বলা হয়। রোধ পরিমাপের একক হলো ওহ্ম (Ohm)। ওহমকে 'Ω' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। রোধ পরিবাহীর বর্ণিত শর্তের উপর নির্ভরশীল-

১। পরিবাহীর দৈর্ঘ্য, ২। পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ, ৩। পরিবাহীর তাপমাত্রা,

৪। পরিবাহীতে আলোর প্রভাব, ৫। পরিবাহীতে চুম্বকত্বের প্রভাব,

৬। পরিবাহীতে রোধের ও চাপের প্রভাব, ৭। পরিবাহীর বিশুদ্ধতা ইত্যাদি।

আপেক্ষিক রোধ (ρ):

একক দৈর্ঘ্য (l) ও প্রস্থচ্ছেদ (A) বিশিষ্ট কোন পরিবাহী বিদ্যুৎ প্রবহে যে বাধা (R) প্রদান করে তাকে আপেক্ষিক রোধ (ρ) বলে । তামার আপেক্ষিক রোধ 16.2x10-8Ω.m ।

$$\text{আপেক্ষিক রোধ } (\rho) = \frac{A.R}{L} \ \Omega.m$$

পরিবাহিতা (G):

বিশেষ বৈশিষ্ট্যের কারণে পরিবাহীতে Electron চলাচল করতে পারে। পরিবাহীতে ইলেকট্রন চলাচলের এ বৈশিষ্ট্য বা গুণই হলো পরিবাহিতা (Conductance)। অর্থাৎ পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এতে বিদ্যুৎ চলাচল করতে সক্ষম তাকে পরিবাহিতা বলে। এটি পরিমাপের একক হলো Ohm^{-1} বা মোহ (mho) বা সিমেন্স (Siemens = S)

২০২০

প্রশ্নমালা-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। কত সালে ওহমের সূত্রটি উদ্ভাবিত হয় ?
২। ওহমের সূত্রটির গাণিতিক রূপ লেখ।
৩। পরিবাহিতা কাকে বলে ?
৪। বিদ্যুৎ প্রবাহের সাথে রোধক কী অনুপাতে সম্পর্ক স্থাপন করে ?
৫। ওহমের সূত্র কাকে বলে ?
৬। পরিবাহিতার একক লেখ।
৭। তামার আঃ রোধ কত ?
৮। ভোল্টেজ ও রোধের সংজ্ঞা লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৯। পরিবাহিতা ও পরিবাহীর মধ্যে প্রভেদ লেখ।
১০। প্রচলিত নিয়মানুসারে I, V ও R এর পূর্ণনাম লেখ।
১১। ওহমের সূত্রটি লেখ।
১২। কী কী নিয়ামকের সমন্বয়ে ওহমের সূত্রটি গঠিত হয় ?
১৩। রোধ ও আঃ রোধের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৪। ওহমের সূত্রটির গাণিতিক রূপ প্রতিপাদ্য কর।
১৫। প্রমাণ কর যে, $V = IR$.
১৬। নির্দিষ্ট লোডে ওহমের সূত্রটি প্রমাণ কর।
১৭। ২০ ওহম রোধের কোন পরিবাহীর সরবরাহ ভোল্টেজ ২২০ ভোল্ট হলে বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাণ কত হবে ? (উত্তর: ১১ অ্যাঃ)।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৩

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর লেখ:

ওহমের সূত্রানুসারে অপরিবর্তিত তাপমাত্রায় একই লোডের ক্ষেত্রে ভোল্টেজ পরিবর্তনের সাথে সার্কিটের বিদ্যুৎ প্রবাহ সামানুপাতিকভাবে পরিবর্তিত হয়। নিচের তথ্যের মাধ্যমে বক্তব্যের সত্যতা প্রমাণ করা যায়।

পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ = ২২০ ভোল্ট -------------------- A ----------
নির্দিষ্ট লোড = ১১ ওহম
ভোল্ট মিটারে নির্দেশিত ভোল্ট = ২২০ ভোল্ট V
অ্যাম্পিয়ার মিটারে নির্দেশিত বিদ্যুৎ = ২০ অ্যাম্পঃ ----------------------------------

১। সার্কিটে ভোল্টেজ পরিবর্তনের সাথে কিসের পরিবর্তন হয় ?
২। ওহমের সূত্রটি লেখ।
৩। অ্যাম্পিয়ার মিটারে নির্দেশিত বিদ্যুৎ ২০ অ্যাম্পঃ এর গাণিতিক সত্যতা দেখাও।
৪। চিত্রের অসমাপ্ত লাইনগুলো সম্পন্ন করে ভিন্ন সংখ্যামান ব্যবহার করে ওহমের সূত্রের সত্যতা প্রমাণ কর।

অধ্যায়-১৪

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা (Electrical Power)

বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ হলে তাকে কাজ বলে আর কোন যন্ত্রের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলা হয়। একক সময়ে সম্পাদিত কাজ দ্বারা ক্ষমতা পরিমাপ করা হয়। বৈদ্যুতিক শক্তি বা Forceকে প্রয়োগ করে বিভিন্ন প্রকার কাজ করা যায়। এ শক্তির প্রয়োগ মাত্রার উপর কাজের পরিমাণ নির্ভরশীল।

১৪.১. বৈদ্যুতিক ক্ষমতা:

কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি (Energy) বলা হয়। সে কারণে কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের বা বিদ্যুৎ উৎসের কাজ করার সামর্থ্য আছে। কাজ করার জন্য শক্তির অবশ্যই সময় ব্যয় করতে হয়। কোন বৈদ্যুতিক উৎস সময়ে Q পরিমাণ চার্জ বা তড়িৎ আধান প্রেরণ করার কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহ I ও বিভব পার্থক্য V হলে সম্পাদিত কাজ হবে-

t সেকেন্ডে ক্রিয়াশীল আধানের পরিমাণ Q

অতএব, ১ " " " " $\frac{Q}{t}$

অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহ $I = \frac{Q}{t}$ বা, Q = It হবে -------------------------- (১)

এবং কাজ (W) = VQ (একক) হবে।

অর্থাৎ W = VIt Watt.s (এখানে, Q = It) ------- (২)

বা, W = IR.It Watt.s (এখানে, V = IR)

বা, W = I2R.t Watt.s -------- (৩)

বা, W = IR.It Watt.s

অতএব, W = Watt.s (এখানে, IR =V এবং $I = \frac{V}{R}$) ---- ---- (৪)

ওয়াট মিটারের সাহায্যে পাওয়ার পরিমাপ করা হয়। একে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কোন বর্তনীতে বিদ্যুৎ শক্তি যে হারে কাজ করে অথবা প্রতি সেকেন্ডে কোন বৈদ্যুতিক বর্তনীতে যে পরিমাণ শক্তি বা এনার্জি ব্যয় হয় তাকে বৈদ্যুতিক পাওয়ার বা ক্ষমতা বলে। তাই কোন উৎস বা যন্ত্র সময়ে W পরিমাণ কাজ সম্পাদন করলে,

ক্ষমতা (P) = $\frac{W}{t}$ একক -------------------------- (৫)

$P = \frac{VIt}{t}$ Watt

P = V.I Watt----------------------- (৬)

আবার, $P = \frac{W}{t}$ একক

$P = \frac{VIt}{t}$ Watt ($\therefore V = IR$)

$P = \frac{IRIt}{t}$ Watt

$P = I^2R$ Watt---------------------- (৭)

২০২০

আবার, $P = \frac{W}{t}$ একক

$P = \frac{VIt}{t}$ Watt

$P = V.I$ Watt ------------------------(৮)

$P = \frac{V.V}{R} \quad (\therefore I = \frac{V}{R})$

$P = \frac{V^2}{R}$ ---------------------- (

তাই ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফলই বৈদ্যুতিক পাওয়ার।

অর্থাৎ পাওয়ার = ভোল্ট x কারেন্ট

বা Power (P) = VI Watt, যখন কোন সার্কিটের Voltage (V) এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ (Current = I) হয়।

এসি ইন্ডাক্টিভ সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে পাওয়ারের সূত্র কিছুটা ভিন্ন। এক্ষেত্রে-

Power (P) = $VI\cos\theta$ ($\cos\theta$= পাওয়ার ফ্যাক্টর যার মান ০.৮ হতে ০.৯) -----------(১০)

বৈদ্যুতিক যন্ত্রের উৎপাদিত ক্ষমতাকে ওয়াট বা কিলোওয়াট বা অশ্বশক্তি (Horse power) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এক সেকেন্ডে ৫৫০ ফুট.পাউন্ড কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব শক্তি ধরা হয়। ৫৫০ পাউন্ড বল প্রয়োগে বলের দিকে প্রতি সেকেন্ডের সরণ ১ ফুট হলে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে এক অশ্বশক্তি বা Horse power বলে। FPS পদ্ধতিতে যান্ত্রিক পাওয়ারের একক হলো Horse power বা HP. যেমন কম্প্রেশরের ক্ষমতা HP-তে প্রকাশ করা হয়। বর্তমানে পাওয়ারের একক হলো ওয়াট বা কিলো ওয়াট।

১৪.২. বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি (Electrical Energy)ঃ

কাজ করার সমর্থ্যকে শক্তি (Energy) বলা হয়। সে কারণে কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্রের কাজ করার সমর্থ্যকে বৈদ্যুতিক শক্তি (Electric energy) বলে। কাজ করার জন্য শক্তির অবশ্যই সময় ব্যয় হয়। সুতরাং কাজ, শক্তি ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক বিদ্যমান রয়েছে। বিদ্যুৎ শক্তি যতক্ষণ ধরে কোন বর্তনীতে কাজ করে এই দুইয়ের পূরণফলকে কাজ ধরা হয়। বৈদ্যুতিক পাওয়ার কোন বর্তনীতে যত সময় কাজ করেছে বা করে সেই সময়ের সাথে বৈদ্যুতিক পাওয়ারের গুণফলকে বৈদ্যুতিক এনার্জি বলে। ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও সময়ের গুণফলই বৈদ্যুতিক শক্তি Electrical Energy ।

অর্থাৎ শক্তি = ক্ষমতা x সময় (একক)----------------(১১)

বা, E = P. t Watt.s --------------------- (১২)

বা, E = VI.t Watt.s - ------------------ (১৩)

এসি বিদ্যুৎ ব্যবস্থায় ইলেকট্রিক্যাল এনার্জির সূত্রঃ

এনার্জির সূত্র E = পাওয়ার x সময় (পাওয়ার= ভোল্ট x কারেন্ট x পাওয়ার ফ্যাক্টর আবার পাওয়ার = ভোল্ট x কারেন্ট)

= ভোল্ট x কারেন্ট x সময় x পাওয়ার ফ্যাক্টর

= V x ও x ঃ x $\cos\theta$ (যখন, ভোল্ট = V, কারেন্ট = I, পাওয়ার ফ্যাক্টর = $\cos\theta$, সময় = t)

= VI t$\cos\theta$ -----------------------------------(১৪)

E (Watt) = VI (DC ev AC Resistive load-এর বেলায়)

২০২০ = VI $\cos\theta$ (AC Inductive load-এর বেলায়)

1 kilowatt = 1000 watt

তাই এর একক ওয়াট সেকেন্ড। কিন্তু ব্যবহারিক ক্ষেত্রে কিলোওয়াট আওয়ারকে (kwh) একক হিসাবে ধরা হয়। ১ কিলোওয়াট আওয়ারকে এক বৈদ্যুতিক ইউনিট (Electrical Unit) ধরে হিসাব করা হয়।

ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার ও এনার্জি সম্পর্ক:

ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার হলো কোন সার্কিটে একক (১সেঃ) সময়ে ব্যয়িত বিদ্যুৎ আর ইলেকট্রিক্যাল এনার্জি হলো নির্দিষ্ট সময়ব্যাপী বা মোট সময়ে সার্কিটে ব্যয়িত বিদ্যুৎ। অর্থাৎ পাওয়ার হলো একক সময়ের আর এনার্জি হলো মোট সময়ে ব্যয়িত বিদ্যুতের হিসাব মান।

গাণিতিকভাবে-

$P = V.I$ Watt বা Jule/s (পূর্বের ৮ নং হতে)

আবার, $E = VI.t$ Watt.Sec বা Jule (পূর্বের ১৩ নং হতে)

বা, $E = P.t$ Watt.Sec বা Jule

বা, $P = \frac{E}{t}$ Watt. বা Jule/s

সুতরাং ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ারের এককের ক্ষেত্রে সময়ের হিসাব প্রয়োজন নেই তবে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জির এককের ক্ষেত্রে অবশ্যই সময়ের হিসাব করতে হবে। তাই ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ারের একক Watt বা Jule/s এবং ইলেকট্রিক্যাল এনার্জির একক Jule বা Watt.s

১৪.৩. ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার অপচয়:

কাজের জন্য প্রয়োজন শক্তি। সুতরাং বৈদ্যুতিক কাজের জন্যও প্রয়োজন বৈদ্যুতিক শক্তি। বিভিন্ন কাজের জন্য বা কাজ করার সময় বৈদ্যুতিক শক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তর হয়। এ প্রকার রূপান্তরকে ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার ব্যয় বা অপচয় বলে। বিদ্যুৎ যখন রোধকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন রোধক উত্তপ্ত হয়। তাপের কারণে তা উত্তপ্ত হয়ে থাকে। বিদ্যুৎ শক্তিই ঐ তাপের উৎস। বিদ্যুৎ শক্তির একাংশ তাপ শক্তিতে রূপান্তরের কারণে এরূপ ঘটেছে। তাপে ব্যয়িত (রূপান্তরিত) বিদ্যুৎ শক্তিই সার্কিটে পাওয়ারের অপচয়। কোন ক্রমেই এ অপচয় রোধ করা সম্ভব নয়। সুতরাং রোধকে উৎপন্ন তাপের কারণে পাওয়ার অপচয় ঘটে।

ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার অপচয়ের কারণসমূহ-

১। গ্রাউন্ডিং বা আর্থ: মাটি বা ভূমিতে পাওয়ার অপচয়।
২। লিকেজ: বিদ্যুৎ ব্যবস্থার বিভিন্ন লিকেজের জন্য পাওয়ার অপচয়।
৩। শর্ট সার্কিট: শর্ট সার্কিটজনিত পাওয়ার অপচয়।
৪। সিস্টেম লস: সিস্টেমে পাওয়ার ব্যবহারের জন্য অপচয়।
৫। ইলেকট্রিক্যাল লোড: লোডে পাওয়ার ব্যয়ের জন্য অপচয়।

উদাহরণস্বরূপ একটি বাল্বে ২২০ ভোল্ট ও ৬০ ওয়াট লেখার অর্থ হচ্ছে বাতিটিকে ২২০ ভোল্ট প্রবাহ লাইনে সংযোগ করলে ৬০ ওয়াট এনার্জি খরচ হবে।

পাওয়ারের একক:

বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ক্ষমতা (পাওয়ার) সাধারণত: ওয়াট বা কিলো ওয়াটে প্রকাশ করা হয়। তবে মোটরের বেলায় হর্স পাওয়ার ও শক্তির একক হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ক্ষমতার একক ওয়াট বা কিলোওয়াটে প্রকাশ করা হয়।

1000 Watt = 1 K.Watt
1000 K.Watt = 1 MegaWatt
Horse Power = 746 Watt

২০২০

প্রশ্নমালা -১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। Electrical power কাকে বলে ?
২। এনার্জি বলতে কী বোঝায় ?
৩। ১ ক্যালরি কত জুলের সমান ?
৪। এনার্জি ও পাওয়ারের একক লেখ।
৫। এক ওয়াট. আওয়ার = কত ক্যালরি ?
৬। বৈদ্যুতিক ইউনিট কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। পাওয়ার অপচয় বলতে কী বোঝায় ?
৮। দেখাও যে, W = VI Watt
৯। পাওয়ার ও এনার্জির সম্পর্ক লিপিবদ্ধ কর।
১০। প্রমাণ কর যে, E = VI.t Watt-Sec
১১। বাল্বে ২২০ ভোল্ট ও ৬০ ওয়াট লেখার অর্থ কী?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১২। Power (P) = সম্পর্কটি প্রতিপাদন কর।

১৩। পাওয়ার অপচয় কাকে বলে? ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার অপচয়ের কারণসমূহ লেখ।

১৪। পাওয়ার ও এনার্জির মধ্যে পার্থক্য লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৪

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বিদ্যুৎ এক প্রকার শক্তি এবং প্রকাশের ইউনিট হলো অ্যাম্পিয়ার। বিভিন্ন কাজের জন্য যেমন শক্তির প্রয়োজন হয় তেমনি বৈদ্যুতিক কাজের জন্যও প্রয়োজন বৈদ্যুতিক শক্তি। বৈদ্যুতিক শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তরকে ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার ব্যয় বা অপচয় বলে। ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার বা এনার্জি কাজে ব্যয় হবার পর তা পুনরায় ফেরৎ পাওয়া যায় না। আর্থ, লিকেজ, শর্ট সার্কিট, সিস্টেম লস ইত্যাদি ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার অপচয়ের কারণ এবং পাওয়ারের সূত্র হলো $P=VICos\theta$।

১। বিদ্যুৎ কী ?

২। অ্যাম্পিয়ারের বর্ণনা দাও।

৩। পাওয়ার অপচয়ের কারণ উল্লেখ কর।

৪। পাওয়ারের সূত্রটি আলোচনা কর।

২০২০

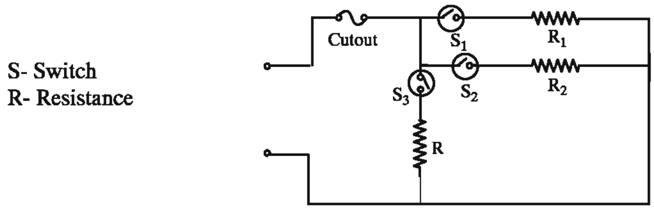
অধ্যায়-১৫

বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electrical Circuit)

উৎস, পরিবাহক, লোড ইত্যাদির মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। উৎস হিসেবে ব্যাটারি বা জেনারেটর বা সাব-স্টেশন, মাধ্যম বা পথ হিসেবে তার বা ক্যাবল এবং লোড হিসেবে লাইট, হিটার, মোটর রোধ, ডায়োড, ট্রানজিস্টর ইত্যাদি ব্যবহার হয়। মাধ্যমের বা পরিবাহীর যে কোন বিন্দু হতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে পুনঃরায় সে বিন্দুতে ফিরে আসার পথকে বর্তনী বলা হয়। অর্থাৎ সার্কিট হলো উৎস, লোড এবং সংযোগকারী তারের সমন্বয়ে গঠিত সুপরিকল্পিত তার ব্যবস্থা যার অধীনে নিয়ন্ত্রক, রোধক ও নিরাপত্তা ব্যবস্থা (ডিভাইস) বিদ্যমান। এক কথায় বর্তনী (circuit) হলো বিদ্যুৎ চলার পথ বা মাধ্যম।

১৫.১ বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electrical Circuit):

বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য বর্তনীর প্রয়োজন হয়। একে রেখাচিত্র বা লে-আউটের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। যে রেখাচিত্রের সাহায্যে সুপরিকল্পিতভাবে সার্কিটের ৫টি উপাদান বা নিয়ামকের অবস্থান প্রকাশ করা হয় তাকে বৈদ্যুতিক বর্তনীর লে-আউট বলে। সার্কিটের ৫টি উপাদানের অবস্থান প্রদর্শনপূর্বক একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী চিত্রে দেখানো হলো-



চিত্র- ১৫.১: একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী।

ক. বিদ্যুৎ উৎস: যেখান হতে বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া যায়। যেমন-ব্যাটারি, জেনারেটর ইত্যাদি।

খ. লোড: যা থেকে প্রয়োজনীয় কাজ পাওয়া যায়। লোড সাধারণত তিন প্রকার। যথা-

১. লাইট লোড- বাতি,

২. রেজিস্টিভ (হিট) লোড- হিটার, ইস্ত্রি,

৩. ইন্ডাক্টিভ (ম্যাগনেটিক) লোড- মোটর ইত্যাদি।

পরিবাহী: যার মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। যেমন- ওয়্যার, ক্যাবল ইত্যাদি।

নিয়ন্ত্রক: বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণকারী (Off-On) যন্ত্র। যেমন-সুইচ, রিলে ইত্যাদি।

রক্ষণ যন্ত্র: লোড বা সার্কিটের বিভিন্ন ক্ষয়-ক্ষতি হতে রক্ষাকারক যন্ত্র। যেমন-ফিউজ, ওভার কারেন্ট প্রটেক্টর, সার্কিট ব্রেকার, রিলে, ভোল্ট গার্ড ইত্যাদি।

১৫.২ বর্তনীর শ্রেণিবিন্যাস: লোড হতে কাজ পাওয়ার জন্য লোডে বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘটানো প্রয়োজন। লোডসমূহ সুবিধাজনকভাবে তারের সাথে যুক্ত করে ব্যবহার হয়। বর্তনীতে সংযুক্ত রোধ (লোড) গুলো একত্রে একটা রোধের মতো ক্রিয়া করে। লোড পরিচালনার নিমিত্তে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য পরিকল্পিতভাবে ওয়্যার বিন্যাসের ব্যবস্থা করা হয়।

রোধের ওয়্যারের এ বিন্যাস বিভিন্নভাবে করা যায়। নিম্নে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য ব্যবহৃত ওয়্যার বিন্যাসের বা সার্কিটের প্রকারভেদ দেখানো হলো-

সার্কিটে লোড সংযোগের উপর ভিত্তি করে সার্কিট তিন প্রকার-

ক) সিরিজ সার্কিট (Series circuit).
খ) প্যারালাল সার্কিট (Parallel Circuit).
গ) কম্বিনেশন সার্কিট (Combination circuit).

সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ অবস্থার উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার-

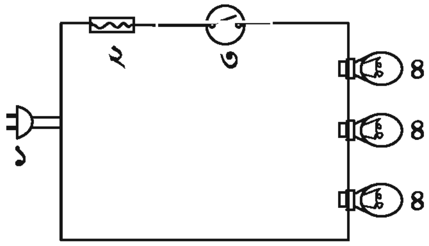
ক) বদ্ধ বর্তনী (Close circuit),
খ) মুক্ত বর্তনী (Open circuit),
গ) শর্ট বর্তনী (Short circuit)

১৫.৩. বিভিন্ন প্রকার সার্কিটের সচিত্র বর্ণনাঃ

সিরিজ সার্কিটঃ

যদি বর্তনীতে একাধিক লোড চিত্রানুযায়ী পর্যায়ক্রমে এমনভাবে সংযোগ থাকে যখন বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে তখন তাকে সিরিজ সার্কিট বা অনুক্রম বর্তনী বলে। সিরিজ সার্কিটে লোডগুলো একটা আরেকটার উপর নির্ভরশীল। এক্ষেত্রে একটি লোড অকেজো হলে বাকিগুলোতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলে না। সিরিজ সার্কিটে কারেন্ট সমান থাকে কিন্তু ভোল্টেজ লোড অনুযায়ী ভাগ হয়ে যায়। মোট রোধ হবে সার্কিটে ব্যবহৃত সকল রোধের সংখ্যামানের যোগফলের সমান।

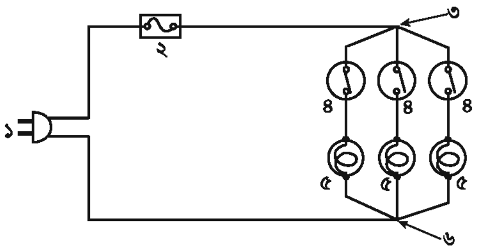
১. প্লাগ
২. ফিউজ
৩. সুইচ
৪. বাতি



চিত্র- ১৫.২: সিরিজ সার্কিট।

প্যারালাল সার্কিট:

যখন একাধিক লোড চিত্রানুযায়ী পরস্পরের সাথে সমান্তরালে সংযোগ থাকে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের একাধিক পথ সৃষ্টি হয় তখন তাকে প্যারালাল সার্কিট বলে। এক্ষেত্রে একটা লোড অকেজো হলে বাকিগুলোতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলতে পারে এবং কাজ করে। সিরিজ সার্কিটে ভোল্টেজ সর্বত্র সমান থাকে কিন্তু কারেন্ট লোড অনুযায়ী ভাগ হয়ে যায়। সার্কিটের মোট রোধ হবে ব্যবহৃত সবচেয়ে কম মানের রোধের চেয়েও কম হয়।



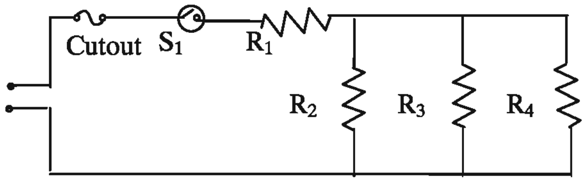
১. প্লাগ
২. ফিউজ
৩. সংযোগ
৪. সুইচ
৫. বাতি
৬. সংযোগ

চিত্র- ১৫.৩: প্যারালাল সার্কিট।

২০২০

কম্বিনেশন সার্কিট :

সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের সমন্বয়ে যে বর্তনী তৈরি করা হয় তাকে যৌথ বর্তনী বলে। অর্থাৎ যে বর্তনীতে লোডসমূহকে অনুক্রম ও সমান্তরাল উভয় পদ্ধতিতে সংযোগ করা হয় তাকে কম্বিনেশন সার্কিট বলা হয়।



চিত্র- ১৫.৪: কম্বিনেশন সার্কিট।

চিত্রে R_1 রোধকটি বর্তনীর অন্যান্য রোধক R_2, R_3 ও R_4 এর সাথে সিরিজে আর R_2, R_3 ও R_4 একে অপরের সাথে প্যারালালে সংযুক্ত আছে। তাই এটি কম্বিনেশন সার্কিট।

সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য :

সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যগত বেশ কিছু পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। বিদ্যুতায়নের ক্ষেত্রে এ পার্থক্য সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া খুবই জরুরি বিধায় সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য নিম্নে প্রদত্ত হলো-

সিরিজ সার্কিট	প্যারালেল সার্কিট
১. বর্তনীর মোট বিদ্যুৎ প্রবাহ বিভক্ত না হয়ে সকল লোডে সমভাবে প্রবাহিত হয়। যেমন- $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = ... = I_n$	১. বর্তনীর মোট বিদ্যুৎ প্রবাহ ভিন্ন ভিন্ন লোডে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ প্রবাহের যোগফলের সমান যথা- $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + ... + I_n$
২. লোডের রোধ অনুপাতে মোট Voltage বন্টন হয়ে যায়। অর্থাৎ সকল লোডের ভোল্টেজের সমষ্টি সরবরাহকৃত মোট ভোল্টেজের সমান। যথা- $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$	২. বর্তনীর প্রতি লোডের ভোল্টেজ সরবরাহকৃত মোট ভোল্টেজের সমান থাকে। যেমন- $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = ... = V_n$
৩. বর্তনীর লোডের মোট রোধ পৃথক পৃথক লোডের রোধের যোগফলের সমান। অর্থাৎ- $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$	৩. বর্তনীর মোট সমতুল্য রোধ বর্তনীতে ব্যবহৃত সকল লোডের সমতুল্য রোধের সমষ্টির সমান অর্থাৎ $\frac{I}{R_T} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + ... + \frac{I}{R_n}$

সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের ব্যবহার:

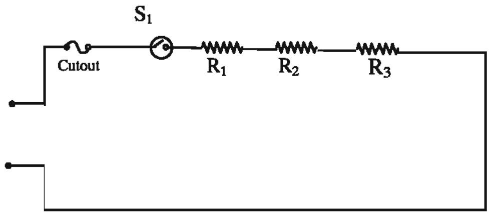
বিদ্যুতায়নের ক্ষেত্রে সিরিজ, প্যারালাল উভয় সার্কিটই ব্যবহার হয়ে থাকে। তবে ব্যবহার ক্ষেত্র যথেষ্ট ভিন্ন। সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের ব্যবহার হলো-

ক্রমিক	সিরিজ সার্কিট	প্যারালাল সার্কিট
১	আলোকসজ্জার জন্য ব্যবহার হয়	বাড়ি-ঘর ওয়্যারিং ব্যবহার করা হয়
২	সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহ হ্রাস করতে	প্রত্যেক লোডকে স্বাধীনভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে
৩	সার্কিটে লোডকে নিরাপত্তা প্রদান করতে	একাধিক লোডকে যথাযথভাবে পরিচালনা করতে

২০২০

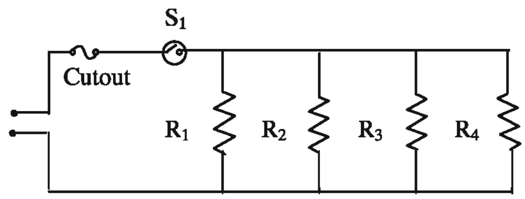
উদাহরণ-১৫.১:

যথাক্রমে $R_1 \Omega$, $R_2 \Omega$ ও $R_2 \Omega$ তিনটি রোধ সমন্বয়ে একটি সিরিজ অংকন কর।



চিত্র- ১৫.৫: সিরিজ সার্কিট।

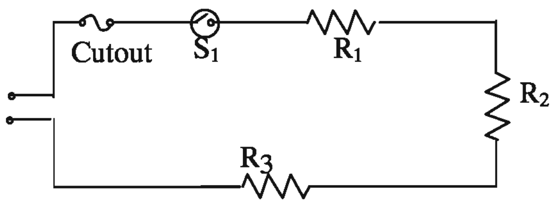
উদাহরণ-১৫.২: যথাক্রমে $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$ ও $R_4 =$ ৩০ Ω চারটি রোধ এবং $V = 220$ volt দিয়ে একটি প্যারালাল বর্তনী অংকন কর।



চিত্র- ১৫.৬: প্যারালাল সার্কিট।

উদাহরণ-১৫.৩:

কোন বর্তনীতে যথাক্রমে $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$ ও $R_3 = 50\ \Omega$ তিনটি রোধ সিরিজে সংযুক্ত আছে। সরবরাহ বিভব $V = 220$ হলে বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় কর।



চিত্র- ১৫.৭: সিরিজ সার্কিট।

সমাধান:

আমরা জানি, $R_T = R_1 + R_2 + R_3\ \Omega$

$= (20 + 40 + 50)\ \Omega$

$= 110\ \Omega$

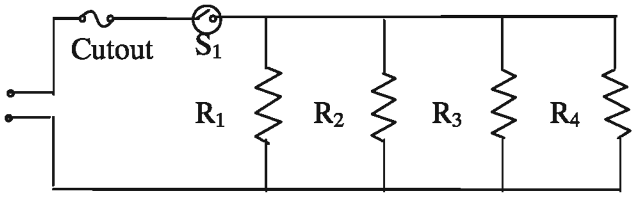
আবার, $I = \dfrac{V}{R}$ Amps

বা, $I = \dfrac{220}{110}$

$= 2$ Amps (উত্তর)

উদাহরণ-১৫.৪:

চিত্রের বর্তনীতে যথাক্রমে $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$, $R_3 = 15\Omega$ও $R_4 = 30\,\Omega$ চারটি রোধই সমান্তরালভাবে সংযুক্ত আছে। 2 Amps বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য বিভব পার্থক্য কত প্রয়োজন হবে ?



চিত্র- ১৫.৮: প্যারালেল সার্কিট।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R4}\quad \Omega$$

বা, $$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}\quad \Omega$$

$$= \frac{6+3+2+1}{30}\Omega$$

$$\frac{1}{Rt} = \frac{12}{30}\quad \Omega$$

অতএব, $R_t = 2.5\,\Omega$

আবার, $V = I\,R_t$ volt

$= 2.5 \times 2$ "

$= 5$ volt (উত্তর)

উদাহরণ-১৫.৫:

কোন একটি রোধকে 250 volt বৈদ্যুতিক চাপে 0.25 Amps বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তার Resistance কত ?

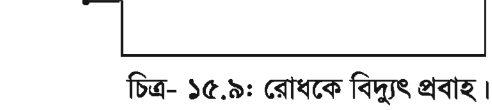
সমাধান:

দেয়া আছে,

$V = 250$ volt,

$I = 0.25$ Amps ,

$R = \ ?\Omega$



চিত্র- ১৫.৯: রোধকে বিদ্যুৎ প্রবাহ।

২০২০

আমরা জানি, $R = \frac{V}{I}\ \Omega$

$= \frac{250}{0.25}\Omega$

$= 1000\ \Omega$ (উত্তর)

উদাহরণ-১৫.৬ঃ

বর্তনীতে প্যারালালে সংযুক্ত দুটি রোধ 20 Ω ও 40 Ω এর সাথে 5 Ω এর ১টি রোধ সিরিজে থাকলে মোট রোধ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

আমরা জানি,

প্যারালাল অংশের

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}}\ \Omega$$

$$\text{or, } R_t = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{40}}\ \Omega$$

$$\text{or, } R_t = \frac{1}{\frac{3}{40}}\ \Omega$$

$$\text{or, } R_t = \frac{40}{3}\ \Omega$$

অতএব, $R_t = 13.33\ \Omega$ (প্যারালাল অংশে)

মোট রোধক $R_T = 5 + R_t$

$= 5 + 13.33$

$= 18.33\ \Omega$ (উত্তর)

প্রশ্নমালা-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। বর্তনী কাকে বলে ?

২। লোড কয় প্রকার ও কী কী ?

৩। সমতুল্য রোধের সংজ্ঞা দাও ।

৪। বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি করার জন্য কী কী উৎস ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৫। লোড হিসাবে সাধারণত কী কী ব্যবহার করা হয় ?

৬। সিরিজ সার্কিটের ব্যবহারগুলো লিপিবদ্ধ কর।

৭। একটা রোধে 220 volt বৈদ্যুতিক চাপে 0.22 Amps বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর রোধের মান নির্ণয় কর ? (উত্তর: ১০০০ ওহম)

৮। একটি ফিউজ (F) যথাক্রমে ২টি সুইচ S_1 ও S_2, ২টি লোড (L_1 ও L_2) প্যারালালে এবং ১টি লোড L_3 সিরিজে অবস্থায় দেখিয়ে একটি বর্তনী অংকন কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

৯। সকল নিয়ামক সংবলিত একটি সার্কিটের চিহ্নিত চিত্র অংকন করে বর্ণনা কর।

১০। সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য দেখাও।

১১। যথাক্রমে $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$ ও সিরিজে এবং উহাদের সাথে $R_3 = 15\,\Omega$ ও R_4 = ৩০Ω সমান্তরালভাবে আছে। কত Amps বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য বিভব পার্থক্য 110 volt হবে ? (উত্তর: ১৮.৩৩ Amps)

১২। কোন সলেনয়েড কয়েলে 200 volt বৈদ্যুতিক চাপে ০.০৫ Amps বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তার Resistance কত ? (উত্তর: ৪৪০০ ওহম)

১৩। কোন সলেনয়েড কয়েলে রোধক 1500Ω, কত volt বৈদ্যুতিক চাপে এতে 0.025 Amp বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে ? (উত্তর: ৩৭.৫ ভোল্ট)

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৫

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

যে রেখাচিত্রের সাহায্যে সুপরিকল্পিতভাবে সার্কিটের ৫টি উপাদান বা নিয়ামকের অবস্থান প্রকাশ করা হয় তাকে বৈদ্যুতিক বর্তনীর লে-আউট বলে। একটি আদর্শ সার্কিটে ব্যবহৃত ৫টি উপাদান হলো-বিদ্যুৎ উৎস, লোড, পরিবাহী, নিয়ন্ত্রক ও রক্ষণ যন্ত্র। সার্কিটে লোড স্থাপনের উপর ভিত্তি করে সার্কিট তিন প্রকারের হয়ে থাকে- সিরিজ সার্কিট, প্যারালাল সার্কিট ও কম্বাইন্ড সার্কিট।

১। সার্কিটের নিয়ামক কয়টি ?

২। সার্কিটের উপাদানগুলোর নাম লেখ।

৩। সার্কিট কত প্রকার ও কী কী ?

৪। ৫টি উপাদান ব্যবহার করে একটা বৈদ্যুতিক বর্তনীর চিত্র অংকন করে চিহ্নিত কর। ২০২০

অধ্যায়- ১৬

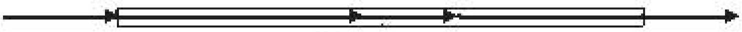
বৈদ্যুতিক পরিবাহী (Electrical Conductor)

পৃথিবীতে ১০৫ মৌলিক পদার্থ এবং অগণিত যৌগিক পদার্থ রয়েছে। এর মধ্যে সকল ধাতব পদার্থ কমবেশি বিদ্যুৎ পরিবাহী। কোন কোন পদার্থে খুব বেশি এবং কোন কোন পদার্থে অতি সামান্য পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে। আবার এমন কিছু পদার্থ আছে যার মাধ্যমে আদৌ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে না।

১৬.১. বিদ্যুৎ পরিবাহী, অর্ধ-পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থ (Conductor, Semi-conductor & Non-conductor Materials):

যে সমস্ত পদার্থের মধ্য দিয়ে চার্জ বা তড়িৎ প্রবাহিত হয় বা হতে চায় তাদেরকে বিদ্যুৎ মাধ্যম বা বৈদ্যুতিক পদার্থ বলে। এ সকল পদার্থের তিনটি অবস্থা বিদ্যমান। যেমন বিদ্যুৎ সহজে প্রবাহিত হয়, কম প্রবাহিত হয় আর মোটেই প্রবাহিত হয় না। বর্ণিত পদার্থের তিন প্রকার বৈশিষ্ট্যের জন্য তড়িৎ মাধ্যম বা বৈদ্যুতিক পদার্থ তিন প্রকার। যথা-

১। পরিবাহী (Conductor),
২। অর্ধ-পরিবাহী (Semi-conductor),
৩। অপরিবাহী (Non-conductor or Insulator)।



বিদ্যুৎ প্রবাহ I

চিত্র- ১৬.১ঃ পরিবাহী।

বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থঃ

যে পদার্থের মধ্যে দিয়ে চার্জ বা তড়িৎ প্রবাহিত হতে বিশেষ কোন বাধার সম্মুখীন হয় না তাকে সুপরিবাহী পদার্থ বলে। অর্থাৎ যে সকল পদার্থের পরিবাহিতা গুণ পুরাপুরিভাবে বিদ্যমান সে সকল পদার্থকে সুপরিবাহী পদার্থ বলা হয়। যেমন- স্বর্ণ, রৌপ্য, তামা, অ্যালুমিনিয়াম, লৌহ ইত্যাদি।

বিদ্যুৎ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থঃ

যে সমস্ত পদার্থের মাধ্যমে প্রবাহের সময় বাধাগ্রস্ত হয় তাকে অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ বলে । আবার কোন কোন ভিজা পদার্থের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ হতে পারে, তাকেও অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ বলা যায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্ধ-পরিবাহীর পরিবাহিতা অনেক গুণ বৃদ্ধি পায়। ইলেক্ট্রনিক্স যন্ত্রপাতির কাজে তা বেশি ব্যবহার হয়। যেমন-দড়ি, বাঁশ, কাঠ, কাপড় প্রভৃতি।

বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থঃ

খুব বেশি বাধার কারণে যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে প্রবাহিত হতে পারে না বা বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবার একেবারেই সুযোগ নেই তাকে অপরিবাহী পদার্থ বলে। যেমন- কাচ, রাবার, সিল্ক, শুষ্ক কাগজ, শুষ্ক কাঠ, মাইকা, ইত্যাদি। বিশুদ্ধ পরিবাহী ও বিশুদ্ধ অপরিবাহী পদার্থ বলে পৃথিবীতে কোন পদার্থ নেই। কারণ কম ভোল্টেজ সরবরাহ সক্ষম সার্কিটে ব্যবহৃত অপরিবাহী পদার্থে ভোল্টেজ বাড়িয়ে দিলে সেগুলো আবার পরিবাহী হয়ে যায়।

অন্তরিত পরিবাহী (Insulated conductor):

যে সকল পরিবাহী পদার্থ অপরিবাহী বা ইনসুলেটর দ্বারা আবৃত্ত থাকে এবং তড়িৎ সংক্রান্ত কাজে সংযোজক হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তাকে অন্তরিত পরিবাহী বলে। সংযোজকটি অন্য কোন পরিবাহী পদার্থে স্পর্শ করলেও কোন বিঘ্ন ঘটে না।

পরিবাহী পদার্থের গুণাগুণ:

পরিবাহীকে মূলত বিদ্যুৎ বহনকারী মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং যার যাহায্যে ইলেক্ট্রন বা চার্জ একস্থান হতে অন্য স্থানে সহজে সরবরাহ করা যায়। পরিবাহিতা বৈশিষ্ট্য থাকলেই পরিবাহিতে ইলেক্ট্রন বিচ্ছুরণ হবে। ভালো বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থের (Good conductors) বিশেষ কতকগুলো গুণ থাকা বাঞ্চনীয়। যেমন-

১. আপেক্ষিক রোধ কম : উত্তম পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ কম থাকে।
২. উত্তাপ গুনাঙ্ক কম ভালো : পরিবাহীর উত্তাপ গুণাঙ্ক কম থাকা দরকার।
৩. ক্ষয়রোধ ক্ষমতা বেশি ভালো : পরিবাহীর ক্ষয়রোধ ক্ষমতা বেশি থাকে।
৪. সহন ক্ষমতা বেশি : উত্তম পরিবাহীর সহন ক্ষমতা অনেক বেশি থাকে।
৫. নমনীয়তা : উত্তম পরিবাহী যথেষ্ট নমনীয় হতে হবে।
৬. সহজলভ্য : ভালো পরিবাহী সহজলভ্য হতে হবে।
৭. স্থায়িত্ব : উত্তম পরিবাহী দীর্ঘস্থায়ী হবে। ইত্যাদি।

পরিবাহীর পদার্থের প্রয়োজনীয়তা:

বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি বিতরণের ক্ষেত্রে পরিবাহীর ভূমিকা অপরিসীম। পরিবাহী পদার্থের দ্বারা তৈরি তার (wire) ও ক্যাবল সাধারণত বিদ্যুৎ পরিবাহী মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পরিবাহীর আয়তন এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল মূলত প্রবাহিত বিদ্যুৎ শক্তির পরিমাণের উপর নির্ভর করে নির্ধারণ করতে হয়।

অপরিবাহীর পদার্থের প্রয়োজনীয়তা:

বিদ্যুৎ বণ্টন ব্যবস্থায় দুটি বিপরীত তড়িৎ চার্জ পরিবাহকের মধ্যে বিদ্যুৎ ক্ষরণ হতে পারে। আবার পরিবাহক ও মাটির মধ্যেও বিদ্যুৎ ক্ষরণ হতে পারে। এ বিদ্যুৎ ক্ষরণ বন্ধ করার জন্য অপরিবাহী পদার্থ ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। যেমন-ক্যাবলের উপর ইনসুলেশন, বিদ্যুৎ লাইনে ব্যবহৃত কাচের বা চীনামাটির তৈরি পোরসেলিন ইত্যাদি। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এবং সরঞ্জামে উন্নতমানের ইনসুলেশন ব্যবহার করা আইনগত বিধান।

পরিবাহী ও অপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য:

পরিবাহী	অপরিবাহী
পরিবাহীর মধ্যে স্বাভাবিকভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহ হয়।	অপরিবাহীর মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের বাধা পায় বা বিদ্যুৎ প্রবাহ হতে পারে না।
পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স খুবই কম।	অপরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স খুব বেশি।
পরিবাহী মূলত বিদ্যুৎ পরিবহন মাধ্যম হিসেবে কাজ করে।	অপরিবাহী বিদ্যুৎ প্রবাহের বাধা হিসেবে কাজ করে।
পরিবাহী পদার্থের রেজিস্ট্যান্স খুব কম, তাই একে উত্তম কন্ডাক্টর বলে।	অপরিবাহী পদার্থের রেজিস্ট্যান্স খুব বেশি, তাই একে উত্তম ইনসুলেটর বলে।
পরিবাহী হিসেবে সাধারণত স্বর্ণ, রূপা, তামা, অ্যালুমিনিয়াম এবং লোহা ব্যবহার হয়।	অপরিবাহী পদার্থ হিসেবে সাধারণত রাবার, সিল্ক, অ্যাবোনাইট, শুষ্ক কাগজ, মাইকা ব্যবহার করা হয়।

১৬.২. বিদ্যুৎ পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের তালিকা:

বিদ্যুৎ পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের ভিন্ন ভিন্নভাবে নিচে তালিকা আকারে প্রদত্ত হলো-

বিদ্যুৎ সুপরিবাহী পদার্থের তালিকা:

আমাদের আশপাশে অনেক ধাতব পদার্থ আছে যার মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে তাকে বিদ্যুৎ পরিবাহী বলা হয়। কতকগুলো বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থের তালিকা নিচে দেওয়া হলো-

১. সোনা	৬. দস্তা	১১. রাং	১৬. প্লাটিনয়েড
২. রুপা	৭. নিকেল	১২. টাংস্টেন	১৭. ফসফরাস
৩. তামা	৮. পিতল	১৩. ক্যাডমিয়াম	১৮. সিলভার কপার সংকর
৪. অ্যালুমিনিয়াম	৯. ব্রোঞ্জ	১৪. ক্রোমিয়াম	১৯. সিসা
৫. লোহা	১০. স্টিল	১৫. ম্যাঙ্গানিজ	২০. পারদ প্রভৃতি

বিদ্যুৎ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থের তালিকাঃ

বিদ্যুৎ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থের সংখ্যা কম। তাই বিদ্যুৎ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থের তালিকা প্রণয়ন কিছুটা সমস্যাদায়ক। নিম্নে বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থের তালিকা দেওয়া হলো-

১. জার্মেনিয়াম	২. গ্যালিয়াম	৩. ভেজা চামড়া	৪. ভেজা কাঠ
৫. সিলিকন	৬. আর্সেনাইড	৭. ভেজা কাগজ	৮. কয়লা
৯. কার্বন	১০.ভিজা মাটি	১১. কৃষ্ণ সিল্ক	১২. পানি ইত্যাদি।

বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থের তালিকা:

সাধারণত সকল অধাতব পদার্থই বিদ্যুৎ অপরিবাহী। তাই বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থের তালিকা প্রণয়ন সমস্যাদায়ক নয়। বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থের তালিকা হলো-

১. রাবার	৬. প্যারাফিন ওয়াক্স	১১. পশম	১৬. মাইকা
২. শুষ্ক সুতা	৭. চীনামাটি	১২. রেশম	১৭. প্লাস্টিক
৩. শুষ্ক কাগজ	৮. মার্বেল পাথর	১৩. গন্ধক	১৮. বিশুদ্ধ পানি
৪. শুষ্ক কাঠ	৯. অ্যাসবেস্টর	১৪. রঞ্জন	১৯. কমপ্রেশর অয়েল
৫. শুকনো চামড়া	১০.অ্যাবোনাইট	১৫. কাচ,	২০. শ্লেট ইত্যাদি

১৬.৩. পরিবাহী, অর্ধ-পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থের ব্যবহার :

প্রকৌশল কর্মকাণ্ডে পদার্থের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। চাহিদা ও যোগানের উপর ভিত্তি করে পদার্থের কম-বেশি ব্যবহার লক্ষ করা যায়। বৈদ্যুতিক তার (wire), ফিউজ রৌপ্যের সংকর ধাতু, ইনসুলেটর, ট্রানজিস্টর, ডায়োড, থার্মিস্টর ইত্যাদি তৈরিতে বিভিন্ন ধরনের পদার্থ ব্যবহার করা হয়। সুপরিবাহী, অর্ধ-পরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থে ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ করা হলো-

পরিবাহী গুণ	পদার্থের নাম	ব্যবহার
সুপরিবাহী পদার্থ	তামা ও অ্যালুমিনিয়াম	বৈদ্যুতিক তার, টিউব তৈরিতে
	রৌপ্য	ফিউজ তৈরিতে
অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ	জার্মেনিয়াম, সিলিকন,	ট্রানজিস্টর, ডায়োড ইত্যাদি তৈরিতে
	থার্মিস্টর	রিলে তৈরিতে
অপরিবাহী পদার্থ	১. পিভিসি, রাবার, সুতা, প্লাস্টিক	তারের আবরণ বা ইনসুলেটর তৈরিতে
	২. চীনামাটি, কাচ	ইনসুলেটর এবং ট্রান্সফরমার তৈরিতে
	৩. মাইকা	মোটরের স্ট্যার্টারের ইনসলেটর হিসেবে

প্রশ্নমালা- ১৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। পরিবাহী কাকে বলে ?

২। পৃথিবীতে মৌলিক পদার্থের সংখ্যা কয়টি ?

৩। অন্তরিত পরিবাহী কাকে বলে ?

৪। সেমি কন্ডাক্টর দিয়ে তৈরি দুটি ডিভাইসের নাম লেখ।

৫। সমান রোধের জন্য কপার ও অ্যালুমিনিয়ামের ওজনের অনুপাত কত ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী ও অপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

৭। পরিবাহীর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

৮। দুটি উত্তম পরিবাহীর নাম ও ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

৯। ভালো পরিবাহীর কী কী গুণ থাকা বাঞ্ছনীয় ?

১০। পরিবাহী, অর্ধ-পরিবাহী ও অপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

১১। পরিবাহী, অর্ধ-পরিবাহী ও অপরিবাহীর ব্যবহার তালিকা প্রস্তুত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ১৩

উদ্দীপকটি পাঠের পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর লিখঃ

বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত পদার্থসমূহকে বৈদ্যুতিক পদার্থ বলে। বিদ্যুৎ পরিবহণ ও বিতরণে তিন প্রকার বৈদ্যুতিক পদার্থ ব্যবহার হয়ে থাকে। যেমন- পরিবাহী, কুপরিবাহী ও অপরিবাহী। যে সকল বস্তুর মাধ্যমে ইলেক্ট্রন সহজে চলাচল করতে পারে তাকে পরিবাহী, যে সমস্ত পদার্থের মাধ্যমে ইলেক্ট্রন সহজে চলাচল করতে পারে না তাকে কুপরিবাহী এবং যে সকল বস্তুর মাধ্যমে ইলেক্ট্রন মোটেই চলাচল করতে পারে না তাকে অপরিবাহী পদার্থ বলে।

১। বৈদ্যুতিক পদার্থ কাকে বলে ?

২। বৈদ্যুতিক পদার্থ কত প্রকার ও কী কী ?

৩। বৈদ্যুতিক পদার্থের বিবরণ দাও।

৪। বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণে ব্যবহৃত তিন প্রকার বৈদ্যুতিক পদার্থের নাম লেখ।

অধ্যায়-১৭

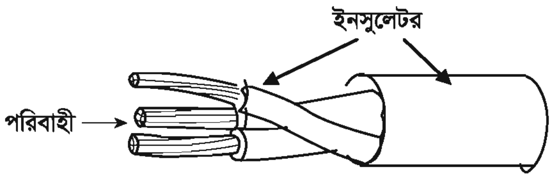
বৈদ্যুতিক তার (Electrical wire)

রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রধান দুইটি সাইডের একটি হল ইলেকট্রিক্যাল সাইড। এ সাইডের ডিভাইজগুলো ইলেকট্রিক্যাল Wire বা বৈদ্যুতিক তার পরিবাহী দ্বারা সুবিন্যস্ত থাকে। তার ব্যতীত এ ডিভাইসগুলো কাজে ব্যবহার করা যায় না। ওয়্যার গেজ দিয়ে এর সাইজ নির্ণয় করা হয়। তারকে বিপদমুক্ত করার জন্য নমনীয় ইনস্যুলেটর (আবরণ বা অন্তরক) দ্বারা আবৃত্ত করা থাকে। এ তার ওভার হেড লাইনে ব্যবহার করা হয়। তবে আমরা যে তার ওয়্যারিংএর কাজে ব্যবহার করি তাতে ইনসুলেশন করা থাকে।

১৭.১. বৈদ্যুতিক তার :

সাধারণ অর্থে ইনসুলেশনের আবরণবিহীন পরিবাহীই তার। অন্তরক দ্বারা আবৃত বা অনাবৃত একক বা একাধিক খেই বিশিষ্ট পরিবাহীকে বৈদ্যুতিক তার বলে। অপরপক্ষে অন্তরিত তারকে ক্যাবল বলা হয় যা এক বা বহু খেই হতে পারে। সাধারণ ওয়্যারিং-এর জন্য ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। মূলত লিকেজ কারেন্ট ও শর্ট সার্কিট প্রতিরোধ করতে অন্তরক দ্বারা তারের বহিরাবরণ করা থাকে। ফলে অনাকাঙ্ক্ষিত বৈদ্যুতিক শক (Electrical shock) বা দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পাওয়া যায়। বৈদ্যুতিক তারের প্রধান অংশ দুটি যথা-

১. ধাতব পরিবাহী   ২. ইনসুলেটর।

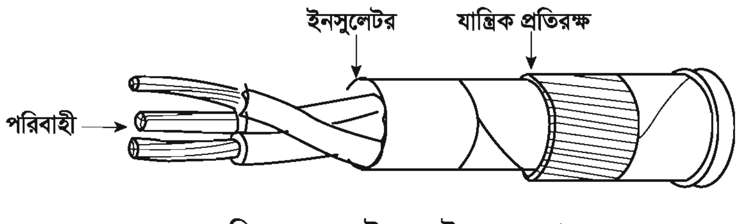


চিত্র- ১৭.১: ইনসুলেটরযুক্ত তার।

ক্যাবল (Cable):

উপরিভাগে ইনসুলেশনের আবরণ যুক্ত তারকে ক্যাবল বলে। ক্যাবল এক বা একাধিক কোর (Core) যুক্ত হতে পারে। কোরসমূহে পৃথকভাবে ইনসুলেশন দেওয়া হয়। অতঃপর কোরগুলোকে পর্যায়ক্রমে সমন্বি করত প্রতিরোধক আবরণে মোড়ানো হয়। ফলে ক্যাবল বাহ্যিক আঘাত হতে রক্ষা পায়। ক্যাবলের প্রধান তিনটি অংশ থাকে। যথা-

ক) পরিবাহী, খ) ইনসুলেটর, গ) যান্ত্রিক প্রতিরক্ষা।



চিত্র- ১৭.২: ইনসুলেটর যুক্ত ক্যাবল।

বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলের মধ্যে পার্থক্য:

বৈদ্যুতিক কাজে তার ও ক্যাবল উভয়ই পরিবাহক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। আদর্শগত দিক থেকে এদের মধ্যে বিশেষ কোন ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয় না। তদুপরি যৎসামান্য বিষয়ে যে বেমিল লক্ষ করা যায় সেগুলো হলো-

ক্রমিক	তার	ক্যাবল
১	তারে ইনসুলেশন থাকতে পারে নাও পারে	ক্যাবলে অবশ্যই ইনসুলেশন থাকবে
২	তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা অপেক্ষাকৃত কম	এর কারেন্ট বহন ক্ষমতা অপেক্ষাকৃত বেশি
৩	এর আকার অপেক্ষাকৃত সরু	ক্যাবলের আকার অপেক্ষাকৃত মোটা
৪	তার নিরেট ও রজ্জু উভয় হতে পারে	এ সর্বদা রজ্জু হয়ে থাকে
৫	তার সাধারণত আর্থিং-এর কাজে ব্যবহার হয়	এ সাধারণত ওয়্যারিং-এর কাজে ব্যবহার হয়
৬	তারে এক বা একাধিক হারা বা খেই হয়ে থাকে	তার দ্বারাই ক্যাবল তৈরি হয়
৭	তার ওভার হেড লাইন, ট্রান্সফরমার, মোটর, ডায়নামো ইত্যাদিতে ব্যবহার হয়	এ ওভার হেড ও আন্ডারগ্রাউন্ড লাইন ব্যবহার হয়
৮	যে কোন তারকে ক্যাবল বলা যাবে	যে কোন ক্যাবলকে তার বলা যাবে না

১৭.২. বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলের শ্রেণিবিভাগ:

বৈদুতিক কাজে ব্যবহৃত পরিবাহককে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা হয় যথা-

সাধারণ তার (Wire), ২. গোছা তার (Cable)।

এ ছাড়া তার ও ক্যাবলকে আরো দুভাগে ভাগ করা হয় যেমন-

নমনীয় তার বা ক্যাবল (Flexible Cable).

অনমনীয় তার বা ক্যাবল (Non flexible Cable).

কোরের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে তার বা ক্যাবল চার প্রকার-

১. এক কোর (Single core), ২. দুই কোর (Twin core),

৩. তিন কোর (Three core), ৪. বহু কোর (Multicore)।

এ ছাড়া অন্তকর, ব্যবহার ক্ষেত্র, ব্যবহার কাল, উৎপাদন কৌশল ও উপাদান ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে তার ও ক্যাবলকে নিম্নোক্তভাবে নামকরণ করা হয়-

১. পিভিসি (PVC) Poly vinal chloride তার
২. এলএস (L.S) Lead Sheathed তার
৩. সিটিএস (CTS) Cab Tyre sheathed তার,
৪. আবহাওয়ারোধী (Weather Proof) তার
৫. টিআরএস বা (TRS) Tough Rubber sheathed তার
৬. পেপার ইনসুলেটেড তার
৭. ভিআইআর (VIR) Volcanized indian rubber তার
৮. প্লাস্টিক ইনসুলেটেড তার
৯. এমএস (MS) Metal Sheathed তার
১০. মিনারেল ইনসুলেটেড তার
১১. নাইক্রোম তার, ১২. সুপার এনামেল তার,
১৩. ইউরেকা তার।

তার ও ক্যাবলের বর্ণনা : বিভিন্ন রকম কাজের জন্য বিভিন্ন ধরনের তার ও ক্যাবল ব্যবহার হয়ে থাকে । সে কারণে তার ও ক্যাবল সম্পর্কে জ্ঞান থাকা দরকার। এ প্রয়োজনে বিভিন্ন রকমের তার ও ক্যাবলের বর্ণনা করা হলো-

ফ্লেক্সিবল তার বা ক্যাবল: নমনীয় তার অধীক সংখ্যক খুব চিকন তারের সমন্বয়ে তৈরি হয় বিধায় এটি বিশেষ নমনীয় হয়। এটা খাটি রাবার, V.R, P.V.C ইত্যাদির সাহায্যে ইনসুলেটেড করা থাকে।

নন-ফ্লেক্সিবল তার বা ক্যাবল: অনমনীয় তার খুব চিকন হয় না, অপেক্ষাকৃত মোটা ও শক্ত । তবে কঠিন অবস্থা অপেক্ষা কিছুটা নমনীয়। নমনীয় তারের মতো সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। এটা অন্তরক বা অন্তরণ বিহীন হতে পারে।

ভি. আই. আরঃ

কপার ও টিনের সংকর বা অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা নির্মিত পরিবাহী যা ভল্কানাইজ্ড রাবার দ্বারা ইনসুলেটেড থাকে। এ তারের উপর যথাক্রমে টিনের প্রলেপ ও গন্ধক মেশানো রাবার বা I.R দ্বারা ইনসুলেটেড করার পর উপরিভাগে কাপড়ের ফিতা দ্বারা আবৃত করা হয়। সব শেষে কাপড়ের ফিতার আবরণের উপর দিয়ে পানি অভেদ্য সুতার বিনুনি আর বাইরে রাবার থাকে।

পি.ভি.সিঃ

কপার বা অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা নির্মিত পরিবাহী যা পলি ভিনাইল ক্লোরাইড (প্লাস্টিক কম্পাউন্ড) দ্বারা ইনসুলেটেড থাকে। তাপ সহ্য ক্ষমতা কম বিধায় অতি তাপে গলে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এর ক্যাবল সিঙ্গল বা টুইন বা থ্রি কোরের হয়ে থাকে। এর ইনসুলেটর রাবার অপেক্ষা শক্ত হওয়ার কারণে বেশি ব্যবহার হচ্ছে।

টি. আর. এস. অথবা সি.টি.এসঃ

এটা ১-২ বা ৩টি V.I.R এর ইনসুলেশনযুক্ত পরিবাহী যা ভল্কানাইজ্ড টাফ রাবার দ্বারা ইনসুলেটেড থাকে। এ খুব মজবুত হওয়াতে ইহাকে ক্যাবল টায়ার শিথেড (সি.টি.এস) ক্যাবলও বলা হয়।

এম. আইঃ

এ ধরনের তার বা ক্যাবল V.I.R ইনসুলেটেডযুক্ত পরিবাহী। এর উপরে মেটাল শীথেড (ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড) দেওয়া থাকে। তাই এটা পানি বা অগ্নিনিরোধক ক্যাবল হিসাবে পরিচিত। বারুদ কারখানা ও পেট্রোলিয়ামের স্টোরে বা কোম্পানীতে ওয়্যারিং-এ এটা ব্যবহার করা হয়।

ওয়েদার প্রুফ তার বা ক্যাবলঃ

ওয়েদার প্রুফ তার বা ক্যাবল আবহাওয়ার উপযোগীভাবে তৈরি করা হয়। এটি V.I.R এর ইনসুলেশন যুক্ত পরিবাহী। এর উপর বার্নিশ করা কাপর ফিতা জড়ানো থাকে। তার উপর আবার সুতার বুনন থাকে, জলীয় বাষ্পের প্রভাব হতে রক্ষার জন্যে এতে বিটুমিন বা বিটুমিন জাতীয় যৌগিক পদার্থ ব্যবহার করা হয়।

১৭.৩. বৈদ্যুতিক তারের ব্যবহারঃ

ইলেকট্রিক্যালের যে কোন কাজে বৈদ্যুতিক তারের বিকল্প কোন ব্যবস্থা নাই। ছোট থেকে বড় সকল কাজেই এর ব্যাপক ব্যবহার দেখা যায়। ফলে রিফ্রিজারেশন পদ্ধতিতেও এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। বিভিন্ন প্রয়োজনে বৈদ্যুতিক তারের ব্যবহার তালিকা নিম্নরূপ-

ক্রমিক	নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	V.I.R cable	২২০ থেকে ৪৪০ ভোল্ট বিশিষ্ট কন্ডুইট, কন্সিল, ক্লিট, কেসিং, কন্ডুইট-কন্সিল, সারফেস কন্ডুইট ইত্যাদি ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
২	P.V.C wire or cable	২২০ থেকে ৪৪০ ভোল্ট বিশিষ্ট বাসগৃহে ও শিল্প কারখানায় এসিড, ক্ষার, রাসায়নিক ধোয়ামুক্ত স্থানেঁ ব্যবহার করা হয়
৩	T.R.S/ C.T.S	সার্ভিস কানেকশনে এবং বাসগৃহে ও শিল্প কারখানা কিন্তু আর্দ্র স্থানে বাতি লাইন তৈরিতে
৪	M.S	আন্ডার গ্রাউন্ড ও পানির মধ্যে তার বিন্যাসে ব্যবহার করা হয়
৫	M.I	বারুদ কারখানা ও পেট্রোলিয়ামের স্টোরে বা কোম্পানিতে ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
৬	Flexible	ফ্যান, বাতি, ইত্যাদি ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
৭	Weather Proof	গৃহের বাহিরের কাজে ব্যবহার হয়। আর্দ্রতাজনিত সমস্যা হয় না

২০২০

ওয়্যারিং কাজে অনুমোদিত কয়েকটি তারের সাইজ ও ব্যবহার:

ক্রমিক	তারের সাইজ	অ্যাম্পস	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	১৪/৭৬	০২---০ ৩	অতি সাধারণ কাজ, কারখানায় প্রাক্টিস ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
২	৩/২০	১০ --- ১২	হালকা লোডের (রিফ্রিজারেটর, ইস্ত্রি, রাইস কুকার ইত্যাদি) ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
৩	৭/২২	১৫--- ১৮	ভারী লোডের (১ থেকে ১.৫ টন উইন্ডো এসি, ডিসপ্লে কেইস, বড় ডিপ ফ্রিজার ইত্যাদি) ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়
৪	৭/২০	২০--- ২৫	আরো ভারী লোডের (২ থেকে সর্বোচ্চ টন উইন্ডো এসি, স্প্লিট এসি, ৩ ফেজ মোটর, অগার, এজিটেটর, পাম্প ইত্যাদির মোটর) ওয়্যারিং-এ ব্যবহার করা হয়

১৭.৪. বৈদ্যুতিক তারের স্পেসিফিকেশন (Specification of electric wire):

তার বিন্যাস ব্যতীত বিদ্যুতায়ন সম্ভব নয়। বিদ্যুতায়নের বহুবিদ কাজে বহু প্রকার তার বা ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। কাজের বিভিন্নতার কারণে ভিন্ন ভিন্ন তার বা ক্যাবল ব্যবহার হয়। কাজের ভিন্নতা বলতে প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক চাপ ও বিদ্যুৎ প্রবাহকে বুঝানো হয়। ফলে পরিমিত ভোল্টেজ ও কারেন্টে সরবরাহের উপর ভিত্তি পরিবাহী তথা তার বা ক্যাবল নির্বাচন করা হয়। মূলত কারেন্ট পরিবহন ক্ষমতার উপর ভিত্তি করেই তার বা ক্যাবল অর্থাৎ সঠিক মানের তার বা ক্যাবল সাইজ নির্ধারণ করা হয়। আর সঠিক মানের তার বা ক্যাবল নির্ধারণের জন্য ওর স্পেসিফিকেশন ও কালার কোড জানা অপরিহার্য।

তার বা ক্যাবলের বিস্তারিত বিবরণের তথ্য ভান্ডারকে "স্পেসিফিকেশন" বলে, যার মাধ্যমে তার বা ক্যাবলের নাম, সাইজ, স্ট্যান্ড বা কোর সংখ্যা, প্রতি খেইয়ের পরিমাপ বা গেইজ নাম্বার, ব্যবহার ক্ষেত্র, ভোল্ট গ্রেড ইত্যাদি জানা যায়।

তার বা ক্যাবলের কারেন্ট বহণ ক্ষমতা বলতে ওর ভিতর দিয়ে প্রবাহমান সেই সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহকে বোঝায় যাতে পরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধিজনিত কারণে ইনসুলেশন বিনষ্ট না হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে তাতে ভোল্টেজ ঘাটতির পরিমাণও অনুমোদনযোগ্য। তাই তার বা ক্যাবলে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ কারেন্ট নিরাপদে প্রবাহিত হয়ে লোডকে কর্মক্ষম রাখতে সক্ষম তাকে তার বা ক্যাবলের বিদ্যুৎ বহন ক্ষমতা বলে।

তার বা ক্যাবলের বিদ্যুৎ বহন ক্ষমতা নিম্নোক্ত নিয়ামকের উপর নির্ভর করে-

১। তার বা ক্যাবলের উপাদানের উপর,
২। তার বা ক্যাবলের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের উপর,
৩। তার বা ক্যাবলের আপেক্ষিক রোধের উপর,
৪। তার বা ক্যাবলে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের উপর,
৫। তার বা ক্যাবলের কোর বা খেই সংখ্যার উপর,
৬। তার বা ক্যাবলের ইনসুলেশনের উপর,
৭। তার বা ক্যাবলে তাপমাত্রার প্রভাবের উপর।

তার বা ক্যাবলের ভোল্টেজ গ্রেডঃ

সর্বোচ্চ যত ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ কোন তার বা ক্যাবলের উপযোগী তাকে ভোল্টেজ গ্রেড বলে। এই ভোল্টেজ গ্রেড জানা খুবই জরুরি কারণ এ জ্ঞানের অভাবে প্রয়োজনীয় স্থানে সঠিক সাইজের তার ব্যবহার না করার জন্য অপচয় ও দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। সকল তার বা ক্যাবলের কারেন্ট বহন ক্ষমতা এক নয়। সিঙ্গেল কোর ক্যাবল এবং মোটা তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা অপেক্ষাকৃত বেশি।

২০২০

সাধারণ ওয়্যারিং-এর কাজে (সিঙ্গেল ফেজ ব্যবস্থায় আবাসনে) 250/440 ভোল্ট গ্রেড ও (থ্রি ফেজ ব্যবস্থায় শিল্প কারখানায়) 660/1100 ভোল্ট গ্রেডের তার বা ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। 250/440 ভোল্ট গ্রেডের অর্থ হলো- বিদ্যুৎ সরবরাহ সিস্টেমে লাইন ও আর্থের মধ্যে ভোল্টেজ 250 ভোল্ট এবং লাইন ও লাইনের মধ্যে ভোল্টেজ 400 ভোল্ট-এর বেশি হয় না। অদ্রূপ 660/1100 ভোল্ট গ্রেডের অর্থ হলো- বিদ্যুৎ সরবরাহ সিস্টেমে লাইন ও আর্থের মধ্যে ভোল্টেজ 660 ভোল্ট এবং লাইন ও লাইনের মধ্যে ভোল্টেজ 1100 ভোল্ট এর বেশি হয় না।

তারের সাইজঃ

তারের সাইজ বলতে তার বা ক্যাবল কন্ডাক্টরের মধ্যে কত খেই তার আছে এবং প্রত্যেক খেইয়ের (তার) ব্যাস বা গেজ নাম্বার কত তাকে বোঝানো হয়। তারের সঠিক সাইজ নির্বাচন করতে হলে সে পরিবাহীর সাইজ, ধাতুর প্রকৃতি ও রকমভেদ, কোরের সংখ্যা, ইনসুলেশনের প্রকৃতি, ভোল্টেজ গ্রেড ইত্যাদি যথাযথভাবে জানা প্রয়োজন। ওয়্যার গেজ বা স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ (S.W.G) দ্বারা তার ব্যাস মাপা হয়। ঐ ওয়্যার গেজে সংখ্যামান লিপিবদ্ধ থাকে। গেজ নাম্বার যত কম হবে ঐ তারের তত চিকন (ব্যাস তত কম) হবে। 3/22 বলতে '3 খেই, গেজ নাম্বার 22 এবং Strand সমন্বয়ে' তৈরি তার বা ক্যাবল বোঝায়। বর্তমানে গেজ নাম্বারের পরিবর্তে ইঞ্চি বা মিলিমিটার ব্যবহার করা হচ্ছে। যেমন- 3/22 এর পরিবর্তে 3/0.029" বা ৩/০.৭৩৬ মিঃমিঃ এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হচ্ছে। 3/0.029"এর অর্থ ৩ খেই ও 0.029" ব্যাসের তার বা ক্যাবল। হাউজ ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত ৭টি তারের সাইজ-

ক. 1/0.044 এর অর্থ ১ খেই (১টা) তার এবং এর ব্যাস 0.044"
খ. 3/0.044 এর অর্থ ৩ খেই (৩টা) তার এবং এর ব্যাস 0.044"
গ. 3/0.029 এর অর্থ ৩ খেই (৩টা) তার এবং এর ব্যাস 0.029"
ঘ. 3/0.036 এর অর্থ ৩ খেই (৩টা) তার এবং এর ব্যাস 0.036"
ঙ. 7/0.029 এর অর্থ ৭ খেই (৭টা) তার এবং এর ব্যাস 0.029"
চ. 7/0.036 এর অর্থ ৭ খেই (৭টা) তার এবং এর ব্যাস 0.036"
ছ. 7/0.044 এর অর্থ ৭ খেই (৭টা) তার এবং এর ব্যাস 0.044"

হাইজ ওয়্যারিং-এ ৩/২২, ৩/২০, ৭/২২ ও ৭/২০ তার ব্যবহার করা হয় তবে লাইটিং কাজে ৩/২২ ও ৩/২০ অধিক হারে ব্যবহৃত হয়। সুইচ বোর্ডের লাইনের জন্যে ৩/২০ কিন্তু ছোট ছোট বাড়ির ইনকামিং লাইনের জন্য ৭/২০ তার ব্যবহার হয়।

তার বা ক্যাবলের কালার কোড (Color code):

বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবল চিহ্নিত করতে বিভিন্ন প্রকার কালার ব্যবহার করা হয় যাকে তার বা ক্যাবলের কালার কোড বলে। যেমন- টুইন কোর তারে একটা লাল ও অপরটি কালো বর্ণের ইনসুলেটেড হয় এবং থ্রি-কোর তারে লাল, কালো ও সবুজ রঙের তিনটি ইনসুলেটেড কন্ডাক্টর বিদ্যমান। লাল, কালো ও সবুজ বর্ণে যথাক্রমে ফেজ (Phase), নিউট্রাল (Neutral) ও আর্থ (Earth) বোঝায়।

প্রশ্নমালা- ১৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। তার ও ক্যাবল কাকে বলে ?

২। তার ও ক্যাবল প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?

৩। পূর্ণ নাম লিখ: V.R, P.V.C, TRS, CTS, VIR, MS

৪। ওয়্যার স্পেসিফিকেশন বলতে কী বোঝ ?

৫। কোন আকারের তারের বিদ্যুৎ বহন ক্ষমতা সর্বাধিক ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। তারের কালার কোড বলতে কী বোঝায় ?

৭। নমনীয় তারের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

৮। বুঝিয়ে লিখ- ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেড

৯। তিনটি নমনীয় তারের সাইজ লিপিবদ্ধ কর।

১০। চিত্রসহ ক্যাবলের প্রধান অংশগুলো দেখাও।

রচনা মূলক প্রশ:

১১। সংজ্ঞাসহ তার ও ক্যাবলের শ্রেণিবিন্যাস বিশ্লেষণ কর।

১২। ওয়্যারিং কাজে অনুমোদিত তিনটি তারের সাইজ ও ব্যবহার বর্ণনা কর।

১৩। বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।

১৪। ওয়্যারিং কাজে অনুমোদিত কয়েকটি তারের সাইজ ও ব্যবহার

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৪

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রধান দুইটি সাইডের একটি হলো ইলেকট্রিক্যাল সাইড। এ অংশের ডিভাইসগুলো ইলেকট্রিক্যাল Wire বা বৈদ্যুতিক তার দ্বারা সুবিন্যস্ত থাকে। তার ব্যতীত এ ডিভাইসগুলোর কাজে ব্যবহার করা যায় না। ফলে রিফ্রিজারেশন পদ্ধতিকে ব্যবহার উপযোগী করার অন্যতম প্রধান উপকরণ হলো বৈদ্যুতিক তার। ওয়্যার গেজ দিয়ে এর সাইজ নির্ণয় করা হয়। তবে তারকে বিপদমুক্ত করার জন্য নমনীয় ইনসুলেশন দ্বারা আবৃত্ত করা থাকে। বৈদ্যুতিক তারের প্রধান অংশ দু'টি যথা-

১। ধাতব পরিবাহী, ২। ইনসুলেটর।

১। রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির প্রধান দুটি সাইডের একটির নাম কী ?

২। তারকে ইনসুলেশন দ্বারা আবৃত্ত করার কারণ কী ?

৩। চিত্রসহ বৈদ্যুতিক ক্যাবলের অংশগুলোর বর্ণনা দাও।

৪। বৈদ্যুতিক তারের ব্যবহার তালিকা প্রস্তুত কর।

২০২০

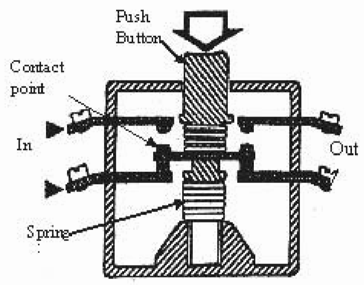
অধ্যায়-১৮

বৈদ্যুতিক সুইচ (Electrical Switch)

সুষ্ঠু বিদ্যুতায়ন ব্যতিরেকে যথাযথ শিল্পায়ন সম্পূর্ণ অসম্ভব ও কাল্পনিক বিষয়। তাই যথাযথ শিল্পায়ন ব্যতীত অর্থনৈতিক অগ্রগতি সম্ভব নয়। সুইচ একটা পরিচিত শব্দ। বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা চালিত সকল যন্ত্রপাতি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। যে যন্ত্রের সাহায্যে বৈদ্যুতিক বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহকে বন্ধ বা চালু রাখা হয় তাকে সুইচ বলে। সুইচ খুব প্রয়োজনীয় ও গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ।

১৮.১. সুইচের প্রয়োজনীয়তাঃ

সুন্দর বিদ্যুতায়ন নির্ভর করে উৎপাদন, বিতরণ ব্যবস্থাপনা ও সঠিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার উপর। আর সঠিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার একমাত্র নিয়ামক হলো সুইচ। বিদ্যুতের যথাযথ, সর্বোচ্চ ও নিরাপদ ব্যবহারের জন্য সুইচ অপরিহার্য। সুইচ বিদ্যুতের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করতে পারে। এমনকি প্রবাহ পথের সংখ্যাও বাড়াতে পারে। সুইচ ব্যবহারের কারণে দুর্ঘটনা কমতে পারে। যথারীতি ও যথাযথ প্রয়োজনে সার্কিট কন্ট্রোল করা যায়। সুইচের সাহায্যে ইচ্ছা ও প্রয়োজন মাফিক বৈদ্যুতিক আপ্লায়েন্স ব্যবহার করা যায়। সুইচের আধুনিকীকরণের দ্বারাই কম্পিউটার ও রোবটের মতো অত্যাধুনিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা সম্ভব হচ্ছে। সুইচের মাধ্যমে প্রয়োজনমতো বর্তনীকে Off-On করা যায়। ভোল্টেজ, কারেন্ট, এসি বা ডিসি এবং লোডের ধরন (রেজিস্টিভ, ইনডাকটিভ, ক্যাপাসিটিভ) ইত্যাদির রেটিংও সুইচে করা থাকে। তাছাড়া দৈনন্দিন, সামাজিক, রাষ্ট্রীয় পর্যায়ের সর্বক্ষেত্রে বিদ্যুতের ব্যাপক ব্যবহার সুইচের কারণেই সম্ভব হচ্ছে। বিদ্যুতের সরবরাহ, অফ-অন করা, রক্ষণাবেক্ষণ, দুর্যোগের মুহূর্তে সরবরাহ বিচ্ছিন্ন করা ইত্যাদি প্রয়োজনেই সুইচ ব্যবহার হয়।



চিত্র- ১৮.১: একটা DPDT বৈদ্যুতিক সুইচ।

১৮.২. সুইচের প্রকারভেদ :

বহুবিদ কাজের প্রয়োজনে বিভিন্ন প্রকার সুইচ ব্যবহার হয়। প্রয়োজন, গঠন, কার্যনীতি, কার্যক্ষেত্র , ব্যবহার প্রভৃতির উপর ভিত্তি করে সুইচ কাজে লাগানো এবং শ্রেণিবিন্যাস করা হয়। নিয়ন্ত্রণের দিক থেকে সুইচ দুইপ্রকার। যথা-

১. হস্তচালিত সুইচ (Manual switch): সিলেক্টর সুইচ,

২. স্বয়ংক্রিয় সুইচ (Automatic Switch): থার্মোস্ট্যাট সুইচ।

২০২০ ব্যবহারের দিক থেকে সুইচ প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

১. নাইফ সুইচ (Knife switch), ২. টামবলার (Tumbler switch).

হস্ত চালিত সুইচ তিন প্রকার-

১. টোগল সুইচ (Togol switch), ২. পুশবাটন সুইচ (Push button switch), ৩. রোটারি সুইচ (Rotary switch).

নাইফ সুইচ দুইপ্রকার-

১. স্লো-ব্রেক নাইফ সুইচ (Slow knife switch), ২. কুইক-ব্রেক নাইফ সুইচ (Quick knife switch)

পোলের উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার-

১. সিঙ্গেল পোল সুইচ (Single pole switch),
২. ডাবল পোল সুইচ (Double pole switch)
৩. ট্রিপল পোল সুইচ (Triple pole switch)

থ্রো-এর উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার-

১. সিঙ্গেল থ্রো সুইচ (Single through switch),
২. ডাবল থ্রো সুইচ (Double through switch)
৩. ট্রিপল থ্রো সুইচ (Triple through switch)

ওয়ে এর উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার-

১. ওয়ান ওয়ে সুইচ (One way switch),
২. টু ওয়ে সুইচ (Two way switch)
৩. ইন্টার্মিডিয়েট সুইচ (Intermidiate switch)

ব্রেকের উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার-

১. সিঙ্গেল ব্রেক সুইচ (Single break switch),
২. ডাবল ব্রেক সুইচ (Double break switch)

কার্যনীতির উপর ভিত্তি করে টাম্বলার সুইচ চার প্রকার-

১. SPST (Single pole single through) সুইচ, ২. SPDT (Single pole double through) সুইচ,
৩. DPST (Double pole single through) সুইচ, ৪. DPDT (Double pole Double through) সুইচ

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ারকন্ডিশনিং-এ ব্যবহৃত সুইচসূহের তালিকা-

১। মেইন সুইচ, ২। সাধারণ অফ-অন সুইচ, ৩। ডোর (পুশবাটন) সুইচ, ৪। থার্মোস্ট্যাট সুইচ,
৫। সিলেক্টর সুইচ, ৬। হিউমিডিস্ট্যাট সুইচ, ৭। এসি (রোটারি) সুইচ, ৮। এসি পিয়ানো সুইচ
৯। থার্মাল সুইচ, ১০। প্রেসার সুইচ, ১১। ডিফ্রস্ট সুইচ ইত্যাদি ব্যবহৃত হয় ইত্যাদি

১৮.৩. সুইচ সম্বন্ধে বর্ণনাঃ

বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে বর্তনীতে লোডসমূহকে প্রয়োজনমতো পরিচালনা করা হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য বর্তনীকে চালু-বন্ধ করার দরকার হয়। বিদ্যুৎ বিভাগে ব্যবহৃত অগণিত সুইচের মধ্যে কয়েকটির বর্ণনা প্রদত্ত হলো-

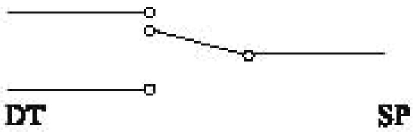
SPST সুইচঃ

চিত্র- ১৮.২: SPST সুইচ

এসপিএসটি বলতে সিঙ্গেল পোল সিঙ্গেল থ্রো বোঝায় যা একটি পরিবাহীকে অপর পরিবাহী হতে সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করতে পারে। যখন এ প্রকার সুইচ বর্তনীতে নিয়ন্ত্রণ করা হয়

২০২০

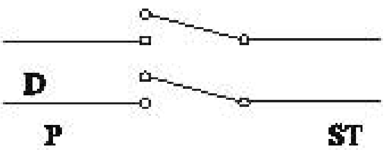
SPDT সুইচ



চিত্র- ১৮.৩: SPDT সুইচ।

এসপিডিটি বলতে সিঙ্গেল পোল ডাবল থ্রো বুঝায়। এখানে একটি পরিবাহী নিয়ন্ত্রিত হয় কিন্তু নিয়ন্ত্রণ ক্রিয়া বিপরীতমুখী অর্থাৎ সার্কিটের পরিবাহী একটি অফ হলে অপরটি অন হবে। তিনটি পয়েন্টের মধ্যে প্রবেশ তারটি একটি পরিবাহী পয়েন্টে এবং অপর যে পরিবাহীদ্বয় নিয়ন্ত্রিত হবে তা অবশিষ্ট দুটি পয়েন্টে লাগানো হয়।

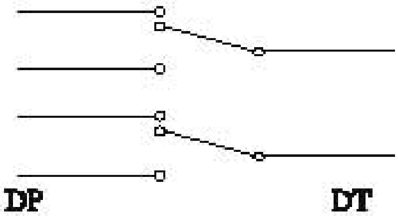
DPST সুইচ :



চিত্র- .৪: DPST সুইচ।

ডিপিএসটি বলতে ডাবল পোল সিঙ্গেল থ্রো বোঝায়, যা ২টি পোলের সাহায্যে দুটি পরিবাহীকে স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণ করে এবং নিয়ন্ত্রণ কার্য হচ্ছে অন-অফ। দুই জোড়া পরিবাহী থাকে। যথাক্রমে এক জোড়ায় একটি অপর জোড়ায় একটিকে এবং ১ম জোড়ায় বাকিটি ২য় জোড়ায় বাকিকে অন-অফ

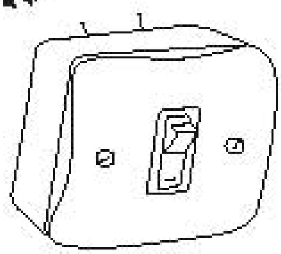
DPDT সুইচ



চিত্র- ১৮.৫: DPDT সুইচ।

যেহেতু দুই পোল ও দুই থ্রো হওয়ার কারণে এসপিডিটি ক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি কিন্তু ২টি করে পরিবাহী নিয়ন্ত্রিত হয়। ডাবল পোলদ্বয় স্বতন্ত্র ২টি সিঙ্গেল পোল হিসেবে ডাবল পরিবাহীকে নিয়ন্ত্রণে (অন-অফ) করে যথাক্রমে ২টি পোল মোট ৪টি পরিবাহীকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

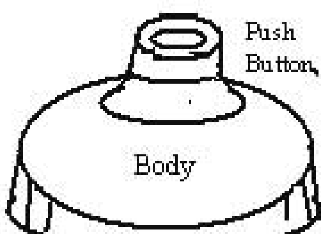
টোগল সুইচ:


চিত্র- ১৮.৬: টোগল সুইচ।

টোগল সুইচ এমন ব্যবস্থার যেখানে মধ্যস্থ সুইচ পরিবাহী যন্ত্রাদি বা সাধারণত ব্লেড বা রোলার স্প্রিং এর সাহায্যে ধাতব বা প্লাস্টিক টোগল লিভারে যুক্ত থাকে। আধুনিক গৃহ দেয়ালে এ সুইচ ব্যবহার হয়। এটি অপেক্ষাকৃত বেশি নিরাপত্তামূলক সুইচ।

পুশবাটন সুইচ :

চাপ প্রদানে অন (On) এবং চাপমুক্ত করলে অফ (Off) হয় এমন সুইচকে পুশবাটন সুইচ বলে। এ সুইচ কলিংবেল ও রিফ্রিজারেটরে ব্যবহার হয়।



চিত্র- ১৮.৭: পুশবাটন সুইচ।

রোটারী সুইচঃ

চিত্র- ১৮.৮ঃ রোটারি সুইচ।

একটি বৃত্তাকার ওয়াফার (Wafer) নির্দিষ্ট দূরত্বে পরিধি বরাবর কন্টাক্টসমূহ সংযুক্ত অবস্থায় একটি স্পিন্ডেলে যুক্ত থাকে এবং একটি সাধারণ পয়েন্ট এক পয়েন্ট হতে অপর পয়েন্টে ঘোরে। যেমন, উইন্ডো এসির রোটারি টাইপ সিলেক্টর সুইচ ও মোটরযানের ইগনিশন সুইচ।

নাইফ সুইচ :

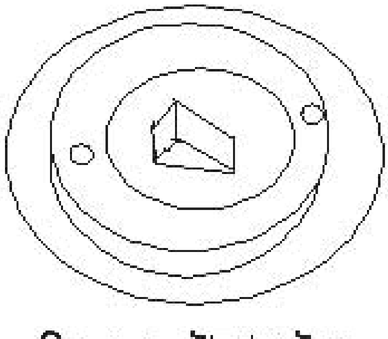
যেসব সার্কিটে ১০ অ্যাম্পিয়ারের অধিক কারেন্ট প্রবাহ হয় সেক্ষেত্রে মেইন সুইচ হিসেবে নাইফ সুইচ (Knife switch) ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। কারণ সবচেয়ে ছোট বা কম ক্ষমতাসম্পন্ন নাইফ সুইচের রেটিং ১৫ অ্যাম্পিয়ার হয়ে থাকে। এ ধরনের সুইচ সাধারণত মেইন সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এর বিকল্প হিসেবে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা যায়।

বিদ্যুৎ সরবরাহকারী মিটারের পর কোন সার্কিটে বৈদ্যুতিক সাজসরঞ্জাম সংযোগের আগে সর্বপ্রথম মেইন সুইচ বসাতে হয়। ঐ মেইন সুইচ দিয়ে সম্পূর্ণ সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

চিত্র- ১৮.৯ঃ আইসিআইসি মেইন সুইচ।

এ ধরনের সুইচের গ্রেড দুইরকমের হয়। যথা-১. ২৫০ ভোল্ট গ্রেডের মেইন সুইচ, ২. ৫০০ ভোল্ট গ্রেডের মেইন সুইচ।

টাম্বলার সুইচঃ



চিত্র- ১৮.১০। টাম্বলার সুইচ।

হাতের আঙুল দ্বারা পরিচালিত বেকেলাইটের তৈরি সুইচকে টাম্বলার সুইচ বলে। এ সুইচ ৫, ১০, ১৫ অ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত কারেন্ট বহন করতে সক্ষম। বৈদ্যুতিক বাতির ক্ষেত্রে ৫ অ্যাম্পিয়ার রেটিংয়ের সুইচ এবং ইস্ত্রি, হিটার, মোটর প্রভৃতি পাওয়ার সার্কিটে ১৫ অ্যাম্পিয়ার রেটিংয়ের সুইচ ব্যবহৃত হয়। টাম্বলার সুইচের তলদেশ চীনামাটি বা বেকেলাইট দ্বারা তৈরি এবং এর সাথে দুটি পিতলের কন্টাক্ট দিয়ে আটকানো থাকে।

অন-অফ করার জন্য এর উপরে একটি নব থাকে। বৈদ্যুতিক সার্কিট নিয়ন্ত্রণের জন্য এ সুইচ অধিক হারে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। কাজের প্রয়োজন অনুসারে টাম্বলার সুইচ বিভিন্ন ধরনের হয়। যেমনঃ- ওয়ান-ওয়ে সুইচ, টু-ওয়ে সুইচ, থ্রি-ওয়ে সুইচ এবং ইন্টারমেডিয়েট সুইচ প্রভৃতি।

চেঞ্জ ওভার (Change over) সুইচ :

দুটি সোর্সের যে কোন একটা সোর্স হতে বিদ্যুৎ একটা লোডে দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত সুইচের নাম হলো চেঞ্জ ওভার (Change over) সুইচ।

১৮.৪ বিভিন্ন প্রকার সুইচের ব্যবহার ক্ষেত্রঃ

বহুবিধ কাজ ও ক্ষেত্রে অগণিত সুইচ ব্যবহার হয়। তার মধ্যে বেশি ব্যবহৃত সুইচগুলোর ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ করা হলো-

ক. মেইন সুইচঃ মিটারের পর ব্যবহারকারীর সমগ্র সার্কিটটিকে নিয়ন্ত্রণ (ON-OFF) করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

খ. সিঙ্গেল পোল সুইচঃ লাইনে শুধু ১টি তারের সংযোগ ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

গ. ডাবল পোল সুইচঃ দুইটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

ঘ. সিঙ্গেল ব্রেক সুইচঃ সুইচ ব্লেড দ্বারা সুইচের মধ্যে একটি স্থানে বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

ঙ. ডাবল ব্রেক সুইচঃ সুইচের ব্লেড দ্বারা লাইনের সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

চ. সিঙ্গেল থ্রো সুইচঃ সার্কিটের একটি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ছ. ডাবল থ্রো সুইচঃ সাধারণতঃ দুইটি সার্কিটকে একটির পর আরেকটিতে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার জন্য ব্যবহার হয়।

জ. ওয়ান ওয়ে সুইচঃ দুইটি তারের মধ্যে সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন (বাতি, পাখা ইত্যাদি) করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ঝ. টু ওয়ে সুইচঃ একটি বা কয়েকটি বাতি এক সঙ্গে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। সিড়িঘর বা সিড়িঘরের বাতির যেখানে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।

ঞ. ইন্টারমিডিয়েট সুইচঃ কোন বাতিকে অধিক জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করতে এ সুইচ ব্যবহার করতে হয়।

ট. পুশপোল সুইচঃ টেবিল ল্যাম্পে এ ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ঠ. রোটারি সুইচঃ সাধারণত গাড়ির ওয়ারিং এ রোটারি সুইচ ব্যবহার করা হয়। মোটরের দিক পরিবর্তন, বেগ পরিবর্তন, সার্কিট কন্ট্রোল প্রভৃতি বৃহৎ কাজে ব্যবহার করা হয়।

ড. বেড সুইচঃ বিছানায় শুয়ে বাতি নিভানো ও জ্বালানোর কাজে ব্যবহার করা হয়।

ঢ. পুশ বাটন সুইচঃ কলিংবেল, রিফ্রিজারেটরের ক্যাবিনেট ল্যাম্প ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়।

ণ. চেঞ্জ ওভার জাতীয় বা নিজস্ব বিদ্যুৎ সোর্স নেওয়ার জন্য চেঞ্জ ওভার সুইচ ব্যবহার করা হয়।

উল্লেখ্য, মেইন সুইচে কার্টিজ বা রি-ওয়্যারেবল ফিউজ ব্যবহার করতে হয়। কারণ ফিউজের কারেন্ট রেটিং অনুসারে এ সুইচের রেটিং নির্ধারণ করা হয়।

প্রশ্নমালা-১৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। সুইচ কাকে বলে ?

২। নাইফ সুইচ কত প্রকার ও কী কী ?

৩। SPDT ও DPDT এর পূর্ণনাম লেখ।

৪। পুশবাটন সুইচ কোথায় ব্যবহার করা হয় ?

৫। SPST সুইচের রেখা চিত্র অংকন কর।

৬। 'ল্যাচ' পদ্ধতিতে কোন সুইচ পরিচালনা করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। রোটারি সুইচ সম্পর্কে টীকা লেখ।

৮। মেইন সুইচ কী কী গ্রেডের হয় ?

৯। টাম্বলার সুইচের তলদেশ কী দ্বারা তৈরি হয় ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১০। সুইচ কী? সুইচের গুরুত্ব আলোচনা কর।

১১। সুইচের শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।

১২। ৫টি সুইচের ব্যবহার তালিকা তৈরি কর।

১৩। চিত্রসহ নাইফ সুইচ ও টাম্বলার সুইচ সম্পর্কে আলোচনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৫

অনুচ্ছেদটি পড় ও নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাকে সুইচ বলে। বহুবিধ ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক সুইচ ব্যবহার করা হয়। ব্যবহার, কাজ, ক্ষমতা ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে সুইচকে বিভিন্ন শ্রেণিতে বিন্যস্ত করা হয়। যেমন- হস্তচালিত ও স্বয়ংক্রিয় সুইচ। হস্তচালিত সুইচ ৩ প্রকার- টোগল সুইচ, পুশবাটন সুইচ ও রোটারি সুইচ এবং স্বয়ংক্রিয় সুইচও ৩ প্রকার- প্রেসার সুইচ, থার্মো সুইচ ও ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক সুইচ। এছাড়া পোলের উপর ভিত্তি করে এটি চার ধরনের হয়- 1. S.P.S.T, 2. S.P.D.T, 3. D.P.S.T, 4. D.P.D.T.

১। সুইচ কী ?

২। হস্তচালিত সুইচ কত প্রকার ও কী কী ?

৩। পোলের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত সুইচের ব্যবহার তালিকা তৈরি কর।

৪। সুইচের শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।

অধ্যায়-১৯

বাসগৃহে ওয়্যারিং (House Wiring)

বাসগৃহে ব্যবহৃত লোড (লাইটিং,ফ্যান, হিটার, মোটর, রিফ্রিজারেটর, এয়ার-কন্ডিশনার ইত্যাদি)সমূহকে পরিচালনার জন্য সুবিন্যস্ত তার ব্যবস্থাপনাকে ওয়্যারিং বলে। বিদ্যুৎ কর্তৃপক্ষ (Power Development Board = P.D.B & Rural Electrification Board = R.E.B) কর্তৃক অনুমোদিতভাবে বিদ্যুৎ প্রাপ্তির জন্য সর্বাগ্রে প্রয়োজন যথাযথভাবে গৃহে তার বিন্যাস। বাসগৃহ বিদ্যুতায়িত করার জন্য তার বিন্যাসের নামই House wiring। House wiring ব্যতীত দৈনন্দিন জীবনে বিদ্যুৎ ব্যবহার অকল্পনীয় ও অসম্ভব বিষয়।

১৯.১. ওয়্যারিং-এর আবশ্যকতাঃ

পরিকল্পিত House wiring ব্যতীত নিরাপদে ও নির্বিঘ্নে বিদ্যুৎ শক্তিকে প্রয়োজনমতো ব্যবহার করা যায় না। বাসগৃহ, অফিস, কারখানা, প্রতিষ্ঠান, দোকান, ওয়ার্কশপ প্রভৃতি ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ বিতরণ ও ব্যবহারের জন্য House wiring এর আবশ্যকতা অসীম। কারণ সুন্দর, সুষ্ঠু, পরিকল্পিত, নিয়মতান্ত্রিক নিরাপদ বিদ্যুৎ ব্যবস্থার জন্য House wiring -এর বিকল্প নাই। অনুমোদিতভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ প্রাপ্তি এবং নিচে বর্ণিত সুযোগ-সুবিধাদির লক্ষ্যে বাসগৃহ ওয়্যারিং-এর আবশ্যকতা পরিলক্ষিত হয়।

১। নিরাপত্তা সুবিধাঃ কারণ সুন্দর, সুষ্ঠু, পরিকল্পিত, নিয়মতান্ত্রিক wiring নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।
২। নিয়ন্ত্রণ সুবিধাঃ সুইচ যার মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালু ও বন্ধ করা যায়।
৩। সৌন্দর্য সুবিধাঃ Wiring বাসগৃহে বা ইমারতের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে।
৪। স্থায়িত্ব বৃদ্ধি সুবিধাঃ সুষ্ঠু ও পরিকল্পিত তার বিন্যাস ব্যবস্থায় দীর্ঘ দিন বিদ্যুৎ সরবরাহ করা যায়।
৫। অর্থ সাশ্রয়ের সুবিধাঃ সুন্দর ও পরিকল্পিত তার বিন্যাসে সরঞ্জামাদির ও বিদ্যুৎ খরচ কম হয়।
৬। রক্ষণাবেক্ষণ সুবিধাঃ সঠিক ওয়্যারিং এর দ্বারা সরঞ্জামাদির রক্ষণাবেক্ষণ সুবিধা বেশি পাওয়া যায়।
৭। বন্টনের সুবিধাঃ পরিকল্পিত wiring এর দ্বারা সুন্দর, সুষ্ঠু বিতরণ নিশ্চিত করা যায় ইত্যাদি।

১৯.২ বাসগৃহে ওয়্যারিং-এর জন্য প্রযোজনীয় মালামালের তালিকাঃ

সুন্দর, সুষ্ঠু, পরিকল্পিত, নিয়মতান্ত্রিক নিরাপদ বিদ্যুৎ ব্যবস্থার জন্য House wiring জন্য দরকার মানসম্মত ও প্রয়োজন মাফিক বৈদ্যুতিক উপকরণ। House wiring কে যথাযথ ও এর গুণগত মান আরো উন্নয়ন করার জন্য উপকরণের পাশাপাশি কিছু টুলসেরও প্রয়োজন। নিম্নে উপকরণ ও টুলসের তালিকা দেওয়া হলো-

উপকরণাদির তালিকাঃ

ক্রমিক	নাম	বিবরণ
১	তার	৩/২২, ৭/২২, ৭/২০ বা প্রয়োজনীয় ক্ষমতার
২	সুইচ	প্রয়োজনীয় অ্যাম্পিয়ারের মেইন, পিয়ানো, নাইপ পুশবাটন ইত্যাদি
৩	হোল্ডার	ব্রাকেট, ব্যাটেন
৪	সকেট	প্রয়োজনীয় অ্যাম্পিয়ারের টু ও থ্রি হোল সকেট সুইচ যুক্ত
৫	সিলিং রোজ	প্রয়োজনীয় সাইজের ও সংখ্যায়
৬	নিরাপত্তা যন্ত্রাদি	ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার
৭	জয়েন্ট বক্স	প্রয়োজনীয় সাইজের
৮	সুইচ বোর্ড	সুইচ, সকেট ও রেগুলেটরের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে মাপ
৯	অ্যাবোনাইট বোর্ড	3″x3″, 4″x4″, 4″x6″ মাপের

২০২০

১০	সুইচ বোর্ড বক্স	সুইচ বোর্ডের মাপে
১১	চ্যানেল/ব্যাটেন ও বেন্ড	প্রয়োজনীয় পরিমাণ পেনভেন্ট ও কাঠের
১২	রাওউয়াল প্লাগ	প্রয়োজনীয় পরিমাণ ও সাইজের
১৩	স্ক্রু	প্রয়োজনীয় পরিমাণ ও সাইজের
১৫	টেপ	ইনসুলশনের জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৬	রেগুলেটর	প্রয়োজনীয় পরিমাণ ও সাইজের
১৭	এনার্জি মিটার	প্রয়োজনীয় ক্ষমতার
১৮	সুইচ	প্রয়োজনীয় পরিমাণ পিয়ানো টাইপ
১৯	কলিংবেল	পছন্দ সই
২০	টিউব লাইট সেট	প্রয়োজনীয় সংখ্যক

টুলসের তালিকা:

হাইজ ওয়ারিংএ টুলসের তালিকা প্রদত্ত হলো-

১। হ্যামার, ২। স্ক্রু-ড্রাইভার, ৩। কম্বিনেশন প্লায়ার্স
৪। কাটিং প্লায়ার্স, ৫। ফাইল, ৬। চিজেল,
৭। করাত, ৮। হ্যাক'স', ৯। নিয়ন টেস্টার,
১০। টেস্ট ল্যাম্প, ১১। চাকু, ১২। হ্যান্ড ড্রিল,
১৩। মাপনী (মেজারিং টুলস), ১৪। পেন্সিল বা স্ক্রাইবার, ১৫। অ্যাভোমিটার ইত্যাদি

১৯.৩ বাসগৃহে ওয়্যারিং-এর বর্ণনা:

বিদ্যুৎ সরবরাহ কর্তৃপক্ষ ছোট একটা বাসায় সাধারণত এনার্জি মিটারে সিঙ্গেল ফেজ (একটা ফেজ ও একটা নিউট্রাল) সংযোগ দিয়ে থাকেন। এ সংযোগ ব্যবস্থাকে আর্থিং স্থানীয়ভাবে করা হয়। মিটার হতে কাট-আউট বা সার্কিট ব্রেকারের মাধ্যমে সরবরাহ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে (Distribution board= DB) বিতরণ করা হয়। বাসায় দুটি ইউনিট থাকলে প্রতিটির ক্ষেত্রে একটা করে সার্কিট ব্রেকারসহ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থাকে। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে ফেজ, নিউট্রাল ও আর্থিং লাইনের সংযোগ থাকে। সিঙ্গেল পোল সার্কিট ব্রেকার হলে ফেজ লাইন তাতেই থাকে এবং সেখান থেকে লোডানুপাতে প্রতিটি কাট-আউটে সংযোগ যায়। সকল লোডের জন্য একটা মাত্র নিউট্রাল লাইনের সংযোগ থাকে।

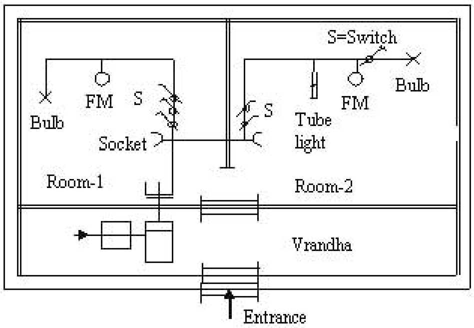
থ্রি পিন সকেটের সংযোগ সরাসরি DB-এর ফেজ, নিউট্রাল ও আর্থিং-এর সাথে দিতে হয়। টু-পিন সকেটের একটা পয়েন্টে সুইচ হয়ে ফেজ লাইনের এবং অপর পয়েন্টে নিউট্রাল লাইনের সংযোগ দিতে হয়।

কন্ট্রোল সুইচ বোর্ডে ফেজ ও নিউট্রাল লাইনের সংযোগ থাকে যার সাহায্যে প্রতিটি লোড (লাইট, ফ্যান ইত্যাদি) নিয়ন্ত্রিত হয়। সুইচসমূহে ফেজ লাইনের সংযোগ দিতে হয়। আর সুইচ হয়ে ফেজ লাইনটা বিভিন্ন লোডে বিতরণ হয়।

ফ্যানের ক্ষেত্রে সুইচ থেকে ফেজ লাইনটি রেগুলেটর হয়ে ফ্যান মোটরে যায় এবং বাকি সংযোগটা নিউট্রাল তারের মাধ্যমে দিতে হয়।

টিউব লাইটের ক্ষেত্রে ফেজ লাইন সুইচ থেকে ব্যালাস্ট হয়ে হোল্ডারের একটা পয়েন্টে এবং অপর পয়েন্ট হতে স্টার্টারের মাধ্যমে ২য় হোল্ডারের একটা পয়েন্টে যায়। ২য় হোল্ডারের বাকি পয়েন্টে নিউট্রাল লাইনের সংযোগ দেওয়া হয়। ২০২০

কলিং বেলের ক্ষেত্রে সুইচ থেকে ফেজ লাইন একটা ফিলামেন্ট বাল্ব হয়ে বেলের এক পয়েন্টে এবং বাকি পয়েন্টে নিউট্রাল লাইনের সংযোগ হয়। এভাবে সকল স্বতন্ত্র কক্ষের জন্য একটা করে কন্ট্রোল সুইচ বোর্ড থাকে। ছাদওয়ালা বাড়িতে কন্সিল্ড ওয়্যারিং সর্বাধিক ব্যবহার হয়। অতীতে বাসগ্রহে শুধু ব্যাটেন ওয়্যারিং করা হতো। বর্তমানে ব্যাপক হারে কন্সিল্ড ওয়্যারিং করা হচ্ছে। অবশ্যই ওয়ার্কশপ ছাড়া অন্যান্য ইমারতের ওয়্যারিং প্রায় বাসগৃহের অনুরূপ এবং সহজ। নিচে অফিস বাসগৃহ ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অংকন ও বর্ণনা করা হলো।



চিত্র- ১৯.১: House wiring এর ডায়াগ্রাম।

চিত্রের ডায়াগ্রামে তারের মাধ্যমে লোড হিসাবে ফ্লোরোসেন্ট বাতি, লাইট (বাল্ব), ফ্যান, সকেট, বিভিন্ন নিয়ন্ত্রকসহ অন্যান্য ব্যবস্থাপনা দেখানো হয়েছে।

ডায়াগ্রামে ব্যবহৃত বিভিন্ন জিনিসের নামসহ সাংকেতিক চিহ্ন নিচের সারণিতে দেখানো হলো-

ক্রমিক	নাম	সাংকেতিক চিহ্ন	ক্রমিক	নাম	সাংকেতিক চিহ্ন
১	লাইট		২	ওয়ান-ওয়ে সুইচ	
৩	সকেট		৪	কানেক্টিং লাইন	
৫	সারফেস ওয়্যারিং		৬	কন্ডাক্টর	
৭	ব্রাঞ্চিং বক্স		৮	ব্রাঞ্চিং অব কানেক্টিং লাইন	
৯	১টি আসা ও ৩টি যাওয়া লাইন		১০	ইলেক্ট্রিক ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	
১১	হাউজ কানেকশন বক্স		১২	মিটার	

১৯.৪. ওয়্যারিং পরীক্ষা পদ্ধতি :

ইলেকট্রিসিটি ব্যবহারের ক্ষেত্রে সঠিক ওয়্যারিং একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ছোট ধরনের ত্রুটিতে বড় রকমের এমনকি অপূরণীয় ক্ষতি হতে পারে। সুতরাং ওয়্যারিং শেষ হওয়ার পর সরবরাহ প্রদানের পূর্বে মনোযোগের সাথে ওয়্যারিং পরীক্ষা করা অপরিহার্য।

পর্যায়ক্রমিকভাবে কয়েকটি সফল পরীক্ষা করার পর নিশ্চিত হওয়া যাবে ওয়্যারিং সঠিক আছে। পরীক্ষাগুলো নিম্নে দেওয়া হলো-

ক) পোলারিটি টেস্ট ২ ভাবে করা হয়:- ১. AVO এর সাহায্যে পোলারিটি টেস্ট,
২. টেস্ট বা সিরিজ ল্যাম্প দ্বারা পোলারিটি টেস্ট।

খ) কন্টিনিউটি টেস্ট ২ প্রকার:- ১. সার্কিটে ব্যবহৃত লোড ও wire কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্ট,
২. আর্থ কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্ট।

গ) ইনসুলেশন টেস্ট ২ প্রকার:- ১. কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট,
২. দুইটি কন্ডাক্টরের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট।

ঘ) আর্থ টেস্ট:- ফেজ ও আর্থিং এ বাতি জ্বালিয়ে অথবা মেগারের সাহায্যে।

২০২০

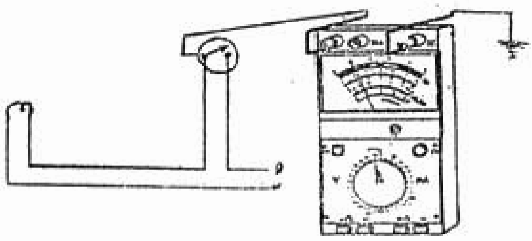
বিভিন্ন প্রকার টেস্টের বর্ণনাঃ

ক) পোলারিটি টেস্টের বর্ণনাঃ

ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং এর রীতি অনুযায়ী AC সরবরাহের ক্ষেত্রে সুইচ, তার, ফিউজ, অন্যান্য ফিউজ বা নিয়ন্ত্রক ফেজ বা পজেটিভ লাইনে স্থাপন করতে হয়। এগুলো ফেজ লাইনে আছে মর্মে নিশ্চিত হবার জন্য পোলারিটি টেস্ট করা হয়। অবশ্যই বিদ্যুৎ সরবরাহের পূর্বে পোলারিটি টেস্ট করতে হয়।

AVO মিটারের সাহায্যে পোলারিটি টেস্টঃ

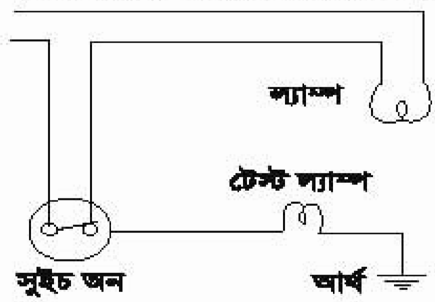
AVO মিটারের রেঞ্জ নব ওহমে সেট করে চিত্রানুযায়ী এর একটি প্রব সার্কিটের ওয়্যারিং তারে (সুইচের আউট পয়েন্টে) অপর প্রবটি আর্থের সাথে সেট করলে কন্টিনিউটি দেখালে সুইচ সঠিকভাবে ফেজ তারে লাগানো আছে। অন্যথায় ভুল সংযোগ।



চিত্র- ১৯.২ : AVO মিটার দ্বারা পোলারিটি টেস্ট।

টেস্ট বা সিরিজ ল্যাম্প দ্বারা পোলারিটি টেস্টঃ

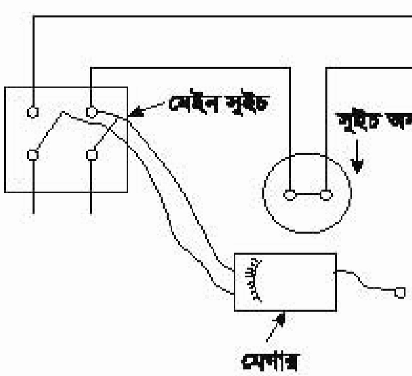
বিদ্যুৎ সরবরাহের পূর্বে বা পরে বা উভয় ক্ষেত্রে পোলারিটি টেস্ট করা যায়। চিত্রানুযায়ী পোলারিটি পরীক্ষা করার সময় টেস্ট ল্যাম্পের একটি প্রান্ত সার্কিটের ওয়্যারিং তারে (সুইচের আউট পয়েন্টে) এবং অপর প্রান্ত আর্থের সাথে সংযুক্ত করার পর বাতি জ্বললে পোলারিটি সঠিক আছে। অন্যথায় ভুল ওয়্যারিং।



চিত্র- ১৯.৩ঃ টেস্ট ল্যাম্প দ্বারা পোলারিটি টেস্ট।

খ) কন্টিনিউটি টেস্টের বর্ণনাঃ

সার্কিটে ব্যবহৃত লোড ও (তার) কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্টঃ

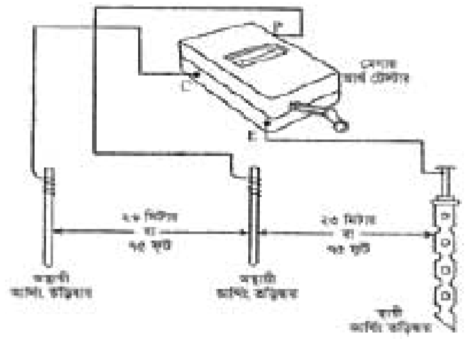


চিত্র- ১৯.৪ঃ কন্টিনিউটি টেস্ট।

এ পরীক্ষা করার সময় মেইন সুইচ বন্ধ করে তার কাট আউট খুলে রাখতে হবে। তবে ওয়্যারিং এর অন্যান্য ফিউজ লাগানো অবস্থায় থাকবে। প্রত্যেক পয়েন্টে বাল্ব লাগিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। তারপর চিত্রানুযায়ী ২টি ওয়্যারিং তারের দুই প্রান্তে মেগারের E ও L এর সাথে সংযুক্ত করতে হবে। একটি মাত্র লোডের সুইচ অন করে মেগার ঘুরালে যদি মেগারের ডায়ালে (০) শূন্য দেখায় তবে বুঝতে হবে কন্টিনিউটি আছে। অপর দিকে নির্দেশিকা (০) শূন্য হতে সামান্য দূরে অবস্থান করলে কন্টিনিউটি নাই। এভাবে প্রত্যেক পয়েন্ট ও লোডে কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে।

আর্থ কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্টঃ

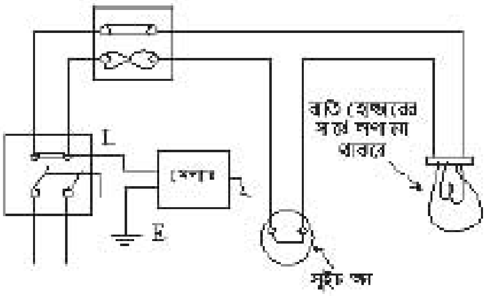
এ টেস্ট করার জন্য মেগার আর্থ টেস্টার ব্যবহার করা হয়। চিত্রানুযায়ী মেগারের আর্থ (E) টার্মিন্যাল আর্থ ইলেকট্রোড ও লাইন টার্মিন্যাল (L) বিভিন্ন স্থানের ধাতব অংশের (প্লাইক) সাথে সংযোগ করে মেগার হ্যান্ডল ঘুরালে যদি মেগারের ডায়ালে ১ ওহম বা কম দেখায় তবে বুঝতে হবে কন্টিনিউটি সঠিক আছে। অন্যথায় সংযোগ সঠিক নাই।



চিত্র- ১৯.৫ঃ আর্থ কন্টিনিউটি টেস্ট।

গ) ইনসুলেশন কন্টিনিউটি টেস্টের বর্ণনাঃ

কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্টঃ



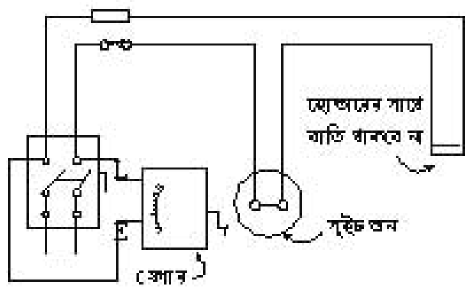
চিত্র- ১৯.৬ ঃ কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট।

কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট করার সময় প্রধান সুইচ OFF করে তার ফিউজ খুলে রাখতে হয়। অন্যান্য ফিউজ লাগানো অবস্থায় থাকবে। প্রত্যেক পয়েন্টে ব্যবহৃত সকল লোড স্থাপন করে সুইচ ON করে রাখতে হবে। অতঃপর মেইন সুইচের উভয় তার শর্ট করে চিত্রানুযায়ী মেগারের L টার্মিন্যালের সাথে এবং মেগারের E টার্মিন্যাল আর্থের সাথে সংযুক্ত করতে হবে।

মেগার হ্যান্ডল দ্রুত ঘুরালে যদি মেগারের ডায়ালে ১ বা কম ওহম দেখায় তাহলে বুঝতে হবে ইনসুলেশন ঠিক আছে। আর নির্দেশিকা (0 Ω) শূন্যতে অবস্থান করলে ইনসুলেশন ঠিক নাই। অর্থাৎ কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে শর্ট আছে।

দুইটি কন্ডাক্টরের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্টঃ

দুইটি কন্ডাক্টরের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট করার সময় প্রধান সুইচ OFF করে তার ফিউজ খুলে রাখতে হয়। অন্যান্য ফিউজ লাগানো অবস্থায় থাকবে। প্রত্যেক পয়েন্টে ব্যবহৃত সকল লোড স্থাপন করে সুইচ ON করে রাখতে হবে। অতঃপর চিত্রানুযায়ী ২টি ওয়্যারিং তারের দুই প্রান্তে মেগারের E ও L এর সাথে সংযুক্ত করতে হবে। মেগার হ্যান্ডল দ্রুত ঘুরালে মেগারের ডায়ালে 1 Ω দেখালে বুঝতে হবে ইনসুলেশন ঠিক আছে। আর নির্দেশিকা (০ ওহম) শূন্যতে অবস্থান করলে ইনসুলেশন ঠিক নাই। অর্থাৎ কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে শর্ট আছে।



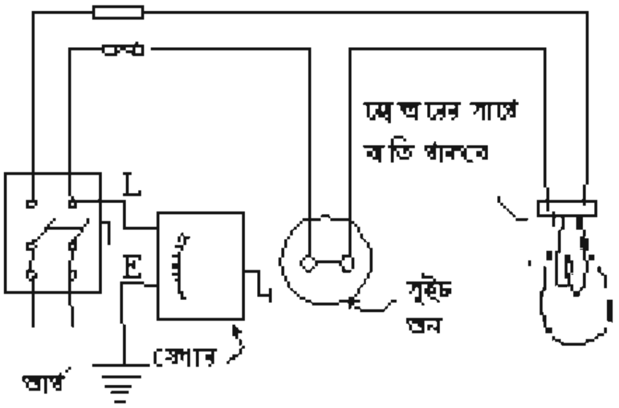
চিত্র- ১৯.৭। দুটি কন্ডাক্টরের মধ্যে ইনসুলেশন টেস্ট।

ইনসুলেশন রোধ বের করার সূত্রঃ

১। ইনসুলেশন রোধ = মেগা ওহম (পিভিসি তারের জন্য)

২। ইনসুলেশন রোধ = মেগা ওহম (অন্যান্য তারের জন্য)

ঘ) আর্থ টেস্টঃ



চিত্র- ১৯.৮ : আর্থ কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্টে।

অনাকাঙ্ক্ষিত ক্ষয়-ক্ষতি হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য সরবরাহের পূর্বে এ পরীক্ষাটি করতে হয়। চিত্রানুযায়ী ব্রিজ মেগারের E টার্মিন্যাল আর্থের সহিত ও L টার্মিন্যাল সুইচের আউট প্রান্তের সাথে সংযুক্ত করে মেগার হাতল দ্রুত ঘুরালে মেগারের ডায়ালে ১ বা কম ওহম দেখালে বুঝতে হবে আর্থিং সঠিক আছে। *১/৫০০০ ভাগের বেশি কারেন্ট লিকেজ হলে সে ওয়্যারিং-এ বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া হয় না।

প্রশ্নমালা-১৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। Wiring বলতে কী বোঝায় ?

২। PDB ও REB এর পূর্ণ নাম লেখ।

৩। House wiring বলতে কী বোঝায় ?

৪। হাউজ ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত তারের সাইজ কত ?

৫। ইনসুলেশন রোধের সূত্রটি লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ:

৬। House wiring-এ ব্যবহৃত জিনিসপত্রের তালিকা তৈরি কর।

৭। ওয়্যারিং পরীক্ষার জন্য পর্যায়ক্রমিকভাবে কী কী পরীক্ষা করাতে হয় ?

৮। House wiring-এ আর্থ পরীক্ষাটা বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

৯। House wiring এর ডায়াগ্রাম চিহ্নিত কর।

১০। সার্কিটে ব্যবহৃত লোড ও কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স টেস্ট চিত্রসহ বর্ণনা কর।

১১। House wiring এ ব্যবহৃত বিভিন্ন জিনিসের নামসহ সাংকেতিক চিহ্নের তালিকা প্রস্তুত কর।

১২। একটা House wiring পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৯

নিচের অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে লাইট, মোটর, হিটার ইত্যাদি লোড পরিচালনার জন্য সুপরিকল্পিত তার ব্যবস্থাপনাকে Wiring বলে। বাসগৃহ বিদ্যুতায়িত করার ব্যবস্থার নামই House wiring। তার ব্যতীত লোড ও ডিভাইজসমূহকে কাজে ব্যবহার করা যায় না। ফলে রিফ্রিজারেশন পদ্ধতি কাজে লাগানোর অন্যতম প্রধান উপকরণ হলো বৈদ্যুতিক তার। ওয়্যার গেজ দিয়ে এর সাইজ নির্ণয় করা হয়। হাউজ ওয়্যারিং-এ ৩/২২, ৩/২০, ৭/২২ ও ৭/২০ তার ব্যবহার করা হয় তবে লাইটিং কাজে ৩/২২ ও ৩/২০ অধিক হারে ব্যবহৃত হয়। সুইচ বোর্ডের লাইনের জন্যে ৩/২০ কিন্তু ছোট ছোট বাড়ির ইনকামিং লাইনের জন্য ৭/২০ তার ব্যবহার হয়।

১। বৈদ্যুতিক তারের সাইজ কী দিয়ে নির্ণয় করা হয় ?

২। House wiring বলতে কী বোঝায় ?

৩। হাউজ ওয়্যারিং-এ বেশি ব্যবহৃত দুটি তারের সাইজ উল্লেখ কর।

৪। সরবরাহের পূর্বে সঠিক ওয়্যারিং গুরুত্ব মূল্যায়ন কর।

২০২০

অধ্যায় - ২০

সোল্ডারিং (Soldering)

প্রযুক্তির এ অত্যাধুনিক যুগে জীবন বাঁচাতে ও সাজাতে ফেব্রিকেশনের যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে। বস্ত্র থেকে শুরু করে মানুষের মৌলিক চাহিদার সকল ক্ষেত্রেই জুড়িহীন ভাবে ফেব্রিকেশন (Fabrication) অগ্রসরমান। কারখানাতে প্রকৌশলবিদ্যায় অধিকাংশ ধাতুসমূহকে প্রয়োজনানুযায়ী পছন্দসই গঠনাকৃতি প্রদানের জন্য ঢালাই, ফরমিং, মেশন ও সংযোগ এই চার প্রণালির যে কোন এক বা একাধিক পদ্ধতির সহায়তায় ধাতব কাঠামো তৈরি করা হয়। সুতরাং স্পষ্ট যে, সংযোগ ব্যতীত কারিগরি অঙ্গনে কোন কিছুই করা সম্ভব নয়। সংযোগের এ প্রক্রিয়া প্রধানত ২ প্রকার যথা-

১. মিকানিক্যাল বা যান্ত্রিক পদ্ধতি–নাট, বোল্ট, চাবি ইত্যাদি
২. থার্মাল বা তাপীয় পদ্ধতি- সোল্ডারিং, ব্রেজিং, ওয়েল্ডিং ইত্যাদি।

সংযোগের গুনগত মাননুযায়ী সংযোগ পদ্ধতিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায় যথা-

১। স্থায়ী সংযোগ (Permanent joint),
২। নমনীয় সংযোগ (Flexible joint)
৩। অস্থায়ী সংযোগ (Temporary joint)

কাঠামোর গঠনাকৃতি, আকার বা আয়তন, যথার্থতা, প্রয়োজনীয়তা, কস্ট, ধাতব গুণাগুণ, সরঞ্জামের প্রাপ্যতা ইত্যাদি এবং সাশ্রয়ের উপর গুরুত্ব দিয়ে সংযোগ পদ্ধতি মনোনীত করা হয়। শর্তগুলির অনুধাবন হেতু পরিষ্কার যে, যে কোন ধাতব কাঠামো উৎপাদনে সোল্ডারিং-এর বিকল্প নাই। তাই বর্ণিত কারণে সোল্ডারিং-এর প্রয়োজনীয়তা অসীম। যেমন-

১. উৎপাদন সহজ ও সুন্দর হয়,
২. উৎপাদনে বিনিয়োগ, জনবল ও সময় কম লাগে,
৩. উৎপাদনে কাঁচামালের খরচ ও অপচয় কম হয়,
৪. কোন কোন উৎপাদনের ক্ষেত্রে সোল্ডারিং এর বিকল্প ব্যবস্থা নেই,
৫. সোল্ডারিং ব্যতীত চাহিদা অনুযায়ী আকৃতি প্রদান করা যায় না, ইত্যাদি।

২০.১. সোল্ডারিং (Soldering):

সোল্ডারিং এক প্রকার সংযোগ প্রণালি যার সাহায্যে ধাতব ওয়ার্কপিচ জোড়া দেওয়া যায়। ননফিউশন ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়ার অন্যতম একটি হলো সোল্ডারিং। এটি একই জাতীয় ২টি ধাতব খন্ড বা বৈদ্যুতিক তারকে স্থায়ী ও মজবুত সংযোগ সোল্ডারের সাহায্যে করা হয়। এ ব্যবস্থায় ধাতব খণ্ডকে উত্তপ্ত এবং সোল্ডারকে গলিয়ে সংযোগকে প্রস্তুত করা হয়। সুতরাং সংযোগকারী ধাতবের তাপমাত্রাগত বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করেই তাপ প্রয়োগ করা হয়। দুটি ধাতব খন্ডকে উত্তপ্ত করে ৪০০ ডিগ্রি সেঃ উষ্ণতার কম গলনাংক বিশিষ্ট তাপমাত্রায় Solder (সংকর ধাতু) কে গলিয়ে সংযোগ করার প্রক্রিয়াকে সোল্ডারিং বলে। Solder মূল বা সংকর ধাতুর তৈরি হতে পারে। তবে সোল্ডারের গলনাংক সংযোগকারী ধাতব খণ্ড হতে কম হবে।

সোল্ডারিং-এর মূল নীতিঃ

সংযোগকারী ধাতবদ্বয়কে প্রয়োজনমতো উত্তপ্ত ও পরিষ্কার করে সংযোগস্থলে সোল্ডারকে গলিয়ে যথাযথ পরিমাণ প্রয়োগ করা। অতঃপর ঠান্ডা হবার পর এ দৃঢ়তা সৌন্দর্য পরীক্ষা করা।

সোল্ডারিং করার সময় বিশেষ বিবেচ্য বিষয়াদি নিম্নরূপ-

১। তাপশক্তি: ধাতু প্রকৃতি ও সংযোগ প্রক্রিয়ার চাহিদানুযায়ী তাপ প্রয়োগের ব্যবস্থা করতে হবে।

২। অপদ্রব্য মুক্তকরণ: প্রত্যাশিত জোড়ে অংশগ্রহণকারী প্রান্তগুলি অক্সাইড বা অন্যান্য অপদ্রমুক্ত হতে হবে। অক্সাইড, ময়লা, তেল, গ্রিজ, ধুলা-বালি ইত্যাদি সংযোগে ক্ষতিকারক প্রভাব বিস্তার করে। যান্ত্রিক বা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় তা দূরীভূত করতে হয়।

৩। বায়ুমন্ডলস্থ ক্ষতিকারক উপাদান: বায়ুমন্ডলের ভাসমান অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, আর্দ্রতা ইত্যাদি সংযোগে ক্ষতিকারক প্রভাব বিস্তার করে। ফ্লাক্স, নিষ্ক্রিয় গ্যাস ইত্যাদি ব্যবহার করে তা প্রতিহত করা।

৪। সংযোগ কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণে রাখা: প্রত্যাশিত সংযোগের জন্য নিম্নোক্ত বিষয়াদির বিকল্প নেই-

ক) সংযোগের সময় De-oxidizers ব্যবহার করা,

খ) ফিলার রড বা ইলেক্ট্রডের মাধ্যমে সংকর ধাতুর সমাবেশ ঘটনো,

গ) বেজ মেটালে Composition কে নিয়ন্ত্রণ করা,

৫। চাপের প্রয়োগ: সংযোগ ব্যবস্থায় চাপের প্রয়োজন হলে যান্ত্রিক, বায়বীয়, নিউমেট্রিক্যালি উপায়ে চাপ প্রয়োগ করা।

২০.২ সোল্ডারিং পদ্ধতি প্রস্তুত করার মালামালের তালিকা:

সোল্ডারিং প্রক্রিয়ায় বহুবিধ সংযোগ প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। সংযোগে বিভিন্ন প্রকার ধাতুও ব্যবহার হয়। ভিন্ন ভিন্ন ধাতুর জন্য বিভিন্ন প্রকার সংযোগসামগ্রী ও ব্যবস্থাপনা প্রয়োজন হয়। তাই সোল্ডারিং এর কাজে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদির তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো-

১। ধাতব খণ্ড,	২। ফিলার মেটাল (সোল্ডার),	৩। সোল্ডারিং ফ্লাক্স,
৪। ইমারি পেপার,	৫। ওয়্যার ব্রাশ	৬। সোল্ডারিং আয়রন
৭। স্টোভ,	৮। ব্লো-ল্যাম্প,	৯। ওয়ার্কিং টেবিল ইত্যাদি

সোল্ডারিং এর কাজে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদির সংক্ষিপ্ত বিবরণ:

১। সংযোগকারী ধাতব খণ্ড- যে বস্তুকে সংযুক্ত করতে হবে।

২। ফিলার মেটাল- যে ধাতব উপাদানকে গলিয়ে সংযোগস্থলে প্রয়োগ করা হয়।

৩। সোল্ডারিং ফ্লাক্স- সংযোগ প্রক্রিয়া ত্বরান্বিতকরণের উপকরণ যার দ্বারা তাপে প্রয়োগীয় অংশ পরিষ্কার করা হয়।

৪। ইমারি পেপার- কাঠামোর সংযোগকারী ধাতব খণ্ডকে পরিষ্কারকরণের উপকরণ।

৫। ওয়্যার ব্রাশ- কাঠামোর সংযোগকারী ধাতব খণ্ডকে, উৎপাদন সামগ্রীকে, ওয়ার্ক টেবিল ইত্যাদি পরিষ্কারকরণের উপকরণ।

৬। সোল্ডারিং আয়রন- সোল্ডারিংএ তাপ প্রয়োগকরণের যন্ত্র বিশেষ।

৭। স্টোভ- সোল্ডারিংএ তাপ প্রয়োগের জন্য এক প্রকার তাপের উৎস।

৮। ব্লো-ল্যাম্প- সোল্ডারিং এর সময় ওয়ার্ক পিচে তাপ প্রয়োগের জন্য এক প্রকার তাপের উৎস।

৯। ওয়ার্কিং টেবিল- যে টেবিলে সোল্ডারিং কাজ সম্পন্ন করা হয়।

১০। বিদ্যুৎ উৎস- যেখান থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায়।

সাধারণতঃ যে সকল সফ্ট সোল্ডার সোল্ডারিং-এ ব্যবহৃত হয় তার একটি তালিকা দেওয়া হলো-

কাজের ধরন	লীড (Lead)	টিন (Tin)	সোলডার গলন তাপমাত্রায় ^{o}C
প্লাম্বারের কাজে	৩	১	২৫০°
টিনের কাজে	২	৩	১৬৫°
সাধারণ কাজে	১	১	১৬০°

২০.১: বিভিন্ন ধরনের লেড সোল্ডারের সারণি

২০২০

সাধারণ কাজের জন্য যে সিলভার সোলডার ব্যবহৃত হয় তা নিচে দেওয়া হলো–

সিলভার	কপার	জিঙ্ক	গলন তাপমাত্রা (সে:)
৬	৩	১	৬৯০° হতে ৭৫০°
৪	৩	২	৭০৫° হতে ৭৬০°

২০.২: বিভিন্ন ধরনের সিলভার সোল্ডারের সারণি

বিভিন্ন প্রকার হার্ড সোল্ডার:

হার্ড সোল্ডারিং প্রণালিতে হার্ড সোল্ডার ব্যবহার হয়। হার্ড সোল্ডারের তালিকা প্রদত্ত হলো-

যে ধাতুকে জোড়া দেওয়া হবে	কপার শতকরা ভাগ	জিঙ্ক শতকরা ভাগ	স্পেল্টারের গলনাংক তাপমাত্রা (সে:)
ব্রোঞ্জ	50	50	870°
কপার (তাম্র)	60	40	890°
স্টিল	55	45	915°

২০.৩: বিভিন্ন ধরনের হার্ড সোল্ডারের সারণি

ফ্লাক্স (Flux):

বায়ুর সংস্পর্শে আসা মাত্রই প্রত্যেক ধাতুই অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়। অর্থাৎ অক্সাইড (Oxide) হয়ে যায়। ঠান্ডা অবস্থায় যে হারে অক্সাইড হয় উত্তপ্ত অবস্থায় কিংবা উপরিভাগ পরিষ্কার অবস্থায় আরো দ্রুত হয়। অক্সাইডের ফলে ধাতুর উপরে একটি সূক্ষ্ম আবরণ পড়ে। এ আবরণ সোল্ডারকে ধাতুর সাথে ঘনিষ্ঠভাবে যুক্ত হতে বাধা দেয় ফলে জোড় দুর্বল হয়। উত্তপ্ত অবস্থায় সোল্ডার নিজেও বায়ুর সংস্পর্শে এসে অক্সাইড হয়ে যায়। এ অসুবিধা দূর করার জন্য বিভিন্ন প্রকার রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এ দ্রব্যকে ফ্লাক্সা বলে। ফ্লাক্সা সোল্ডার অপেক্ষা কম তাপে গলে। সোল্ডারিং-এর কাজে ব্যবহৃত ফ্লাক্সে যে উপাদান থাকে তা বর্ণিত হলো–

১) রেজিন (Resin)
২) বোরাক্স (Borax) বা সোহাগা
৩) স্যাল অ্যামোনিয়াক (Sal Ammoniac) বা নিশাদল
৪) হাইড্রোক্লোরিক এসিড (Hydro Chloric Acid)
৫) জিঙ্ক ক্লোরাইড সলিউশন (Zink Chloric Solution)

বৈদ্যুতিক কাজে রেজিন ব্যবহার করা ভালো কারণ এসিড জাতীয় ফ্লাক্স বিদ্যুতের ক্ষেত্রে ক্ষতিকারক।

ফ্লাক্সের কাজ:

সোল্ডারিং এর কাজে ব্যবহৃত ফ্লাক্সের কাজ বা প্রায়াজনীয়তা বর্ণনা করা হলো–

ক) যে ধাতুর পাত বা তার জোড়া লাগানো হবে তা হতে অক্সাইডকে দূরীভূত করে।
খ) উক্ত কাজে নতুন অক্সাইড তৈরিতে বাধা দেয়।
গ) গলিত সোল্ডারের 'সারফেস টেনশন' কমিয়ে প্রবাহ নিশ্চিত করে।
ঘ) গলিত সোল্ডারকে ঝালাইয়ের সঠিক স্থানে পৌঁছে দেয়।

২০.৩. সোল্ডারিং এর প্রকারঃ

সোল্ডারিং তাপ প্রয়োগ ব্যবস্থায় এক প্রকার বহুল ব্যবহৃত সংযোগ প্রক্রিয়া। বিভিন্ন প্রকার ধাতব খণ্ডকে জোড়া দেওয়ার কাজে এটি ব্যবহার হয়। সংযোগে অংশগ্রহণকারী ধাতু খণ্ড, ফিলার রড, তাপ ইত্যাদির উপর বিবেচনা করে সোল্ডারিং এর কাজ সম্পন্ন করা হয়। বিভিন্ন ধাতুর গলনাংক বিভিন্ন হবার কারণে সোল্ডারিংও বিভিন্ন রকমের হয়ে থাকে।

সোল্ডারিং প্রণালিকে প্রধানত দুইশ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়:

ক) সফ্ট সোল্ডারিং (Soft Soldering) অর্থাৎ নরম বা কাঁচা ঝালাই।

খ) হার্ড সোল্ডারিং (Hard Soldering) অর্থাৎ শক্ত বা পাকা ঝালাই। একে ব্রেজিংও (Brazing) বলে।

সফ্ট সোল্ডারিং দুই প্রকার। যথা-

১) লীড সোল্ডারিং (Lead Soldering):

এ সোল্ডারিং এ সোল্ডার হিসেবে লীড ও টিনের সংকর ধাতুর ব্যবহার করা হয়।এ ক্ষেত্রে ১৬০ ডিগ্রী হতে ২৫০ডিগ্রী সেঃ তাপমাত্রা দরকার হয়।

২) সিলভার সোল্ডারিং (Silver Soldering):

এ সোল্ডারিং এ সোল্ডারি হিসেবে সিলভার, কপার, জিঙ্ক-এর সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। এতে ৬৯০° হতে ৭৬০°C তাপমাত্রা দরকার হয়। কেবলমাত্র সোল্ডারিং-এর কথা বললে সাধারণত সফ্ট সোল্ডারিংকেই বোঝায়। সফ্ট সোল্ডারিং এর তুলনায় হার্ড সোল্ডারিং-এর জোড় বা সংযোগ অনেক বেশি মজবুত এবং স্থায়ী হয়। সফ্ট সোল্ডারিং এবং হার্ড সোল্ডারিং-এর মধ্যবর্তী আর এক শ্রেণির সোল্ডারিং প্রণালিরও প্রচলন আছে। এর নাম সিলভার সোল্ডারিং (Silver Soldering)। সোল্ডারিং-এ যে সংকর ধাতুকে গলিয়ে জোড় স্থানে প্রয়োগ করা হয় তাকে সোল্ডার (Solder) বলে। যে ধাতুর পাত দুটিকে জোড়া দিতে হবে তা যে তাপমাত্রায় গলে সোল্ডার সর্বদা তা অপেক্ষা কম তাপমাত্রায় গলা প্রয়োজন। তাপে সোল্ডারকে গলায়া গলন্তাবস্থায় সংযোগস্থলে সহজে প্রবাহিত করা হয়। সিলভার সোল্ডারিং-এর কাজে যে সোল্ডার ব্যবহার করা হয় তাকে সিলভার সোল্ডার বলে। সোল্ডার সিলভার (রৌপ্য), কপার (তামা), এবং জিঙ্ক (দস্তা) দ্বারা তৈরি হয়। এদের গলন তাপমাত্রা 'ব্রেজিং' এ ব্যবহৃত স্পেল্টারের গলন তাপমাত্রা অপেক্ষা কম।

হার্ড সোল্ডারিং:

হার্ড সোল্ডারিং কিংবা ব্রেজিং-এর কাজে যে মিশ্র ধাতু ব্যবহার করা হয় একে হার্ড সোল্ডারিং অথবা স্পেল্টার বলে। সাধারণত কপার (তাম্র) এবং জিঙ্ক (দস্তা) নির্ধারিত অনুপাতে মিশিয়ে এ তৈরি করা হয়। হার্ড সোল্ডার সফট সোল্ডার অপেক্ষা অনেক বেশি তাপমাত্রায় গলে এবং সংযোগ অধিকতর মজবুত হয়। তাপ ও তাপের উৎসের উপর ভিত্তি করে সোল্ডারিংকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। বৈদ্যুতিক অয়রণের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা সোল্ডারিং।

২। কাঠ বা কয়লার স্টোভের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা সোল্ডারিং।

৩। প্রাকৃতিক গ্যাসের স্টোভের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা সোল্ডারিং।

৪। ব্লো-ল্যাম্পের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা সোল্ডারিং।

৫। অক্সি- অ্যাসিটিলিং গ্যাসের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা সোল্ডারিং।

২০.৪. সোল্ডারিং পদ্ধতির বর্ণনা:

১) সফ্ট সোল্ডারিং পদ্ধতি:

সোল্ডারিং আয়রনের তাপে (কম তাপে) সোল্ডার বা লীডকে গলিয়ে পাতলা কপার পাতদ্বয়কে গরম করে স্থায়ী জোড়া দেওয়াকে সফ্ট সোল্ডারিং বলে। সোল্ডারিং আয়রন দুই ধরনের-

১। সাধারণ আয়রন: এ প্রকার আয়রন চুলা, গ্যাস স্টোভ, ব্লো ল্যাম্প ইত্যাদির তাপ হতে গরম হয়।

২। বৈদ্যুতিক আয়রন: বিদ্যুৎ শক্তির সাহায্যে গরম হয়।

২০২০

গ্যাস স্টোভ (Gas Stove):

যে স্থানের বিদ্যুৎ শক্তির অভাব থাকে এবং দাহ্য গ্যাস পাওয়া যায় সে ক্ষেত্রে গ্যাস স্টোভের সাহায্যে আয়রনকে উত্তপ্ত করা হয়। এক্ষেত্রে সাধারণত প্রাকৃতিক গ্যাস (NG= Natural gas) ব্যবহার করা হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবস্থা না থাকলে Liquified petroleum gas (LPG) কে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ২০.১: গ্যাস স্টোভ।

সোল্ডারিং আয়রন (Soldering Iron):

চিত্র- ২০.২: সোল্ডারিং আয়রন।

তামার মধ্য দিয়ে তাপ শক্তি সহজে প্রবাহিত হয় বলে সোল্ডারিং আয়রন তামা দ্বারা তৈরি হয়। এ কারণে, সোল্ডারিং আয়রনের অপর নাম 'কপার বিট' (Cupper Bit) । বাংলা ভাষায় একে 'তাতাল' বলে। পার্শ্বে চিত্রে বিভিন্ন আকারে 'বিট' যুক্ত সোল্ডারিং আয়রন দেখানো হলো। তাতাল বা আয়রণ দিয়ে সংযোগস্থল গরম করে ওখানে লেড ধরলে তা গলে সংযোগ সম্পন্ন হয়।

সীড সংযোগস্থলের সকল অংশে ভালোভাবে লাগলে আয়রন সরিয়ে নিতে হয়। সফট সোল্ডারিং এর কার্যক্রম ধারাবাহিকভাবে নিম্নে বর্ণনা করা হলো-

ক) সোল্ডারিং করার পূর্বে ধাতব খন্ডদ্বয় ফাইল বা স্ক্রাপার বা ইমারি পেপার দিয়ে উত্তম রূপে পরিষ্কার করতে হবে।

খ) সোল্ডারিং আয়রনকে প্রয়োজনমতো উত্তপ্ত করে তার মাথা ধাতব খন্ডের পরিষ্কৃত অংশে কিছুক্ষণ স্পর্শ করে রাখতে হবে যেন ধাতব খণ্ড গরম হয়।

গ) ফিলার এলিমেন্ট বা অন্যকিছুর সাহায্যে উত্তপ্ত স্থলে প্রয়োজন মাফিক ফ্লাক্স লাগিয়ে দিতে হবে।

ঘ) সোল্ডারিং এলিমেন্ট (Lead = সীড) উত্তপ্ত স্থলে ধরলে সীড উত্তম রূপে গলে সংযোগ স্থলে লেগে যাবে।

ঙ) সংযোগের সকল অংশে এলিমেন্ট লাগার পর আয়রন সরিয়ে নিতে হবে।

চ) সংযোগস্থলকে ঠান্ডা করার ব্যবস্থা বা সুযোগ দিতে হবে।

ছ) অতঃপর পরীক্ষা করতে হবে ঝালাইটি যথাযথভাবে সম্পন্ন হয়েছে কিনা।

উল্লেখ্য এ ধরনের সংযোগ সাধারণত বৈদ্যুতিক তার সংযোগের জন্য ব্যবহার করা হয়।

২) হার্ড সোল্ডারিং বা ব্রেজিং পদ্ধতিঃ

অগ্নিশিখার তাপে সোল্ডার এলিমেন্ট গলিয়ে পাতলা ধাতব (কপার) পাতদ্বয়কে উত্তপ্ত করে স্থায়ীভাবে জোড়া দেওয়াকে হার্ড সোল্ডারিং বা ব্রেজিং বলে।

এ প্রকার সংযোগের তাপ উৎস সাধারণত দুই ধরনের-

১। ব্লো- ল্যাম্পের শিখাঃ ব্লো-ল্যাম্পের শিখা থেকে প্রাপ্ত তাপ।

২। ব্লো- টর্চের শিখাঃ বিভিন্ন প্রকার গ্যাস দহনে টর্চে বা ব্লো পাইপের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ।

২০২০

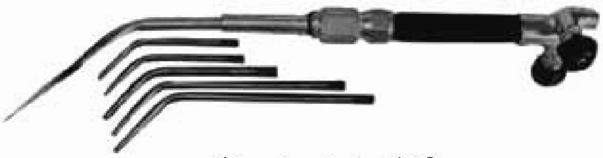
ব্লো-ল্যাম্প (Blow Lamp):

এটি বিশেষ ধরনের বার্নার যার সাহায্যে শিখা তৈরি করে সংযোগস্থলে তাপ দেওয়া হয়। জ্বালানি হিসেবে কেরোসিন, ডিজেল ও পেট্রোল ব্যবহার করা হয়। চাপ সৃষ্টি করার জন্য হ্যান্ডল আছে। উচ্চ চাপে বাষ্পাকারে জ্বালানি বের হয়ে জ্বলে। ফলে কার্বনের ভাগ কম হয় এবং উত্তাপের পরিমাণ বেশি পাওয়া যায়।

চিত্র- ২০.৩: ব্লো- ল্যাম্প।

ব্লো-টর্চ (Blow Torch):

যেক্ষেত্রে বিদ্যুৎ শক্তি এবং দাহ্য গ্যাসের কোনটিই পাওয়া সম্ভব হয় না সেক্ষেত্রে খণ্ড দুটিকে এবং সোল্ডারিং আয়রনকে উত্তপ্ত করতে ব্লো-টর্চ ব্যবহার করা হয়। অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে জ্বালাবার পূর্বক্ষণে যে নলটির মধ্যে অ্যাসিটিলিন এবং অক্সিজেন গ্যাসকে আবশ্যক পরিমাণে বা চাপে মিশানো হয়, তাকে ব্লো-পাইপ (Blow-pipe) বলে।



চিত্র- ২০.৪: ব্লো-টর্চ।

এর অপর নাম ওয়েল্ডিং টর্চ (Welding torch)। উচ্চ চাপ প্রথায় ব্যবহার্য ব্লো-পাইপকে হাই প্রেশার ব্লো-পাইপ (High pressure Blow-pipe) এবং নিম্নচাপ প্রথায় ব্যবহৃত ব্লো-পাইপকে লো-প্রেশার ব্লো-পাইপ (Low pressure blow-Pipe) বলে। কাজের সুবিধার্থে ব্লো-পাইপে বিভিন্ন সাইজের বা নম্বরের নজল ব্যবহার করা হয়। হার্ড সোল্ডারিং বা ব্রেজিং-এর কার্যক্রম ধারাবাহিকভাবে নিম্নে বর্ণনা করা হলো-

ক) হার্ড সোল্ডারিং বা ব্রেজিং করার পূর্বে ধাতব খণ্ডদ্বয় ইমারি পেপার দিয়ে উত্তম রূপে পরিষ্কার করা হয়।

খ) গ্যাস বা ব্লো- ল্যাম্পের শিখা ধাতব খণ্ডের পরিষ্কৃত অংশে নিক্ষেপ করে ওকে প্রয়োজন মতো উত্তপ্ত করতে হয়।

গ) ফিলার এলিমেন্ট বা অন্য কিছুর সাহায্য উত্তপ্তস্থলে প্রয়োজন মাফিক ফ্লাক্স লাগিয়ে দিতে হয়।

ঘ) সোল্ডারিং এলিমেন্ট (সিলভার বা ব্রাশ) ধাতব খণ্ডের উত্তপ্ত স্থলের স্পর্শ করলে শিখার তাপে ও চাপে সোল্ডারিং এলিমেন্ট উত্তম রূপে সংযোগ স্থলে প্রবেশ করে ও লেগে যায়। অতঃপর শিখা সরিয়ে নিতে হবে।

ঙ) উত্তপ্ত সংযোগ স্থলকে ঠান্ডা (পানি বা ফোর্স এয়ার দ্বারা) করার ব্যবস্থা করতে হয়।

চ) ঝালাইটি যথাযথভাবে সম্পন্ন হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হয়।

প্রশ্নমালা- ২০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। সোল্ডারিং বলতে কী বাঝায় ?
২। বায়ুমন্ডলের কী কী জিনিস সংযোগের জন্য ক্ষতিকারক
৩। সংযোগ প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?
৪। সোল্ডার হিসাবে ব্যবহৃত দুটি উপকরণের নাম লেখ।
৫। সিলভার সোল্ডারিং-এ কত তাপমাত্রার প্রয়োজন হয় ?
৬। সফ্ট ও হার্ড সোল্ডারিংএর মধ্যে প্রভেদ দেখাও।
৭। সোল্ডারিং এর কাজে ব্যবহৃত ফ্লাক্সসমূহের নাম লেখ।
৮। ব্রেজিং বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৯। কী কী অপদ্রব্য উত্তম সোল্ডারিং এর অন্তরায় ?
১০। সোল্ডারিং এর নীতি বর্ণনা কর।
১১। প্রত্যাশিত সংযোগের জন্য করণীয় বিষয়গুলো লেখ।
১২। সোল্ডারিং এর কাজে ফ্লাক্স কেন ব্যবহার করা হয়?
১৩। সোল্ডারিং এ কী কী তাপের উৎস ব্যবহার করা হয়?
১৪। রেড সোল্ডার তৈরির উপকরণাদির তালিকা প্রস্তুত কর।

রচনামূলক প্রশ:

১৫। সোল্ডারিংএর শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।
১৬। সোল্ডারিং-এর প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর।
১৭। সোল্ডারিং করার সময় বিশেষ বিবেচ্য বিষয়াদি বর্ণনা কর।
১৮। হার্ড সোল্ডারিং করার পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।
১৯। সোল্ডারিং-এর কাজে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-২০

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

সোল্ডারিং এক প্রকার সংযোগ প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে একই জাতীয় ২টি ধাতব খণ্ড বা বৈদ্যুতিক তারকে সংযোগ করা হয়। এ পদ্ধতিতে সংযোগকারী ধাতব খণ্ডদ্বয়কে উত্তপ্ত এবং সোল্ডারকে গলাইয়ে সংযোগকে প্রস্তুত করা হয়। সুতরাং সংযোগকারী ধাতবের তাপমাত্রাগত বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করেই তাপ প্রয়োগ করা হয়। সোল্ডারিং-এর মূল নীতি হলো-সংযোগকারী ধাতবদ্বয়কে প্রয়োজনমতো উত্তপ্ত ও পরিষ্কার করতো সোল্ডারকে গলিয়ে যথাযথ পরিমাণ সংযোগস্থলে প্রয়োগ করা। অতঃপর ঠান্ডা হবার পর তার দৃঢ়তা ও সৌন্দর্যতা পরীক্ষা করা।

১। সোল্ডারিং প্রক্রিয়ায় কী করা হয় ?
২। সংযোগ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে কী কী বিবেচনা করতে হয় ?
৩। সোল্ডারিং-এর মূল নীতির বর্ণনা দাও। ২০২০
৪। সোল্ডারিং শেষে সংযোগের দৃঢ়তা ও সৌন্দর্যতা পরীক্ষা করতে হয় কেন ? ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায়- ২১

গ্যাস ওয়েল্ডিং (Gas welding)

পদার্থ গলনের জন্য একমাত্র নিয়ামকই তাপ। সূর্যসহ তাপের বহুবিদ উৎস রয়েছে। যেমন কাঠ, কয়লা বিভিন্ন প্রকার গ্যাস ইত্যাদি। প্রাকৃতিক গ্যাসসহ বিভিন্ন প্রকার গ্যাস জ্বলে এবং অক্সিজেন তাকে জ্বলতে সাহায্য করে। এ রকম প্রজ্বলনকে দহন প্রক্রিয়া বলে। প্রজ্বলন হতে প্রাপ্ত তাপ শক্তি দ্বারা রান্না, কোন কিছু ফুটানো বা সিদ্ধ করা, ধাতব খণ্ড গলনসহ বিভিন্ন কারিগরি কাজ সম্পন্ন করি।

২১.০. গ্যাস ওয়েল্ডিং :

অক্সি-অ্যাসিটিলিন 'ওয়েল্ডিং প্রণালিতে অ্যাসিটিলিন (Acetylene = C_2H_2) গ্যাসকে অক্সিজেন (Oxygen = O_2) গ্যাসের সাহায্যে জ্বালিয়ে প্রচুর তাপ উৎপন্ন করা হয়। উৎপন্ন তাপ প্রয়োজন মতো সংযোগ স্থানে ও স্পেল্টারে প্রয়োগ করা হয়। তাপের সাহায্যে স্পেল্টার বা ঐ ধাতুর কিছু অংশ গলে জোড়া লেগে যায়। এতে কোন আঘাতে দেওয়ার প্রয়োজন হয় না। গ্যাসের দহনে প্রাপ্ত তাপ ব্যবহার করে ধাতব খণ্ডের অংশ বিশেষ গলিয়ে জোড়া দেওয়ার প্রক্রিয়াকে গ্যাস ওয়েল্ডিং বলে। গ্যাস ওয়েল্ডিং সাধারণতঃ চার প্রকার। যথা-

ক) অক্সি-অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং (Oxy-acetylene gas welding)
খ) এয়ার অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং (Air acetylene gas welding)
গ) অক্সি হাইড্রোজেন গ্যাস ওয়েল্ডিং (Oxy hydrozen gas welding)
ঘ) প্রেশার গ্যাস ওয়েল্ডিং বা অক্সি-কোল গ্যাস ওয়েল্ডিং (Pressure-gas welding or Oxy coal gas welding)

অক্সি-অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং:

অ্যাসিটিলিনকে অক্সিজেন জ্বলতে সাহায্য করে। আনুপাতিক হারে মিশ্রিত অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) কে অক্সিজেন (O_2) এর সাহায্যে জ্বালিয়ে যে শিখা তৈরি করা হয় তাকে অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা বলে। অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা ব্যবহার করে যে ওয়েল্ডিং করা হয় তাকে অক্সি-অ্যাসিটিলিন ওয়েল্ডিং বলে। অক্সি অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং পদ্ধতি দুই প্রকার। যথা-

১. উচ্চ চাপ পদ্ধতি (High Pressure System) এবং
২. নিম্ন চাপ পদ্ধতি (Low Pressure System)।

২১.১. গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর আবশ্যকতা:

কারিগরিসহ সকল ক্ষেত্রেই ধাতুর নির্মিত জিনিসপত্র ব্যবহারে ওয়েল্ডিং-এর ব্যাপক প্রয়োগ দেখা যায়। কিছু সীমাবদ্ধতার কারণে সকল প্রকার ওয়েল্ডিং সর্ব স্তরে প্রয়োগ হয় না। সকল দিক বিবেচনা করে দেখা যায় বর্তমান বিশ্বে ব্যাপক ও নির্ভরযোগ্যভাবে গ্যাস ওয়েল্ডিং ব্যবহার হচ্ছে। নিম্নবর্ণিতভাবে ব্যবহারের কারণে গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর আবশ্যকতা ব্যাপকভাবে সমাদৃত।

জাহাজ নির্মাণ, যানবাহনের বডি ও ইমারতে দরজা-জানালা ইত্যাদি নির্মাণ ও মেরামতের কাজে, টেবিল, চেয়ার, তাক, ইত্যাদি তৈরি ও মেরামতের কাজে, পানি, জ্বালানি, তরল, জুস ইত্যদির ট্যাঙ্ক তৈরি ও মেরামতের কাজে, বিভিন্ন ধরনের পাইপ লাইন নির্মাণ ও মেরামতের কাজে, বিভিন্ন প্রকার সিলিন্ডার নির্মাণ কাজে, রিক্সা-ভ্যনের অংশ বিশেষ মেরামতের কাজে ইত্যাদি অগণিত প্রয়োজনে ওয়েল্ডিং ব্যবহার করা হয়।

মূলত রিফ্রিজারেশন এয়ার-কন্ডিশনিং ইউনিটের বডি নির্মাণ ও মেরামত কাজে, প্লান্টের বিভিন্ন অংশ সংযোগ ও মেরামত কাজে, সীল্ড টাইপ কমপ্রেশরের ডোম ঝালাই করতে, টিউবিং এর (টিউব জোড়া, পরিবর্তন, মেরামত ইত্যাদি) কাজে, চার্জিং লাইন তৈরি, প্লান্টের পানির,ব্রাইনের, চিল্ড ও ফিড ওয়াটার লাইন তৈরি, ব্রাইন ট্যাংক, আইস ক্যান ইত্যাদি তৈরি ও মেরামত কাজে গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর আবশ্যকতা অসীম। তাছাড়া নিম্নোক্ত সুবিধাদির প্রয়োজনে গ্যাস ওয়েল্ডিং করা হয়।

ক) গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর সাহায্যে হিমায়ন চক্রের স্টীল টু স্টীল টিউব সংযোগ দেওয়া,
খ) গ্যাস ওয়েল্ডিং- এর সাহায্যে হিমায়ন চক্রের স্টীল টু কপার টিউব সংযোগ দেওয়া,
গ) গ্যাস ওয়েল্ডিং- এর সাহায্যে হিমায়ন চক্রের কপার টু কপার টিউব সংযোগ দেওয়া,
ঘ) গ্যাস ওয়েল্ডিং- এর সাহায্যে হিমায়ন চক্রের যে কোন লীক মেরামত করা, ইত্যাদি।

২০২০

২১.২. গ্যাস ওয়েল্ডিং সংক্রান্ত তথ্যাদিঃ

একাধিক গ্যাস দহনের মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে যে ওয়েল্ডিং করা হয় তাকে গ্যাস ওয়েল্ডিং বলে। সাফল্যজনকভাবে গ্যাস ওয়েল্ডিং সম্পাদনের জন্য কিছু বিষয় জানা অপরিহার্য। বিষয়গুলো অবশ্যই ব্যাপক এবং এ বিষয়গুলোকে গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর তথ্য বলা হয়। তবে ন্যূনতম যে সকল তথ্য জানা প্রয়োজন তা হলো-

১। শিখা, ২। শিখার তাপ ও তাপমাত্রা, ৩। শিখা নির্ধারণ, ৪। জ্বালানি (গ্যাস),
৫। রাসায়নিক বিক্রিয়া, ৬। বেস মেটাল, ৭। ফিলার মেটাল ইত্যাদি

শিখা (Flame) :

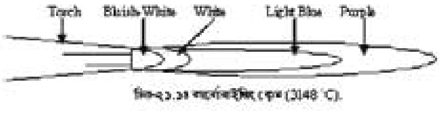
দাহ্য পদার্থ দহনের ফলে যে রক্তিম বা নীলাভ অংশের সৃষ্টি হয় তাকে শিখা বা Flame বলে । ফ্লেম তৈরিতে দাহ্য পদার্থ বা দহন ক্রিয়ার সহায়ক পদার্থের প্রয়োজন হয়। গ্যাস শিখার ক্ষেত্রে C_2H_2 দাহ্য পদার্থ আর O_2 দহনে সহায়ক পদার্থ হিসেবে ব্যবহার হয়।

শিখার তিনটি অংশ যথা- ইনার কোন (Inner cone), মধ্যবর্তী রিডিউসিং অংশ (Middle reducing zone) যাকে অ্যাসিটিলিন ফিদার (Feather), এবং বহিঃস্থ অক্সিডাইজিং (Outer oxydizing zone) অংশ যাকে ফ্লেম এনভেলাপ (Flame envelop) বা স্ট্রিমার (streamer) বলা হয় । শিখা তৈরিতে দাহ্য ও দহনে সহায়ক (২ প্রকার) পদার্থের প্রয়োজন হয়। অ্যাসিটিলিন গ্যাসে ওজন হিসেবে ৯২.৩% কার্বন এবং ৭.৭% হাইড্রোজেন মিশ্রিত থাকে। ফ্লেম বা শিখা বেস মেটালের ধর্মের পরিবর্তন ঘটাবে না। সংযোগকারী ধাতুর গলনাংক তাপমাত্রা অপেক্ষা শিখার তাপমাত্রা কমপক্ষে ৩০০°C বেশি হবে। তাই কাজের সুবিধার্থে শিখাকে তিন প্রকারে বিভক্ত করা হয়। যথা-

১। কার্বরাইজিং শিখা (Carborizing flame),
২। নিউট্রাল শিখা (Neutral flame),
৩। অক্সিডাইজিং শিখা (Oxydizing flame).

(১) কার্বরাইজিং বা অঙ্গারীন শিখা (Carborising Flame):

যে হারে অক্সিজেন যুক্ত হলে অ্যাসিটিলিন পূর্ণভাবে জ্বলতে পারে অক্সিজেন তা অপেক্ষা কম হারে ব্লো-পাইপে আসলে এধরনের শিখার উৎপন্ন হয়। এ শিখাকে অঙ্গারীন শিখা বলে। অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলিনের অনুপাত ০.৯ ঃ ১ এবং ফ্লেমের উষ্ণতা ৩১৪৮ ডিগ্রি সেঃ হয়। শিখার মধ্যস্থলে শ্বেত বর্ণের কোন (Cone) টির চারপার্শে নিলাভ শ্বেত বর্ণের পালকের (Feather) ন্যায় ভিন্ন রকম।



চিত্র-২১.১৪ কার্বোরাইজিং ফ্লেম (3148 °C).

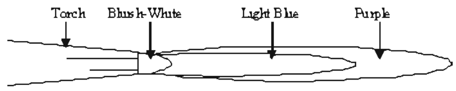
(২) অক্সিডাইজিং ফ্লেম (Oxidizing Flame):

যে হারে অক্সিজেন যুক্ত হলে অ্যাসিটিলিন পূর্ণভাবে জ্বলতে পারে, অক্সিজেন তা অপেক্ষা অধিক হারে ব্লো-পাইপের মধ্যে থাকলে এ শিখার উদ্ভব হয়। যাতে মধ্যস্থলের শ্বেত বর্ণের "কোন" (Cone)টি উপস্থিত থাকে। এ শিখার দৈর্ঘ্য ক্ষুদ্রতর হয় এবং শীষ আরো সূক্ষ্ম হয়। ওয়েল্ডিং এর সময় এ শিখা জিঙ্ক (দস্তা) কে বাষ্পে পরিণত হতে বাধা দেয় বলে ব্রাস (পিতল) ধাতুকে ওয়েল্ডিং করতে এ উপযোগী হয়ে থাকে। এ সময় উষ্ণতা ৩৪৮২ ডিগ্রি সেঃ এবং $O_2 : C_2H_2 = 1.5 : 1$ হয়।

চিত্র- ২১.১৫ অক্সিডাইজিং ফ্লেম (3482°C)।

(৩) নিউট্রাল বা বিশুদ্ধ শিখা (Neutral Flame):

যে হারে অক্সিজেন যুক্ত হলে অ্যাসিটিলিন পূর্ণভাবে জ্বলতে পারে, অক্সিজেন ঠিক সে হারে ব্লো-পাইপে আসলে নিউট্রাল ফ্লেম সৃষ্টি হয়। এ শিখাতে কার্বরাইজিং শিখার অনুরূপ নিলাভ শ্বেত বর্ণের পালকের ন্যায় অংশটি (শিখাটি) থাকে না। এদ্বারা অপেক্ষাকৃত বেশি তাপ উৎপন্ন করা সম্ভবপর হয়। এ কারণে স্টীল, কাস্ট আয়রন, কপার ইত্যাদিকে ওয়েল্ডিং করতে এ ধরনের শিখাই অধিকাংশ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। নিউট্রাল শিখার উষ্ণতা ৩২৪০ ডিগ্রি সেঃ। O_2ঃ C_2H_2 = 1ঃ 1.



চিত্র- ২১.৩ঃ নিউট্রাল ফ্লেম(3240°C) ।

২১.৩ গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণঃ

সুন্দর সংযোগ প্রস্তুতির পূর্বশর্ত যথাযথ ওয়েল্ডিং ব্যবস্থা। আর সঠিক ওয়েল্ডিং-এর জন্য অবশ্যই প্রয়োজন পারফেক্ট গ্যাস নিয়ন্ত্রণ। সুতরাং উত্তম মানের ওয়েল্ডিং-এর জন্য সঠিকভাবে গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা জানা খুবই জরুরি। গ্যাসের এ চাপ নিয়ন্ত্রণ দুই পর্যায়ে হয়ে থাকে। যথা-

ক) গ্যাস সিলিন্ডারের রেগুলেটর দ্বারা সিলিন্ডারের গ্যাসের প্রেশার কমিয়ে ওয়ার্কিং মাত্রার সামান্য উর্ধ্ব মাত্রায় হোস পাইপে প্রেরণ করা এবং

খ) টর্চের রেগুলেটর দ্বারা গ্যাসের সঠিক মাত্রার ওয়ার্কিং প্রেশার নিয়ন্ত্রণ করে নজল বা টিপে প্রেরণ করা। নিচের টেবিলের তথ্যানুযায়ী গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণ করে ওয়েল্ডিং করা হয়।

সিলিন্ডারের চাপ ও আয়তনঃ

গ্যাসের নাম	সিলিন্ডারের চাপ ও আয়তন (গ্যাসের পরিমাণ)			
	প্রেশার		আয়তন	
	Kg/cm^2	PSI	ঘঃ মিঃ = m^3	ঘঃ ফুঃ = ft^3
অ্যাসিটিলিন	15.5 হতে 21	225 হতে 300	1.7 বা 4.2 বা 5.7	60 বা 150 বা 200
অক্সিজেন	125	1800	2.8 বা 4.9 বা 5.7 বা 6.2	100 বা 150 বা 200 বা 220

C_2H_2 ও O_2 দিয়ে শিখা তৈরির মাধ্যমে ওয়েল্ডিং ও কাটিংএর কাজ সুষ্ঠুভাবে করতে হলে নিচের ছকের তথ্য অনুসরণ করা প্রয়োজন।

গ্যাসের নাম	সিলিন্ডার প্রেশার		ওয়াকিং প্রেশার					
			ওয়েল্ডিং			কাটিং		
	bar	Lbf/in	bar	Lbf/in	Kgf/cm^2	bar	Lbf/in	Kgf/cm^2
C_2H_2	0-40	0-500	0.6	7	0.5	0.6	7.8	0.5
O_2	0-14	0-200	2	25-30	2	2.7	60-80	4.2-5.6

চাপ নিয়ন্ত্রণের পাঁচটি ধাপঃ

১। উভয় সিলিন্ডারের কন্ট্রোল ভ্যাল্ভ খুলে সিলিন্ডার প্রেশার গেজের মাধ্যমে প্রেশার লক্ষ করতে হবে।

২। উভয় সিলিন্ডারের প্রেশার রেগুলেটরদ্বয় চালু করে ওয়ার্কিং প্রেশার গেজের নির্দেশিকার মান দেখে ওয়ার্কিং প্রেশার নির্ধারণ করতে হবে।

৩। অতঃপর টর্চেও রেগুলেটর চালিয়ে যথাযথ শিখা তৈরিতে প্রয়োজনীয় মাত্রার গ্যাস সরবরাহ করতে হবে।

৪। ১/২ ইঞ্চিব্যাসের কপার টিউব ঝালাই করার জন্য অ্যাসিটিলিন গ্যাসের প্রেশার ৫ কেজি / বঃ সিমিঃ এবং অক্সিজেনের প্রেসার ০.৫ থেকে ০.৬ কেজি / বঃ সেমিঃ রাখা হয় এবং ৫০ নম্বরের নজল ব্যবহার করা হয়।

২০২০

৫। বেশি ব্যাসের টিউবের ক্ষেত্রে ৭৫ নম্বরের নজল ব্যবহার হয়।

২১.৪. গ্যাস ওয়েল্ডিং ব্যবহৃত যন্ত্রের বর্ণনা :

১. রেগুলেটর (Regulator) এবং প্রেশার গেজ (Pressure gauge) সহ একটি অক্সিজেন গ্যাসের সিলিন্ডার,

২. রেগুলেটর (Regulator) এবং প্রেশার গেজ (Pressure gauge) সহ একটি অ্যাসিটিলিন গ্যাসের সিলিন্ডার,

৩. অ্যাসিটিলিন গ্যাস ব্যবহারের জন্য হাইড্রলিক ব্যাক প্রেশার ভ্যালভ (Hydraulic back pressure Valve),

৪. বিভিন্ন প্রকার কাজের উপযোগী পরিবর্তনীয় 'নজল' (Nozzle) সেটসহ ব্লো পাইপ,

৫. সংযোগকারী নমনীয় নল (Hose pipe),

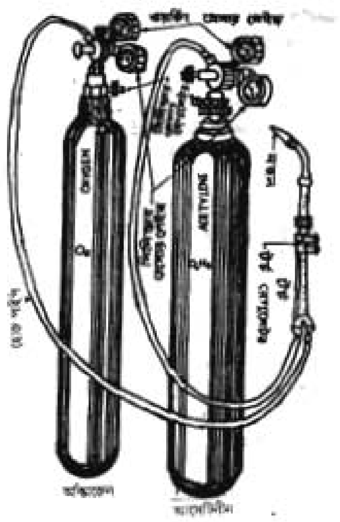
৬. সিলিন্ডারের ভ্যালভ স্পিন্ডলের জন্য কী (Key),

৭. গগলস (Goggles) ও চামড়ার অ্যাপ্রোন (Apron),

৮. ধাতু অনুযায়ী ওয়েল্ডিং রড ও ফ্লাক্স ইত্যাদি।

৯. স্পার্ক লাইটার বা ম্যাচ বা গ্যাস লাইট,

১০. অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র।



চিত্র-২১.৪: গ্যাস ওয়েল্ডিং সেট।

অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলিন সিলিন্ডারের সংশ্লিষ্ট সরঞ্জামাদি :

ভ্যালব (Valve): একে বন্ধ করলে সিলিন্ডার হতে গ্যাস নির্গমন বন্ধ হয়। ভ্যালব খুলে দিলে প্রবাহ চালু হয়।

সিলিন্ডার প্রেশার গেজ (Cylinder pressure gauge): সিলিন্ডারের মধ্যে গ্যাসের চাপ কত আছে তা জানা যায়।

আউট লেট প্রেশার গেজ (Out Let pressure gauge): একে ওয়ার্কিং প্রেশার গেজও বলে। সিলিন্ডার হতে গ্যাস কত চাপে নির্গত হচ্ছে তা জানা যায়। অ্যাসিটিলিনের জন্য ব্যবহার্য প্রেশার গেজে চাপের মান কিলোগ্রাম প্রতিবর্গ সেঃমিঃ (kg/cm^2) হারে অথবা পাউন্ড প্রতিবর্গ ইঞ্চি (P.S.I) হারে থাকে। কিন্তু অক্সিজেনের জন্য ব্যবহার্য প্রেশার গেজে লিখিত মানগুলো সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের (Atmospheric pressure) হারে থাকে।

৪) **সেফটি ভ্যালভ (Safety valve):** এটা সিলিন্ডারের বিপদ নিরোধক ব্যবস্থা।

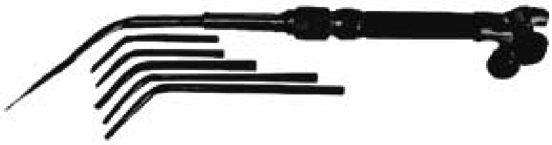
৫) **টর্চ রেগুলেটর (Torch regulator):** এর সাহায্যে ব্লো-পাইপে সরবরাহকৃত গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

৬) **রেগুলেটরের চাপ নিয়ন্ত্রণকারী উইং নাট (Pressure adjusting wing nut):** একে ঘুরায়ে রেগুলেটরের অভ্যন্তরীণ চাপকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

৭) **রাবার বা নমনীয় নল (Rubber tube or hose):** এটি বিশেষ প্রণালিতে প্রস্তুত। এর মধ্যে দিয়ে গ্যাস রেগুলেটর হতে ব্লো-পাইপে আসে।

৮) **ব্লো-পাইপ (Blow-pipe):** অক্সিজেন গ্যাস দুইটি আনুপাতিক হারে মিশ্রিত হয়। শিখা তৈরির পূর্বক্ষণে যে নলটির মধ্যে অ্যাসিটিলিন এবং অক্সিজেন গ্যাসকে প্রয়োজন পরিমাণে বা চাপে মিশানো হয় তাকে ব্লো-পাইপ (Blow-pipe) বলে। এর অপর নাম ওয়েল্ডিং টর্চ (Welding torch)। কাজের সুবিধার্থে ব্লো-পাইপে বিভিন্ন সাইজের বা নম্বরের নজল ব্যবহার করা হয়। ২০২০

৯) নজল (Nozzle): এ সূক্ষ্ম ছিদ্র বিশিষ্ট। ব্লো-পাইপের মুখে একে ব্যবহার করা হয়। একে নিয়ন্ত্রণ করে প্রয়োজন অনুরূপ শিখা উৎপাদন করতে হয়।



চিত্র- ২১.৫: টর্চ ও বিভিন্ন ধরনের নজল।

১০) সিলিন্ডার রেগুলেটর (Cylinder regulator): সিলিন্ডারের মধ্যে গ্যাস অনেক বেশি থাকে। গ্যাসকে নিয়ন্ত্রণ করে ব্লো-পাইপ কাজের উপযোগী চাপে পাবার উদ্দেশ্য সিলিন্ডারের মুখে যে সরঞ্জামটি ব্যবহার করা হয় তাকে রেগুলেটর বলে।

১১) ঝালাই রড (Welding rod): ওয়েল্ডিং করার সময় জোড়া স্থানে ধাতুর উপাদানের তারতম্য ঘটে। জোড় স্থান পূরণ করে ধাতুর উপাদানকে পূর্বের অবস্থায় আনতে একে গলিয়ে জোড় স্থানে যোগ করানো হয়ে থাকে। এর অপর নাম ফিলিং রড (filling rod)।

১২) ফায়ার অ্যারেস্টার (fire arester): অগ্নিশিখা (Flame) টিপের অগ্রভাগে কোন কোন সময় হঠাৎ শব্দ করে নিভিয়ে যায় অথবা ব্লো-পাইপের ভিতরে আগুন জ্বলে। একে ব্যাক ফায়ার বলে। এ ব্যাক ফায়ার না ঘটার বা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রের নাম ফায়ার অ্যারেস্টার ।

সাবধানতাঃ

গ্যাস ওয়েল্ডিং করার সময় নিম্নলিখিত সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত-

১. সবসময় সিলিন্ডার ভ্যালভ, ব্লো-পাইপ, হোস পাইপ, রেগুলেটর ইত্যাদি সংযোগ স্থান চাবিযুক্ত রাখতে হবে।

২. চোখের নিরাপত্তার জন্য ওয়েল্ডিং এর সময় নীল কাচের চশমা বা ওয়েল্ডিং গগলস ব্যবহার করতে হবে।

৩. দেহের জামা-কাপড়ে যাতে আগুন না ধরে সেই জন্য চামড়ার তৈরি জামা বা অ্যাপ্রোন ব্যবহার করতে হবে।

৪. কোন সরঞ্জামে হাতুড়ির আঘাত করা বা বল প্রয়োগ করা হতে বিরত থাকতে হবে।

৫. রাবারের নলকে সব সময় আগুন বা উত্তাপ হতে দূরে রাখতে হবে।

৬. ওয়েল্ডিং-এর সময় গ্যাস সিলিন্ডার দুটিকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে আগুনের উত্তাপ না লাগে।

৭. সিলিন্ডার ভ্যালভের সংযোগস্থলে কোন ওয়াশার ব্যবহার করা যাবে না।

৮. রেগুলেটর ভ্যালভের সংযোগ স্থলে ছিদ্র দেখা দিলে তা সাথে সাথে মেরামত করতে হবে।

৯. শিখা যদি আয়ত্তের বাইরে চলে যায় তবে তা নিভানোর জন্য অগ্নিনির্বাপক ব্যবহার করতে হবে।

১০. বদ্ধস্থানে ব্লো-পাইপ জ্বালানো যাবে না এবং শিখা জ্বালাবার ক্ষেত্রে স্পার্ক লাইটার ব্যবহার করতে হবে।

১১. ব্লো-পাইপ ও সিলিন্ডার ভ্যালভ বন্ধ করে গ্যাস বন্ধ করতে হবে।

১২. রেগুলেটর স্ক্রু বন্ধ থাকা অবস্থায় সিলিন্ডার ভ্যালভ খুলতে হবে।

প্রশ্ন মালা- ২১

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। গ্যাস ওয়েল্ডিং বলতে কী বোঝায় ?

২। শিখার কয়টি প্রধান অংশ ও কী কী ?

৩। অক্সি-অ্যাসিটিলিন ওয়েল্ডিং-এ ব্যবহৃত গ্যাসের সংকেত লেখ।

৪। Lbf/in^2 ও Kgf/cm^2 বলতে কী বুঝ ?

৫। অ্যাসিটিলিন গ্যাসে কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ কত ?

৬। অক্সিডাইজিং শিখাতে ব্যবহৃত জ্বালানির অনুপাত কত ?

৭। C_2H_2 কোন গ্যাসের সংকেত হিসেবে ব্যবহার হয় ?

৮। ১/২" ব্যাসের কপার টিউব ঝালাইয়ে কত নম্বরের নজল ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৯। শিখা কী ? এর অংশ কয়টি ও কী কী ?

১০। শিখা তৈরিতে জ্বালানি হিসাবে কী কী দ্রব্য ব্যবহার করা হয় ?

১১। অক্সিডাইজিং শিখার চিহ্নিত চিত্র অংকন কর।

১২। ফায়ার অ্যারেস্টরের কেন ব্যবহার করা হয় ?

১৩। ১/২" ব্যাসের কপার টিউব ঝালাইয়ে C_2H_2 ও O_2 এর চাপ কত রাখা হয় ?

রচনামূলক প্রশ:

১৪। গ্যাস ওয়েল্ডিং এর গুরুত্ব অলোচনা কর।

১৫। গ্যাস ওয়েল্ডিং সংক্রান্ত তথ্যগুলো সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

১৬। শিখা কাকে বলে? এটি কত প্রকার ও কী কী ? প্রত্যেক প্রকারের বর্ণনা দাও।

১৭। অক্সি-অ্যাসিটিলিন ওয়েল্ডিং এ ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির তালিকা ও কাজ লেখ।

১৮। গ্যাস ওয়েল্ডিং করার সময় পালনীয় ছয়টা সাবধানতা লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ২১

অনুচ্ছেদটি পাঠের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

সোল্ডারিং এক প্রকার ননফিউশন ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়া। এ ব্যবস্থায় ধাতব খন্ডকে উত্তপ্ত এবং সোল্ডারকে গলায়ে সংযোগকে প্রস্তুত করা হয়। সুতরাং সংযোগকারী ধাতবের তাপমাত্রাগত বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করেই তাপ প্রয়োগ করা হয়। Acetylene (C_2H_2) ও Oxygen (O_2) গ্যাসের সমন্বয়ে তৈরি অগ্নিশিখার সাহায্যেও তাপ প্রয়োগ করা হয়। তাই একে গ্যাস ওয়েল্ডিংও বলা হয়। ধাতব ব্যবহার সংক্রান্ত সকল ক্ষেত্রেই ওয়েল্ডিং-এর ব্যাপক ব্যবহার দেখা যায়।

১। সোল্ডারিং কোন ধরনের প্রক্রিয়া ?

২। সোল্ডারি-এর সংজ্ঞা দাও।

৩। শিখার প্রয়োজনীয়তা লেখ।

৪। কীভাবে সংযোগ প্রস্তুত করা হয় ? ২০২০

অধ্যায়- ২২

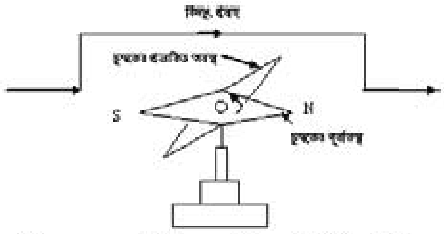
সিঙ্গেল ফেজ মোটর (Single phase motor)

যান্ত্রিক হিমায়ন পদ্ধতির কমপ্রেসরকে পরিচালনার জন্য প্রাইমমুভার (Prime mover) হিসেবে প্রধানতঃ ইলেকট্রিক্যাল মোটর ব্যবহার করা হয়। ফলে হিমায়ন পদ্ধতিতে এই মোটরের ভূমিকা অনেক। এই মোটর পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য আরো কিছু বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। মোটরসহ এসব যন্ত্রপাতিকে হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস বলে।

২২.১. সিঙ্গেল ফেজ মোটরের নীতি :

মোটরের মূলনীতিঃ

চিত্রানুরূপ একটি ঘূর্ণমান চুম্বক শলাকার কিছুটা উপর দিয়ে একটি পরিবাহী তার সমান্তরালভাবে স্থাপন করে বিদ্যুৎ চালনা করলে দেখা যাবে, চুম্বক শলাকাটি মধ্যতল হতে বিচ্যুত হয়ে তারের সাথে সমকোণে স্থাপিত হবার প্রচেষ্টা (Torque) চালাচ্ছে। বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মিলিত প্রভাবেই এরূপ ঘটেছে। বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করলে চুম্বক শলাকা পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। আবার বিদ্যুৎ প্রবাহের মাত্রা বৃদ্ধি করলে বিচ্যুতি বেড়ে যায়। আবার বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক পরিবর্তন করলে শলাকার বিচ্যুতির দিকও পরিবর্তিত হয়। পার্শ্বস্থ ঘটনায় মোটর চলার নীতি পাওয়া যায়। সিঙ্গেল ফেজ বিদ্যুৎ শক্তি প্রাপ্ত হয়ে চুম্বক শক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে যান্ত্রিক শক্তি (ঘূর্ণন) বা টর্ক প্রদানে সমর্থ যন্ত্রকে মোটর বলে। এরূপ ঘটার কারণ- কোন পরিবাহীতে চুম্বক ক্ষেত্র স্থাপনপূর্বক এতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করালে পরিবাহীতে একটি যান্ত্রিক বল (ক্রিয়া) উৎপন্ন হয় যার দিক ফ্লেমিংএর বাম হাতি নীতির অনুসরণে নির্ণয় করা যায়।



চিত্র- ২২.১: বিদ্যুৎ প্রবাহে টর্কের সৃষ্টি।

কেননা কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চার পাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয় যাকে বিদ্যুৎ প্রবাহের চুম্বক ক্রিয়া বলে। এ নীতির কারণেই মোটর তথা পরিবাহীর বিদ্যুৎ প্রবাহ টর্ক উৎপন্ন করে। চুম্বক ক্ষেত্রস্থ পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে পরিবাহীটি বিদ্যুৎ প্রবাহের সাথে সমকোণে গতি প্রাপ্ত হয়।

সিঙ্গেল ফেজ মোটর ইন্ডাকশন নীতিতে কাজ করে। এর মূল অংশ স্টেটর এবং রোটর। উভয় অংশেই ওয়াইন্ডিং করা থাকে। স্টেটরের রানিং ওয়াইন্ডিং এ বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয় এবং রোটরের স্লটে কয়েল ওয়াইন্ডিং এ কোন বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয় না। স্টেটরে সরবরাহকৃত বিদ্যুতের প্রভাবে বা আবেশে রোটরে ইন্ডাকশন বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়, যার জন্য স্টেটরে সরবরাহ বিদ্যুৎ এবং আবেশিত রোটর বিদ্যুৎ কর্তৃক উৎপাদিত চুম্বক ক্ষেত্রের আকর্ষণ ও বিকর্ষণের জন্য রোটর ঘূর্ণন গতি প্রাপ্ত হয় এবং ঘুরতে থাকে। তাই এ ধরনের মোটরকে ইন্ডাকশন মোটর বলা হয়।

কমপ্রেশরকে চালনোর জন্য চারটি বৈদ্যুতিক ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। যথা-

১। প্রাইম মুভারঃ মোটর (Motor), উইন্ড মিলস, টার্বাইন ইত্যাদি।

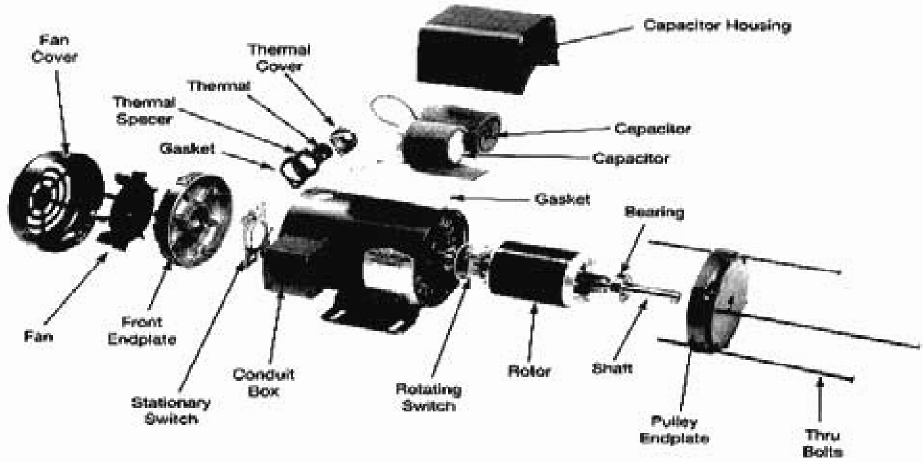
২। স্টার্টিং ডিভাইসঃ রীলে, ক্যাপাসিটর, সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ (Relay, Capacitor, Centrifugal switch) প্রভৃতি,

৩। সেফটি ডিভাইসঃ ওভার লোড প্রটেক্টর (Over load protector), প্রেশার কাট আউট (Pressure cut out),

৪। তাপমাত্রা ও চাপ নিয়ন্ত্রণকারী ডিভাইসঃ থার্মোস্ট্যাট (Termostat), প্রেশার কাট আউট (Pressure Cut out),

২২.২. সিঙ্গেল ফেজ মোটরের প্রধান অংশগুলোর নাম:

সিঙ্গেল ফেজ মোটরের অংশগুলোর নাম লিপিবদ্ধ করা হলো-



চিত্র- ২২.২: মোটরের প্রধান অংশসমূহের চিহ্নিত চিত্র।

ক) স্টেটর (স্থায়ী অংশ), খ) রোটর (ঘূর্ণায়মান অংশ), গ) বডি (স্ট্যাটর আবরণ), ঘ) বিয়ারিং কভার, ঙ) বিয়ারিং, চ) রোটর শ্যাফট, ছ) স্টেটর ওয়াইন্ডিং, জ) শীল্ড, ঝ) ফ্যান, ঞ) সাইড কভার, ট) স্ক্রু , ঠ) বুশ হাউজ, ড) স্ক্রু হাউজ গ্যাসকেট, ঢ) স্ট্যান্ড, ণ) টার্মিনাল বক্স, ত) টার্মিনাল পয়েন্ট, থ) টার্মিনাল স্ক্রু, দ) টার্মিনাল কভার

২২.৩. মোটরের প্রকারভেদ:

যে বৈদ্যুতিক যন্ত্র ইলেকট্রিক্যাল শক্তি প্রাপ্ত হয়ে চুম্বক শক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে যান্ত্রিক (ঘূর্ণন) শক্তি বা কাজ প্রদান করে তাকে মোটর বলে।

ক) ফেজ সংখ্যার উপর ভিত্তি করে মোটর দুই প্রকার। যথা-

১) সিঙ্গেল ফেজ (Single phase) মোটর,

২) বহু ফেজ (থ্রি-ফেজ) (Multi phase) মোটর।

খ) বিদ্যুৎ প্রবাহ অনুযায়ী দুই প্রকার। যেমন-

১) এসি (AC) মোটর: Alternating current দ্বারা চালিত মোটর।

২) ডিসি (DC) মোটর: Direct current দ্বারা চালিত মোটর।

গ) এসি সিঙ্গেল ফেজ মোটরকে প্রধানত চার ভাগে ভাগ করা যায়-

১) ইন্ডাকশন মোটর (Induction motor), ২) রিপালশন মোটর (Repulsion motor)

৩) সিনক্রোনাস মোটর (Synchronus motor) ৪) সিরিজ মোটর (Series motor),

ঘ) চালুকরণ ব্যবস্থাপনার উপর ভিত্তি করে সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটরসমূহ হলো-

১. স্প্লিট ফেজ মোটর (Split phase motor)

২. ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর (Capacitor start motor)

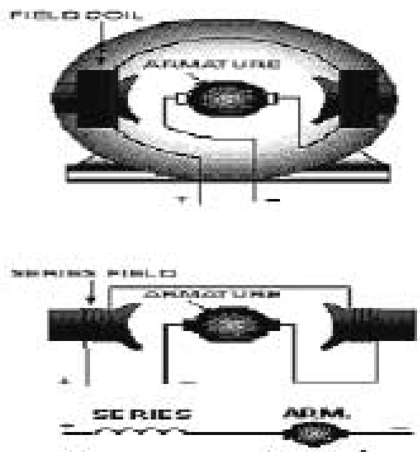
৩. ক্যাপাসিটর রান মোটর (Capacitor run motor)
৪. স্টার্ট ও রান ক্যাপাসিটর মোটর (Start run capacitor motor)
৫. শেডেড পোল মোটর (Shaded pole motor)
৬. রেজিস্ট্যান্স স্টার্ট মোটর (Resistance start motor ev PTC রিলে স্টার্ট মোটর)
৭. ইউনিভার্সাল মোটর (Universal motor)

বিভিন্ন প্রকার রিপালশন মোটর। যেমন-
১. সাধারণ রিপালশন মোটর (Simple repulsion motor)
২. কমপেনসেটেড রিপালশন মোটর (Compenseted repulsion motor)
৩. রিপালশন স্টার্ট ইন্ডাকশন মোটর (Repulsion start induction motor)
৪. রিপালশন ইন্ডাকশন মোটর (Repulsion induction motor)

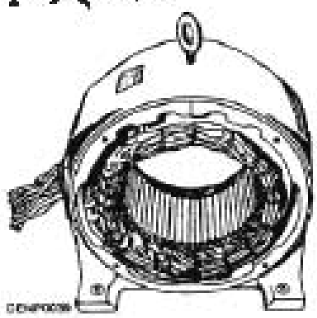
২২.৪ মোটরের বর্ণনাঃ

(ক) ইন্ডাকশন মোটরঃ

এ সি সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরের ঘূর্ণয়মান চুম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। এর ফলে রোটরটি স্টেটরের চৌম্বকক্ষেত্রে আবেশিত হয়। স্টেটর ও রোটরের চুম্বক পারস্পরিক প্রতিক্রিয়ায় টর্ক (Torque) সৃষ্টি হয়।

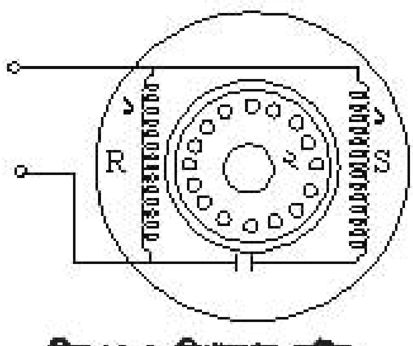


চিত্র-২২.৩: ক, মোটর আর্মেচার।


চিত্র- ২২.৩: খ, ইন্ডাকশন সিঙ্গেল মোটর।

(খ) রিপালশন মোটরঃ

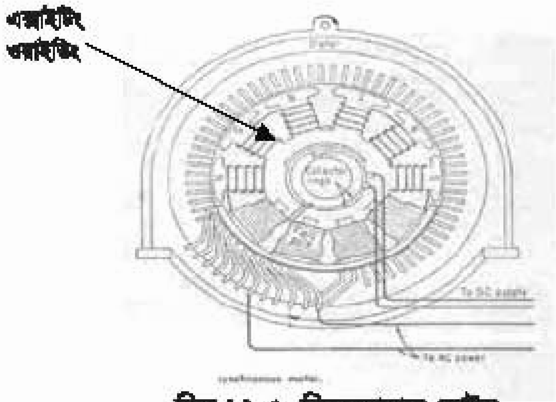
রিপালশন মোটরে স্টেটরের ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং রোটরের ম্যাগনেটিক ফিল্ডের পারস্পরিক বিকর্ষণের ফলে টর্ক উৎপন্ন হয়। এতে রোটরের গঠন ডিসি আর্মেচারের মতো এবং ব্রাশসমূহ পরস্পর শর্ট সার্কিট করা থাকে। এর প্রধান ও সাহায্যকারী ওয়াইন্ডিং থাকে।



চিত্র-২২.৪। রিপালশন মোটর।

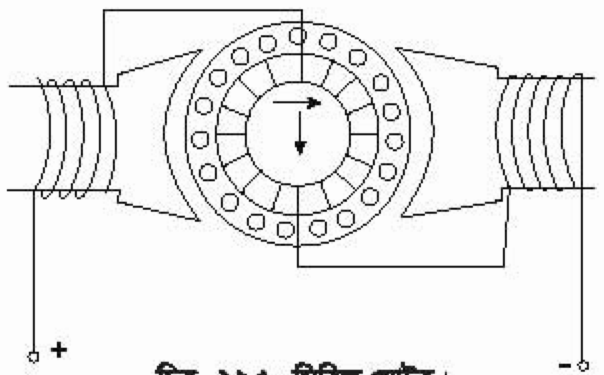
(গ) সিনক্রোনাস মোটর:

সিনক্রোনাস শব্দের অর্থ সমলয়। সমলয় হলো সমগতিতে (সমতালে) চলা। যে মোটরের স্টেটর চুম্বক ক্ষেত্র ও রোটর সমগতিতে ঘোরে তাকে সিনক্রোনাস মোটর বলে অর্থাৎ এ মোটরের স্টেটরে সৃষ্ট চুম্বক ক্ষেত্রের গতিও রোটরের ঘূর্ণন গতি সমান থাকে। এসি সিনক্রোনাস সিঙ্গেল ফেজ মোটর দুই প্রকার। যথা-(১) রিলাকট্যান্স মোটর (২) হিস্টোরসিস মোটর।



চিত্র ২২.৫: সিনক্রোনাস মোটর

(ঘ) সিরিজ মোটর:

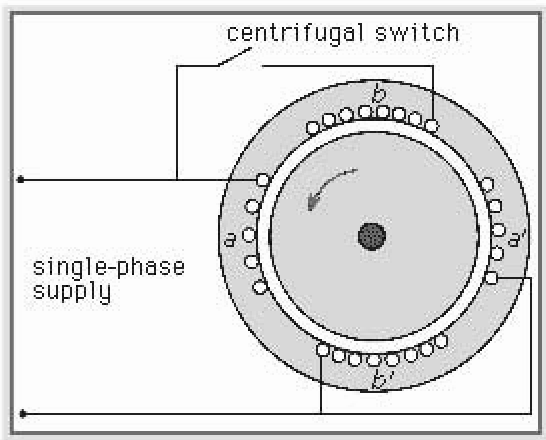


চিত্র- ২২.৬: সিরিজ মোটর।

সিঙ্গেল ফেজ সিরিজ মোটরের গঠন ডি.সি. মোটরের অনুরূপ। এ ক্ষেত্রে ফিল্ড ও আর্মেচার সিরিজে সংযুক্ত থাকে। এ মোটরকে ডি.সি অথবা এসি সিঙ্গেল ফেজ (যেকোন প্রকার) সাপ্লাই দিয়ে চালানো যায়।

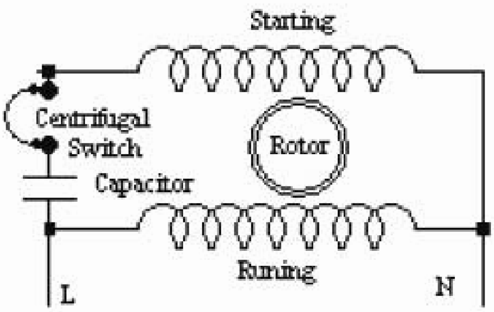
১. স্প্লিট ফেজঃ

স্প্লিট ফেজ মোটরের স্টেটরে দুইটি ওয়াইন্ডিং আছে। একটা স্টার্টিং অপরটি রানিং। ওয়াইন্ডিংদ্বয় সমান্তরালে সংযুক্ত। সুতরাং এর স্টার্টিং দুই ফেজ মোটরের ন্যায়। মোটরের গতি ৭৫% ভাগ হলে সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ বা রিলে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয় এবং মোটর সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ন্যায় চলতে থাকে। স্প্লিট ফেজ মোটরে রানিং ওয়াইন্ডিং -এর কারেন্ট ভোল্টেজ অপেক্ষা অগ্রগামী (Leading) আর স্টার্টিং ওয়্যান্ডিং-এর কারেন্ট ভোল্টেজ অপেক্ষা অনুবর্তী (Laging) থাকে।



চিত্র- ২২.৭: স্প্লিট ফেজ মোটর।

ফলে রান বা মেইন (Main) ও স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এ প্রবাহমান কারেন্টের মধ্যে একটি কৌণিক দূরত্ব বজায় থাকে। তাই বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়ার সাথে সাথে মোটর চালু হয়। মোটরের স্টার্টিং-এর সময় রান ও স্টার্টিং এর কারেন্ট পরস্পরের সাথে ৯০° কৌণিক দূরত্বে বিদ্যুৎ প্রবাহ করলে যে দুটি তড়িৎ চাপ উৎপন্ন হয় তাও পরস্পরের সাথে ৯০° কৌণিক দূরত্বে অবস্থান করে। এ দুটি তড়িৎ চাপ একত্র হয়ে একটা ঘূর্ণমান চুম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন করতে সক্ষম হয়। স্টার্টিং কয়েলে অধিক ইন্ডাক্ট্যান্স থাকে ফলে উভয় ওয়াইন্ডিং দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট একে অপরের সাথে প্রায় ৯০° কৌণিক দূরত্বে অবস্থান করে। এ অবস্থায় মোটরটা দুই ফেইজ মোটরের মতো কাজ করে।



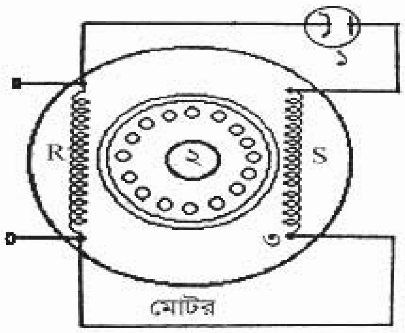
চিত্র- ২২.৮: স্টার্টিং ক্যাপাসিটর মোটর

২) স্টার্টিং ক্যাপাসিটর মোটর:

গঠনের দিক হতে ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর স্প্লিট ফেজ মোটরের মতো। ৭৫% ভাগ গতি প্রাপ্ত হলে সেন্ট্রিফিউগ্যাল সুইচ বা রিলে কর্তৃক স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংসহ ক্যাপাসিটর বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। ক্যাপাসিটর থাকার জন্য এ মোটরে উচ্চ স্টার্টিং শক্তি পাওয়া যায়।

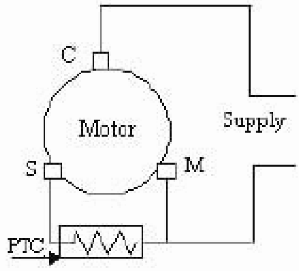
৩) পারমানেন্ট ক্যাপাসিটর মোটর:

এ মোটরের গঠন প্রণালি ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটরের মতো। এক্ষেত্রে কোন সেন্ট্রিফিউগ্যাল সুইচ বা রিলে ব্যবহার করা হয় না। ব্যবহৃত ক্যাপাসিটরের মান তুলনামূলকভাবে স্টার্টিং ক্যাপাসিটর হতে কম।



চিত্র- ২২.৯: পারমানেন্ট ক্যাপাসিটর মোটর

৪) রিজিস্ট্যান্স স্টার্ট মোটর:

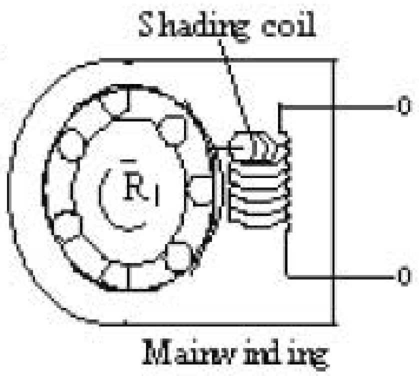


চিত্র- ২২.১০: রিজিস্ট্যান্স স্টার্ট মোটর।

এটি এক প্রকার স্প্লিট ফেজ মোটর মতো। বিশেষভাবে তৈরি ও পিটিসির রেজিস্ট্যান্সের সাহায্যে চলে বিধায় একে রেজিস্ট্যান্স স্টার্ট মোটর বলে। উক্ত পিটিসি রিলেতে Positive temperature co-efficient বৈশিষ্ট্যের থার্মিস্টর থাকে। তাপমাত্রা বৃদ্ধিও সাথে সাথে রিলেতে ব্যবহৃত পাথরের রেজিস্ট্যান্স বেড়ে যায়। ফলে মোটরের স্টার্টিং কয়েলের বিদ্যুৎ প্রবাহ সীমিত হয় যা স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর জন্য নিরাপদ কারেন্ট থাকে।

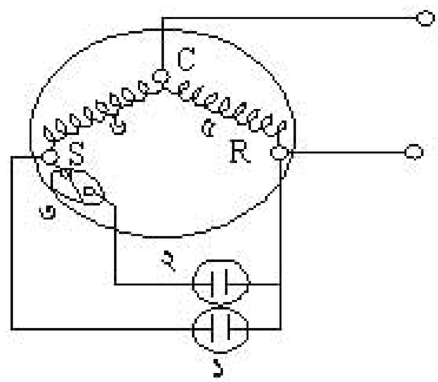
৫) শেডেড পোল মোটরঃ

এ মোটরের গঠন খুবই সহজ কিন্তু খুবই স্থায়ী। এর স্টেটর ওয়াইন্ডিং এবং পোলযুক্ত ডিসি মোটরের ন্যায়। অধিকন্তু প্রধান পোলের চারদিকের একাংশে একটা শর্ট করা ওয়াইন্ডিং থাকে।



চিত্র- ২২.১১: শেডেড পোল মোটর।

৬) স্টার্ট ও রান ক্যাপাসিটর মোটরঃ

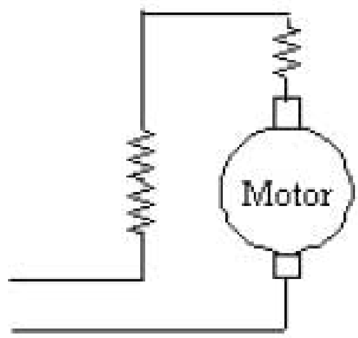


চিত্র- ২২.১২: স্টার্ট ও রান ক্যাপাসিটর মোটর।

এ মোটরের কার্যকরী ক্ষমতা বেশি। এতে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং এর সাথে দুটি ভিন্ন ভিন্ন মানের ক্যাপাসিটর যুক্ত থাকে। স্টার্টিং ক্যাপাসিটর হতে রিলে বা সেন্ট্রিফিউগ্যাল সুইচের মাধ্যমে যথাযথ শক্তি পেয়ে মোটর স্টার্ট হবার পর স্টার্টিং ক্যাপাসিটরের শক্তি হতে বিচ্ছিন্ন হয় এবং রানিং ক্যাপাসিটর হতে শক্তি পেয়ে মোটর চলতে থাকে।

৭) ইউনিভার্সাল মোটরঃ

Universal অর্থ সর্বজনীন। এ মোটর সিঙ্গেল ফেজ এসি এবং ডিসি উভয় সরবরাহে কাজ করে। এটি মূলত ডিসি সিরিজ মোটর। AC ও DC উভয় কারেন্টে চলার কারণে একে ইউনিভার্সাল মোটর বলে।



চিত্র- ২২.১৩। ইউনিভার্সাল মোটর।

২২.৫ মোটরের পরীক্ষা পদ্ধতি:

রিফ্রিজারেটিং ইউনিটে স্প্লিট ফেজ অথবা রিজিস্ট্যান্স স্টার্টিং অথবা হাই পারফরমেন্স অথবা ক্যাপাসিটর স্টার্টিং মোটর ব্যবহার করা হয়। মোটরগুলোর সাধারণত তিনটি টার্মিন্যাল থাকে। মোটর দীর্ঘদিন চলার পর তার কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি দেখা দেয়। ত্রুটিগুলো ওহম মিটার বা ল্যাম্পের সাহায্যে পরীক্ষা করা যায়। উক্ত ত্রুটিগুলোর পরীক্ষা পদ্ধতি নিচের ছকে দেওয়া হলো-

ক্রমিক	অবস্থা	পরীক্ষা পদ্ধতি	
	সঠিক/ত্রুটি	অ্যাভোমিটারের সাহায্যে	বাতির সাহায্যে
১	মোটর সঠিক	টার্মিন্যালে ভিন্ন ভিন্ন ওহম দেখাবে	ভিন্ন ভিন্ন উজ্জ্বলতায় বাতি জ্বলবে
২	পুড়া	টার্মিন্যালে একই মাত্রার ওহম দেখাবে	একই উজ্জ্বলতায় বাতি জ্বলবে
৩	শর্ট	টার্মিন্যালে একই মাত্রার ওহম দেখাবে	একই উজ্জ্বলতায় বাতি জ্বলবে
৪	ওপেন	টার্মিন্যালে কন্টিনিউটি (অসীম ওহম) দেখাবে	না বাতি জ্বলবে না
৫	গ্রাউন্ডেড	টার্মিন্যালে ও বডির সাথে ওহম দেখাবে	টার্মিন্যালে ও বডির মাধ্যমে বাতি জ্বলবে

টার্মিন্যাল শনাক্তকরণ:

প্রথম পদ্ধতিঃ

অ্যাভোমিটারের সাহায্যে মোটরের টার্মিন্যাল তিনটিকে যথাক্রমে A, B ও C ধরে নিম্নোক্ত তিনটি পাঠ (মান) গ্রহণ করতে হবে-

1. $A + B = 7$
2. $A + C = 5$
3. $B + C = 12$

মন্তব্য:

ক. তিনটি মানই অসমান , অতএব কয়েল ও সংযোগ সঠিক আছে। অন্যথায় খারাপ।
খ. ক্ষুদ্রতম ২টির সমষ্টি বড়টির সমান, অতএব কয়েল ও সংযোগ সঠিক আছে। অন্যথায় খারাপ।
গ. সর্বাপেক্ষা ছোট পাঠদ্বয় নিতে হবে। তাই 1 ও 2 নং ছোট মানের পাঠ এবং উভয় পাঠে A বিদ্যমান। সুতরাং A কে কমন ও উহ্য মনে করলে B ও C এর মান যথাক্রমে 7 ও 5. যেহেতু B ও C -এর মধ্যে C এর মান ক্ষুদ্রতম। তাই C হবে রানিং টার্মিন্যাল কারণ রানিং কয়েলে রোধ কম থাকে। সুতরাং B স্টার্টিং টার্মিন্যাল কারণ স্টার্টিং-এ রোধ বেশি থাকে।

ফলাফলঃ Common terminal = A, Starting terminal = B I Runing terminal = C.

দ্বিতীয় পদ্ধতি:

উপরোক্ত সংগৃহীত তিন জোড়া মানের মধ্যে যে জোড়ার মান (রোধ) সর্বাপেক্ষা বেশি দেখাবে সে দুটির একটিতে স্টার্টিং ও অন্যটিতে রানিং টার্মিন্যাল থাকবে। সে হিসেবে B ও C তে স্টার্টিং ও রানিং আছে। তাহলে বাকি A হবে কমন টার্মিন্যাল। A এর সাথে অন্য যেটির (B বা C) সংখ্যামান বেশি সেটি স্টার্টিং। সে শর্তে B স্টার্টিং এবং C রানিং টার্মিন্যাল ।

২০২০

২২.৬. মোটরের ব্যবহার:

প্রাইম মুভার হিসেবে মোটর ব্যতীত আরএসির যথার্থ প্রয়োগ করা সম্ভব নয়। কারণ মোটর দ্বারাই কমপ্রেশরকে ঘুরানো হয়। বিভিন্ন প্রকার কাজের প্রয়োজনে ভিন্ন ভিন্ন ক্ষমতার মোটর ব্যবহার করা হয়। ফলে মোটরের ক্ষমতার আলোকে ব্যবহার ক্ষেত্র জানা খুবই জরুরি। ক্ষমতার ভিত্তিতে মোটরের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা হলো-

ক্রমিক	মোটরের নাম	মোটরের ক্ষমতা		মোটরের ব্যবহার ক্ষেত্র
		ওয়াট	এইচপি	
১	শ্যাডেড পোল	১৫-৬০	১/১২০ - ১/২০	রিফ্রিজারেটরের কুলিং ফ্যান, ছোট পাখা, ঘড়ি, হেয়ার ড্রায়ার ইত্যাদিতে
২	ইউনিভার্সেল	১৮০-৩৭০	১/৪ - ১/২	গ্রাইন্ডার, ড্রিল মেশিন, সেলাই মেশিন ইত্যাদিতে
৩	স্প্লিট ফেজ রিলে স্টার্ট	৬০-৩৭০	১/১২ - ১/৪	রিফ্রিজারেটরের সিল্ড বা হার্মেটিক কমপ্রেশর, ব্লোয়ার (ভেন্টিলেটিং) ফ্যান, অয়েল বার্ণার, ওয়াশিং মেশিন ইত্যাদিতে
৪	স্টার্ট ক্যাপাসিটর	১৮০-৭৩৫	১/৪ - ১	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার, ব্লোয়ার, পাম্প ইত্যাদিতে
৫	পার্মানেন্ট ক্যাপাসিটর	৬০-৭৩৫	১/১২ - ১	হার্মেটিক বা সীল্ড টাইপ কমপ্রেশর, ফ্যান, ব্লোয়ার, ওয়াশিং মেশিন, পাম্প ইত্যাদিতে
৬	ক্যাপাসিটর স্টার্ট ও রান	৩৭০-১৫০০	১ - ২	এয়ারকুলার, আইস মেকার, ডিসপ্লে কেইস ইত্যাদির হার্মেটিক বা সীল্ড টাইপ কমপ্রেশর ইত্যাদিতে
৭	রিপালশন	১৪০-৭৩৫	১/৪ - ১	ইনকিউবেটর, ওয়াশিং মেশিন ইত্যাদিতে

২০২০

প্রশ্নমালা-২২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ইন্ডাকশন মোটর কাকে বলে ?

২। পোড়া মোটর কীভাবে বোঝা যায় ?

৩। সীল্ড টাইপ কমপ্রেশরে কী ধরনের মোটর ব্যবহার করা হয় ?

৪। টর্ক বলতে কী বোঝায় ?

৫। শেডেড পোল মোটর কোথায় ব্যবহার হয় ?

৬। এসি ও ডিসি মোটর কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। কমপ্রেশরকে চালানোর জন্য কী কী বৈদ্যুতিক ডিভাইস ব্যবহার করা হয় ?

৮। সিঙ্গেল ফেজ মোটরের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ

৯। সিনেক্রানাস ও ইন্ডাকশন মোটরের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ।

১০। উদাহরণসহ প্রাইম মুভারের সংজ্ঞা দাও।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১১। মোটরের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর

১২। চিত্রসহ স্প্লিটফেজ মোটরের বর্ণনা দাও।

১৩। মোটর কাকে বলে ? মোটরের শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।

১৪। মোটরের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা লেখ।

১৫। মোটরের টার্মিন্যাল নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ -২২

নিচের অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

যান্ত্রিক হিমায়ন পদ্ধতির কমপ্রেশরকে চালানোর জন্য মোটর নামের বৈদ্যুতিক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এটি বিদ্যুৎ শক্তি প্রাপ্ত হয়ে চুম্বক শক্তি রূপান্তরের মাধ্যমে যান্ত্রিক বা ঘূর্ণন শক্তি প্রদান করে। রেফ্রিজারেটর বা এয়ার কন্ডিশনারে স্প্লিট ফেজ মোটর ব্যবহার করা হয়। রিলে হলো স্টার্টিং ডিভাইজ। স্টার্টিং টর্ক বৃদ্ধিতে কোন কোন সময় ক্যাপাসিটর ব্যবহার হয়। যার একক MFD. কারেন্ট কয়েল রিলের সাহায্যে সহজে ও নিরাপদে স্প্লিট ফেজ চালু করা যায়।

১। মোটরের সংজ্ঞা দাও।

২। MFD বলতে কী বোঝায় ?

৩। মোটরের যান্ত্রিক শক্তি প্রদানের নীতি ব্যাখ্যা কর।

৪। কারেন্ট কয়েল রীলের সাহায্যে স্প্লিট ফেজ মোটরের স্টার্টিং কৌশল বর্ণনা কর।

অধ্যায়-২৩

রীলে (Relay)

রীলে এক ধরনের স্টার্টিং সুইচ বা ডিভাইজ। যে ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইসের সাহায্যে মোটরের স্টার্ট কয়েলের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘটানো যায় তাকে রীলে বলে। এর সাহায্যে সহজে মোটরের স্টার্টিং 'টর্ক' সৃষ্টি হয়। মোটর চালু হয়ে প্রায় ৭৫ থেকে ৮০% ভাগ গতি প্রাপ্ত হবার পর রীলে স্টার্টিং-এ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। স্প্লিট ফেজ, স্টার্ট (Start) ও রান (Run) ক্যাপাসিটর বিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ মোটরকে স্টার্ট করতে রীলের প্রয়োজন।

২৩.১. রীলের কাজঃ

সিঙ্গেল ফেজ মোটরের সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো এটিকে সব ক্ষেত্রে শুধু মেইন বা রানিং কয়েল দ্বারা চালু করা যায় না। তাই একে চালু করার জন্যে কোন সাহায্যকারী ব্যবস্থা বা স্টার্টিং কয়েলের দরকার হয়। স্টার্টিং কয়েলে ব্যবহৃত তার চিকন হয় যার রেজিস্ট্যান্স বেশি থাকার কারণে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহে ঐ কয়েলের দ্রুত ও ব্যাপক ক্ষতি হয়। ফলে এ স্টার্টিং কয়েলকে নিরাপদে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য রীলের দরকার হয়। সেজন্যে মোটর চালু করার সময় রীলে প্রধানত নিম্নের কাজগুলো করে-

(১) কারেন্ট কয়েল রীলে স্টার্টিং কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে তা বন্ধ করে

(২) পটেনশিয়্যাল রীলে স্টার্টিং ক্যাপাসিটরের লাইন অফ করে এবং

(৩) পিটিসি রীলে কারেন্ট কমিয়ে স্টার্টিং কয়েলকে রক্ষা করে।

৪) সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ মোটর চালু হয়ে প্রায় ৭৫%থেকে ৮০% ভাগ গতি প্রাপ্ত হবার পর মোটরের স্টার্টিং কয়েলে সরবরাহ বন্ধ করে দেয়।

৫) হট ওয়্যার রীলে স্বয়ংক্রিয় নিরাপত্তামূলক সুইচ হিসেবে ওভার লোড (Over load) প্রটেক্টরের ন্যায় কাজ করে। তাই এ রিলে ব্যবহৃত বর্তনীতে Over load protector ব্যবহৃত হয় না।

৬) টাইম ডিলে রীলে কোন কোন সময় টাইম ডিলে করে মোটরকে পুনরায় চালু করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

২৩.২. রীলের প্রকারভেদঃ

বিভিন্ন প্রকার মোটরের বিভিন্ন রকমের স্টার্টিং ব্যবস্থা রয়েছে। এ স্টার্টিং ব্যবস্থার মধ্যে রীলেই প্রধান। বিভিন্ন রকমের রীলেও ভিন্ন ভিন্ন বৈশিষ্ট্যে কাজ করে। বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে রীলে সাত প্রকার। যথা-

ক. কারেন্ট কয়েল রীলে (Current coil relay)

খ. হট ওয়্যার বা বাইমেটালিক রীলে (Hot wire or Bimetalic relay)

গ. পটেনশিয়াল রীলে (Potential relay)

ঘ. থার্মিস্টর বা পিটিসি রীলে (Thermistor or P.T.C relay)

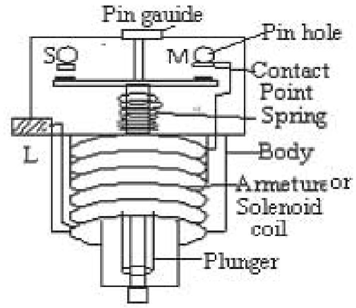
ঙ. সলিড টেস্ট ইলেকট্রনিক রীলে (Solid state electronic relay)

চ. ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক রীলে (Electro magnetic relay)

ছ. লক-আউট রীলে (Lock-out relay)

২৩.৩. বিভিন্ন প্রকার রীলের বর্ণনাঃ

ক) কারেন্ট কয়েল রীলেঃ

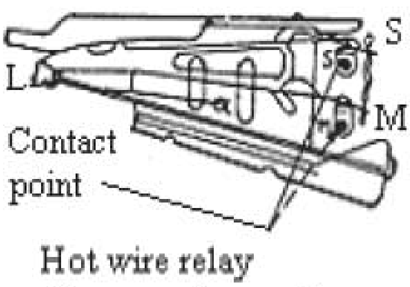


চিত্র- ২৩.১ঃ কারেন্ট কয়েল রীলে।

এ রীলে বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা পরিচালিত হয়। এতে একটা ম্যাগনেটিক কয়েল থাকে। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ করলে রীলের এ কয়েল হয়ে মোটরের রানিং ওয়াইন্ডিং-এ বিদ্যুৎ সরবরাহ হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য উক্ত কয়েলে চুম্বকের সৃষ্টি হয়। ফলে সলেনয়েড লিভার উপরে উঠে স্টার্ট পয়েন্ট সংযোগ দেওয়াতে মোটরের স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংএ বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘটে। মোটর প্রায় ৭৫% গতি প্রাপ্ত হলে ব্যাক ইএমএফ (Back E.M.F) বা বিপরীতমূখী ভোল্টেজ তৈরি হওয়াতে রানিং ওয়াইন্ডিং-এ বিদ্যুৎ কমে যায় এবং কম চুম্বকত্বের সৃষ্টি হয়। ফলে লিভার স্টার্ট পয়েন্ট হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে স্টার্ট ওয়াইন্ডিং-এর বিদ্যুৎ প্রবাহ অফ করে দেয়। রানিং ওয়াইন্ডিং সর্বদা সরবরাহ পাওয়াতে মোটর চলতে থাকে।

খ) হট ওয়্যার বা বাইমেটালিক রীলে :

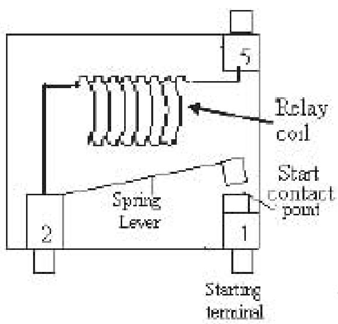
এ রীলে বিদ্যুৎ প্রবাহজনিত তাপ দ্বারা পরিচালিত হয়ে থাকে। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ করলে মোটরের উভয় ওয়াইন্ডিং-এ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং মোটর চালু হয়। মোটরের স্টার্টিং কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে স্টার্টিং বাইমেটালিক পাত বাঁকা হয়ে স্টার্টিং কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট বিচ্ছিন্ন করে দেয়। রানিং কয়েলের মাধ্যমে মোটর চলতে থাকে। রীলের রানিং পয়েন্টের সাথে লিভারের সাহায্যে হিটিং এলিমেন্ট যুক্ত থাকে। রানিং কয়েলে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ হলে হিটিং এলিমেন্ট (বাইমেটাল পাত) বাঁকা হয়ে সরবরাহ বন্ধ করে মোটরকে রক্ষা করে। অর্থাৎ এটি ওভার লোড প্রটেক্টরের কাজও করে। তাই এ প্রকার রীলের ব্যবহারের ক্ষেত্রে ওভার লোড প্রটেক্টর ব্যবহার করার প্রয়োজন হয় না।



চিত্র- ২৩.২ঃ হট ওয়্যার রীলে।

গ) পটেনশিয়াল রীলেঃ

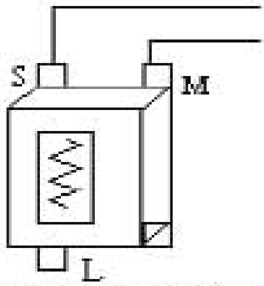
এ রীলে চৌম্বক শক্তির সাহায্যে কাজ করে। রীলে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টদ্বয় সাধারণ অবস্থায় লাগানো (অন করা) থাকে। বিদ্যুৎ প্রবাহ হলে একই সঙ্গে কন্ট্যাক্টদ্বয়ের মাধ্যমে স্টার্টিং ও রানিং ওয়াইন্ডিং বিদ্যুৎতায়িত হয়। এবং মোটর চালতে থাকে। এর স্টার্টিং পয়েন্টের সাথে একটা ম্যাগনেটিক কয়েল থাকে। মোটর চালু হবার পরই কয়েলে চৌম্বকত্বের সৃষ্টি হয়। ফলে এ চুম্বক শক্তি কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের লিভারকে টেনে স্টার্টিং ক্যাপাসিটরের লাইনকে অফ করে দেয়। বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হলে কয়েলের চুম্বক শক্তি বিলোপ পায়। ফলে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এতে ১, ২, ৪, ও ৬ নম্বরের টার্মিন্যাল থাকে। মোটর স্টার্টের জন্য এদের ১, ২ ও ৫ চিহ্নিত টার্মিন্যাল তিনটিতে সংযোগ দেওয়া হয়। বাকি ৪ নং টার্মিন্যাল থেকে বিভিন্ন লাইনে সংযোগ দেওয়া হয়।তাই ৩,৪,ও ৬নং টার্মিন্যালস গুলো জাংশন বা কানেক্টর পয়েন্ট হিসেবে কাজ করে। এ রীলের চিত্র ও প্রধান অংশগুলোর নাম হলো-১। মুভিং কন্ট্যাক্ট, ২। মুভিং ব্লেড, ৩। কন্ট্যাক্ট স্ক্রু, ৪। আর্মেচার লিফ্টার, ৫। স্থির কন্ট্যাক্ট, ৬। স্থির ব্লেড, ৭। আর্মেচার, ৮। কোর, ৯। স্প্রিং।



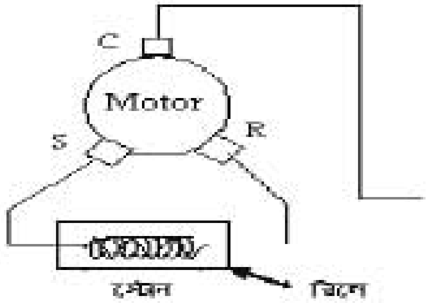
চিত্র- ২৩.৩ঃ পটেনশিয়াল রীলে

ঘ) থার্মিস্টর বা পিটিসি রীলেঃ

এ রীলেকে পজিটিভ টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট (P.T.C = Positive Temparature Coefficient) রীলে বলে। এ রীলের স্টার্টিং-এর সাথে একটা থার্মিস্টর থাকে। এ থার্মিস্টর ঠান্ডা অবস্থায় সুপরিবাহী হিসেবে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এ সহজে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে দেয়। মোটর স্টার্ট হবার পর বিদ্যুতের মধ্যে এটি গরম হয়ে



চিত্র- ২৩.৪ (ক): পিটিসি রীলে।

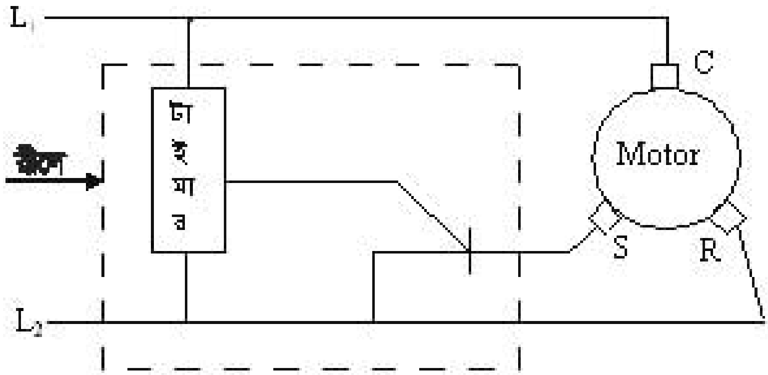


চিত্র-২৩.৪ (খ): সংযোগ অবস্থায় পিটিসি রীলে।

অর্ধপরিবাহীতে পরিণত হয়। সরবরাহ পথে রোধ সৃষ্টি হওয়ায় স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এ বিদ্যুৎ প্রবাহ কমে যায়। বর্তমানে পিটিসি একটি বহুল ব্যবহৃত রীলে। এর প্রধান গুণ হলো- ১। কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট, ২। বডি, ৩। সৌখিন।

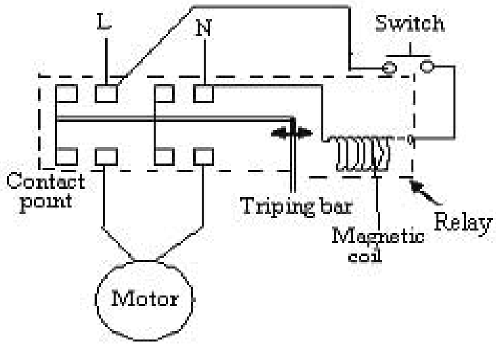
ঙ) সলিড স্টেট ইলেকট্রনিক রীলেঃ

হারমেটিক কম্প্রেসর মোটর চালু করার জন্য প্রচলিত রীলের পরিবর্তে সলিড স্টেট ট্রানজিস্টর, ডায়োড, সিলিকন, রেকটিফায়ার, ডায়াক, ট্রায়াক ব্যবহার করা হয়। হারমেটিক মোটর চালু হবার মুহূর্তে এবং পূর্ণ গতি অর্জনের ঠিক আগে ইলেকট্রনিক রীলে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এ বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়। ৫০ হতে ২৫০ ওয়াটের হারমেটিক মোটরে একই মানের ও সাইজের রীলে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র- ২৩.৫। সলিড স্টেট ইলেকট্রনিক রীলে।

চ) ইলেকট্রোম্যাগনেটিক রীলেঃ

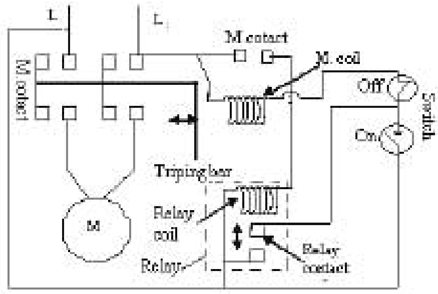


চিত্র- ২৩.৬ঃ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক রীলে।

এ রীলের মধ্যে একটা কয়েল ও একটা আর্মেচার থাকে। সকল প্রকার সংযোগাদি সুসম্পন্ন করে যখন বর্তনীতে সরবরাহ দেওয়া হয় তখন কয়েলে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক আর্মেচারকে স্থানান্তর করে। তখন ডিভাইসের স্টার্টিং বর্তনী বা পয়েন্ট সংযোগ প্রাপ্ত হয় এবং স্টার্ট হয়ে মোটর চলতে থাকে। মোটর পূর্ণ গতিতে আসার পর স্টার্টিং কয়েলে সরবরাহ কমতে থাকে। ফলে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তিও কমতে থাকে। অবশেষে স্প্রিং আর্মেচারকে টেনে পূর্বের অবস্থায় আনে। এতে স্টার্টিং এ সরবরাহ বন্ধ হয়। এ রীলে ট্রান্সফরমারযুক্ত ও ট্রান্সফরমারবিহীন হয়ে থাকে। সাধারণ অবস্থায় এ কন্ট্যাক্ট অবস্থায় থাকে। একে ক্যান রীলেও বলে।

ছ) লক আউট রীলেঃ

এ রীলে মোটরের নিরাপত্তামূলক ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার হয়। এটি কন্ট্যাক্টরের সাথে লাগানো থাকে। কন্ট্যাক্টরের কয়েল ভোল্টেজ এবং রীলে কয়েল ভোল্টেজ সমান থাকে। এর সংযোগটি সাহায্যকারী সংযোগ হিসেবে কাজ করে। সার্কিটে কন্ট্যাক্টরের কয়েলের সাথে রীলের কয়েল প্যারালাল এবং কন্ট্যাক্টরের কয়েলের সাথে রীলের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট সিরিজ অবস্থায় থাকে। তবে রীলের কয়েল ও রীলের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট পরস্পর সমান্তরালে থাকে। প্রেশার কাট আউট, ওভারলোড ও অন্যান্য সেফটি ডিভাইস মোটরকে বন্ধ করে দিলেও পুনরায় মোটর বৈদ্যুতিক শক্তি প্রাপ্ত না হওয়া পর্যন্ত লক আউট রিলে মোটরকে চালু রাখে।



চিত্র- ২৩.৭ঃ লক আউট রীলে ।

২৩.৪. বিভিন্ন প্রকার রীলের পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

রিলে পরীক্ষা বলতে রীলের কার্যকারিতা পরীক্ষা বোঝায়। বিভিন্ন প্রকার রীলের পরীক্ষা পদ্ধতি ভিন্ন ভিন্ন। রীলে সাধারণত তিন প্রক্রিয়ায় পরীক্ষা করা হয়। পদ্ধতি তিনটির বর্ণনা নিচে আলোচনা করা হলো-

১। প্রদর্শন ও শব্দ পদ্ধতিঃ

ক) প্রথমেই রীলের বাইরের আবরণ ভালো থাকলে বডি খুলে অভ্যন্তরীণ আয়োজন, সংযোগাদি, সেটিং ইত্যাদি সঠিক আছে কিনা দেখতে হবে।

খ) কারেন্ট কয়েল রীলে ঝাঁকুনি দিলে শব্দের সৃষ্টি করলে বুঝতে হবে প্রাথমিকভাবে এটি কার্যক্ষম আছে।

গ) পিটিসি রীলে ঝাঁকুনি দিলে শব্দের সৃষ্টি না করলে বুঝতে হবে প্রাথমিকভাবে ইহা কার্যক্ষম আছে।

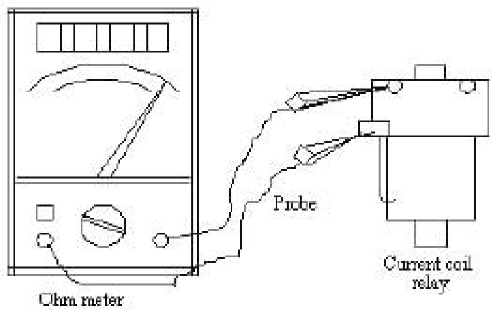
ঘ) হট ওয়্যার রীলের বডি খুলে হট ওয়্যার লিভার হাত দ্বারা চাপ দিলে মুক্ত করে পূর্বস্থলে ফিরলে বুঝতে হবে প্রাথমিকভাবে উহা কার্যক্ষম আছে।

ঙ) পটেনশিয়াল রীলের বডি খুলে ম্যাগনেটিক লিভার হাত দ্বারা চাপ দিলে মুক্ত করে পূর্বস্থলে ফিরলে বুঝতে হবে প্রাথমিকভাবে তা কার্যক্ষম আছে।

২। ওহম মিটার পদ্ধতিঃ

ক) কারেন্ট কয়েল রীলের ওহম মিটার পরীক্ষাঃ

ওহম মিটারের সাহায্যে কারেন্ট করেল রীলে পরীক্ষা করতে হলে মিটারের প্রোবদ্বয় M ও S পয়েন্টে ধরতে হবে। যদি কন্টিনিউটি দেখায় তাহলে খারাপ। যদি না দেখায় তবে রীলেটি উল্টিয়ে কন্টিনিউটি দেখতে হবে। এ সময় যদি কন্টিনিউটি দেখায় তাহলে ভালো।



চিত্র- ২৩.৮: কারেন্ট কয়েল রীলের কন্টিনিউটি টেস্ট।

খ) থার্মিস্টর (পিটিসি) রীলের ওহম মিটার পরীক্ষাঃ

রীলের স্বাভাবিক অবস্থায় এবং Avo মিটার এর ওহম রেঞ্জে রেখে-

রীলের S ও L পয়েন্টে Avo মিটার এর প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে ওহম দেখালে ইহা ভালো, না দেখালে খারাপ।

গ) পটেনশিয়াল রীলে ওহম মিটার দিয়ে পরীক্ষাঃ

রীলের স্বাভাবিক অবস্থায় এবং Avo মিটার এর ওহম রেঞ্জে রেখে-

১. রীলের ১ ও ২ নং পয়েন্টে অ্যাভোর Avo মিটার এর প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে শূন্য (০) ওহম দেখালে ভালো, না দেখালে খারাপ

২. রীলের ১ ও ৫ নং পয়েন্টে Avo মিটার এর প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে উচ্চ ওহম দেখালে ভালো, না দেখালে খারাপ।

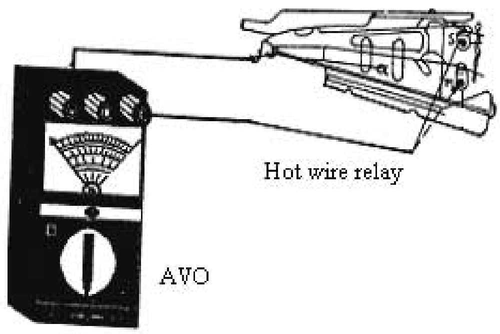
৩. রীলের ২ ও ৫ নং পয়েন্টে Avo মিটার এর প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে উচ্চ ওহম দেখালে ভালো।

ঘ) হট ওয়্যার রীলের ওহম মিটার পরীক্ষাঃ

পয়েন্ট (S, M I L) রীলের স্বাভাবিক অবস্থায় এবং অ্যাভোর ওহম রেঞ্জে রেখে-

১. রীলের M ও S চিহ্নিত পয়েন্টে অ্যাভোর প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে শূন্য ওহম দেখালে ভালো, অন্যথায় খারাপ।

২. রীলের S ও L চিহ্নিত পয়েন্টে প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে শূন্য (0) ওহম (কন্টেনিউটি) দখালে যেটি ভালো, অন্যথায় খারাপ।

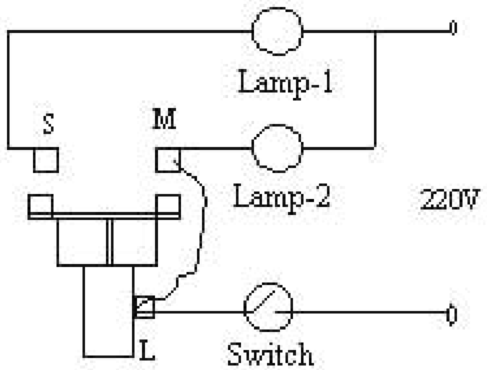


চিত্র- ২৩.৯: হট ওয়্যার রীলের অ্যাভোমিটার টেস্ট।

১০১০

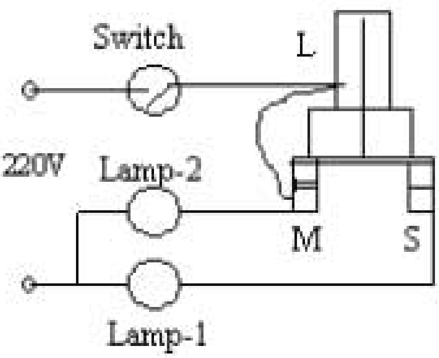
৩। টেস্ট ল্যাম্প পদ্ধতি:

ক) কারেন্ট কয়েল রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা:



চিত্র- ২৩.১০ (ক): কারেন্ট কয়েল রীলের ল্যাম্প টেস্ট।

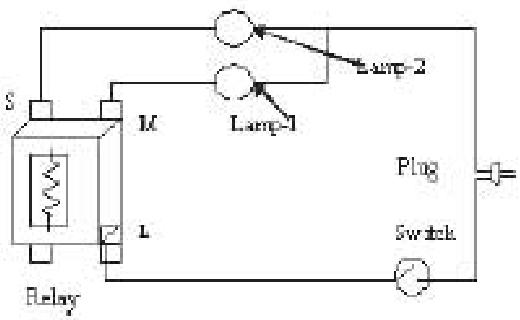
রীলেকে স্বাভাবিক অবস্থায় রেখে ২টি টেস্ট ল্যাম্পের ২টি তারের ২ প্রান্ত R ও SG সংযুক্ত করে অপর প্রান্তদ্বয় একত্রে লাইনে এবং রীলের কয়েলের সরবরাহ M টার্মিনাল থেকে অপর তার প্লাগের সাহায্যে চিত্রানুরূপ সার্কিট তৈরি করে সুইচ অন করলে- রানিং টার্মিনালের বাতি জ্বললে আর স্টার্টিং টার্মিনালের বাতি না জ্বললে রীলে ভালো, অন্যথায় খারাপ। ক নং অবস্থায় ১টা ল্যাম্প জ্বলবে।



চিত্র- ২৩.১০ (খ): কারেন্ট কয়েল রীলের ল্যাম্প টেস্ট।

এখন ২৩.১০ (খ) নং চিত্রানুরূপ রীলে উল্টিয়ে সার্কিট তৈরি করে সুইচ অন করলে- রানিং ও স্টার্টিং টার্মিনালের উভয় বাতি জ্বললে রীলে ভালো, অন্যথায় খারাপ। অর্থাৎ ২৩.১০ খ নং অবস্থায় রীলে (উল্টালে) উভয় ল্যাম্প জ্বলবে।

খ) থার্মিস্টর (পিটিসি) রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা:

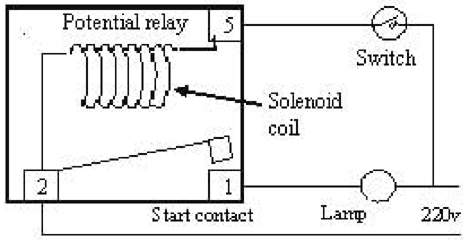


চিত্র- ২৩.১১ : কারেন্ট কয়েল রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা।

থার্মিস্টর (পিটিসি) রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা পার্শ্বের চিত্রানুযায়ী রীলের রানিং পয়েন্ট (M) ও রীলের স্টার্টিং পয়েন্ট (S) এর সাথে ২টি একই ওয়াটের বাল্ব প্যারালাল ভাবে সংযোগ করে সরবরাহ প্রদান করলে যদি স্টার্টিং পয়েন্টের ল্যাম্প কম উজ্জ্বল হয়ে আলো দেয় এবং আলোর প্রখরতা কমতে থাকে তাহলে রীলে ভালো আছে, অন্যথায় খারাপ।

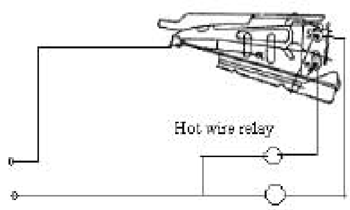
থার্মিস্টর (পিটিসি) রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা:

গ) পটেনশিয়াল রীলের ল্যাম্প পরীক্ষা: পয়েন্ট (১, ২ ও ৫):
চিত্রানুযায়ী রীলের ১ ও ৫ নং পয়েন্টে একটা ল্যাম্প এবং ২ ও ৫ পয়েন্টে সরবরাহ দেওয়ার পর যদি প্রথমে বাতিটি জ্বলে অল্প সময়ের মধ্যে নিভে যায়, তাহলে বুঝতে হবে রীলে ভালো আছে, অন্যথায় খারাপ।



চিত্র-২৩.১২: পটেনশিয়াল রীলের টেস্ট ল্যাম্প পরীক্ষা।

ঘ) হট ওয়্যার রীলের ল্যাম্প পরীক্ষা: পয়েন্ট (গ, ঝ, খ):
চিত্রানুযায়ী রীলের গ ও ঝ পয়েন্টের সাথে ২টি একই ওয়াটের বাল্ব প্যারালালে সংযোগ করে সরবরাহ প্রদান করলে উভয় ল্যাম্পই জ্বললে, পরে স্টার্টিং পয়েন্টের বাইমেটাল পাত সাবধানে কোন কিছু দ্বারা হালকা ডানে বা বামে ধাক্কা দিলে স্টার্টিং পয়েন্টের ল্যাম্প নিভে গেলে অতঃপর একটু বেশি চাপে ধাক্কা দিলে উভয় ল্যাম্পই নিভে গেলে এবং পরিশেষে চাপ প্রত্যাহার করলে উভয় বাতি পূর্বের ন্যায় জ্বললে রীলে ভালো, অন্যথায় খারাপ।



চিত্র-২৩.১৩: হট ওয়্যার রীলের টেস্ট-ল্যাম্প পরীক্ষা।

২৩.৫. রীলের ব্যবহার:

ক্রমিক	রীলের নাম	ব্যবহার উদ্দেশ্য	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	কারেন্ট করেল	স্টার্টিং কেহ স্টার্টিং	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার ইত্যাদিতে
২	থার্মিস্টর (পিটিসি)	স্টার্টিং	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার, ব্লোয়ার ইত্যাদিতে
৩	পটেনশিয়াল	স্টার্টিং	এয়ার কুলার, কন্ডেন্সিং ইউনিট ইত্যাদিতে
৪	হট ওয়্যার	স্টার্টিং ও নিরাপত্তা	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার ইত্যাদিতে
৫	ইলেক্ট্রনিক্স রীলে	স্টার্টিং	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার ইত্যাদিতে
৬	ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক	স্টার্টিং ও নিরাপত্তা	বেশি ক্ষমতাসম্পন্ন মোটরের ক্ষেত্রে বরফ কল, ফ্যান, হিমাগার, কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণে, ফ্রিজিং প্লান্টে
৭	লক-আউট	স্টার্টিং, টাইম ডিলে ও নিরাপত্তা	বেশি ক্ষমতাসম্পন্ন মোটরের ক্ষেত্রে বরফ কল, হিমাগার, কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণে, ফ্রিজিং প্লান্টে

প্রশ্নমালা- ২৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। রীলে বলতে কী বোঝায় ?

২। EMF বলতে কী বোঝ ?

৩। কত % গতি প্রাপ্ত হবার পর রীলে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে ?

৪। PTC ও NTC-এর পূর্ণ নাম লিখ।

৫। কোন রীলে ওভারলোড প্রটেক্টরের মতো কাজ করে?

৬। পটেনশিয়্যাল রীলের কোন কোন পয়েন্ট কোথায় সংযোগ দিতে হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। রীলে কেন ব্যবহার করা হয়?

৮। রীলে কত প্রকার ও কী কী ?

৯। থার্মিস্টর রীলের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

১০। পিটিসি রীলের শব্দ টেস্ট বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১১। রীলের কাজ বর্ণনা কর।

১২। চিত্রসহ পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা কর-

ক) কারেন্ট কয়েল রীলে অ্যাভোমিটার টেস্ট

খ) পটেনশিয়াল ও হট ওয়্যার রীলে ল্যাম্প টেস্ট

১৩। চিত্রসহ কারেন্ট কয়েল রীলের বর্ণনা দাও।

১৪। তিনটি রীলের ব্যবহার তালিকা লিখ।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-২৩

অনুচ্ছেদটি পড়ার পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

রীলের কয়েল নিচের দিক রেখে রীলের রানিং পয়েন্ট (R) ও রীলের কয়েলের (তারের) প্রান্ত স্থাপন (L) পয়েন্টে অ্যাভোর ওহম রেঞ্জে রেখে প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে ওহম দেখালে, কয়েল ভালো। ওহম মান না দেখালে, কয়েল বা কয়েলের সংযোগ বিচ্ছিন্ন অবস্থায় আছে। রীলের স্টার্ট পয়েন্ট (S) ও রীলের কয়েলের প্রান্ত স্থাপন (L) পয়েন্টে অ্যাভোর ওহম (১০) রেঞ্জে রেখে প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে অসীম ওহম দেখালে উহা ভালো, না দেখালে খারাপ এবং রীলের রানিং (R) ও রীলের স্টার্ট পয়েন্ট (S) অ্যাভোর ওহম রেঞ্জে রেখে প্রোবদ্বয় স্পর্শ করলে অসীম চিহ্ন দেখালে ভালো, না দেখালে খারাপ।

বর্ণিত রীলে পরীক্ষার সময়-

১। প্রথমে রীলের কয়েল কোন দিকে রাখতে হয়?

২। R, S ও L বলতে কী বোঝায়?

৩। রীলের কয়েল উপর-নিচ অবস্থান করে পরীক্ষার উদ্দেশ্য কী বর্ণনা কর।

৪। চিত্রসহ কারেন্ট কয়েল রীলের পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অধ্যায়-২৪

ওভারলোড বা মোটর প্রটেক্টর

(Over Load or Motor Protector)

বৈদ্যুতিক মোটর চালক যন্ত্র হিসেবে কমপ্রেশরকে চালিত করে। বিদ্যুৎ সরবরাহের ত্রুটি-বিচ্যুতি, সংযোগ, তার বিন্যাস, পরিচালনাসহ অন্যান্য কারণে মোটরের উপর উচ্চ বৈদ্যুতিক চাপের প্রভাব পড়তে পারে। যান্ত্রিক গোলযোগের কারণেও বৈদ্যুতিক সমস্যা দেখা দেয়। এ সমস্ত অতিরিক্ত বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক লোড জনিত ক্ষয়-ক্ষতি থেকে মোটরকে রক্ষা করা খুবই জরুরি। বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক সমস্যাদি হতে মোটরকে রক্ষার জন্যে যে নিরাপত্তামূলক ডিভাইস ব্যবহার করা হয় তাকে ওভারলোড প্রটেক্টর বলে। যার অপর নাম ওভার কারেন্ট প্রটেক্টর। কোন কারণে মোটর অতিরিক্ত কারেন্ট গ্রহণ করলে পুড়ে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করাই ওভারলোড প্রটেক্টরের কাজ।

মোটর ওভার লোডের কারণঃ

বিভিন্ন কারণে মোটর ওভার লোডেড হতে পারে। কারণ গুলোকে প্রধান দু'টি অংশে পৃথক করা যায়-

১। বৈদ্যুতিক কারণ ও ২। যান্ত্রিক কারণ।

মোটর ওভার লোডের কারণসমূহের মধ্যে অন্যান্যগুলো হলো-

১। বৈদ্যুতিক বিভ্রাট,
২। যান্ত্রিক ত্রুটি,
৩। হিমায়ক প্রবাহে বাধা,
৪। অতি উত্তপ্ত মোটর,
৫। শর্ট সাইক্লিং মোটর চালু রাখা,
৬। আবদ্ধ কম্প্রেসর,
৭। অপরিমিত লুব অয়েল,
৮। ইউনিট হতে তাপ সঞ্চালনে প্রতিবন্ধকতা,
৯। নিয়মিত ও যথাযথ সার্ভিসিং না করা,
১০। রিলেতে ত্রুটি ইত্যাদি।

২৪.১. ওভারলোড প্রটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা :

উপরের বর্ণনা হতে পরিষ্কারভাবে বোঝা যায় যে, নিরাপদে ও সুষ্ঠুভাবে বৈদ্যতিক লোডকে পরিচালনার জন্য ওভারলোড প্রটেক্টরের গুরুত্ব অসীম। সে প্রেক্ষিতে এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো-

ক) যান্ত্রিক ত্রুটিজনিত কারণে অধিক কারেন্ট গ্রহণ করলে মোটরকে রক্ষা করে।
খ) সাপ্লাইকৃত অধিক বা নিম্ন ভোল্টজনিত কারণে মোটর কয়েলের ক্ষতি রোধ করে।
গ) ঘন ঘন বিদ্যুৎ বিভ্রাটের জন্য মোটর চালু হতে না পারলে মোটরকে রক্ষা করে।
ঘ) ত্রুটিপূর্ণ সংযোগের ক্ষেত্রে মোটরের নিরাপত্তা বিধান করে।

ওভারলোড প্রটেক্টরের প্রকারভেদঃ বিভিন্ন প্রকার কাজের প্রয়োজনে ভিন্ন ভিন্ন ওভারলোড প্রটেক্টর ব্যবহার করা হয়। তাই ব্যবহৃত ওভারলোড প্রটেক্টরের প্রকারভেদ হলো-

ক) থার্মাল টাইপ (Thermal Type):

থার্মাল টাইপ প্রটেক্টর শুধু তাপমাত্রার প্রভাবে প্রভাবিত হয়ে নিরাপত্তা বিধান করে। অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহিত জনিত তাপের প্রভাবে এটা কাজ করে।

খ) থার্মাল অ্যান্ড কারেন্ট টাইপ (Thermal & Current Type):

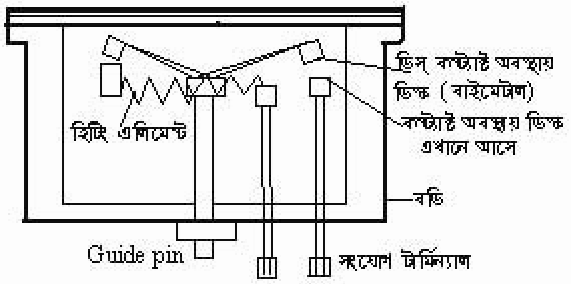
এ ধরণে ওভারলোড প্রটেক্টর কারেন্ট এবং তাপমাত্রার প্রভাবে কাজ করে। কমপ্রেশর শেল (আভ্যন্তরীন) টেম্পারেচার এবং মোটর কারেন্টের প্রভাবে এটি প্রভাবিত হয়। এটি মোটর কারেন্ট এবং বর্তনীর পাওয়ারের ভিত্তিতে তৈরি করা হয়। অবস্থান ও Line break এর উপর ভিত্তি করে Over load দুই প্রকার। যথা-

১. **External line break over load:** এটি কমপ্রেশর হাউজিং-এর বাইরের পয়েন্টের সাথে লাগানো থাকে।

২. **Internal line break over load:** এটি মোটর ওয়াইন্ডিং-এর মধ্যে হিট সিঙ্ক (Heat sink) অংশের কেন্দ্রে লাগানো থাকে।

২৪.২. ওভারলোড প্রটেক্টরের বর্ণনা :

হারমেটিক কমপ্রেসরে ব্যবহৃত ওভারলোড প্রটেক্টর আকার গোলাকার বা চেপ্টা হয়ে থাকে। এটা কমপ্রেসর মোটরের কমন (Common) টার্মিনালের সাথে সিরিজে সংযোগ করা হয়। এর ভিতর একটা বাইমেটাল ডিস্ক (Disk) থাকে এবং এর নিচে একটা হিটিং কয়েল থাকে। একে হিটিং এলিমেন্ট বলে। Heating Element ও বাইমেটালিক ডিস্ক একটা প্রকোষ্ঠ বা হাউজিং-এর ভিতর বসানো থাকে। বাইমেটাল ডিস্কটি তাপে বাঁকা হলে প্রবাহ লাইন বন্ধ হয়। ১৫০ ডিগ্রি সেঃ উষ্ণতা বৃদ্ধির পূর্বেই প্রটেক্টর বর্তনীর প্রবাহ বন্ধ করে মোটরকে রক্ষা করে। ওভারলোড প্রটেক্টরের বিভিন্ন অংশ নিচের চিত্রে দেওয়া হলো-



চিত্র- ২৪.১। ওভারলোড প্রটেক্টরের চিহ্নিত চিত্র।

২৪.৩. ওভারলোড পরীক্ষা পদ্ধতি :

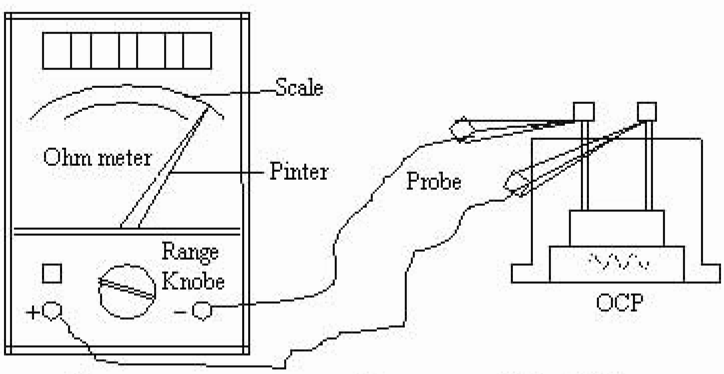
ওভারলোড পরীক্ষা করার ক্ষেত্রে নিম্নের বিষয় দুটি প্রয়োজন-

এর হিটিং কয়েল ও কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের মধ্যে সংযোগ আছে কিনা জানা দরকার।

কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহে ১৫-২০ সেকেন্ডে সময়ে এ ট্রিপ করে।

প্রথম (কন্টিনিউটি) পরীক্ষা:

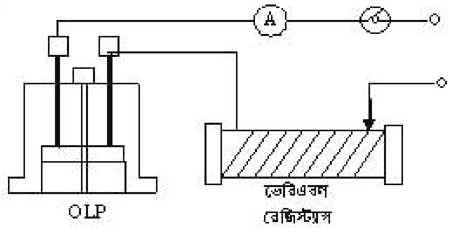
ওভারলোড প্রটেক্টর পরীক্ষা করার জন্য প্রয়োজন হবে ওহম মিটার। অ্যাভোমিটার ওহমে সেট করে প্রোবদ্বয় ওভার লোডের দুই পয়েন্টে ধরলে কন্টিনিউটি দেখালে বুঝতে হবে মোটামুটি ভালো আছে।



চিত্র- ২৪.২: ওভারলোড প্রটেক্টরের ওহম মিটার টেস্ট।

দ্বিতীয় পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

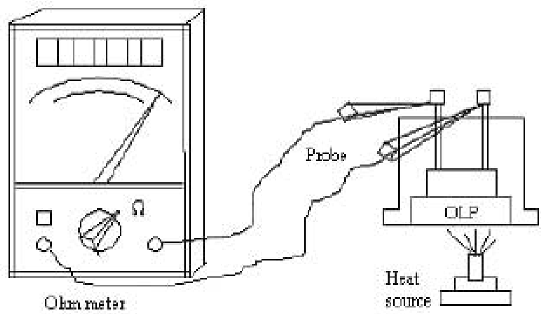
এ পদ্ধতিতে একটা ভেরিয়্যাবল রেজিস্ট্যান্স এবং অ্যাম্পিয়ার মিটার সিরিজে সংযোগ করতে হয়। যে পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহে ১৫ সেকেন্ড অফ হয়, উক্ত সময়ে সে পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহে ব্যবহৃত অ্যাম্পিয়ার মিটারের জন্য নিরাপদ হতে হবে



চিত্র- ২৪-৩ঃ ওভারলোড প্রটেক্টরের (অ্যাম্পিয়ার মিটার) বিদ্যুৎমান পরীক্ষা।

তৃতীয় পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

প্রথমে অ্যাভোমিটারের সাহায্যে কন্টিনিউটি দেখতে হবে। যদি কন্টিনিউটি ওহম (0) শূন্যতে দেখায় তবে অগ্নিশিখা (মোমবাতি বা ল্যাম্প) দ্বারা উত্তপ্ত করতে হবে। এ সময় যদি ট্রিপের শব্দ হয় তবে পুনরায় কন্টিনিউটি দেখতে হবে যদি কন্টিনিউটি ওহম (α) অসীমে দেখায় তখন বুঝতে হবে সংযোগ বিচ্ছিন্ন রয়েছে এবং ঠান্ডা করলে পূর্বের অবস্থানে (কন্টিনিউটি ওহম (0) শূন্যতে দেখায়, ফিরে আসে তবে বুঝতে হবে এটা ভালো আছে। অন্যথায় বিকল বা নষ্ট।



চিত্র-২৪.৪ঃ ওভারলোড প্রটেক্টর (অ্যাভো মিটার ও তাপ) পরীক্ষা।

২৪.৫. ওভারলোড প্রটেক্টরের ব্যবহারঃ

হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ওভারলোড প্রটেক্টরের বহুল পরিমাণ ব্যবহার রয়েছে। এ এক প্রকার নিরাপত্তামূলক ডিভাইজ। এর ব্যবহার বর্ণনা করা হলো-

ক্রমিক প্রটেক্টরের নাম ব্যবহৃত রীলের নাম ব্যবহার ক্ষেত্র

ক্রমিক	প্রটেক্টরের নাম	ব্যবহৃত রীলের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	২ পিন থার্মাল টাইপ ওএলপি	কারেন্ট কয়েল ও পিটিসি	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, মিল্ক কুলার, বেভারেজকুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার ইত্যাদি
২	৩ পিন থার্মাল ও কয়েল টাইপ ওএলপি	পটেনশিয়াল	কন্ডেন্সিং ইউনিট, ক্রেকার ও ক্যান্ডি আইস মেকার, ডিসপ্লে কেইস, রুম কুলার ইত্যাদি
৩	ওয়াইন্ডিং প্রটেক্টর টাইপ ওএলপি	-	সিঙ্গেল ফেইজ হার্মেটিক কমপ্রেশর মোটর
৪	এক্সটার্ন্যাল ওএলপি	-	থ্রি ফেইজ মোটরের স্টার্টার ও সিঙ্গেল ফেইজ ওপেন টাইপ কমপ্রেশর মোটর

প্রশ্নমালা-২৪

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ওভারলোড প্রটেক্টরের সংজ্ঞা দাও।
২। ওভারলোড প্রটেক্টর কত প্রকার ও কী কী ?
৩। অবস্থানের উপর ভিত্তি করে ওভারলোড প্রটেক্টর কত প্রকার ?
৪। OLP ও OCP এর পূর্ণ নাম লেখ।
৫। ওভারলোডের প্রধান কারণ কয়টি ও কী কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। ওভারলোড প্রটেক্টরের অংশগুলোর নাম লেখ।
৭। চিত্রসহ একটা ওভারলোড প্রটেক্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৮। তিন পিন থার্মাল ও কয়েল টাইপ ও এল পি. কোথায় ব্যবহার হয়?
৯। অবস্থানের উপর ভিত্তি করে Over load কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১০। মোটর ওভারলোডের কারণসমূহ বর্ণনা কর।
১১। ওভারলোড প্রটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর।
১২। ওভারলোড প্রটেক্টরের কন্টিনিউটি ও তাপ পরীক্ষা বর্ণনা কর।
১৩। ওভারলোড প্রটেক্টরের ব্যবহার তালিকা প্রণয়ন কর।
১৪। চিত্রাঙ্কন করে ওভারলোড প্রটেক্টরের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-২৪

উদ্দীপকটি পাঠের পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ওভারলোড প্রটেক্টর বা ওভার কারেন্ট প্রটেক্টরের (OLP or OCP) বহুল পরিমাণ ব্যবহার রয়েছে। এটা এক প্রকার নিরাপত্তামূলক ডিভাইস। এটি মোটর ও সার্কিটের বড় রকমের ক্ষয়ক্ষতি হতে রক্ষা করে। এটি দুই প্রকার- ২ পিন থার্মাল টাইপ ও ৩ পিন থার্মাল ও কয়েল টাইপ OLP এর ব্যবহার ক্ষেত্র হলো- রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, মিল্ক কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার এবং সকল ধরনের মোটর প্রটেক্টর হিসেবে কাজ করে।

১। OLP বলতে কী বোঝায় ?
২। OCP কত প্রকার ও কী কী ?
৩। OLP কেন ব্যবহার করা হয়? ব্যাখা কর।
৪। চিত্রসহ ও এল পির পরীক্ষা পদ্ধতি আলোচনা কর।

অধ্যায়- ২৫

ক্যাপাসিটর (Capacitor)

Capacitor শব্দের অর্থ ধারণকারী বা ধারক। যে ডিভাইস চার্জ বা আধান ধারণ করে তাই ধারক। স্প্লিট ফেজ মোটরের স্টার্টিং টর্কের এবং রানিং-এ পাওয়ার ফ্যাক্টর বৃদ্ধির জন্যে এ ধারণকৃত চার্জ বা শক্তি ব্যবহার করা হয়। দুই বা ততোধিক পরিবাহী পাতকে অপরিবাহী মাধ্যম দিয়ে আলাদা করলে এর চার্জ ধারণ করার ক্ষমতা বেড়ে যায়। এ প্রকার ব্যবস্থাকে একত্রে ক্যাপাসিটর বা কন্ডেন্সার বলা হয়। ক্যাপাসিটরের চার্জের ক্ষমতাকে ফ্যারাড বা মাইক্রো ফ্যারাডে MFD বা μF প্রকাশ করা হয়।

পদার্থের তাপ ধারকত্বের (C) মতো বস্তুর তড়িৎ ধারণের একটি নির্দিষ্ট ক্ষমতা আছে। বস্তুর এরূপ তড়িৎ ধারণ ক্ষমতাকে তড়িৎ ধারকত্ব বলে। বস্তুর চার্জ (Q) এবং বিভব পার্থক্য (V) পরস্পরের সমানুপাতিক।

$$\text{অর্থাৎ } Q \propto V$$

যদি চার্জের পরিমাণ Q বিভব পার্থক্য V এবং চার্জ ধারকত্ব C হয়, তাহলে,

$$Q = CV$$

$$\text{বা, } C = \frac{Q}{V} \text{ হবে।}$$

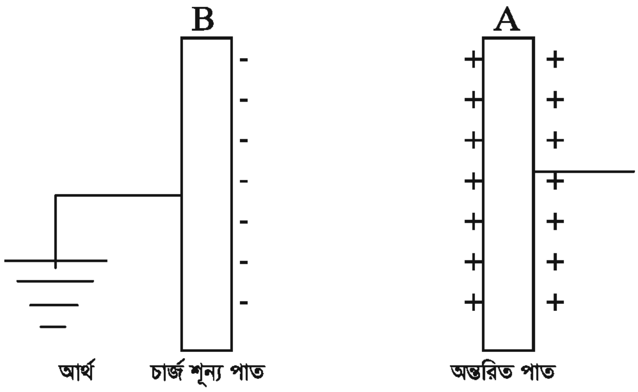
$$\text{সুতরাং ধারকত্ব} = \frac{\text{চার্জ}}{\text{বিভব}}$$

ধারকত্বের একক:

কোন পরিবাহীর বিভব ১ ভোল্ট বৃদ্ধি করতে যদি ১ কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হয়, তবে তার ধারকত্বকে ১ ফ্যারাড (Farad =F) বলে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ফ্যারাডে একক খুবই বড় হওয়ায় এর ক্ষুদ্রতম এবং ব্যবহারিক একক হিসেবে মাইক্রো ফ্যারাড (μF) বা পিকো ফ্যারাড (μF or F) ব্যবহার করা হয়।

ক্যাপাসিটরের ক্রিয়া নীতি:

পরিবাহীর বিভব কমিয়ে দিতে পারলে অতিরিক্ত কিছু সময় পরিবাহীটি চার্জ ধরে রাখার সামর্থ্য অর্জন করে। ক্যাপাসিটরের সাহায্যেও এরূপ যান্ত্রিক ব্যবস্থার মাধ্যমে কৃত্রিম উপায়ে চার্জ ধারকত্ব বৃদ্ধি করা যায়



চিত্র- ২৫.১: ধারকের প্রাথমিক পর্যায়।

চিত্রে A একটি অন্তরিত পরিবাহী। এক একটি তড়িৎ উৎপাদক যন্ত্রের সাথে যুক্ত করে ধন চার্জে চার্জিত করা হলো। B অপর একটি চার্জ শূন্য ভূ-সংযুক্ত পরিবাহী। B কে A এর নিকট স্থাপন করা হলো। ফলে চার্জের নীতি অনুসারে আবেশ প্রক্রিয়ায় B এর নিকটবর্তী প্রান্তে ঋণচার্জ এবং দূরবর্তী প্রান্তে ধন চার্জে আবিষ্ট হবে। B কে ভূ সংযুক্ত থাকার কারণে পৃথিবীর ইলেক্ট্রন এসে এর ধন চার্জ নিষ্ক্রিয় করে। B এর ঋণচার্জ A এর উপর ঋণ বিভব অধ্যারোপণ (Superimpose) করবে ফলে এর বিভব কিছুটা কমে যাবে। যেহেতু, C = Q/V সেহেতু A এর ধারকত্ব বেড়ে যাবে এবং অতিরিক্ত চার্জ গ্রহণ করবে। B কে যতই A এর নিকটে আনা যাবে, A এর বিভব ততই কমবে। কিন্তু A এর ধারকত্ব বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং B কে A-এর নিকটে স্থাপন করাতে A-এর ধারকত্ব বৃদ্ধি পেল। এরূপ যান্ত্রিক ব্যবস্থার নামই ধারক বা ক্যাপাসিটর।

২৫.১ ক্যাপাসিটরের কাজ :

চার্জ উৎপাদন ও সংরক্ষণ করাই ক্যাপাসিটরের প্রধান কাজ। এর উপর ভিত্তি করে ক্যাপাসিটর যে সকল কাজ সম্পাদন করে তা হলো-

ক. ক্যাপাসিটর সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টার্টিং টর্ক বৃদ্ধি করে।

খ. সার্কিটে সিঙ্গেল ফেজ কারেন্টকে দু-ফেজ কারেন্টে রূপান্তরিত করে।

গ. চলমান মোটরের কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

ঘ. সরবরাহ লাইনের পাওয়ার ফ্যাক্টর বৃদ্ধি করে।

ঙ. ক্ষণিকের জন্য বিদ্যুৎ প্রবাহ হতে মুক্ত ইলেকট্রন সংগ্রহপূর্বক ভোল্টেজ সংরক্ষণ করে।

চ. এনার্জি সঞ্চয় করে অধিক লোডের মোটরকে চালু করে গতিশীল রাখে।

২৫.২ ক্যাপাসিটরের প্রকারভেদ :

ক্যাপাসিটর বিদ্যুৎ ব্যবহারের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ ডিভাইস। বিদ্যুৎ শক্তিকে ব্যবহারের ক্ষেত্রে ক্যাপাসিটরের ব্যাপক ব্যবহারও রয়েছে। এর গঠন ও ব্যবহারের বেশ পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। মানের উপর ভিত্তি করে ক্যাপাসিটর প্রধানত দুই প্রকার -

ক. নির্দিষ্ট (Fxied) মানের: এর বডিতে নির্দিষ্ট মান লিপিবদ্ধ থাকে।

খ. পরিবর্তনীয় (Variable) মানের: এর বডিতে মানের রেঞ্জ লিপিবদ্ধ থাকে।

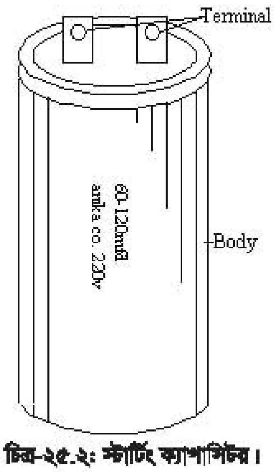
ক্যাপাসিটরের ভিতরে ব্যবহৃত সম্যক ধ্রুবকের উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার। যথা-

১. ড্রাই (পেপার) টাইপ বা স্টার্টিং ক্যাপাসিটর: এটি ওজনে হালকা হয়।

২. ওয়েট (ইলেক্ট্রোলাইটিক) বা রানিং ক্যাপাসিটর: এটি ওজনে ভারী হয়।

২৫.৩. ক্যাপাসিটরের বর্ণনা:

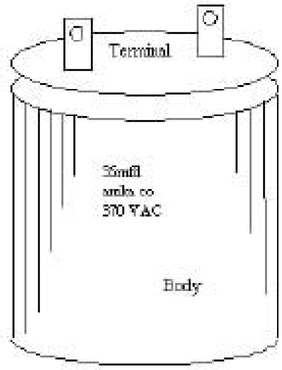
ড্রাইটাইপ বা স্টার্টিং ক্যাপাসিটর (Dry type or Strating Capacitor):



চিত্র-২৫.২: স্টার্টিং ক্যাপাসিটর।

এটি মোটর চালু করতে ব্যবহৃত হয়। একে মোটরের স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর সাথে সিরিজে সংযোগ করা হয়। ক্যাপাসিটরের ভিতর অ্যালুমিনিয়াম পাতের ফয়েল দুটো স্তরে মোড়ানো থাকে এবং এতে একটা বিশেষ প্রকারের কাগজের ইনসুলেশন ব্যবহার করা হয়। ফয়েলের দুটো রোলের দুই মাথা কাটা টার্মিনালে সংযোগ করা হয়। এ সর্বক্ষণ সরবরাহ দেয় না বিধায় শীতল করার প্রয়োজন হয় না। এর আচ্ছাদন বা কেইসিং অধাতব পদার্থের (প্লাস্টিক বা অ্যাবোনাইট) হয়ে থাকে। এর ক্যাপাসিট্যান্সের মান অপেক্ষাকৃত বেশি ও অনির্দিষ্ট থাকে।

ইলেকট্রোলাইটিক বা রানিং ক্যাপাসিটর (Electrilitic or Running Capacitor):



চিত্র- ২৫.৩: রানিং ক্যাপাসিটর।

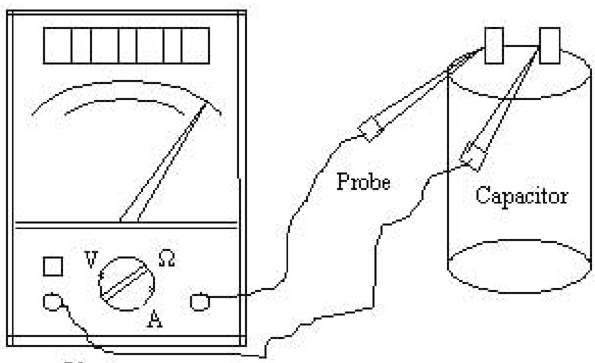
এটি সর্বক্ষণ লাইনে থাকে এবং আকারে গোলাকার, ইলিপ্টিক্যাল ও আয়তাকার হতে পারে। তবে এর ক্যাপাসিট্যান্স স্টার্টিং ক্যাপাসিটর অপেক্ষা কম ও নির্দিষ্ট থাকে। ইলেকট্রোলাইটিক বা রানিং ক্যাপাসিটরে গ্লিসারিন, অ্যালুমিনিয়ামের কয়েল ও ইনসুলেটর থাকে। কোন কোন রানিং ক্যাপাসিটরের ভিতর পলিক্লোরিনেটেড বাইফিনাইল ডাই ইলেকট্রিক নামক তরল পদার্থ থাকে। এ পদার্থ খুব বিপজ্জনক। এ ধরনের ক্যাপাসিটর ভেঙে বা ফেটে গেলে স্পর্শ না করে মাটি চাপা দেওয়া উচিত। একে ওয়েট ক্যাপাসিটরও বলা হয়।

স্টার্টিং ও রানিং ক্যাপাসিটরের পার্থক্যঃ

স্টার্টিং ক্যাপাসিটর	রানিং ক্যাপাসিটর
অভ্যন্তর শুষ্ক প্রকৃতির এবং তরল থাকে না।	অভ্যন্তর ভিজা প্রকৃতির এবং তরল থাকে।
এ আকারে গোলাকার।	আকারে গোল ও আয়তাকার হয়।
ওজনে হালকা।	ওজনে ভারী হয়ে থাকে।
কিছু সময়ের জন্য কার্যকরী হয়।	সর্বক্ষণ লাইনে সংযোগ থাকে (সিস্টেম চলাকালীন)।
ক্যাপাসিট্যান্স বেশি ও পরিবর্তনশীল।	ক্যাপাসিট্যান্স কম ও অপরিবর্তনীয়।
শুধু স্টার্টিং এর সময় শক্তি প্রদান করে।	রানিং অবস্থায় সর্বক্ষণ শক্তি প্রদান করে।
শীতল করার প্রয়োজন হয় না।	শীতল করার প্রয়োজন।
ভিতরে অ্যালুমিনিয়ামের কয়েল ও কাগজ থাকে।	ভিতরে অ্যালুমিনিয়াম, গ্লিসারিন ও পটাশিয়াম ক্লোরাইড থাকে।
কেইসিং প্লাস্টিক ও অ্যাবোনাইটের তৈরি।	কেইসিং সাধারণত ধাতব পদার্থের তৈরি।

২৫.৪. ক্যাপাসিটরের পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

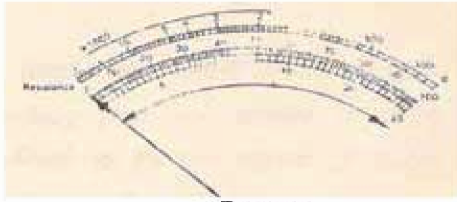
১. AVO মিটারের টেস্টঃ



চিত্র- ২৫.৪: অ্যাভোমিটার-এর সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা।

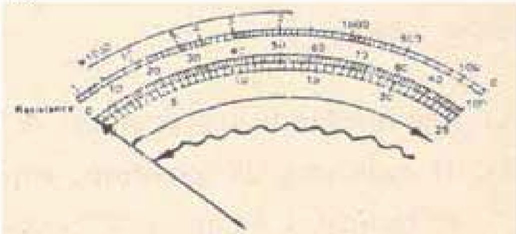
AVO মিটারের নব উচ্চ ওহম স্কেলে সেট করে প্রোবদ্বয় একত্র করে নির্দেশিকা শূন্যতে আনতে হবে। মিটারটির প্রোব (Probe) বা ধরক দ্বারা ক্যাপাসিটরের টার্মিনাল দুটিতে স্পর্শ করার পর নিম্নলিখিতভাবে (ক, খ, গ, ঘ) সিদ্ধান্ত পওয়া যাবে-

ক) AVO মিটারের 'ক' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা দ্রুত শূন্যের দিকে গমন করে দ্রুত সর্বোচ্চ রোধে ফিরে আসলে ক্যাপাসিটর ভালো।



চিত্রঃ ক

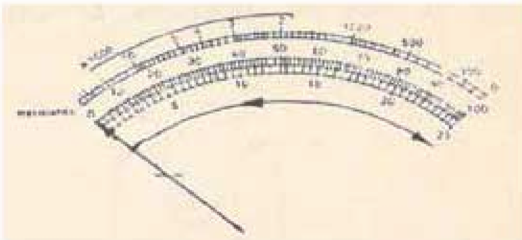
খ)



চিত্রঃ খ

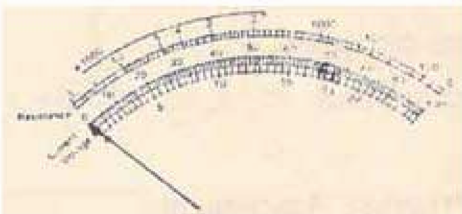
AVO মিটারের 'খ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা দ্রুত শূন্যতে গমন করে ধীরে ধীরে সর্বোচ্চ রোধে ফিরে আসলে ক্যাপাসিটর খুব ভালো।

গ) AVO মিটারের 'গ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা গমন করে ওখানেই বা অল্প নিম্নে অবস্থান করলে ক্যাপাসিটর শর্ট।



চিত্রঃ গ

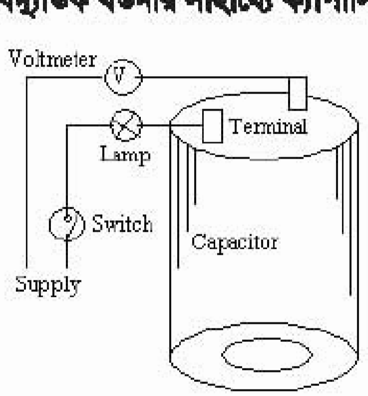
ঘ)



চিত্রঃ ঘ

AVO মিটারের 'ঘ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা গমন না করলে ক্যাপাসিটর কাঁটা বা চার্জ নেই বা দুর্বল।

২. বৈদ্যুতিক বর্তনীর সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা পদ্ধতিঃ



চিত্র- ২৫.৫ঃ ভোল্টমিটার এর সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষার সার্কিট।

পরীক্ষাটির জন্য ১। ক্যাপাসিটর, ২। তার (Wire), ৩। ভোল্টমিটার, ৪। স্ক্রু ড্রাইভার প্রভৃতি দরকার হবে।

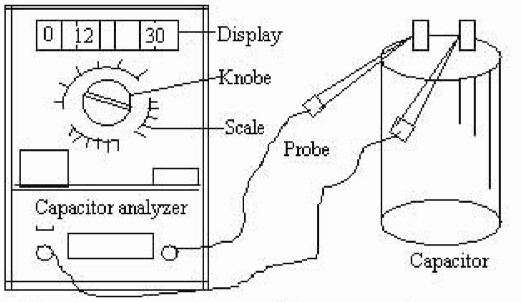
বর্ণনাঃ চিত্রের ন্যায় ভোল্টমিটার (বা AVO মিটার সংযুক্ত করে ওর নব V তে) সেট করতে হবে। সরবরাহ দিয়ে মিটারের ক্যাপাসিটি স্কেল হতে ক্যাপাসিট্যান্সের পাঠ গ্রহণ করতে হবে। প্রাপ্ত পাঠ ক্যাপাসিটর রেটিং-এর সাথে মিললে ক্যাপাসিটরটি ভালো। না মিললে খারাপ। নির্দেশিকা একেবারেই গমনাগমন না করলে ক্যাপাসিটর খোলা (Open) বা ধারকত্ব নাই।

৩. ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারের (Capacitor Analyzer) সাহায্যে টেস্ট

ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার দ্বারা ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা হয়। দুই ধরনের অ্যানালাইজার ব্যবহার হয়ে থাকে। একটি সরল ও অপরটি জটিল প্রকৃতির।

সরল প্রকৃতির ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারঃ

এ ধরনের অ্যানালাইজার ব্যাটারির পাওয়ার দ্বারা চালিত হয়। অ্যানালাইজারের বিভিন্ন অংশের নাম ও কাজ নিম্নে বর্ণিত হলো-



চিত্র-২৫.৬ঃ সরল ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার।

১। ডিসপ্লেঃ এ ডিসপ্লেতে মাইক্রোফ্যারাডের মান প্রদর্শিত হয়।
২। রেঞ্জ নবঃ রেঞ্জ নবের সাহায্যে পরীক্ষণীয় ক্যাপসিটরের ভোল্টেজ মানানুযায়ী রেঞ্জ সেট করা হয়।
৩। পয়েন্টারঃ এতে দুটি পয়েন্টার থাকে । এতে প্রোবদ্বয়ের সংযোগ দেওয়া হয়।
৪। প্রোবঃ প্রোব দুটি ক্যাপাসিটরের দুই প্রান্তে স্পর্শ করালে ডিসপ্লেতে ঐ ক্যাপাসিটরের মান মাইক্রোফ্যারাডে প্রদর্শিত হয়। এখন দেখে ক্যাপাসিটরের অবস্থা বোঝা যায়।

যেমন- ওপেন ও শর্ট দেখালে খারাপ। প্রদর্শিত মান যদি ক্যাপাসিটরের নির্দেশিত মানের সমপরিমাণ বা তদাপেক্ষা সর্বোচ্চ ১৫% কম হয় তবে বুঝতে হবে এটি সঠিক আছে। অন্যথায় দুর্বল।

জটিল প্রকৃতির ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজারঃ

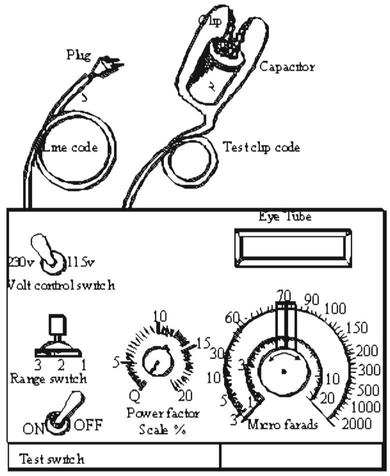
এ ধরনের অ্যানালাইজার বৈদ্যুতিক পাওয়ার দ্বারা চালিত হয়। এতে কয়েকটি সুইচ, স্কেল ও কড থাকে। এ অ্যানালাইজারের বিভিন্ন অংশের নাম ও কাজ নিম্নে বর্ণিত হলো-

১) পাওয়ার কর্ডঃ এতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া হয়।
২) টেস্ট কর্ড ও ক্লিপ: এ কর্ডের ক্লিপ ক্যাপাসিটরের পিনের সাথে লাগাতে হয়।
৩) টেস্ট (অন-অফ) সুইচঃ এ সুইচের সাহায্যে অ্যানালাইজারের কার্যক্রমকে অন-অফ করা হয়।
৪) আই টিউবঃ এটি আলো প্রদান করে। আলোর প্রখরতা দেখে সিদ্ধান্ত নিতে হয়।
৫) ভোল্ট রেঞ্জ সুইচঃ এ সুইচের দুই পাশে 230 ও 115 ভোল্ট লিপিবদ্ধ থাকে। সরবরাহ ভোল্ট (220 বা 110) অনুযায়ী সুইচটি সেট করতে হয়।
৬) রেঞ্জ সুইচঃ এতে 1, 2 ও 3 লেখা থাকে। উক্ত রেঞ্জ তিনটি ক্যাপাসিটরের মাইক্রোফ্যারাডের মান নির্দেশ করে। মাইক্রোফ্যারাডের মান অনুযায়ী সুইচটির নম্বর সিলেক্ট করে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা হয়। যেমন- 1–20 মাইক্রোফ্যারাডের জন্য 1 নং এ সেট করতে হয়, 21–50 মাইক্রোফ্যারাডের জন্য 2 নং এ-সেট করতে হয় এবং 51–2000 মাইক্রোফ্যারাডের জন্য 3 নং-এ সেট করতে হয়।

৭) মাইক্রোফ্যারাড স্কেল ও নব: মাইক্রোফ্যারাড নবটি ঘুরিয়ে স্কেলের সাহায্যে পরীক্ষণীয় ক্যাপাসিটরের তিনটি অবস্থা জানা যায়। যথা-

ক. Open test: নব স্কেলের সর্ব বামে অবস্থানে আই টিউব পূর্ণ আলো দিলে ক্যাপাসিটর ওপেন ও খারাপ। এ সিদ্ধান্তটি রেঞ্জ সুইচের (1, 2 ও 3) তিন অবস্থানের জন্যই সত্য।

খ. Short test: নব স্কেলের সর্ব ডানে অবস্থানে আই টিউব পূর্ণ আলো দিলে ক্যাপাসিটর শর্ট ও খারাপ। এ সিদ্ধান্তটি রেঞ্জ সুইচের (1, 2 ও 3) তিন অবস্থানের জন্যই সত্য।



চিত্র- ২৫.৭: ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার।

গ. মাইক্রোফ্যারাড মান নির্ণয়:

নব স্কেলের সর্ব বামে ও ডানের মধ্যবর্তী অবস্থানে আই টিউব যে মাইক্রোফ্যারাড মানে পূর্ণ আলো দিবে ঐ মানই ক্যাপাসিটরের মাইক্রোফ্যারাড মান। মান যদি ক্যাপাসিটরের নির্দেশিত মানের সমপরিমাণ বা তদাপেক্ষা সর্বোচ্চ ১৫% কম হয় তবে বুঝতে হবে ইহা ঠিক আছে। অন্যথায় দুর্বল।

এ বিষয়টি রেঞ্জ সুইচের তিন অবস্থানের জন্যই সত্য নয়। বরং এক্ষেত্রে ক্যাপাসিটরের মান অনুযায়ীই রেঞ্জ সুইচ সেট করতে হবে।

৮) পাওয়ার ফ্যাক্টর স্কেল: এ স্কেল থেকে পরীক্ষণীয় ক্যাপাসিটরের পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান পওয়া যায়। ইলেক্ট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের জন্য ১৫% এবং পেপার ক্যাপাসিটরের জন্য ২% বা তদূর্ধ্ব পাওয়ার ফ্যাক্টর পাওয়া গেলে ইহা পরিবর্তন করতে হবে। * ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ করবার জন্য টেস্ট সুইচ ছেড়ে দিতে হবে।

২৫.৫. ক্যাপাসিটরের ব্যবহার:

এর গুরুত্ব অনেক। ফলে ছোট বড় বিভিন্ন প্রকার অ্যাপ্লাইন্সে ক্যাপাসিটর ব্যাপক হারে ব্যবহার হচ্ছে।

ক্যাপাসিটরের ব্যবহার নিচের সারণিতে দেখানো হলো-

ক্রমিক	নাম	ব্যবহার
১	স্টার্টিং	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, মিল্ক কুলার, বেভারেজ কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার, ইনকিউবেটর, এয়ার-কন্ডিশনার ইত্যাদির মোটরে ব্যবহার হয়।
২	রানিং	ফ্যান, ব্লোয়ার, কন্ডেন্সিং ইউনিট, ফ্লেকার ও ক্যান্ডি আইস মেকার, ডিসপ্লে কেইস, ইনকিউবেটর, রুম কুলার, এয়ার-কন্ডিশনার, পাম্প মোটর ইত্যাদির মোটরে ব্যবহার হয়।

২০২০

প্রশ্নমালা-২৫

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। তড়িৎ ধারকত্ব কাকে বলে ?

২। MFD বলতে কী বোঝায় ?

৩। ক্যাপাসিটরের ব্যবহারিক একক লেখ।

৪। চার্জ ধারকত্বের সূত্রটি লেখ।

৫। স্টার্টিং ক্যাপাসিটর কেন ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। ক্যাপাসিটরের একক কীভাবে নির্ধারণ করা হয় ?

৭। ক্যাপাসিটর কী ? ইহা কত প্রকার ও কী কী ?

৮। রান ক্যাপাসিটরের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

৯। ক্যাপাসিটরের ব্যবহার তালিকা তৈরী কর।

১০। Mfd ও μF এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১১। ক্যাপাসিটর কাকে বলে ? ক্যাপাসিটরের ক্রিয়া নীতি আলোচনা কর।

১২। সিঙ্গেল ফেজ এসি ব্যবস্থায় ক্যাপাসিটরের গুরুত্ব আলোচনা কর।

১৩। ক্যাপাসিটরে প্রধানত কত প্রকার ? এদের মধ্যে পার্থক্য নির্ধারণ কর।

১৪। অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটরের পরীক্ষা পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-২৫

উদ্দীপকটি পাঠের পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর লেখ:

সিঙ্গেল ফেজ সপ্লিট টাইপ ইন্ডাকশন মোটরের স্টার্টিং বা রানিং বা উভয় টর্ক বৃদ্ধির জন্য ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক ডিভাইসের নাম ক্যাপাসিটর। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এ এর যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে। এর চার্জ উৎপাদনের ক্ষমতা কমে গেলে মোটরের ক্ষতি হতে পারে বা কাঙ্ক্ষিত কাজে ব্যাঘাত ঘটতে পারে। তাই এর ক্ষমতা পরীক্ষা করার প্রয়োজন হয়। একে অ্যাভোমিটার, টেস্ট বোর্ড ও অ্যানালাইজারের সাহায্যে টেস্ট করা যায়।

১। ক্যাপাসিটর কী ?

২। কোথায় এবং কেন ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয় ?

৩। কী কী পদ্ধতিতে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা যায় ?

৪। ক্যাপাসিটরের অ্যাভোমিটার টেস্ট বর্ণনা কর।

২০২০

অধ্যায়-২৬

থার্মোস্ট্যাট (Thermostat)

Thermostat হলো RAC এর অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রক। থার্মো (Thermo) শব্দের অর্থ তাপ। আর তাপের প্রভাবে অফ-অন করার ডিভাইস। যে ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস ইভ্যাপরেটরের উষ্ণতার প্রভাবে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিমায়ন চক্রের কমপ্রেশর মোটরকে চালু ও বন্ধ করে তাকে থার্মোস্ট্যাট বলে। মোট কথা থার্মোস্ট্যাট কমপ্রেশরকে বা সলিনয়েড ভাল্‌ভকে অফ-অন করে। ইহা তাপমাত্রার সাপেক্ষে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণকারী সুইচ বা কন্ট্রোলার।

২৬.১. থার্মোস্ট্যাটের প্রয়োজনীয়তা :

হিমায়ন পদ্ধতির মূল উদ্দেশ্য হলো ইভ্যাপরেটর অংশে প্রয়োজনমতো নিম্ন তাপমাত্রা সংরক্ষণ করা। থার্মোস্ট্যাটের সাহায্যে ইভ্যাপরেটর অংশে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ফলে প্রত্যাশিত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য থার্মোস্ট্যাটের গুরুত্ব অসীম । তাই থার্মোস্ট্যাটের প্রয়োজনীয়তা বর্ণিত হলো-

ক. থার্মোস্ট্যাট স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহকে (কম্প্রেসরকে) অফ-অন করে।

খ. এটি ইভ্যাপরেটর অংশে নির্ধারিত উষ্ণতা রক্ষা করতে সাহায্য করে।

গ. ইউনিটের উচ্চচাপ ও নিম্নচাপ পরিমিত রাখার জন্য এ কমপ্রেশরকে চালু ও বন্ধ করে।

ঘ. কোন কোন ক্ষেত্রে ডিফ্রস্ট হিটারকে চালু করে ডিফ্রস্টিংএর কাজ করে।

ঙ. চালু ও বন্ধ করে ইহা কমপ্রেশরকে বিশ্রামের ব্যবস্থা করে।

গ. থার্মোস্ট্যাট সলিনয়েড ভাল্‌ভকে অফ-অন দ্বারা প্রবাহী (হিমায়ক, চিল্ড ওয়াটার, ব্রাইন, স্টিম) প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

২৬.২. থার্মোস্ট্যাটের প্রকারভেদ:

হিমায়ন পদ্ধতির লক্ষ্য হল তাপ স্থানান্তরের মাধ্যমে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা । এ তাপমাতাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন প্রকার থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। কার্যক্রম, ব্যবহার, গঠণ, নিয়ন্ত্রণ ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে থার্মোস্ট্যাট সুইচকে শ্রেণি বিন্যাস দেখানো হলো-

কার্যক্রমের উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার, যথা-

১। ডাইরেক্ট অ্যাক্টিং থার্মোস্ট্যাট:

তাপমাত্রা অনুভবকারী সেন্সর (Sensor) ধাতব পদার্থের তৈরি হয়। এতে কোন প্রবাহী (তরল বা বায়বীয়) পদার্থ ব্যবহার করা হয় না। ধাতব পদার্থ সংকোচন ও সম্প্রসারণের মাধ্যমে কাজ করে।

২। ইনডাইরেক্ট অ্যাক্টিং থার্মোস্ট্যাট :

তাপমাত্রা অনুভবকারী সেন্সরের মধ্যে প্রবাহী (তরল বা বায়বীয়) পদার্থ ব্যবহার করা হয় যা তাপের প্রভাবে প্রভাবিত হয়। প্রবাহীর সংকোচন ও সম্প্রসারণের মাধ্যমে কাজ করে ডায়াফ্রামকে নিয়ন্ত্রণ করে।

ডাইরেক্ট অ্যাক্টিং থার্মোস্ট্যাট ২ প্রকার-

ক) বাইমেটাল টাইপ থার্মোস্ট্যাট,

খ) স্প্রিং টাইপ থার্মোস্ট্যাট।

ইন্ডাইরেক্ট অ্যাক্টিং থার্মোস্ট্যাট (লিকুইড ফিল্ডে ব্যবহৃত প্রভাবকের উপর ভিত্তি করে) ২ প্রকার-

ক) লিকুইড ফিল্ডে হিমায়ক ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট,

খ) লিকুইড ফিল্ডে পারদ ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট।

২০২০

লিকুইড ফিল্ডের গঠনের উপর ভিত্তি করে ইন্ডাইরেক্ট অ্যাক্টিং থার্মোস্ট্যাট ২ প্রকার-

ক) রিমোট বাল্ব যুক্ত থার্মোস্ট্যাট: প্রবাহী ফিল্ড হিসাবে শুধু সেন্সিবল টিউব ও রিমোট বাল্ব থাকে।

খ) রিমোট বাল্ব মুক্ত থার্মোস্ট্যাট: প্রবাহী ফিল্ড হিসাবে শুধু সেন্সিবল টিউব থাকে। রিমোট বাল্ব থাকে না।

কন্ট্রোল পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে ২ প্রকার, যথা-

ক) অ্যাড্জাস্টেবল থার্মোস্ট্যাট: অ্যাডজাস্ট করা যায়।

খ) ফিক্সড থার্মোস্ট্যাট: অ্যাডজাস্ট করা যায় না এবং দরকার হয় না।

কাজের ধরনের উপর ভিত্তি করে থার্মোস্ট্যাট সুইচ তিন প্রকার। যথা-

ক) কুলিং থার্মোস্ট্যাট,

খ) হিটিং থার্মোস্ট্যাট,

গ) কুলিং ও হিটিং থার্মোস্ট্যাট।

বহুল ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট গুলোর নাম:

ক. বিলোজ টাইপ থার্মোস্ট্যাট (Bellows Type Thermostat),

খ. বাইমেটাল টাইপ থার্মোস্ট্যাট (Bimetal Type Thermostat),

গ. ডিফারেন্সিয়াল থার্মোস্ট্যাট (Differential Thermostat),

ঘ. রেঞ্জ অ্যাডজাস্টমেন্ট থার্মোস্ট্যাট (Range Adjustment Thermostat),

ঙ. অটোমেটিক ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাট (Automatic Defrost Thermostat),

চ. পুশ ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাট (Push Defrost Thermostat),

ছ. হিট পাম্প ডি-আইস কন্ট্রোল থার্মোস্ট্যাট (Heat pumps De-Ice Thermostat),

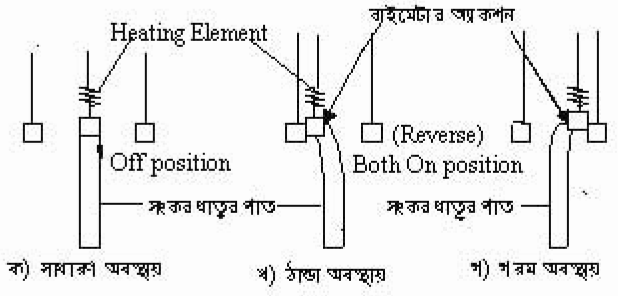
জ. থার্মোমিটার টাইপ থার্মোস্ট্যাট (Thermometer type thermostat),

ঝ. স্টেজিং থার্মোস্ট্যাট (Staging Thermostat),

ঞ. পোর্টেবল থার্মোস্ট্যাট (Portable Thermostat)।

২৬.৩. থার্মোস্ট্যাট কন্ট্রোলের বর্ণনা:

বাইমেটাল টাইপ থার্মোস্ট্যাট:



চিত্র- ২৬.১: বাইমেটালিক অ্যাকশন।

তাপ অনুভবশীল এলিমেন্ট হিসেবে দ্বিধাতুর পাত ব্যবহার হয়। এক পার্শ্বে বেশি ও অপর পার্শ্বে কম প্রসারাংকের ধাতু দ্বারা পাতটি তৈরি করা হয়। ফলে বেশি তাপে এ বাঁকা হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অন করে। কম তাপে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অফ করে।

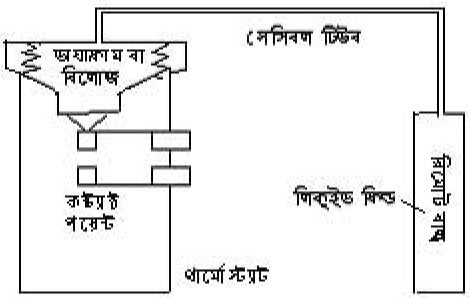
স্প্রিং টাইপ থার্মোস্ট্যাট:

স্প্রিং টাইপ থার্মোস্ট্যাটে স্প্রিং ব্যবহার হয়। তাপের কারণে এ স্প্রিং ক্রিয়াশীল হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অফ ও অনের কাজ করে। কম তাপমাত্রায় স্প্রিং সংকোচিত হয়ে অফ এবং তাপমাত্রা বাড়লে স্প্রিং সম্প্রসারিত হয়ে অন করে। এর প্রধান অংশসমূহ হলো-

১। স্প্রিং,
২। চলমান সংযোগ,
৩। স্থায়ী সংযোগ ।

ফিল্ডে হিমায়ক ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট:

থার্মোস্ট্যাটের ফিল্ডে হিমায়ক জাতীয় তাপ সংবেদনশীল লিকুইড প্রবাহী চার্জ করা হয় যার কিয়দংশ সম্পৃক্ত বাষ্পাকারে থাকে। বেশি তাপমাত্রায় এ প্রবাহী সম্প্রসারিত হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অন ও কম তাপমাত্রায় তরল সংকোচিত হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অফ করে ।



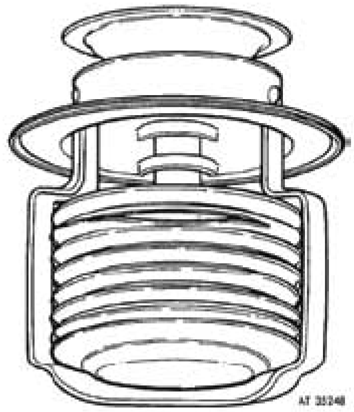
চিত্র- ২৬.২: লিকুইড (হিমায়ক) ফিল্ড টাইপ থার্মোস্ট্যাট।

ফিল্ডে পারদ ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট:

লিকুইড ফিল্ডে তাপ সংবেদনশীল তরল এজেন্ট হিসাবে পারদ চার্জ করা থাকে। বেশি তাপমাত্রায় উক্ত পারদ সম্প্রসারিত হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে স্পর্শ করে (নিজে কন্ডাক্টর হিসেবে) কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অন ও কম তাপমাত্রায় সংকোচিত হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অফ করে ।

বিলোজ টাইপ থার্মোস্ট্যাট :

এ থার্মোস্ট্যাটে সম্প্রসারণ ও সংকোচনশীল বিলোজ (Bellows) বা ডায়াফ্রাম (Diaphramn) একটা সীমিত দৈর্ঘ্য ও চিকন ক্যাপালারি টিউবের সাহায্যে একটা রিমোট বাল্ব সংযুক্ত থাকে। রিমোট বাল্ব ক্যাপিলারি টিউব ও বিলোজের অভ্যন্তরে হিমায়ক চার্জ করা থাকে। রিমোট বাল্ব বা ক্যাপিলারি টিউব স্থাপনের এলাকা গরম হলে চার্জিত হিমায়ক সম্প্রসারিত হয়। এতে বিলোজ সম্প্রসারিত হয়ে কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অন করে। আবার ঠান্ডা হলে রিমোট বাল্বের হিমায়ক ঘনীভূত হওয়াতে বিলোজ সংকোচিত হয় এবং কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট অফ হয়।



চিত্র- ২৬.৩: বিলোজের গঠন।

রেঞ্জ অ্যাডজাস্টমেন্ট থার্মোস্ট্যাট:

রেঞ্জ অ্যাডজাস্টমেন্ট থার্মোস্ট্যাট ডিফারেন্সিয়্যাল থার্মোস্ট্যাটের অনুরূপ। অফ-অন তাপমাত্রার ব্যবধান সর্বদা সমান বজায় রেখে এটি নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় পরিবর্তিত হয়।

অটোমেটিক ডিফ্রস্ট কন্ট্রোল থার্মোস্ট্যাট :

এ থার্মোস্ট্যাট কুলিং চেম্বারের বরফ স্বয়ংক্রিয়ভাবে গলাতে সাহায্য করে। কুলিং কয়েল হিমাংকের নিচেই উপনীত হলে তাতে বরফ জমে। ঐ বরফ মুক্ত করার জন্য হিটারে বিদ্যুৎ সরবরাহের প্রয়োজন হয়। হিটারে বিদ্যুৎ সংযোগ দেওয়া অটোমেটিক ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাটের কাজ। বরফ মুক্ত হলে হিটারকে বন্ধ করে দেয়। একে কুলিং ওভারলোডও বলা হয়।

পুশ ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাট :

এটি ম্যানুয়ালি বরফ গলাবার একটা ব্যবস্থা (অফ সাইকেল ডিফ্রস্টিং)। যখন ইভ্যাপরেটরের বরফ গলানোর প্রয়োজন হয় তখন হাত দ্বারা থার্মোস্ট্যাটের নবে পুশ (চাপ) দিতে হয়। ফলে হিটার লাইন বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হয় এবং বরফ গলতে শুরু করে। বরফ বিমুক্ত হলে নবের পুশ মুক্ত করে হিটারের লাইন বন্ধ করা হয়।

থার্মোমিটার টাইপ থার্মোস্ট্যাট:

থার্মোমিটার টাইপ থার্মোস্ট্যাটে খুব অল্প ডিফারেন্সিয়্যাল তাপমাত্রা সেট করা যায়। মার্কারি কলামের মাধ্যমে রিলেতে ট্রানজিস্টরের সংযোগ দেয় এবং তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। যে সব ক্ষেত্রে খুব অল্প পরিমাণ উষ্ণতার পার্থক্য নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন হয় সেই সব ক্ষেত্রে এ থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়।

হিট পাম্প ডি-আইস থার্মোস্ট্যাট :

এ থার্মোস্ট্যাট শীতকালে হিট পাম্পের আউটডোর কয়েলের বরফ গলার জন্য কাজ করে। একে হিট পাম্পের বাইরের অংশে লাগানো থাকে। শীতকালের বাইরের অংশের বরফ মুক্ত করার জন্য এটি হিটার লাইনে বা সলেনয়েড লাইনকে অন করে এবং হিটিং কার্যক্রম শেষে (বরফ বা তুষার মুক্ত হলে) হিটারকে অফ করে।

স্টেজিং থার্মোস্ট্যাট :

স্টেজিং থার্মোস্ট্যাটে হিটিং ও কুলিং নিয়ন্ত্রণকারী মিটারসহ ব্লেয়ার ফ্যানের সংযোগ দেওয়া হয়। সপ্তাহে কোন দিন কতটার সময় চালু হবে এতে তা নির্ধারণ করা যায়। কতক্ষণ পর পর ইউনিট চালু বা বন্ধ হয় তাও সহজে নির্ধারণ করা যায় এবং রিডিং হতে সমগ্র প্লান্টের অবস্থা বোঝা করা যায়।

পোর্টেবল থার্মোস্ট্যাট :

পোর্টেবল থার্মোস্ট্যাট এক প্রকার রিমোট কন্ট্রোল ইলেকট্রনিক থার্মোস্ট্যাট। ইউনিট হতে প্রায় ৩৫ মিটার দূর হতে রিমোর্টের সাহায্য একে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। রিমোটের দ্বারা প্রয়োজনীয় দূরত্বে অবস্থান করে প্লান্ট নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

২৬.৪. থার্মোস্ট্যাটের ব্যবহার তালিকা:

হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্যই থার্মোস্ট্যাটের ব্যবহার করা হয়। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বলতে নিম্ন (কুলিং) ও উচ্চ (হিটিং) উভয় অবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ বুঝানো হয়। সেদিক বিবেচনা করে তিন প্রকার থার্মোস্ট্যাটের ব্যবহার ছকে বর্ণনা করা হলো-

ক্রমিক	থার্মোস্ট্যাটের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	কুলিং	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, এয়ার-কন্ডিশনার, কুলার, ডি-হিউমিডিফায়ার , মিল্ক কুলার ইত্যাদি।
২	হিটিং	ওয়াটার হিটার, রুম হিটার, স্ট্যাবিলাইজার, ইলেক্ট্রিক ইস্ত্রি, ওভেন, কনডেসিং ইউনিট, বয়লার, রিহিটার ইত্যাদি।
৩	কুলিং হিটিং	অল ইয়ার এয়ার-কন্ডিশনিং ব্যবস্থা, ই এফ আই অটোমোবাইল এয়ার-কন্ডিশনিং, হিট পাম্প, ইনকিউবেটর, সজীব হিমাগার ইত্যাদি।

২০২০

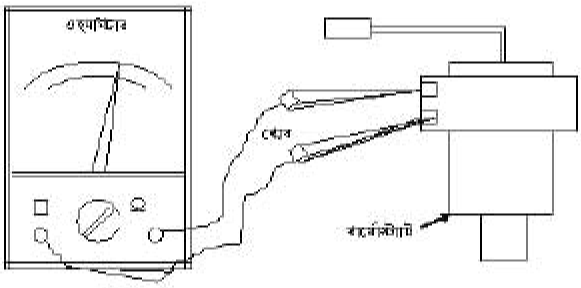
২৬.৫. থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা প্রণালিঃ

শব্দ পরীক্ষাঃ

থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করতে হলে লবণ মিশ্রিত এক গ্লাস গুঁড়া বরফের প্রয়োজন। থার্মোস্ট্যাট অন অবস্থায় (সর্বনিম্ন) এর থার্মাল বাল্ব বা সেন্সিবল টিউব বরফের ভিতর ঢুকাতে হবে। খেয়াল করতে হবে কোন আওয়াজ করে কিনা। যদি আওয়াজ করে তাহলে কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট অফ হলো। থার্মাল বাল্ব বা সেন্সিবল টিউব বরফ হতে বের করে কিছুক্ষণ পর আবার শব্দ করলে বুঝতে হবে কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট অন হলো। অর্থাৎ থার্মোস্ট্যাট সুইচটি ভালো আছে। অন্যথায় খারাপ।

২) কন্টিনিউটি পরীক্ষাঃ

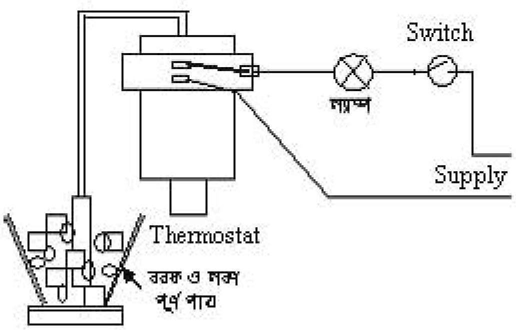
সাধারণ অবস্থা ওহম মিটারে প্রোবদ্বয় থার্মোস্ট্যাটের দুই কন্ট্যাক্ট পয়েন্টে স্পর্শ করলে যদি কন্টিনিউটি দেখায় এবং ওর রিমোট বাল্ব বা সেন্সিবল টিউব শুধু বরফ অথবা লবণ মিশ্রিত বরফ পূর্ণ পাত্রে ডুবিয়ে কিছুক্ষণপর যদি কন্টিনিউটি বন্ধ হয়ে যায়। অতঃপর পাত্র হতে রিমোট বাল্বকে অথবা সেন্সিবল টিউবকে উঠানোর কিছুক্ষণ পর কন্টিনিউটি দেখালে এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ২৬.৪: থার্মোস্ট্যাটের কন্টিনিউটি পরীক্ষা।

ল্যাম্প পরীক্ষাঃ

চিত্রানুযায়ী সার্কিটে একটা ল্যাম্প স্থাপন করে প্লাগ সকেটে ঢুকিয়ে সুইচ অন করলে সাধারণ অবস্থায় বাতি জ্বলবে এবং রিমোট বাল্ব অথবা সেনসিবল টিউবকে বরফ ও লবণ পূর্ণ পাত্রে ডুবানোর কিছুক্ষণ পর বাতি নিভে গেলে বুঝতে হবে থার্মোস্ট্যাটটি ভালো আছে। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ২৬.৫: থার্মোস্ট্যাটের ল্যাম্প ও বরফ পরীক্ষা।

প্রশ্নমালা-২৬

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। থার্মো শব্দের অর্থ কী ?
২। পুশ ডিফ্রস্ট থার্মোস্ট্যাট কোথায় ব্যবহার হয় ?
৩। থার্মোস্ট্যাট ল্যাম্প পরীক্ষার জন্য কী কী দ্রব্য আবশ্যক ?
৪। হিট পাম্পে কোন থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার হয় ?
৫। তাপ অনুভবকারী সেন্সর কয়টি ও কী কী ?
৬। রিমোট বাল্বের মধ্যে কী চার্জ করা থাকে ?
৭। পোর্টেবল থার্মোস্ট্যাট কত দূরত্ব হতে নিয়ন্ত্রণ করা যায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৮। থার্মোস্ট্যাট প্রধানত কতো প্রকার ও কী কী ?
৯। ডি ফ্রস্ট টাইপ থার্মোস্ট্যাটের বর্ণনা দাও।
১০। থার্মোস্ট্যাট কন্টিনিউটি পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।
১১। কুলিং থার্মোস্ট্যাট কোন কোন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় ?
১২। স্প্রিং টাইপ থার্মোস্ট্যাটের চিত্র অংকন কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৩। থার্মোস্ট্যাট সুইচের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
১৪। বহুল ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট সুইচের তালিকা তৈরি কর।
১৫। বিলোজ টাইপ থার্মোস্ট্যাট সুইচের সচিত্র বর্ণনা দাও।
১৬। থার্মোস্ট্যাট সুইচের ব্যবহার তালিকা প্রস্তুত কর।
১৭। থার্মোস্ট্যাট সুইচের বরফ ও ল্যাম্প পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-২৬

অনুচ্ছেদটি পাঠের পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর লেখ:

হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ বলতে মূলত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণকে বোঝায়। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বলতে কুলিং ও হিটিং উভয় অবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ বোঝানো হয়। সেদিক বিবেচনা করে তিন প্রকার থার্মোস্ট্যাটের ব্যবহার করা হয়- কুলিং, হিটিং ও কুলিং হিটিং থার্মোস্ট্যাট। রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার, এয়ার-কন্ডিশনার, বেভারেজ কুলার, মিল্ক কুলার ইত্যাদিতে কুলিং থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার হয়ে থাকে। লবণ মিশ্রিত বরফ দিয়ে প্লাগ, তার ও বাতির সাহায্যে থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করা যায়।

১। তাপমাত্র নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বোঝায ?
২। তিন প্রকার থার্মোস্ট্যাটের নাম লেখ।
৩। থার্মোস্ট্যাটের ব্যবহার ক্ষেত্র বর্ননা কর।
৪। থর্মোস্ট্যাটের কীভাবে পরীক্ষা করা যায় আলোচনা কর।

২০২০

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-১

প্রথম পত্র (নবম শ্রেণি)

ব্যবহারিক-১

২০২০

১.১. নিরাপত্তামূলক দক্ষতা অনুশীলনকরণঃ

তথ্যঃ ওয়ার্কশপে প্রবেশ হতে শুরু করে সকল প্রকার কাজ শেষ করার পর ওয়ার্কশপ ত্যাগ করা পর্যন্ত কতকগুলো বিধিনিষেধ মেনে চলতে হয় যাকে ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা বলা হয়। কর্মশালয় সাধারণত কর্ম জনিত ও মালিকের ব্যবস্থাপনাজনিত কারণে দুর্ঘটনা ঘটে।

নিম্নোক্তভাবে কর্মশালয় নিরাপত্তামূলক দক্ষতা অনুশীলন করা যায়।

সাধারণ সতর্কতাঃ

কর্মশালয় অনুমতিতে নিয়ে প্রবেশ করতে হবে এবং ওয়ার্কশপ সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে।

যন্ত্রপাতির সতর্কতা ওয়ার্কশপের সকল টুলস, কাঁচামাল, যন্ত্রপাতি সম্পর্কে পরিচিত হওয়া ও পরিচালনা সম্পর্কে জানতে হবে।

কর্মশালার কর্মজনিত সতর্কতাঃ

শারীরিক ও মানসিক সুস্থাবস্থায় সকল যন্ত্রপাতির পরিচালনা জ্ঞান দ্বারা এবং বিশেষজ্ঞের পরামর্শ মোতাবেক কর্মশালায় কাজ করতে হবে। ওয়ার্কিং টেবিল, ভাইস, টুলস প্রভৃতি যত্নসহকারে ব্যবহার করতে হবে এবং বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় রাবারের অবশ্যই হ্যান্ড গ্লোভস ব্যবহার করতে হবে।

পোশক ও শরীরজনিত সতর্কতাঃ

যথাযথ পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন নিরাপত্তামূলক পোশাক পরিধান করতে হবে যেমন-টাইট পোশাক, অ্যাপ্রোন, বুট বা জুতা (অপিচ্ছিল তলা যুক্ত জুতা), গগলস, হেলমেট, (কাঁচামাল, স্ক্র্যাপ ও চিপ্স ইত্যাদি ধরার) সময় হ্যান্ড গ্লোভস ইত্যাদি পরিধান করতে হবে।

অন্যান্য সতর্কতাঃ

অগ্নিনির্বাপন যন্ত্রসহ অন্যান্য নিরাপত্তামূলক যন্ত্র ও দ্রব্যের যথাযথ ব্যবহারের অভ্যাস থাকতে হবে। অর্থাৎ প্রাথমিক চিকিৎসা জ্ঞান অর্জন করে First Aid Box-এর ব্যবহারবিধি জেনে সর্বদা উহা ব্যবহারের অভ্যাস থাকতে হবে। ওয়ার্কশপ ত্যাগের সময় নিরাপত্তা আলো ও ভেন্টিলেশন ব্যতীত অন্যান্য বাতি, ফ্যান, যন্ত্র, দরজা, জানালা বন্ধ করতে হবে।

চিত্র-১.১ঃ কর্মশালয় শারীরিক নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা।

১.২ হ্যাক'স দ্বারা ধাতু কর্তনঃ

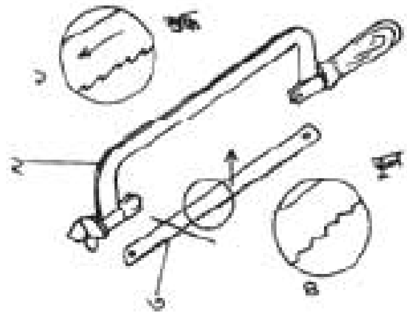
তথ্যঃ বিভিন্ন প্রকার ধাতুর বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করবেন। ধাতু কাটার জন্য হ্যাক'স ব্যবহার করা হয় এবং কর্তনের পূর্বে সঠিক পরিমাপেরও প্রয়োজন হয়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টিল রুল, হ্যাক'স, মার্কিং গেজ, ফাইল ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ মাইল্ড বার বা রড।

হ্যাক'স দ্বারা ধাতু কাটার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে।-

সর্বপ্রথম টুলস বাছাই করতে হবে। ওয়ার্কপিসে লে-আউট ও মার্কিং করতে হবে। ওয়ার্কপিস ভাইসে বাঁধতে হবে। ব্লেড হ্যাক'স ফ্রেমে সেট করে তা মনোযোগ দিয়ে ১ নং অনুযায়ী ধাতু কাটার কাজ সম্পন্ন করতে হবে। কাটার সময় ওয়ার্ক পিচ ও হ্যাক'স ৩০ থেকে ৪৫ ডিগ্রি কোণে কাটতে হবে। মাঝে মাঝে এবং শেষে পরীক্ষা করতে হবে কাটা ঠিক হয়েছে কি না।



চিত্র- ১.২ঃ হ্যাক'স' দ্বারা ধাতু কর্তন।

১. হ্যাক'স ব্লেডের শুদ্ধ অবস্থান, ২. হ্যাক'স ফ্রেম, ৩. হ্যাক'স ব্লেড, ৪. হ্যাক'স ব্লেডের ভুল অবস্থান।

১.৩. ফাইল দ্বারা ওয়ার্ক পিস ফাইলিংকরণ।

তথ্যঃ এ কাজে সাধারণত ফ্লাট ফাইল ব্যবহার করা হয়। এর দৈর্ঘ্য ১০০ থেকে ৪৫০ মিমি পর্যন্ত হয়। এর ফেস ডাবল কাট এবং এজ (Edge) সিঙ্গেল কাট হয়। ধাতু পৃষ্ঠ সমতল করতে ফাইল ব্যবহার হয়।

যন্ত্রপাতি ফাইল, ট্রাই স্কয়ার, ভাইস ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ওয়ার্ক পিস।

ওয়ার্ক পিসকে ফাইলিং করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে।-

প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে। ওয়ার্কপিসে লে-আউট ও মার্কিং করে তা ভাইসে বাঁধতে হবে। অতঃপর ফাইলিং করতে হবে। ফাইলিং-এর সময় ও পরে পরীক্ষা করতে হবে যে, মাপ ঠিক আছে কিনা।

চিত্র- ১.৩ঃ ফাইল দ্বারা ওয়ার্ক পিস ফাইলিংকরণ।

১.৪. ওয়ার্ক পিচ ড্রিলিংকরণ :

তথ্যঃ ধাতুর বৈশিষ্ট্য ও ড্রিলের ব্যাস অনুযায়ী ড্রিল বিট নির্বাচন করতে হবে। তাছাড়া ধাতুর বৈশিষ্ট্যের উপর ড্রিলিং স্পিড বা আরপিএম উপর ভিত্তি করে মোটর আরপি এম সেট করা হয়। এর উপর ভিত্তি করে বিটও নির্বাচন করা হয়।

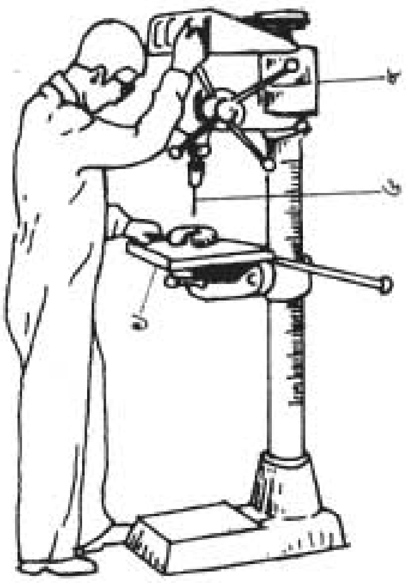
যন্ত্রপাতিঃ স্টীল রুল, মার্কিং গেজ, ভাইস, সেন্টার পাঞ্চ, ড্রিল বিট, ড্রিল মেশিন ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ওয়ার্ক পিচ।

ওয়ার্ক পিচ ড্রিল করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হয়।-

প্রয়োজনীয় মাপের ড্রিল বিট নির্বাচন করতে হবে। মার্কিং গেজ দিয়ে ওয়ার্ক পিসে লে-আউট, মার্কিং ও সেন্টারিং করতে হবে। ভাইসে ওয়ার্ক পিস বাঁধতে হবে। ড্রিল বিট মেশিনে সেট করতে হবে। ড্রিল করার সময় ও শেষে ড্রিলের অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্র-১. সারফেস প্লেট, ৬. ড্রিল বিট, ৮. হ্যান্ডল



চিত্র- ১.৪: ওয়ার্ক পিচ ড্রিলিং করণ

১.অতিরিক্ত : ধাতুর ভিতরে প্যাঁচ কাটাঃ

তথ্যঃ প্যাঁচ কাটার জন্য প্রথমে পিচ, মেজর ডায়ামিটার, নমিন্যাল ডায়ামিটার, কোর ডায়ামিটার থ্রেড, টি.পি.আই ইত্যাদি সম্পর্কে জানা দরকার। (TPI হল threads per inch.)

যন্ত্রপাতিঃ ট্যাপ ও ট্যাপ হ্যান্ডল, ভাইস ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ওয়ার্ক পিচ।

চিত্র- ১.৫। ধাতুর ভিতরে প্যাঁচ কাটা।

ধাতুর ভিতরে প্যাঁচ কাটার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

দরকারি টুলসগুলো বাছাই করতে হবে। হ্যান্ডলে ট্যাপ সেট করতে হবে। ভাইসে ওয়ার্কপিস সেট করতে হবে। সতর্কের সাথে ট্যাপ দিয়ে ভিতরের প্যাঁচ কাটা সম্পন্ন করতে হবে। প্যাঁচ কাটার সময় ও পরে কাজের অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্র- ১. ওয়ার্ক পিচ, ২. ভাইস, ৩. ট্যাপ, ৪. ট্যাপ হ্যান্ডল

১.৫. হ্যাক'স দ্বারা পাইপের প্রস্থ বরাবর কাটা (প্রস্থচ্ছেদন):

তথ্য: সাধারণত পাইপ বিভিন্ন ব্যাসের ও দৈর্ঘ্যের হয়। যে পাইপ কাটতে হবে তার পরিমাপ জানা দরকার। হ্যাক'স দিয়ে পাইপ কাটা হয়। জি.আই ও এম.এস পাইপ বেশি পাওয়া যায়।

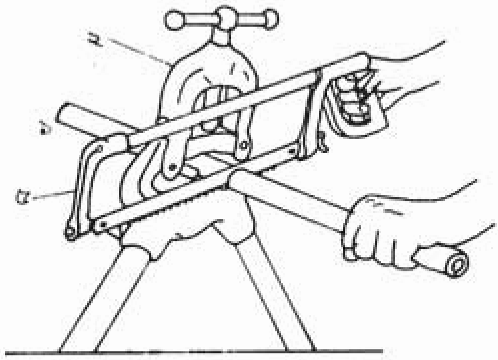
যন্ত্রপাতি: স্টীল রুল, হ্যাক'স, মার্কিং গেজ, ভাইস ইত্যাদি।

উপকরণাদি: পাইপ।

হ্যাক'স দিয়ে পাইপ কাটার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

মাপানুযায়ী মার্কিং গেজ দিয়ে পাইপে মার্ক করতে হবে। চিত্রানুরূপ পাইপ ভাইসে বাঁধতে হবে। হ্যাক'স' ফ্রেমে ব্লেড বেঁধে পাইপ কাটা সম্পন্ন করতে হবে। পাইপ কাটার সময় ও পরে যথার্থতা যাচাই করতে হবে যে, মার্কিং অনুযায়ী কাটা হচ্ছে কি না।

চিত্রে- ১. পাইপ, ২. ভাইস, ৩. হ্যাক'স।



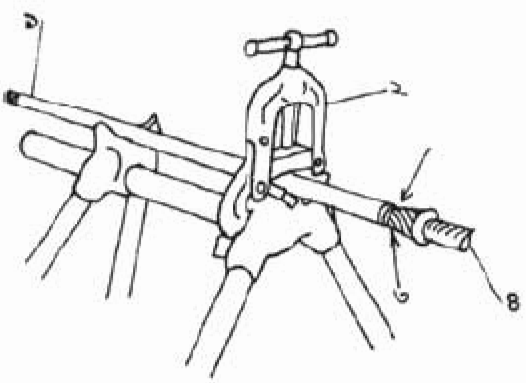
চিত্র- ১.৬: হ্যাক'স' দিয়ে পাইপ কাটা।

১.৬. পাইপ রিমিংকরণ:

তথ্য: পাইপ কাটার পর কর্তন অংশে পাইপের কণা লেগে থাকে যা বেশ ক্ষতিকর এবং কাজে অসুবিধা জনক। এ অপ্রয়োজনীয় ধাতব কণা মুক্ত করার পদ্ধতিকে রিমিং বলে।

যন্ত্রপাতি: রিমার, ভাইস ইত্যাদি।

উপকরণাদি: ওয়ার্ক পিচ।



রিমিং করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

পাইপের মাপ অনুযায়ী রিমার বাছাই করতে হবে। রিমার পাইপের মুখ স্থাপন করে রিমিং সম্পন্ন করতে হবে। রিমিং-এর সময় ও পরে রিমিং এর অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে। রিমিং-এর সময় সতর্ক থাকতে হবে যেন ধাতব কণা পাইপের ভিতর প্রবেশ না করে।

চিত্রে- ১. পাইপ, ২. পাইপ ভাইস, ৩. রিমার, ৪. রিমার হ্যান্ডল।

চিত্র-১.৭: পাইপ রিমিংকরণ।

১.৭. কপার টিউব কর্তন:

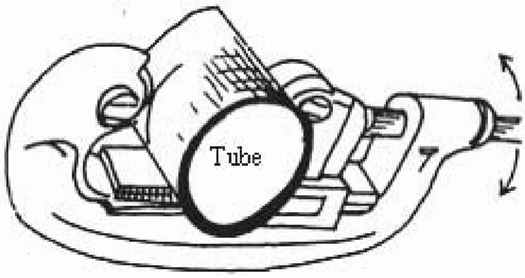
তথ্য: হিমায়ন ও শ তাপ নিয়ন্ত্রণে কপার টিউব ব্যবহৃত হয়। এ কপার টিউব ভিন্ন ব্যাসের ও মাপের হয়ে থাকে। টিউবের ব্যাসানুযায়ী কাটার নির্বাচন করা হয়।

যন্ত্রপাতি: স্টীল রুল, টিউব কাটার, মার্কিং গেজ ইত্যাদি।

উপকরণাদি: কপার টিউব।

কপার টিউব কর্তন করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

প্রয়োজনীয় টিউব ও টিউব কাটার বাছাই করতে হবে। মাপ অনুযায়ী মার্কিং করতে হবে। কপার টিউবের উপর টিউব কাটার স্থাপন করতে হবে। টিউব কাটারের নব ও কাটারকে ঘুরিয়ে টিউব কাটিতে হবে। এ সময় টিউব কাটারের কয়েকটি ঘূর্ণনের পরে কর্তনের অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে।



চিত্র- ১.৮: কপার টিউব কর্তন।

১.৮. কপার টিউব রিমিংকরণ:

তথ্য। টিউব কর্তন করলে টিউবের অভ্যন্তরভাগের ব্যাস কমে যায় এবং টিউবের মুখে বাবরি জমে থাকে। কমে যাওয়া অভ্যন্তরীণ ব্যাস পূর্বাবস্থায় আনা আর বাবরি সমূহ দূর করাকে রিমিং বলে। রিমিং করার সময় টিউবের নিচের দিকে রিমার রেখে রিমিং করতে হয়।

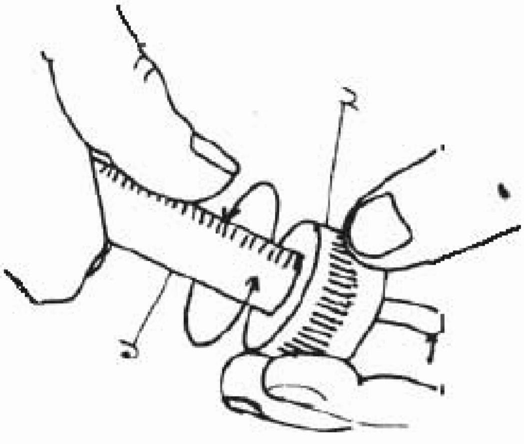
যন্ত্রপাতি: রিমার।

উপকরণাদি: কর্তিত কপার টিউব খণ্ড।

কপার টিউব রিমিং করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে।-

টুলস রুম হতে রিমার সংগ্রহ করতে হবে। চিত্রানুযায়ী টিউবের ইনসাইড ও আউটসাইড রিমিং করতে হবে। কোন অবস্থাতে বাবরি টিউবের ভিতরে প্রবেশ করা ঠিক নয়। বাবরি ভিতরে প্রবেশ করলে তা অবশ্যই বের করতে হবে।

চিত্রে- ১. টিউব, ২. রিমার।



চিত্র- ১.৯: কপার টিউব রিমিংকরণ।

১.৯. কপার টিউব ফ্লেয়ারিংকরণঃ

তথ্যঃ ফ্লেয়ার নাট দিয়ে থ্রেডেড পিচের সাথে সংযোগ করার জন্য টিউবের মাথাকে নির্দিষ্ট মাপে ছড়িয়ে বা সম্প্রসারিত করে দেওয়াকে ফ্লেয়ারিং বলে। ফ্লেয়ারিং করার জন্য টিউবকে ডাইস অপেক্ষা টিউবের ব্যাসের তিন ভাগের এক ভাগ (১/৩) পরিমাণ উঁচু রাখতে হয়। ফ্লেয়ারিং ভালো না হলে মূলসংযোগ লিক করার সম্ভাবনা থাকে।

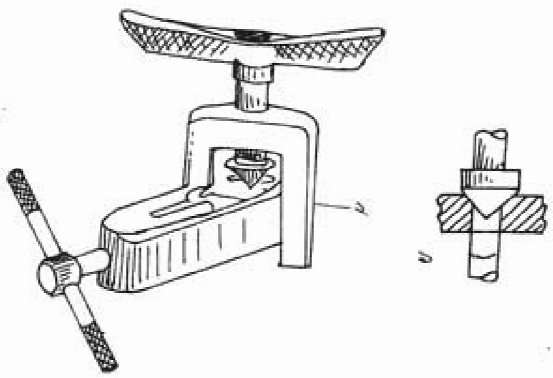
যন্ত্রপাতিঃ ফ্লেয়ারিং টুলস সেট, ফ্লেয়ারিং টেস্টিং প্লেট ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ এক খণ্ড কপার টিউব।

ফ্লেয়ারিং কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

প্রয়োজনীয় টিউব ও টুলস বাছাই করতে হবে। টিউব ফ্লেয়ারিং ডাইসে বাঁধতে হবে। অতঃপর ফ্লেয়ারিং ডাইসে ইয়ক স্থাপন করত ডাইসবাম হাতে ধরে ইয়কের নব ক্লক ওয়াইজ ঘুরিয়ে ফ্লেয়ারিং কাজ সম্পন্ন করতে হবে। ফ্লায়ারিং সম্পন্ন করে পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্রে- ১. কপার টিউব ২. ফ্লেয়ারিং টুলস



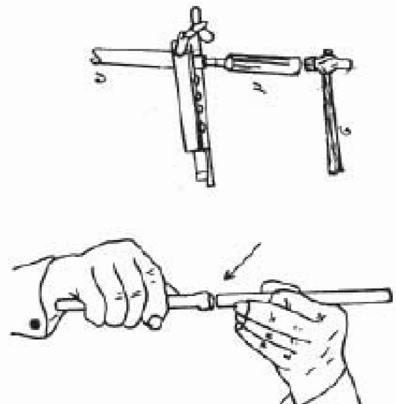
চিত্র- ১.১০ঃ কপার টিউব ফ্লেয়ারিং করণ।

১.১০. কপার টিউব স্যোয়াগিং করণঃ

তথ্যঃ কপার টিউবকে ঝালাই করে সংযোগ করার জন্য স্যোয়াগিং করার প্রয়োজন হয়। একই টিউবের ব্যাস পরিমাণ সমহারে এমনভাবে বৃদ্ধি করা হয় যেন একটি অপরটির মধ্যে প্রবেশ করতে পারে।

যন্ত্রপাতিঃ স্যোয়াগিং টুলস সেট।

উপকরণাদিঃ কপার টিউব।



স্যোয়াগিং করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

টিউব ও স্যোয়াগিং টুলস সংগ্রহ করতে হবে। টিউব ভাইসে বাঁধতে হবে। ভাইস বাম হাতে ধরে টিউবের মুখে টুল বসিয়ে হাতুড়ি দিয়ে হালকা আঘাত করে স্যোয়াগিং করতে হবে। টিউবের স্যোয়াগিং কাজ সম্পন্ন করতে হবে।

চিত্রে- ১. কপার টিউব, ২. স্যোয়াগিং পাঞ্চ।

চিত্র- ১.১১ঃ কপার টিউব স্যোয়াগিং করণ।

১.১১. মিকানিক্যাল পাইপ বেন্ডার দিয়ে পাইপ বাঁকাকরণঃ

তথ্যঃ পাইপিং করার জন্য পাইপকে ভিন্ন আকৃতি প্রদান করা হয়। পাইপকে বিভিন্ন কোণে বাঁকা করার প্রয়োজন হয়। তাই ৪৫, ৬০, ৯০, ১৮০ ডিগ্রি কোণ বা বৃত্তাকার করার জন্য মিকানিক্যাল পাইপ বেন্ডার ব্যবহার করা হয়।

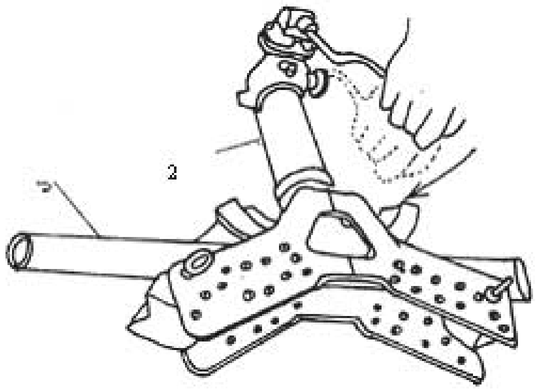
যন্ত্রপাতিঃ মিকানিক্যাল পাইপ বেন্ডার ও পাইপ ভাইস ।

উপকরণাদিঃ পাইপ।

পাইপ বেন্ড করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

পাইপ ও পাইপ বেন্ডারে সংগ্রহ করতে হবে। নমুনা বা চিত্র মোতাবেক পাইপের মাপ গ্রহণ করতে হবে। মাপানুযায়ী পাইপে দাগ কাটতে হবে। বেন্ডারে সেট করে তাতে পাইপ স্থাপন করতে হবে। সাবধানে বাঁকানো কাজ শুরু করতে হবে। পাইপ বাঁকা সম্পন্ন করে নমুনার সাথে মিল করতে হবে।

১. পাইপ, ২. পাইপ বেন্ডার।



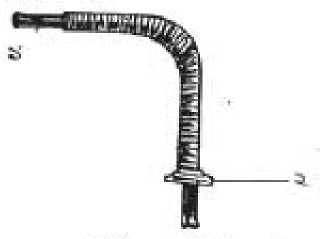
চিত্র- ১.১২ঃ পাইপ বেন্ড করণ।

১.১২. কপার টিউব বাঁকা করণঃ

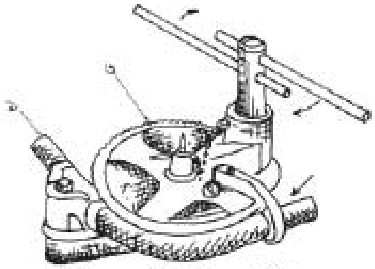
তথ্যঃ টিউবিং করার জন্য টিউবকে ভিন্ন আকৃতি প্রদান করা হয়। সে কারণে টিউবকে বিভিন্ন কোণেও বাঁকা করার প্রয়োজন হয়। তাই ৪৫, ৬০, ৯০, ১৮০ ডিগ্রি কোণ বা বৃত্তাকার করার জন্য মিকানিক্যাল টিউব বেন্ডার ব্যবহার করা হয়।

যন্ত্রপাতিঃ ১. স্প্রিং টিউব বেন্ডার ২. মিকানিক্যাল টিউব বেন্ডার ।

উপকরণাদিঃ কপার টিউব।



১. টিউব, ২. স্প্রিং বেন্ডার



১. টিউব, ৩. মিকানিক্যাল টিউব বেন্ডার

চিত্র- ১.১৩ঃ কপার টিউব বেন্ডকরণ।

মিকানিক্যাল টিউব বেন্ডার দ্বারা টিউব বাঁকা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হয়।-

কপার টিউব ও টুলস বাছাই করতে হবে। টিউব বেন্ডারে স্থাপন করতে হবে। স্প্রিং বা লিয়ার বা লিভার বেন্ডারের সাহায্যে বাঁকা করতে হবে। বাঁকার কার্য সম্পন্ন হবার পর নকশা বা নমুনার সাথে মিলিয়ে দেখতে

হবে।

১.১৩. কপার টিউব পাঞ্চকরণ

তথ্যঃ কপার টিউবকে চ্যাপ্টা করে রিফ্রিজারেন্ট প্রবাহ বন্ধ করার নামই পাঞ্চিং করন। সাধারণত চার্জিং শেষে প্রসেস টিউব (চার্জিং লাইন) বন্ধ করার জন্য পিঞ্চ অব টুলস ব্যবহার করা হয়।

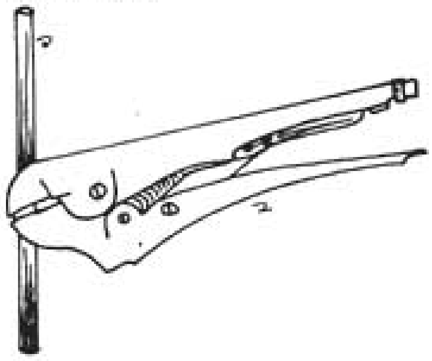
যন্ত্রপাতিঃ পিঞ্চ অব টুলস ।

উপকরণাদিঃ কপার টিউব।

কপার টিউব পাঞ্চ করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

টিউব ও টুলস বাছাই করতে হবে। ওয়ার্ক পিস প্রস্তুত করতে হবে। পাঞ্চিং সম্পন্ন করে পাঞ্চিং অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্র- ১. কপার টিউব, ২. পিঞ্চ অব টুলস।



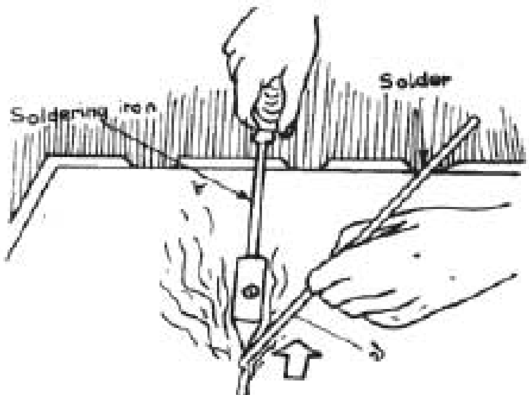
চিত্র- ১.১৪ঃ কপার টিউব পাঞ্চ করণ।

১.১৪. কপার টিউব সকেট সোল্ডারিং

তথ্যঃ সোল্ডারিং করার জন্য ধাতুর বৈশিষ্ট্যানুযায়ী বিভিন্ন প্রকার তাপমাত্রা ও ফিলিং এলিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। সে কারণে সোল্ডারিং করার পূর্বে সংযোগকারী ধাতুর বৈশিষ্ট্য ও প্রয়োজনীয় ফিলিং এলিমেন্ট সম্পর্কে ধারণা নিতে হয়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টিল রুল, মার্কিং পেন্স, টিউব কাটার, স্যোয়াগিং টুলস, সোল্ডারিং আইরন ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ টিউব, সোল্ডার (সিসা), ফ্লাক্স ইত্যাদি।



সোল্ডারিং করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

কপার টিউব ও টুলস সংগ্রহ করতে হবে। কপার টিউব বিখণ্ডিত করতে হবে। প্রথম খণ্ডের এক প্রান্তে স্যোয়াগিং করে তাতে দ্বিতীয় খণ্ড ঢুকিয়ে সোল্ডার প্রয়োগ করতে হবে। সোল্ডার জোড় সম্পন্ন করে পরীক্ষা করতে হবে।

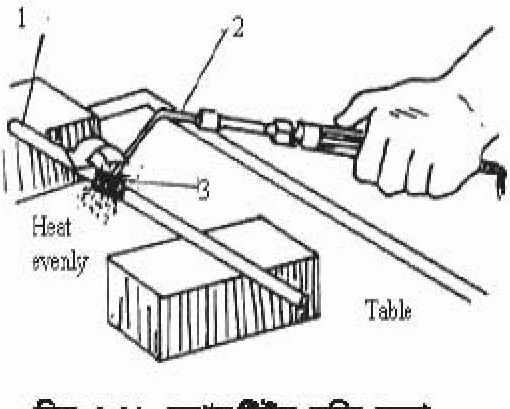
চিত্র- ১.১৫ঃ সোল্ডারিংকরণ।

১.১৫. কপার টিউব ব্রেজিং:

তথ্য: কপার টিউব ব্রেজিং করার জন্য তাপ ও ফিলিং এলিমেন্ট প্রয়োজন। সংযোগস্থলে প্রয়োজনীয় মাত্রায় তাপ প্রয়োগ করত ফিলিং এলিমেন্টের সাহায্যে তা ঝালাই করতে হয়।

যন্ত্রপাতি: স্টীল রুল, হ্যাক'স, মার্কিং গেজ, টিউব কাটার, রিমার, সোয়াগিং টুলস, ব্লো ল্যাম্প বা ব্লো টর্চ ইত্যাদি।

উপকরণাদি: কপার টিউব, শিখা বা তাপ উৎস, ফিলার মেটাল, ফ্লাক্স ইত্যাদি।



চিত্র- ১.১৬: কপার টিউব ব্রেজিং করণ।

কপার টিউব ব্রেজিং কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

কপার টিউব ও টুলস নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে হবে। কপার টিউব খিখন্ডিত করে প্রথম খন্ডের এক প্রান্তে সোয়াজিং করতে হবে। উভয় প্রান্ত একত্রিত করে পরিষ্কার করতে হবে। ব্রেজিং করার সময় টিউবের যে কোন প্রান্ত থেকে ৫-৬ পিএসআই ড্রাই নাইট্রোজেন প্রয়োগ করতে হবে যাতে পাইপের ভিতরের কার্বন বের হয়ে আসে। ব্রেজিং কার্য সম্পাদন করে তা পরীক্ষা করতে হবে। চিত্রে- ১. টিউব, ২. টর্চ, ৩. তাপ প্রয়োগ

১. অতিরিক্ত: পাইপে প্যাঁচ তৈরি করণ।

তথ্য: পাইপে প্যাঁচ কাটতে হলে প্রথমে তার ব্যাস ও টিপিআই জানা প্রয়োজন। ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড পাইপ (বিএসপি) থ্রেড ও ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন (বিপিএফ) থ্রেড বেশি ব্যবহার হয়। এদের মধ্যে বিপিএফ থ্রেড সর্বাপেক্ষা বেশি ব্যবহার হয়।

যন্ত্রপাতি: স্টীল রুল, মার্কিং গেজ, পাইপ ভাইস, হ্যাক'স', ডাই ও ডাই হ্যান্ডল ইত্যাদি।

উপকরণাদি: পাইপ।

পাইপে প্যাঁচ কাটার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

পাইপ ও টুলস নির্বাচন করতে হবে। ভাইসে পাইপ বাঁধতে হবে। ওয়ার্ক পিস প্রস্তুত করতে হবে। ওয়ার্ক পিচে ডাই সেট করে প্রাথমিক কাট (কার্স্টকাটি) শেষ করতে হবে। প্যাঁচ কাটা সম্পন্ন করে তা পরিষ্কার করে পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্র- ১.১৭: পাইপে প্যাঁচ কাটা।

১.১৬. ইলেকট্রিক সিরিজ সার্কিট প্রস্তুতকরণঃ

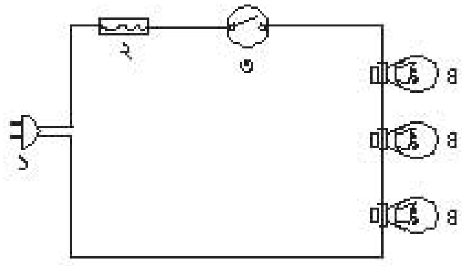
তথ্যঃ লোড পরিচালনার জন্য পরিকল্পিত তার বিন্যাসকে সার্কিট বলে। একটি পরিপূর্ণ সার্কিটে সুইচ, লোড, নিরাপত্তামূলক ডিভাইস, তার, উৎস ইত্যাদি থাকে। সিরিজ সার্কিটে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায় আর কারেন্ট সমান থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ স্টীল রুল, কম্বিনেশন প্লায়ার, কাটিং প্লায়ার, টেস্টার, মার্কিং টুলস, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ বোর্ড, ক্লিপ, তার, হোল্ডার, ল্যাম্প, ফিউজ, সুইচ, ইনসুলেশন টেপ, ইত্যাদি।

ইলেকট্রিক সিরিজ সার্কিট প্রস্তুত করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করা প্রয়োজনঃ-

প্রয়োজনীয় মালামাল ও টুলস নির্বাচন করতে হবে। চিত্রানুযায়ী প্লাগ ও ফিউজের পরে সুইচ এবং তিনটি বাতি সিরিজে সংযোগ দিয়ে সার্কিট তৈরি করে পরীক্ষা করতে হবে। টেস্টার দ্বারা বিদ্যুৎ উৎস পরীক্ষা করতে হবে। সাপ্লাইয়ের সঙ্গে সার্কিট সংযোগ করে সার্কিটের সম্পূর্ণ ভোল্টেজ, সাব ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ ও পরীক্ষা করতে হবে। অতঃপর সাপ্লাই বিচ্ছিন্ন করতে হবে। চিত্রে- ১. প্লাগ, ২. ফিউজ, ৩. সুইচ, ৪. বাতি।



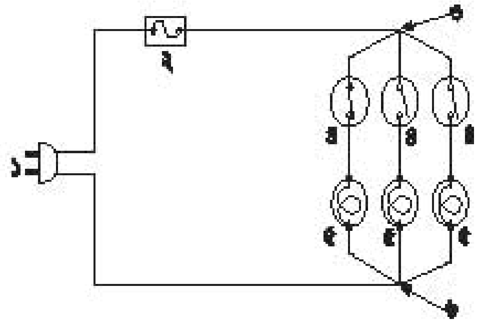
চিত্র- ১.১৮ঃ ইলেকট্রিক সিরিজ সার্কিট।

১.১৭. ইলেকট্রীক প্যারালাল সার্কিট প্রস্তুতকরণঃ

তথ্যঃ লোড পরিচালনার জন্য পরিকল্পিত সুষ্ঠু তার বিন্যাস দরকার। একটি পরিপূর্ণ সার্কিটে সুইচ, লোড, নিরাপত্তামূলক ডিভাইস,উৎস, তার ইত্যাদি থাকে। প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায় আর ভোল্টেজ সমান থাকে। লোড হতে সম্পূর্ণ কাজ পাওয়া যায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টীল রুল, কম্বিনেশন প্লায়ার, কাটিং প্লায়ার, টেস্টার, মার্কিং টুলস, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ বোর্ড, ক্লিপ, তার, হোল্ডার, ল্যাম্প, ফিউজ, সুইচ, ইনসুলেশন টেপ, ইত্যাদি।



চিত্র-১.১৯: ইলেকট্রিক প্যারালাল সার্কিট প্রস্তুতকরণ।

ইলেকট্রিক প্যারালাল সার্কিট প্রস্তুত করার কাজটি নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

দরকারি মালামাল ও যন্ত্রাদি সংগ্রহ করতে হবে। চিত্রানুযায়ী প্লাগ ও ফিউজের পরে তিনটি সুইচ এবং তিনটি বাতি প্যারালাল সংযোগ দিয়ে সার্কিট তৈরি করে পরীক্ষা করতে হবে। টেস্টার দিয়ে সাপ্লাই ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে হবে। সাপ্লাইয়ের সঙ্গে সার্কিট সংযোগ করতে হবে। সম্পূর্ণ সার্কিট ও সাব সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ মাপতে পরীক্ষা করতে হবে। ১. প্লাগ, ২. ফিউজ, ৩. সংযোগ, ৪. সুইচ, ৫. বাতি, ৬. সংযোগ।

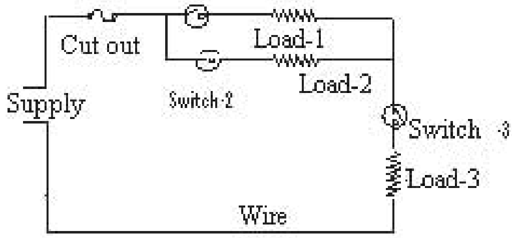
১.১৮. ইলেকট্রিক কম্বাইন্ড (সিরিজ- প্যারালাল) সার্কিট প্রস্তুতকরণঃ

তথ্যঃ লোড পরিচালনার জন্য পরিকল্পিতভাবে সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের সমন্বয়ে যে তার বিন্যাস করা হয় তাকে কম্বাইন্ড সার্কিট বলে। নন ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরে সাধারণত এ জাতীয় সার্কিট থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ স্টীল রুল, কম্বিনেশন প্লায়ার, কাটিং প্লায়ার, টেস্টার, মার্কিং টুলস, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ বোর্ড, ক্লিপ, তার, হোল্ডার, ল্যাম্প, ফিউজ, সুইচ, ইন্সুলেশন টেপ, ইত্যাদি।

ইলেকট্রিক কম্বাইন্ড (সিরিজ প্যারালাল) সার্কিট প্রস্তুত করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হয়- উপকরণ ও টুলস নির্বাচন করত চিত্রানুযায়ী পজেটিভের সাথে কাট আউট, ৩টি লোড ও ৩টি সুইচ দিয়ে প্যারালাল সার্কিট তৈরি করতে হবে। সার্কিট পরীক্ষা করে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে হবে। সার্কিট ও সাব সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ মাপতে হবে।



চিত্র- ১.২০: ইলেকট্রিক কম্বাইন্ড (সিরিজ-প্যারালাল) সার্কিট।

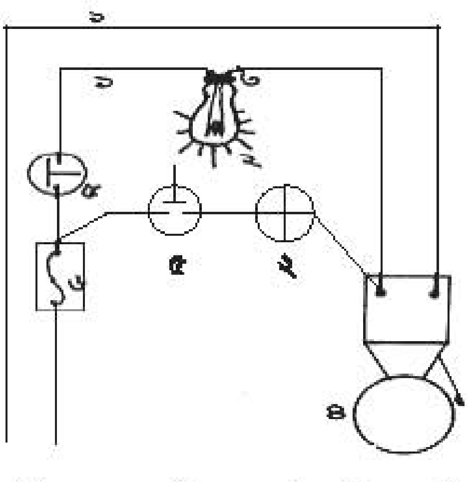
১.১৯. দুটি লাইট ও ১টি কলিং বেলের বৈদ্যুতিক বর্তনী তৈরিকরণঃ

তথ্যঃ কলিং বেল একটি প্রয়োজনীয় ও গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক যন্ত্র। এটি ইলেকট্রিক্যাল (ম্যাগনেটিক) ও ইলেকট্রনিক এ দুই ধরনের হয়ে থাকে। একে একাধিক স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টীল রুল, কম্বিনেশন প্লায়ার, কাটিং প্লায়ার, টেস্টার, মার্কিং টুলস, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ বোর্ড, ক্লিপ, কলিং বেল, তার, হোল্ডার, ল্যাম্প ২টি, ফিউজ, সুইচ ২টি, ইনসুলেশন টেপ, ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ধাতব বার।



চিত্র- ১.২১: কলিং বেলের বৈদ্যুতিক বর্তনী।

২ বাতি ও ১টি কলিং বেলের বৈদ্যুতিক বর্তনী তৈরি করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

উপকরণাদি ও টুলস নির্বাচন করে চিত্রানুযায়ী ১টি কাট-আউট, ২টি পুশ বাটন সুইচ, ২টি বাতি ও ১টি কলিং বেল দিয়ে সার্কিট তৈরি করতে হবে। সার্কিট পরীক্ষা করে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে হবে। সার্কিট ও সাব সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপ ও পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্রে- ১. তার, ২. ল্যাম্প ২টি, ৩. হোল্ডার, ৪. কলিং বেল, ৫. সুইচ ২টি, ৬. ফিউজ।

১.২০. ১টি লাইট ১টি ২পিন সকেট ১টি ৩ পিন সকেট দ্বারা সার্কিট তৈরিকরণঃ

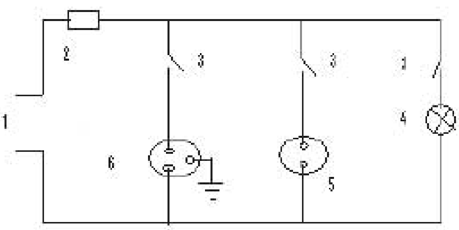
তথ্যঃ সার্কিট সম্পন্ন করার পর লোডে সরবরাহ দেবার পূর্বে ইহাকে টেস্ট করার প্রয়োজন হয়। অবশ্যই লোড পরিচালনার পূর্বে যে বোর্ডের সাহায্যে একে পরীক্ষা করা হয় তাকে সিরিজ বোর্ড বলে। বর্ণিত উপকরণাদি দিয়ে টেস্ট বা সিরিজ বোর্ড তৈরি করা যায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টিল রুল, কম্বিনেশন প্লায়ার, কাটিং প্লায়ার, টেস্টার, মার্কিং টুলস, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ তার, হোল্ডার, সকেট ২টি, ল্যাম্প, ফিউজ, সুইচ ৩টি, ইনসুলেশন টেপ ইত্যাদি।

বর্ণিত উপকরণ দিয়ে ইলেকট্রিক সার্কিট/ সিরিজ বোর্ড তৈরি করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করা দরকারঃ-

উপকরণাদি ও টুলস নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে হবে। সার্কিট তৈরি করে অ্যাভোমিটার দিয়ে পরীক্ষান্তে সার্কিট-এ সাপ্লাই দিতে হবে। সুইচ দ্বারা লাইট অন করতে হবে। সাপ্লাই ভোল্টেজ মাপতে হবে। সুইচ অন করে ল্যাম্পের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে হবে। সাপ্লাই দিয়ে অন্য একটি বাতি বা সিরিজ ল্যাম্প দিয়ে উপ-সার্কিটদ্বয় পরীক্ষা করতে হবে।



চিত্র-১.২২ঃ ইলেকট্রিক সার্কট

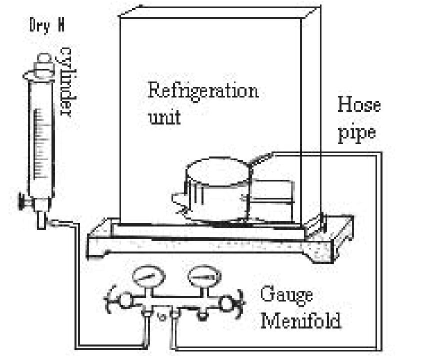
চিত্রে- ১. সরবরাহ তার, ২. ফিউজ, ৩. সুইচ, ৪. বাল্ব, ৫. দুই পিন সকেট, ৬. তিন পিন সকেট।

১.২১. রিফ্রিজারেশন সিস্টেম লীক পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ রেফ্রিজারেশন সিস্টেমে হিমায়ক চার্জ করার পূর্বে তার লিক টেস্ট করতে হয়। দুইপ্রক্রিয়ার লিক পরীক্ষা হয়। বহির্মুখী ও অন্তর্মুখী পদ্ধতি। অন্তর্মুখী অপেক্ষা বহির্মুখী পদ্ধতি উত্তম ও নিরাপদ।

যন্ত্রপাতিঃ ইউনিট, হাইপ্রেশার গেজ, গেজ মেনিফোল্ড, হোস পাইপ ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ড্রাই নাইট্রোজেন, সাবান, লিটমাস পেপার ইত্যাদি।



চিত্র-১.২৩ঃ রিফ্রিজারেশন সিস্টেম লীক।

রিফ্রিজারেশন সিস্টেম লীক পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

উপকরণাদি ও টুলস নির্বাচন সংগ্রহ করতে হবে। চিত্রানুযায়ী ড্রাই নাইট্রোজেন সিলিন্ডারসহ গেজ মেনিফোল্ড ও হোস পাইপ স্থাপন করতে হবে। ড্রাই নাইট্রোজেন চার্জ করে দেখতে হবে চাপ কমে কিনা। চাপ কমলে লীক আছে। অন্যথায় ভালো। লীক থাকলে সাবানের ফেনা, লিটমাস পেপার ইত্যাদি দিয়ে লীকের স্থল বের করতে হবে।

১.২২. ওভারলোড প্রটেক্টর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ লোডে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহে লোডের নিরাপত্তাকারী যন্ত্রের নাম ওভার লোড প্রটেক্টর বা ওভার কারেন্ট প্রটেক্টর। লোডের সাথে সিরিজে সংযুক্ত করে সার্কিটে ব্যবহার করা হয়। লোডকে ক্ষয়-ক্ষতির হাত রক্ষা করার জন্য এ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

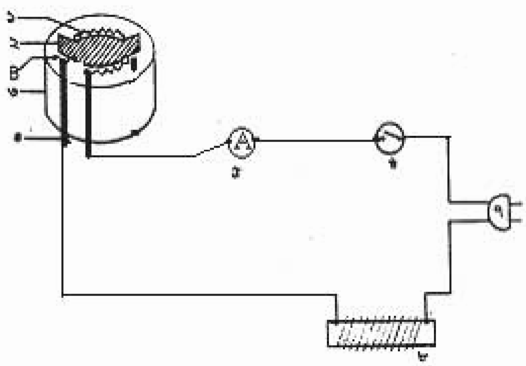
যন্ত্রপাতিঃ অ্যাভোমিটার, ভেরিয়েবল রেজিস্ট্যান্স ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ ওভারলোড প্রটেক্টর, মোমবাতি বা যে কোন তাপ উৎস ইত্যাদি।

ওভারলোড প্রটেক্টর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

ওভারলোড প্রটেক্টর রেটিং পরীক্ষা করতে হবে। পরীক্ষাতে তৈরিকৃত সার্কিটটি পরীক্ষা করে তাতে সাপ্লাই দিতে হবে। সার্কিটের কারেন্ট মেপে ওভারলোডের অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে যে, কী পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহে ওভারলোড প্রটেক্টর ১৫ থেকে ২০ সেকেন্ডে ট্রিপ করে তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। নির্দিষ্ট কারেন্টে ট্রিপ না করলে এটি খারাপ।

চিত্রে- ১. হিটিং এলিমেন্ট, ২. বাইমেটাল, ৩. বডি, ৪. টার্মিন্যাল, ৫. অ্যাম্পিয়ার মিটার, ৬. সুইচ, ৭. প্লাগ, ৮. ভেরিয়েবল রেজিস্ট্যান্স।



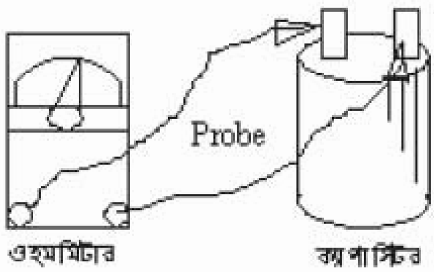
চিত্র- ১.২৪: ওভারলোড প্রটেক্টর পরীক্ষা।

১.২৩. অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ স্টার্টিং বা ঘূর্ণন টর্ক বৃদ্ধি করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। ওহম মিটার, ডিজিট্যাল ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার, ইলেকট্রিক্যাল অ্যানালাইজার ইত্যাদির সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা যায়।

যন্ত্রপাতিঃ ওহম মিটার।

উপকরণাদিঃ ক্যাপাসিটর ।

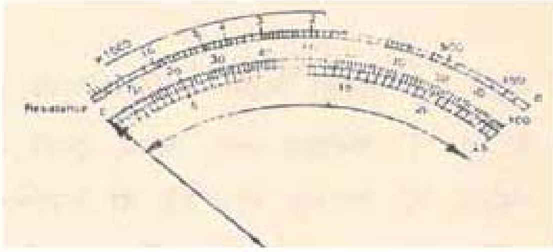


চিত্র-১.২৫ (ক): ওহম মিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা।

ওহম মিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

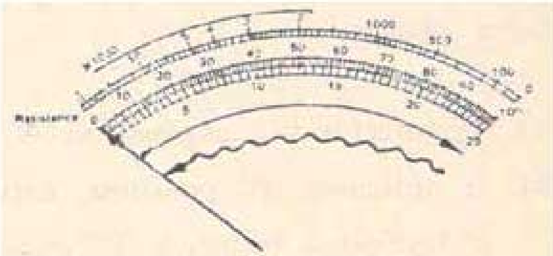
প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও উপকরণাদি সংগ্রহ করতে হবে। অ্যাভোমিটারের কন্ট্রোল নব ওহম রেঞ্জে স্থাপন করে ক্যাপাসিটরের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। অ্যাভোমিটারের কাঁটা ওঠানামার অবস্থা পর্যবেক্ষণ করে ক্যাপাসিটর ভালো না খারাপ তা পরীক্ষা নিম্নোক্তভাবে সিদ্ধান্ত নিতে হবে।

ক) AVO মিটারের 'ক' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা দ্রুত শূন্যতে গমন করে দ্রুত সর্বোচ্চ রোধে ফিরে আসলে ক্যাপাসিটর ভালো।



চিত্রঃ ক

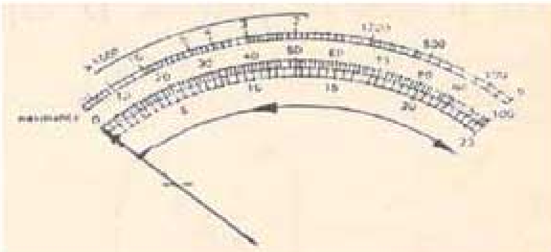
খ)



চিত্রঃ খ

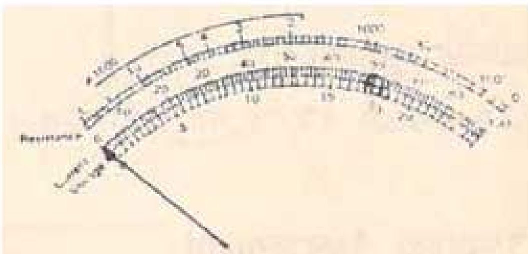
AVO মিটারের 'খ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা দ্রুত শূন্যতে গমন করে ধীরে ধীরে সর্বোচ্চ রোধে ফিরে আসলে ক্যাপাসিটর খুব ভালো।

গ. AVO মিটারের 'গ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা গমন করে ওখানেই বা অল্প নিম্নে অবস্থান করলে ক্যাপাসিটর শর্ট।



চিত্রঃ গ

ঘ)



চিত্রঃ ক

AVO মিটারের 'ঘ' নং চিত্রানুযায়ী নির্দেশিকা গমন না করলে ক্যাপাসিটর কাটা বা চার্জ নেই বা দুর্বল।

পরীক্ষা শেষে স্ক্রু-ড্রাইভার দ্বারা ক্যাপাসিটরকে ডিসচার্জ করতে হবে।

চিত্র-১.২৫ (খ): ক্যাপাসিটর ডিসচার্জকরণ।

১.২৪. সার্কিটের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষাকরণ:

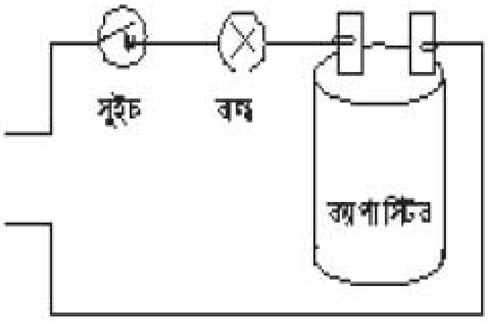
তথ্য: ক্যাপাসিটর এক প্রকার বৈদ্যুতিক যন্ত্র যাতে চার্জ সঞ্চিত থাকে। এর ক্ষমতা মাইক্রো ফ্যারাডে প্রকাশ করা হয়। বিভিন্নভাবে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করা যায়। এ প্রধানত তিন প্রকার, যথা- সার্কিটের সাহায্যে টেস্ট, ওহম মিটার ও অ্যানালাইজারের সাহায্যে টেস্ট।

যন্ত্রপাতি: ওহম মিটার।

উপকরণাদি: ক্যাপাসিটর, হোল্ডার, বাল্ব, প্লাগ, সকেট।

সার্কিটের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

ক্যাপাসিটর পরীক্ষার জন্য সার্কিট তৈরি করে ওহম মিটার দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। সার্কিটে সাপ্লাই দিতে হবে। সার্কিটের ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে হবে। ক্যাপাসিটরের প্যারালাল ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে হবে। ক্যাপাসিটরের রেটিং এবং প্রান্ত ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে হবে।

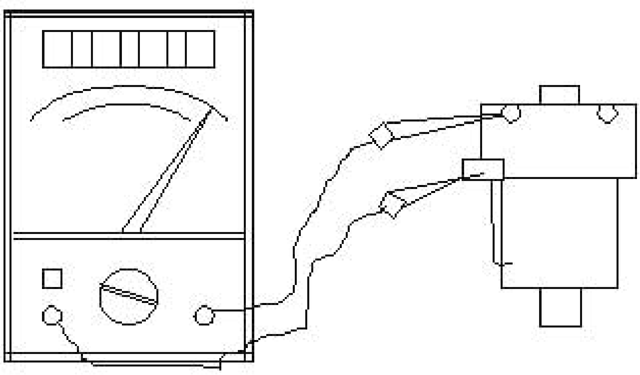


চিত্র- ১.২৬: সার্কিটের সাহায্যে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা।

১.২৫. কারেন্ট কয়েল রীলে পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: কয়েলের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে সেখানে চুম্বকত্বের সৃষ্টি হয়। এ চুম্বক শক্তির প্রভাবে যে রীলের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয় তাকে কারেন্ট কয়েল রীলে বলে। নরম্যাল পজিশনে এ রীলে বিচ্ছিন্ন (অফ) অবস্থায় থাকে। আর এনার্জাইসড হলে অন অবস্থায় থাকে।

যন্ত্রপাতি: রীলে, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।



চিত্র- ১.২৭: কারেন্ট কয়েল রীলে পরীক্ষা।

কারেন্ট কয়েল রীলে পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও টুলস সংগ্রহ করতে হবে। অ্যাভোমিটারকে ওহম রেঞ্জে সেট করে রীলে কয়েলের সংযোগ ও রীলে কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। রীলের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। রীলেটি চিত্রের মতো থাকলে অফ দেখাবে আর উল্টিয়ে দিলে অন বা কন্টিনিউটি দেখাবে।

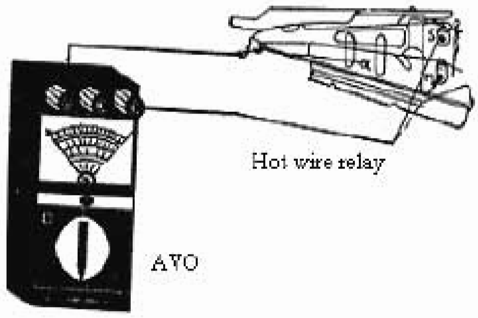
১.২৬. হট ওয়্যার রীলে পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ যে রীলের ওয়্যার বা তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং উক্ত তার মোটর পূর্ণ গতি প্রাপ্তির পর উক্ত ওয়্যার মোটরের স্টার্টিং-এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে। কোন কারণে মোটর বেশি বৈদ্যুতিক লোড গ্রহণের চেষ্টা করলে হট ওয়্যার মেন বা রানিং পয়েন্ট বিচ্ছিন্ন করে ওভারলোডের কাজ করে।

যন্ত্রপাতিঃ রীলে, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

হট ওয়্যার রীলে পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

অ্যাভোমিটার দিয়ে রীলের দুই প্রান্তের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টগুলোর কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। রীলের কভার খুলে ভিতরের তার, পাত ও কন্ট্যাক্ট পয়েন্টগুলো পর্যবেক্ষণ করতে হবে। যদি স্টার্টিং এবং রানিং-এর পাত মেইন পয়েন্টের সাথে কন্টিনিউটি দেখায় এরপর পর্যায়ক্রমে চাপ দিলে পর্যায়ক্রমে ডিসকন্টিউটি দেখালে আবার চাপ ছেড়ে দিলে পুনরায় কন্টিনিউটি দেখালে ইহা ভালো। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ১.২৮ঃ হট ওয়্যার রীলে পরীক্ষা।

১.২৭. পটেনশিয়াল রীলে পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ নরম্যাল অবস্থায় এ রীলের স্টার্টিং পয়েন্ট অন অবস্থায় থাকে। বিদ্যুৎ প্রাপ্তির পর এনার্জাইসড হলে স্টার্টিং ক্যাপাসিটর পয়েন্ট বিচ্ছিন্ন হয়। এ রীলের ১, ২ ও ৫ পয়েন্টে সংযোগ দিতে হয়।

যন্ত্রপাতিঃ রীলে, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

চিত্র- ১.২৯ঃ পটেনশিয়াল রীলে পরীক্ষা।

পটেনশিয়াল রীলে পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার দিয়ে রীলের কভার খুলতে হবে। অ্যাভোমিটার দিয়ে রীলে কয়েলের ও অন্যান্য পয়েন্টের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। রীলের ২ ও ৫ এবং ১ ও ৫ পয়েন্ট একই ওহম দেখাবে আর ১ ও ২ পয়েন্ট ০ ওহম দেখালে। কন্ট্যাক্ট পয়েন্টগুলো ঠিক আছে। বৈদ্যুতিক সংযোগ দিলে ১ ও ২ পয়েন্ট ডিকন্ট্যাক্ট হলে রীলে ও রীলের কয়েলের কার্যকারিতা সঠিক আছে। অন্যথায় খারাপ।

চিত্র- ১. রীলে, ২. অ্যাভোমিটার

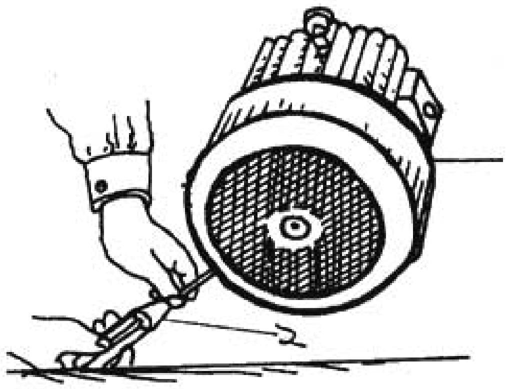
১.২৮. স্প্লিট কেজ (ওপেন টাইপ) মোটর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ একটি কেইজকে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলের মাধ্যমে বিভক্ত করে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহের ব্যবস্থা দ্বারা যে মোটর কাজ করে তাকে স্প্লিট কেইজ মোটর বলে। রানিং কয়েল অপেক্ষা স্টার্টিং কয়েলে বেশি রোধ থাকে। এবং স্টার্টিং কয়েল অপেক্ষা রানিং কয়েলের তার মোটা থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, স্প্লিট কেইজ মোটর, ওহম মিটার ইত্যাদি।

স্প্লিট কেজ (ওপেন টাইপ) মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার দিয়ে মোটরের টার্মিন্যাল বক্স খুলতে হবে। ওহম মিটার দিয়ে মোটর কয়েল, বিভিন্ন পয়েন্টের কন্টিনিউটি দেখাবে। মোটরের গ্রাউন্ড বা বডি পরীক্ষায় ডিফ্লেক্ট্যান্ট দেখাবে। মোটরের সংযোগ অ্যাভোমিটার দিয়ে পরীক্ষা করলে কন্টিনিউটি দেখাবে। মোটরের সাইড কভার খুলে সেন্ট্রিফিউগাল সুইচেরও কন্টিনিউটি পরীক্ষায় ইহা নরম্যালি কন্টিনিউটি দেখাবে। মোটর বিয়ারিং নির্বিঘ্নভাবে ঘুরবে।

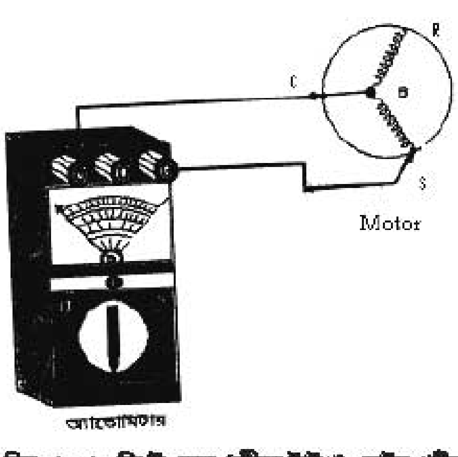


চিত্র- ১.৩০ঃ স্প্লিট কেজ (ওপেন টাইপ) মোটর পরীক্ষা।

১.২৯. স্প্লিট কেজ (সীল্ড টাইপ) মোটর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ স্প্লিট কেইজ মোটর দু' ধরনের, যথা- ওপেন টাইপ ও সীল্ড টাইপ। সীল্ড কেইজ মোটর ডোমের মধ্যে আবদ্ধ থাকে। অ্যাভো বা ওহম মিটারের সাহায্যে এর কয়েলদ্বয়ের অবস্থা পরিমাপ করে মোটর পরীক্ষা করা হয়।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, স্প্লিট কেইজ সিল্ড টাইপ মোটর, অ্যাভো বা ওহম মিটার ইত্যাদি।



চিত্র- ১.৩১ঃ স্প্লিট কেজ (সীল্ড টাইপ) মোটর পরীক্ষা।

স্প্লিট কেজ (সীল্ড টাইপ) মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ- মোটরের টার্মিনাল কভার খুলতে হবে। মোটরের কয়েলের ও টার্মিনালের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের গ্রাউন্ডিং কন্টিনিউটি দেখাবে না। মোটরের ওয়াইন্ডিং এর রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে এবং C ও S ভিন্ন পরিমাণ ওহম দেখালে, প্রাপ্ত ওহমদ্বয়ের সমষ্টি S ও R ওহমের সমান হলে মোটর ভালো। অন্যথায় খারাপ। যেটি সবচেয়ে কম ওহম দেখাবে সেটি রানিং টার্মিন্যাল।

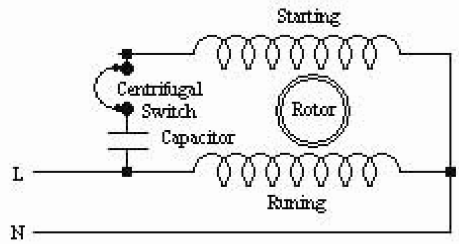
১.৩০. ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ যে স্প্লিট টাইপ মোটর ক্যাপাসিটর দ্বারা স্টার্ট করা হয় তাকে ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর বলে। মোটরের স্টার্টিং টর্ক বৃদ্ধি করার জন্য ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয়।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যালেন কি, রেঞ্চ, ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর, ডিজিট্যাল ক্লাম্প টাইপ অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার দিয়ে টার্মিন্যাল কভার খুলে টার্মিন্যালের সংযোগের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের ওয়াইন্ডিং-এর ওহম পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের গ্রাউন্ডিং পরীক্ষায় অসীম ওহম দেখালে, গ্রাউন্ডিং হয়নি। মোটরের ক্যাপাসিটর পরীক্ষায় অ্যাভোমিটারের কাঁটা দ্রুত স্থানান্তর হয়ে ধীরে ধীরে ফিরে আসলে ভালো। মোটরের সাইড কভার খুলে সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ পরীক্ষায় কন্টিনিউটি দেখালে ভালো। মোটর বিয়ারিং সহজে ঘুরলে ভালো। অন্যথায় খারাপ।

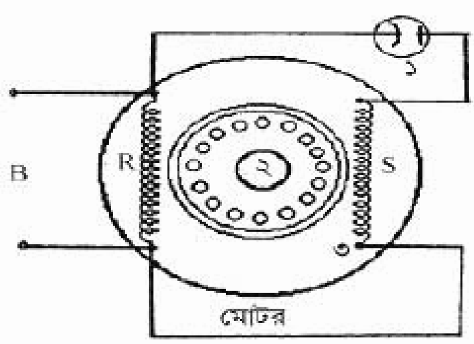


চিত্র- ১.৩২ঃ ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর।

১.অতিরিক্তঃ ক্যাপাসিটর রান মোটর পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ যে স্প্লিট টাইপ মোটরে রানিং ক্যাপাসিটরের ব্যবহার করা হয় তাকে ক্যাপাসিটর রান মোটর বলে। মোটরের রানিং টর্ক বৃদ্ধি করার জন্য এ ধরনের ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয়। মোটর চলন্ত অবস্থায় ক্যাপাসিটর লাইনে কাজ করে বিধায় একে ক্যাপাসিটর রান মোটর বলে।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যালেন কী, রেঞ্চ, ক্যাপাসিটর রান মোটর, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।



ক্যাপাসিটর রান মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

মোটরের টার্মিন্যাল কভার খুলে টার্মিন্যাল বক্সের সংযোগ পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের ওয়াইন্ডিং কন্টিনিউটি বা ওহম দেখালে, মোটরের বডি বা গ্রাউন্ডিং পরীক্ষায় অসীম ওহম দেখালে এবং মোটর বিয়ারিং বাধাহীন ও নিঃশব্দে চললে। ইহা ভালো। অন্যথায় খারাপ।

চিত্র- ১.৩৩ঃ রান ক্যাপাসিটর মোটর।

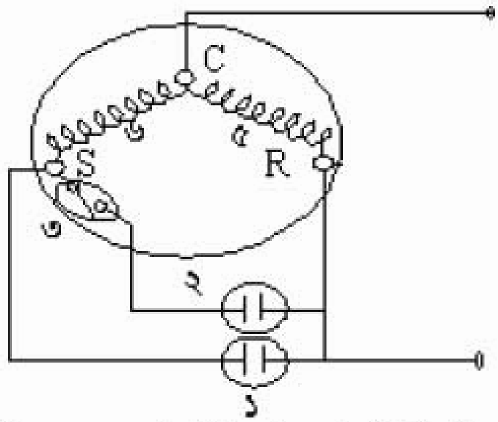
১.৩১. ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর পরীক্ষাকরণ (ওপেন টাইপ)ঃ

তথ্যঃ যে স্প্লিট টাইপ মোটরে রানিং ও স্টার্টিং ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয় তাকে ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর বলে। মোটর স্টার্ট করার সময় উভয় ক্যাপাসিটর ও রানিং অবস্থায় শুধু রান ক্যাপাসিটর লাইন পায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যালেন কী, রেঞ্চ, ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

মোটরের টার্মিন্যাল কভার খুলে মোটরের টার্মিন্যালের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। ক্যাপাসিটরগুলোর অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের ওয়াইন্ডিং কন্টিনিউটি বা ওহম দেখালে, মোটরের বডি বা গ্রাউন্ডিং পরীক্ষায় অসীম ওহম দেখালে এবং মোটর বিয়ারিং বাধাহীন ও নিঃশব্দে চললে ইহা ভালো। অন্যথায় খারাপ। চিত্রে- ১. রান ক্যাপাসিটর, ২. স্টার্ট ক্যাপাসিটর, ৩. সেন্ট্রিফিউগ্যাল সুইচ।



চিত্র- ১.৩৪: ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর।

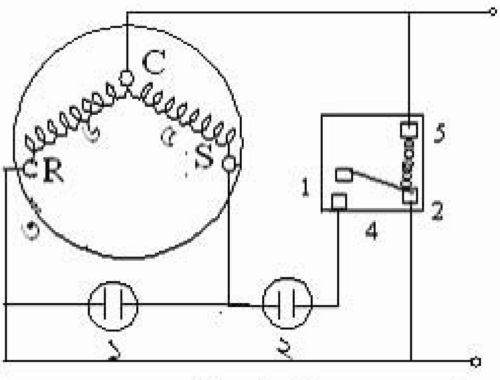
১.অতিরিক্তঃ ক্যাপাসিটর স্টার্ট অ্যান্ড রান মোটর পরীক্ষাকরণ (সীল্ড টাইপ)ঃ

তথ্যঃ যে স্প্লিট টাইপ মোটরে রানিং ও স্টার্টিং ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয় তাকে ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর বলে। মোটর চালু করার সময় উভয় ক্যাপাসিটর ও চলন্তাবস্থায় শুধু রান ক্যাপাসিটর লাইন পায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যালেন কী, রেঞ্চ, ক্যাপাসিটর রান অ্যান্ড স্টার্ট মোটর, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

ক্যাপাসিটর স্টার্ট অ্যান্ড রান (সীল্ড টাইপ) মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

মোটরের কভার খুলে টার্মিন্যাল শনাক্ত ও কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। টার্মিন্যাল শনাক্তের সময় যে ২টি টার্মিন্যালে সবচেয়ে বেশি ওহম দেখাবে সে ২টি বাদে অন্য টার্মিন্যালটি কমন। কমনের সাথে যেটি কম ওহম দেখাবে সেটি রানিং টার্মিন্যাল অথবা যেটি বেশি ওহম দেখাবে সেটি স্টার্টিং টার্মিন্যাল। ক্যাপাসিটরগুলো পরীক্ষায় অ্যাভোমিটারের কাঁটা দ্রুত স্থানান্তর হয়ে ধীরে ধীরে পূর্ব জায়গায় ফিরে আসলে, উহা ভালো। বডি বা গ্রাউন্ডিং পূর্বের মতো পরীক্ষা করতে হবে।



চিত্র- ১.৩৫: ক্যাপাসিটর স্টার্ট অ্যান্ড রান মোটর।

চিত্রে- ১. রান ক্যাপাসিটর, ২. স্টার্ট ক্যাপাসিটর, ৩. মোটর, ৪. রীলে। ১৭০

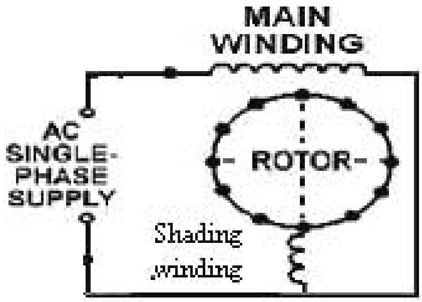
১.৩২. শেডেড পোল মোটর পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: যে মোটরে প্রধান কয়েলের সাথে অতিরিক্ত একটা শেডিং কয়েল থাকে তাকে শেডেড পোলমোটর বলে। এ ধরনের মোটরের ক্ষমতা খুবই কম। এটি নন-ফ্রস্ট রিফ্রিজারেটর ও ডিপ ফ্রিজারে ব্যবহার করা হয়।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যালেন কী, রেঞ্চ, শেডেড পোল মোটর, অ্যাভো বা ওহম মিটার ইত্যাদি।

শেডেড পোল মোটর পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে।-

মোটরের কভার খুলে ওয়াইন্ডিং-এর কন্টিনিউটি পরীক্ষায় ওহম দেখালে, ভালো। মোটরের বুশ ক্লিয়ারেন্স পরিমিত মাত্রায় থাকতে হবে। কভার সংযুক্ত করে মোটর চালালে ইহা বাধাহীন ভাবে চললে, ক্লিয়ারেন্স সঠিক মাত্রায় আছে।



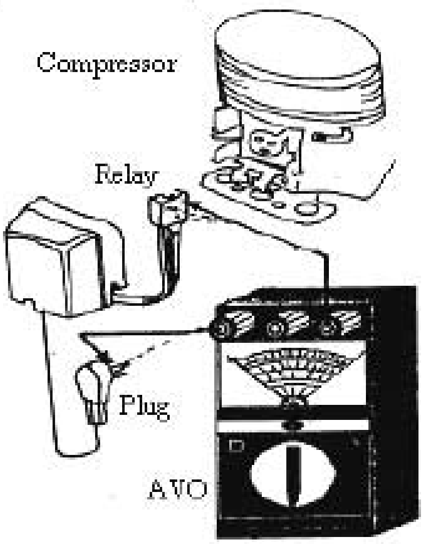
চিত্র- ১.৩৬। শেডেড পোল মোটর পরীক্ষা।

১.৩৩. রিফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষাকরণ।

তথ্য: হিমায়ন চক্রের কম্প্রেসর মোটর, ফ্যান মোটর, টাইমার মোটর ইত্যাদি চালানোর জন বৈদ্যুতিক বর্তনী প্রয়োজন হয়। আর এ সার্কিট নিয়ন্ত্রণ ও নিরাপত্তার জন্য বিশেষ ডিভাইসের দরকার। এগুলো সার্কিটে ব্যবহারের পূর্বে এবং সার্কিটে সরবরাহ দেওয়ার পূর্বে সার্কিটটি পরীক্ষা করা খুবই জরুরি।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, ওহম বা অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদি: তার, প্লাগ, থার্মোস্ট্যাট, ওভারলোড প্রটেক্টর, কম্প্রেসর মোটর, রীলে, ক্যাপাসিটর, ডোর সুইচ, কেবিনেট ল্যাম্প ইত্যাদি।



চিত্র- ১.৩৭: রিফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা।

রিফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

ওহমমিটার দিয়ে সাপ্লাই প্লাগ পয়েন্ট পরীক্ষায় কন্টিনিউটি দেখালে এবং রিফ্রিজারেটরের মোটর টার্মিন্যাল পরীক্ষায় কন্টিনিউটি দেখালে, রিফ্রিজারেটরের ওভারলোড প্রটেক্টর, রীলে, ক্যাপাসিটর ও থার্মোস্ট্যাট ইত্যাদির টার্মিন্যাল পরীক্ষা কন্টিনিউটি দেখালে, ব্যবহৃত বাতি ও ডোর সুইচ পরীক্ষা কন্টিনিউটি দেখালে এবং বডির প্রান্ত পরীক্ষায় অসীম ওহম দেখালে ইহা ভালো। অন্যথায় খারাপ।

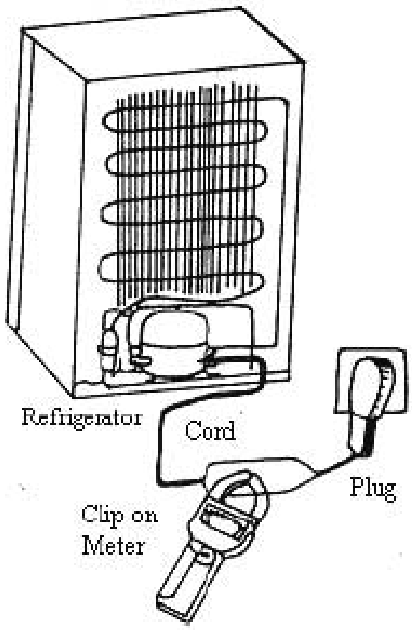
১.৩৪. রিফ্রিজারেটর চালুকরণঃ

তথ্যঃ আমাদের দেশে ২২০ ভোল্ট সরবরাহ দ্বারা বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি (রিফ্রিজারেটর) চালিত হয়। রিফ্রিজারেটর চালু করার পূর্বে রিফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত মোটরের ভোল্ট এবং সরবরাহ ভোল্ট সম্পর্কে সঠিক তথ্য ও জ্ঞান থাকতে হবে।

যন্ত্রপাতিঃ রিফ্রিজারেটর, অ্যাভোমিটার, প্লায়ার্স, ক্লাম্প টাইপ অ্যাম্পিয়ার মিটার, নিয়ন টেস্টার ইত্যাদি।

রিফ্রিজারেটর চালু করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

টেস্টার ও অ্যাভোমিটার দিয়ে সকেটের সাপ্লাই ভোল্টেজ ১৮০ হতে ২২০ ভোল্ট থাকতে হবে। অ্যাভোমিটার দিয়ে রিফ্রিজারেটরের প্লাগ পরীক্ষা করে সাপ্লাইয়ে সংযোগ করতে হবে। চিত্রের ন্যায় ক্লাম্প টাইপ অ্যাম্পিয়ার মিটার সংযোগ দিয়ে মোটর চালু করতে হবে। নির্ধারিত মানের কারেন্ট দেখালে ইহা সঠিক আছে। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ১.৩৮: রিফ্রিজারেটর চালু করণ।

১.৩৫. থার্মোস্ট্যাট (বিলোজ টাইপ) পরীক্ষাকরণঃ

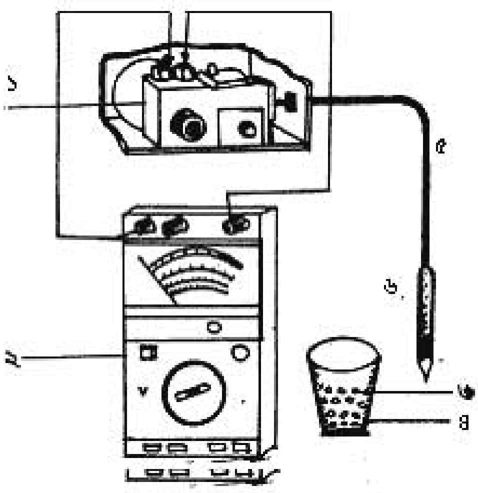
তথ্যঃ থার্মোস্ট্যাটের সেন্সিবল টিউব ও রিমোট বাল্বে হিমায়ক জাতীয় পদার্থ চার্জ করা থাকে। উক্ত প্রবাহী তাপে সম্প্রসারিত হয় আর তাপ কমলে সংকুচিত হয়। নরম্যাল অবস্থায় এর কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট অন অবস্থায় থাকে। ঠাণ্ডা হলে অফ হয়ে যায়।

যন্ত্রপাতিঃ থার্মোস্ট্যাট, প্লায়ার্স, স্ক্রু-ড্রাইভার, ওহম মিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ বরফের পাত্র, বরফ, লবণ ইত্যাদি।

থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করার জন্য কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ- থার্মোস্ট্যাটের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের কন্টিনিউটি দেখতে হবে। থার্মোস্ট্যাট সর্বনিম্ন অবস্থানে রেখে ফিলার টিউব বা রিমোট বাল্ব লবণ মিশ্রিত বরফের মধ্যে রেখে কন্টিনিউটি পরীক্ষায় কিছুক্ষণ পর ডিসকন্ট্যাক্ট দেখালে এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।

চিত্রে- ১. থার্মোস্ট্যাট, ২. ওহম মিটার, ৩. বরফ, ৪. পাত্র, ৫. সেন্সিবল টিউব, ৬. রিমোট বাল্ব।



চিত্র- ১.৩৯: থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা।

১.৩৬. উইন্ডো এয়ারকন্ডিশনারের ম্যানুয়াল টাইপ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষাকরণ:

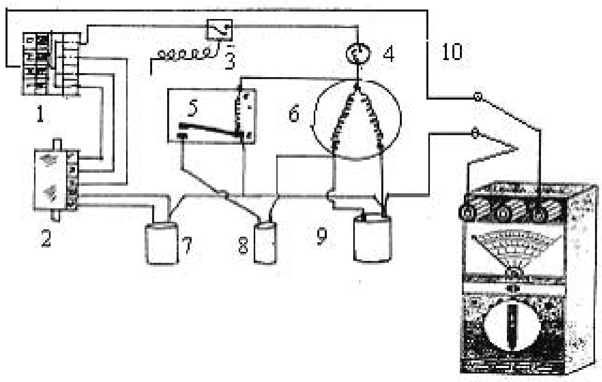
তথ্যঃ সার্কিটের ডিভাইস ব্যবহারের পূর্বে পৃথক পৃথকভাবে পরীক্ষা করতে হবে। পূর্ণাঙ্গ সার্কিটে সরবরাহ দেওয়ার পূর্বে সার্কিটটিও পরীক্ষা করা খুবই অপরিহার্য।

যন্ত্রপাতিঃ টেস্টার, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ চিত্রে- ১. সিলেক্টর সুইচ, ২. ব্লোয়ার ফ্যান মোটর, ৩. থার্মোস্ট্যাট, ৪. ওভার লোড প্রটেক্টর, ৫. পটেনশিয়্যাল ৬. কমপ্রেশর মোটর, ৭. ফ্যান ক্যাপাসিটর, ৮. স্টার্ট ক্যাপাসিটর, ৯. রান ক্যাপাসিটর, ১০. তার, ইত্যাদি।

উইন্ডো এসির ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

অ্যাভোমিটার দিয়ে প্লাগ পয়েন্ট কমপ্রেশর মোটর টার্মিন্যালের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। এয়ারকুলারের থার্মোস্টেট, রীলে, ওভারলোড, সিলেক্টর সুইচ পরীক্ষা করতে হবে। ব্লোয়ার ফ্যান মোটরের টার্মিন্যাল পরীক্ষা করতে হবে।



চিত্র- ১.৪০: উইন্ডো এসির ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা।

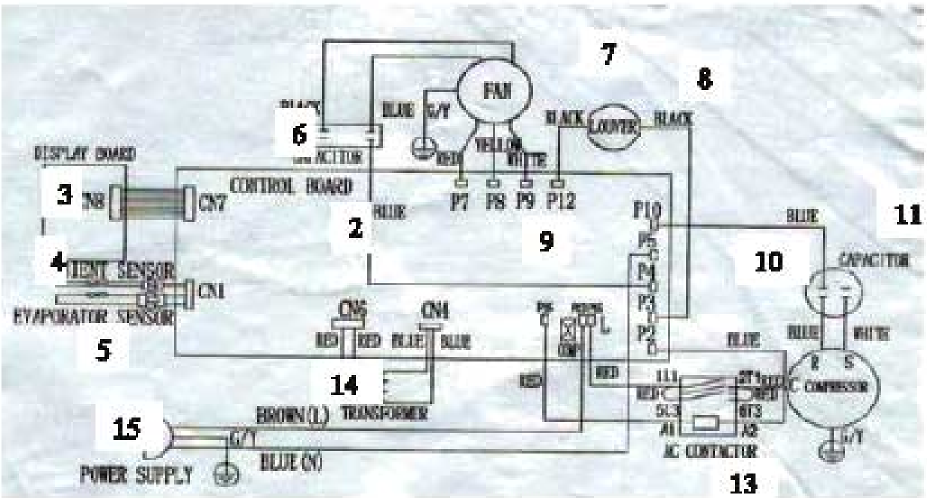
১.৩৭. উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের রিমোট কন্ট্রোল টাইপ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষাকরণ:

তথ্যঃ রিমোট কন্ট্রোল উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে নিম্নোক্ত ডিভাইসগুলো অতিরিক্ত হিসাবে থাকে। সার্কিটটি ব্যবহারের পূর্বে ডিভাইসগুলো পৃথক পৃথকভাবে পরীক্ষা করতে হবে। পূর্ণাঙ্গ সার্কিটে সরবরাহ দেওয়ার পূর্বে সার্কিটটিও পরীক্ষা করতে হবে।

যন্ত্রপাতিঃ টেস্টার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ চিত্রে- ১. রিমোট কন্ট্রোল, ২. পিসিপি/ কন্ট্রোল বোর্ড, ৩. ডিসপ্লে বোর্ড ৪. অ্যামবিয়েন্ট সেন্সর, ৫. ইভ্যাপরেটর সেন্সর, ৬. ফ্যান ক্যাপাসিটর, ৭. ফ্যান মোটর, ৮. লাউভার মোটর, ৯. ফ্যান স্পিড কন্ট্রোল পিন, ১০. কমপ্রেশর, ফ্যান ও লাউভার মোটর কন্ট্যাক্ট পিন, ১১. রান ক্যাপাসিটর, ১২. কমপ্রেশর মোটর, ১৩. কন্ট্যাক্টর, ১৪.ট্রান্সফরমার, ১৫. প্লাগ/পাওয়ার সাপ্লাই ইত্যাদি।

উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা করার কাজটি নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ- অ্যাভোমিটার দিয়ে প্লাগ পয়েন্ট (১৫) কমপ্রেশর মোটর পয়েন্ট (PCP-এর P2-P10, P10-2:1/1L1/P15, P10-A2/A1/P16 ইত্যাদি) কন্টিনিউটি পরীক্ষা ও শনাক্ত করতে হবে। এয়ার কুলারের অ্যামবিয়েন্ট সেন্সর (৪), ইভ্যাপরেটর সেন্সর (৫) এর CN1 পয়েন্ট, কন্ট্যাক্টর (১৩)এর (1L1-2:1, 5L3-6:3, A1- A2) গুলো পরীক্ষা ও শনাক্ত করতে হবে। ব্লোয়ার ফ্যান মোটরের স্পিড কন্ট্রোল পিন (PCP- 9-এর P7, P8, P9, P12 ইত্যাদি) গুলো পরীক্ষা ও শনাক্ত করতে হবে।



চিত্র- ১.৪১: রিমোট কন্ট্রোল উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট পরীক্ষা।

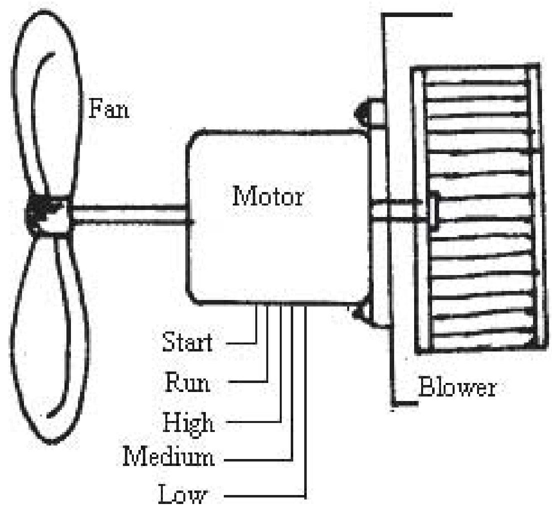
১.৩৮. উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ফ্যান মোটর পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনার ব্যবহৃত কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য মূলত ব্লোয়ার ফ্যান মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এটি ২ বা ৩ বা ৪ গতির হতে পারে। এ গতির উপর ভিত্তি করে সিলেক্টর সুইচ সেট করা হয়।

যন্ত্রপাতি: উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ফ্যান মোটর, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্রায়ার্স, অ্যাভোমিটার, টেস্টার ইত্যাদি।

উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ফ্যান মোটর পরীক্ষা করার জন্য নিম্নোক্ত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হয়:-

ফ্যান ব্লেড হালকা ঘুরিয়ে ঘূর্ণন অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে। ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে। ফ্যান মোটরের টার্মিনাল শনাক্ত করতে হবে। মোটর ওয়্যাইন্ডিং-এর কন্টিনিউটি পরীক্ষায় ওহম দেখালে মোটরের বডি বা গ্রাউন্ডিং পরীক্ষায় O (শূন্য) ওহম দেখালে প্লাগ, ও সার্কিটের কন্টিনিউটি পরীক্ষায় কন্টিনিউটি দেখালে, প্লাগ সংযোগ দিয়ে সিলেক্টর সুইচের সাহায্যে ফ্যান মোটর চালু করে কারেন্ট পরিমাপে নির্ধারিত কারেন্ট দেখালে এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ১.৪২: উইন্ডো এয়ার-কন্ডিশনারের ফ্যান মোটর পরীক্ষা।

রিফ্রিজরেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-১

দ্বিতীয় পত্র (দশম শ্রেণি)

তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক

২০২০

অধ্যায়-০১

রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলস (নিয়ন্ত্রক)

(Refrigeration Controls)

হিমায়ন কার্যক্রমের জন্য রিফ্রিজারেন্ট বা হিমায়ক প্রবাহের প্রয়োজন হয়। পরিমিত মাত্রায় রিফ্রিজারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ ব্যতীত ঈপ্সিত তাপমাত্রা সংরক্ষণ করা যায় না। তাপমাত্রা ও বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা এ প্রবাহ মাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এ ক্ষেত্রে তাপমাত্রা, চাপ ও বিদ্যুৎ প্রবাহ পারস্পরিক নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে মিকানিক্যাল কার্যক্রম (সুইসিং) নিয়ন্ত্রিত হয়।

১.১. রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলসঃ

ইংরেজি Control শব্দের অর্থ নিয়ন্ত্রণ করা। এ Control শব্দ হতে Controller বা নিয়ন্ত্রক শব্দটি এসেছে। যে যন্ত্র কোন কিছু নিয়ন্ত্রণ করে তাকে নিয়ন্ত্রক (Controller or controlling device) বলে। কোন কোন ক্ষেত্রে Controller বা Controls বা নিয়ন্ত্রক হিসেবে বিবেচনা করা হয়। কোন বস্তু বা জায়গা নির্দিষ্ট মাত্রায় ঠান্ডা করার জন্য অপেক্ষাকৃত বেশি ক্ষমতার ইউনিট (Unit) বা প্ল্যান্ট (Plant) ব্যবহার করতে হয়। তা না হলে প্রয়োজনীয় পরিমাণ তাপমাত্রা পাওয়া সম্ভবপর নয়। বেশি ক্ষমতার যন্ত্রটিকে নিয়ন্ত্রণ করে প্রয়োজনীয় পরিমাণ তাপমাত্রা দ্বারা প্রত্যাশিত জায়গা বা বস্তুকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তাপমাত্রার এরূপ নিয়ন্ত্রণে Controller এর বেশ দরকার হয়। তাছাড়া প্রয়োজন পূরণ হবার পর যখন প্ল্যান্ট বা ইউনিট বন্ধ ও পুনঃপরিচালনা ইত্যাদি বহুবিধ কাজে নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়।

১.২. রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলসের প্রয়োজনীয়তাঃ

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এর প্রশার বৃদ্ধির সাথে সাথে ইহার ইউনিট ও প্ল্যান্টসমূহ স্বয়ংক্রিয় পরিচালনার প্রসঙ্গ দেখা দেয়। পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন প্রয়োজনে রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমকে স্বয়ংক্রীয় করণার্থে কিছু সাহায্যকারী যন্ত্র-যন্ত্রাংশ ব্যবহার করা হয় যা কন্ট্রোলস নামে পরিচিত। কন্ট্রোলসের সাহায্যে সিস্টেমের রিফ্রিজারেন্ট ও কারেন্ট নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ব্যবস্থাপনাকে স্বয়ংক্রিয় করা হয়। তাই নিম্নোক্ত প্রয়োজনে কন্ট্রোলস ব্যবহার করা হয়।

১। সুষ্ঠুভাবে সিস্টেম চালু ও বন্ধ করা,
২। সিস্টেমের নিরাপত্তা ব্যবস্থা দৃঢ় করা,
৩। সিস্টেমের দুর্ঘটনা কম ঘটে,
৪। সময়ের যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করা,
৫। অর্থ ও শ্রম সাশ্রয় করা,
৬। প্রত্যাশিত মাত্রায় তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ সম্ভব করা,
৭। দ্রব্যাদি বিনষ্ট বা অপচয় কম করা,
৮। প্লান্টের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি করা ইত্যাদি।

কাঙ্খিত মাত্রায় উষ্ণতা পাবার জন্য দুটি কাজের প্রয়োজন। যথা-

১. হিমায়ক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ,
২. বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ ।

কাজ দুটি করার জন্য দুই ধরনের নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়। যা নিম্নরূপ-

ক. হিমায়ক প্রবাহ নিয়ন্ত্রক: (Refrigerant flow controllers):

হিমায়ক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণকারী ডিভাইসের নাম হলো হিমায়ক নিয়ন্ত্রক বা Refrigerant: flow Controllers .এটি ইউনিটের হিমায়ক প্রবাহ (চাপ) নিয়ন্ত্রণ করে তাপমাত্রা নির্দিষ্ট মাত্রায় রাখে।

খ. বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রক (Current controllers) :

এটি ইউনিটের বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বজায় রাখে। যে যন্ত্র তাপের প্রভাবে প্রভাবিত হয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাকে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রক বলে। এর সাহায্যে বৈদ্যুতিক বর্তনীকে ON-OFF করা হয়। একে দুইভাগে ভাগ করা হয়-

১। পরিচালনা নিয়ন্ত্রক (Operating Controllers):

এর সাহায্যে সাধারণত কমপ্রেশর মোটরকে পরিচালনা (ON-OFF) করে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। মোটর যখন চলে তখন কমপ্রেশর চলে এবং হিমায়ক প্রবাহিত হয়। তখন ঠান্ডার কাজ সম্পাদিত হয়। মোটর বন্ধ হলে কমপ্রেশরও বন্ধ হয়। ফলে হিমায়ক প্রবাহ বন্ধ হয়।

২। নিরাপত্তামূলক নিয়ন্ত্রক (Protective Controller):

এটি মূলত হিমায়ক প্রবাহের পরিমাণের ভিত্তিতে কমপ্রেশর মোটরকে চালু এবং বন্ধ করে অথবা তাপমাত্রার ভিত্তিতে হিমায়ক প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে।

১.৩. রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলসের তালিকা :

ক্রমিক	কন্ট্রোল্সের নাম
১	হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রক (Refrigerant pressure cut out)
২	কমপ্রেশর অয়ল চাপ নিয়ন্ত্রক (Compressor oil pressure cut out)
৩	সলেনয়েড ভ্যালভ (Solenoid valve)
৪	টাইমার (Timer)
৫	টেম্পারেচার কাট আউট বা থার্মোস্ট্যাট (Temrerature cut-out or thermostat)
৬	হিউমিডিস্ট্যাট (Humidistat)
৭	ফ্লোট কন্ট্রোলার (Float controller)
৮	রিলে (Relay)
৯	ওভারলোড প্রটেকটর (Over load protector)
১০	কন্ট্যাক্টর (Contactor), স্টার্টার (Starter), রিমোট (Remote) ইত্যাদি।

ফ্লোট কন্ট্রোলার:

ফ্লোট কন্ট্রোলার এক ধরনের প্রবাহী নিয়ন্ত্রক বা লিমিট সুইচ (Limit switch)। এ তরলের উচ্চতা স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করার বিশেষ ব্যবস্থা। এর ফ্লোট তরল লেভেলের উচ্চতানুসারে (উচ্চ সীমা) প্রবাহ পোর্ট খোলে এবং বন্ধ করে। ব্রাইন, চিল্ড ওয়াটার, কন্ডেন্সার কুলিং ওয়াটার, স্টীম, হিমায়ক ইত্যাদি প্রবাহীর সীমা (Limit) বা পরিমাণ অনুযায়ী পাম্প, সলেনয়েড ভ্যাল্‌ভ ইত্যাদিকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ফ্লোট কন্ট্রোল ব্যবহার করা হয়। এর ফ্লোটটি তরলের উপর ভাসমান অবস্থায় থাকে। যা তরলের লিমিট তথা উচ্চতার উপর ভিত্তি করে প্রবাহী বা বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে। তরলের উপর ভাসমান থেকে কাজ করে বিধায় একে ফ্লোট কন্ট্রোল বলে। এটি দুটি নীতিতে কাজ করে-

১। তরল লেভেল বেড়ে গেলে তরল বা বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ (Off-on) করে।

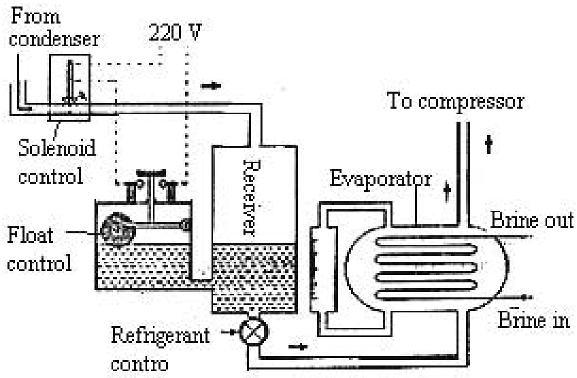
২। তরল লেভেল কমে গেলে তরল বা বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ (Off-on) করে।

২০২০

হিমায়ন পদ্ধতিতে ফ্লোট ভাল্ভের (কার্যক্রম)ব্যবহারঃ

বর্ণনাঃ

চিত্রানুযায়ী ফ্লোট সুইচ রিসিভারের সাথে স্থাপন করা থাকে। কন্ডেন্সার থেকে আসা তরল হিমায়ক রিসিভারে এসে জমা হয়। ফলে তরল লেভেল বৃদ্ধি পেতে থাকে। ফ্লোট সর্বোচ্চ সীমা অতিক্রমের সময় চিত্রানুযায়ী বৈদ্যুতিক কন্টাক্ট বিচ্ছিন্ন হওয়াতে সলেনয়েড ভ্যালভ প্রবাহ পোর্টকে বন্ধ করে দেয়। অপর দিকে রিসিভার বা কিপিং ট্যাংক হতে তরল হিমায়ক ইভ্যাপরেটরে প্রবাহিত হবার কারণে তরল লেভেল পুনরায় কমে যাওয়াতে ফ্লোটটি নিচে নামে এবং বৈদ্যুতিক কন্ট্যাক্ট অন হলে সলেনয়েড প্রবাহ পোর্ট খুলে দেওয়াতে কিপিং ট্যাংকে প্রবাহী প্রবাহ শুরু হয়। প্রবাহী লেভেল উপরে উঠলে প্রবাহ বন্ধ হয়। এভাবে কার্যক্রমটি চলতে থাকে।



চিত্রঃ ১.১ঃ হিমায়ন পদ্ধতিতে ফ্লোট ভাল্ভের ব্যবহার।

হিউমিডিস্ট্যাটঃ

পরিকল্পিত স্থানের নিয়ন্ত্রিত বাতাসের জলীয় আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের জন্য হিউমিডিস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। পরিমিত মাত্রা অপেক্ষা আর্দ্রতা বেড়ে গেলে হিউমিডিফায়ারকে বন্ধ এবং আবার উক্ত স্থানের আর্দ্রতা কমানোর ক্ষেত্রে আর্দ্রতা অতিমাত্রায় কমে যাওয়ার ক্ষেত্রে হিউমিডিস্ট্যাট ডিহিউমিডিফায়ারকে বন্ধ করে দিয়ে স্থানটির আর্দ্রতা অনুকূলে রাখে। হিউমিডিস্ট্যাট মূলত বৈদ্যুতিক সরবরাহকে সংযোগ-বিচ্ছিন্ন করে হিউমিডিফায়ার বা ডিহিউমিডিফায়ারকে নিয়ন্ত্রণ করে। (অধ্যায়- ১৫-তে বিস্তারিত রয়েছে)।

১.৪. নিয়ন্ত্রকের তালিকা ও ব্যবহার ক্ষেত্র :

হিমায়ন শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাকে সুষ্ঠু অর্থবহ পরিচালনর জন্য অনেক নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়। প্রত্যেকটি ডিভাইসের ভিন্ন ভিন্ন কাজ হলেও মূল উদ্দেশ্য অভিন্ন। হিমায়ন শীতাতপ ও নিয়ন্ত্রণে নিম্নোক্ত নিয়ন্ত্রকগুলোর নাম ছকে বর্ণিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
ক.থার্মোস্ট্যাট	রিফ্রিজারেশন, ফ্রিজার, ওয়াটার কুলার ইত্যাদি
খ. রীলে	ঐ
গ. ওভারলোড প্রটেকটর	ঐ
ঘ. টাইমার	নন‌ফ্রস্ট রিফ্রিজারেটর, ইনকিউবেটর, স্প্লিট এসি স্টাবিলাইজার ইত্যাদি।
ঙ. হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রক	বরফ কল, হিমাগার, এয়ার-কন্ডিশনিং প্লান্ট ইত্যাদি
চ. কমপ্রেশর অয়েল চাপ নিয়ন্ত্রক	ঐ
ছ. সলেনয়েড ভ্যালভ	ঐ
জ. ফ্লোট কন্ট্রোলার	ঐ

২০২০

প্রশ্নমালা- ০১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। কন্ট্রোল শব্দের অর্থ কী ?

২। কন্ট্রোলসের অপর নাম কী ?

৩। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণকারী কন্ট্রোলসের নাম কী ?

৪। লিমিট সুইচ কী ?

৫। কন্ট্যাক্টর কোথায় ব্যবহার হয়?

৬। প্রবাহী প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে কোন ডিভাইস ব্যবহার হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। টাইমারের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

৮। কন্ট্রোল কেন ব্যবহার করা হয়?

১০। রীলে কেন ব্যবহার করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১১। কন্ট্রোলসের তালিকা তৈরি কর।

১২। কন্ট্রোলসের প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর।

১৩। কন্ট্রোলস কী? এ কত প্রকার ও কী কী ?

১৪। পাঁচটি কন্ট্রোলসের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

১৫। ফ্লোট সিস্টেমের বিবরণ দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০১

উদ্দীপকটির তথ্যের ভিত্তিতে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বিভিন্ন প্রয়োজনে রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয় করণার্থে কিছু সাহায্যকারী যন্ত্র-যন্ত্রাংশ ব্যবহার করা হয় যা কন্ট্রোল্স নামে পরিচিত। কন্ট্রোলসের সাহায্যে সিস্টেমের যথাক্রমে রিফ্রিজারেন্ট ও কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ব্যবস্থাপনাকে স্বয়ংক্রিয় করা হয়। সিস্টেমের নিরাপত্তা, সময়ের যথাযথ ব্যবহার, প্রত্যাশিত মাত্রায় তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ, বিদ্যুৎ সাশ্রয়, দ্রব্যাদি অপচয় রোধ ইত্যাদি প্রয়োজনে কন্ট্রোলার ব্যবহার হয়। তবে মূল উদ্দেশ্য সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয় করা ।

১। রিফ্রিজারেশন কন্ট্রোলস কাকে বলে ?

২। কন্ট্রোলসের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

৩। সিস্টেমে ২টি কন্ট্রোলস ব্যবহার করে সার্কিট অংকন কর।

৪। সিস্টেমে কন্ট্রোলস ব্যবহারের উদ্দেশ্য বর্ণনা কর।

অধ্যায়-০২

প্রেশার কাট আউট (Pressure Cutout= PC)

Pressure শব্দের অর্থ চাপ আর Cutout দ্বারা নিয়ন্ত্রক (সংযোগ বিচ্ছিন্ন) বোঝায়। প্রেশার কাট আউট চাপে চালিত বৈদ্যুতিক ও নিরাপত্তামূলক যন্ত্র। কাট আউট মূলত হিমায়ক ও কমপ্রেশর লুব অয়েলের চাপ নিয়ন্ত্রণ করে। এতে হিমায়ন চক্রের নিরাপত্তা বজায় থাকে। হিমায়ন চক্রে যে ডিভাইস হিমায়ক বা কমপ্রেশর অয়লের চাপে বিদ্যুৎ প্রবাহকে অফ-অনের মাধ্যমে মোটরকে নিয়ন্ত্রণ করে তাকে প্রেশার কাট-আউট বলে। এর অপর নাম চাপ নিয়ন্ত্রক (Pressure Controller)।

২.১. প্রেশার কাট আউটের কাজঃ

প্রেশার কাট-আউটের প্রধান কাজগুলো বর্ণিত হলো-

ক. সাক ন বা লো প্রেশার সাইডে নির্দিষ্ট নিম্নচাপ সৃষ্টি হলে এ কমপ্রেশর মোটরকে বন্ধ করে এবং চাপ বাড়লে কমপ্রেশর মোটরকে চালু করে দেয়।

খ. ডিসচার্জ বা হাইপ্রেশার সাইডে অতিরিক্ত উচ্চচাপ সৃষ্টিজনিত দুর্ঘটনা থেকে হিমায়ন পদ্ধতিকে রক্ষা করে।

গ. কমপ্রেশরের চলমান অংশে তেলের (Oil) চাপ পর্যাপ্ত না হলে কমপ্রেশর মোটরকে বন্ধ রাখে।

২.২. প্রেশার কাট আউটের প্রকারভেদঃ

হিমায়ন চক্রে ব্যবহৃত প্রবাহীর উপর ভিত্তি করে প্রেশার কাট-আউট প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়-

ক. হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রক (Refrigerant pressure cutout)

খ. কমপ্রেশরের তৈল চাপ নিয়ন্ত্রক (Compressor Oil Pressure cutout)

হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রক তিন প্রকারঃ

১. নিম্নচাপ নিয়ন্ত্রক (Low pressure cutout)

২. উচ্চচাপ নিয়ন্ত্রক (High pressure cutout)

৩. দ্বৈতচাপ নিয়ন্ত্রক (Dual pressure cutout)

২.৩. প্রেসার কাট আউটের বর্ণনাঃ

হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রকঃ হবেঃ-

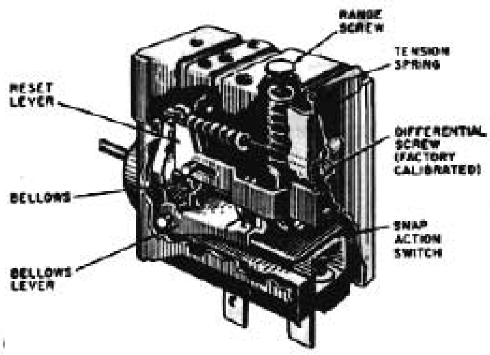
যে যন্ত্র হিমায়ন চক্রে হিমায়কের চাপীয় অবস্থার কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহ সংযোগ-বিচ্ছিন্ন করে কমপ্রেশরকে চালু ও বন্ধ করে ঐ চাপীয় অবস্থাকে চক্রের উপযোগী রাখতে সহায়তা করে তাকে হিমায়ক চাপ নিয়ন্ত্রক বলে।

লো প্রেশার কাট আউটঃ

যে কাট আউট হিমায়ন পদ্ধতিতে নির্ধারিত নিম্ন চাপে কাজ করে তাকে লো প্রেশার কাট-আউট (Low pressure cutout) বলে। এটি সাকশন বা নিম্নচাপ অংশে সংযোগ দেওয়া হয়। এর চাপ নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা অপেক্ষাকৃত কম। ইহার স্কেলে ০, ১০, ২০, ৩০, ৪০ ও ৫০ P.S.I এর মান দাগাংকিত থাকে।

২০২০

লো প্রেশার কাট আউটের বিভিন্ন অংশ-

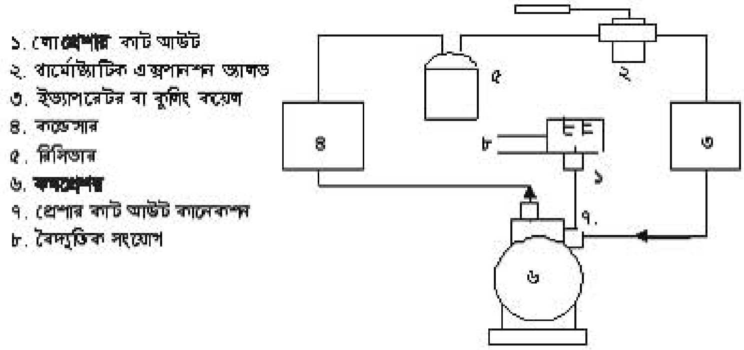


চিত্র-২.১ঃ লো প্রেশার কাট আউট।

১. বডি (Body),
২. স্ক্রু পয়েন্ট (Screw point)
৩. বৈদ্যুতিক তার সংযোগ বিন্দু
৪. নব (Knob)
৫. রিসেট লিভার (Reset Liver)
৬. হাপড় বা বিলোজ (Bellows)
৭. হাপড় লিভার (Bellows Liver)
৮. ডিফারেন্সিয়াল (Differential)
৯. ডিফারেন্সিয়াল স্ক্রু (Differential srcew)
১০. রেঞ্জ অ্যাডজাস্টমেন্ট স্ক্রু
১১. চাপ স্প্রিং (Tension Spring)
১২. হস্তচালিত রিসেট (Manual Reset)
১৩. স্ন্যাপ অ্যাকশন বিন্দু (Snap action point)
১৪. ক্যাপিলারি টিউব (Capillary Tube)
১৫. সংযুক্তকারী ফ্লেয়ারিং নাট (Flaring nut) ইত্যাদি।

কার্যপ্রণালিঃ

প্লান্ট চলাকালীন সময় কোন কারণবশত লো-প্রেশার সাইডে (Low pressure side) চাপ নির্ধারিত চাপ অপেক্ষা কমে গেলে কাট আউটটির স্প্রিং-এর প্রেশার বেড়ে যায়। স্প্রিং-এর প্রেশারে বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে মোটর বন্ধ হয়। এ অবস্থায় লো প্রেশার সাইডে চাপ বাড়তে থাকবে। চাপ যখন নির্ধারিত ডিফারেন্সিয়াল চাপে পৌঁছাবে তখন Cut in হবে। অর্থাৎ মোটর পুনরায় চলতে শুরু করবে এবং হিমায়ন কাজ শুরু হবে।



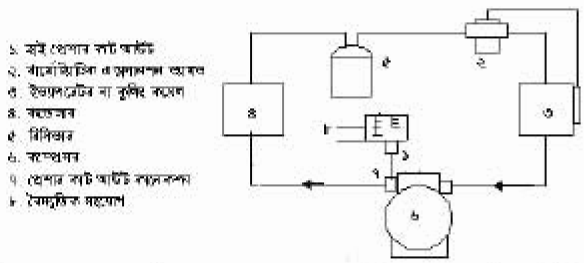
চিত্র- ২.২ঃ প্লান্টে লো প্রেশার কাট আউট ব্যবহার কৌশল।

হাইপ্রেশার কাট আউটঃ

হিমায়কের উচ্চ চাপের কারণে যে ডিভাইস বৈদ্যুতিক সরবরাহকে বিচ্ছিন্ন করে কমপ্রেশর মোটরকে বন্ধ করে তাকে হাইপ্রেশার কাট আউট বলে। এটি ইউনিটের হাইপ্রেশার সাইডে অর্থাৎ ডিসচার্জ লাইনে স্থাপন করা থাকে। এর চিত্র ও গঠিত অংশ-সমূহ লো প্রেশার কাট আউটের অনুরূপ।

কার্যপ্রণালিঃ

প্লান্ট চলন্ত অবস্থায় কোন কারণে ডিসচার্জ প্রেশার বৃদ্ধি পেলে কাট আউটের স্প্রিং চাপে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হবে। ফলে মোটর বন্ধ হয়ে যাবে এবং ডিসচার্জ প্রেশার কমতে থাকবে। এয়ার কমপ্রেশরের বেলায় ডিসচার্জ প্রেশার ডিফারেন্সিয়াল রেঞ্জে আসলে নিয়ন্ত্রকটি বিদ্যুৎ প্রবাহ চালু করবে। তবে রিফ্রিজারেশন কমপ্রেশর মোটর একবার অফ হলে নিজে নিজে আর চালু হয় না। রিসেট বাটন চাপলে সরবরাহ পেয়ে মোটর চলতে শুরু করবে।

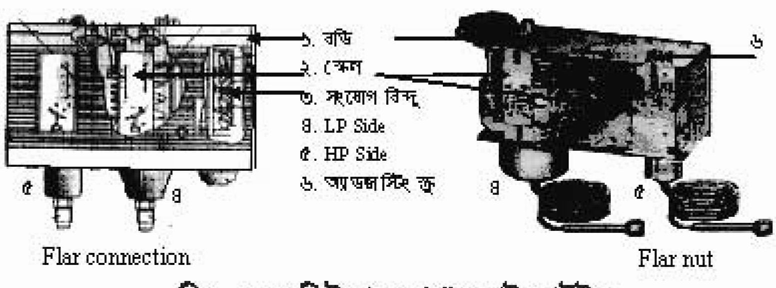


চিত্র- ২.৩ঃ প্লান্টে ব্যবহৃত অবস্থায় হাইপ্রেশার কাট আউট।

হাইপ্রেশার সৃষ্টির কারণঃ

ক) অতিরিক্ত হিমায়ক চার্জ হলে,
খ) হিমায়ন পদ্ধতিতে বায়ু থাকলে।
গ) হাই প্রেশার সাইডে যে কোন প্রতিবন্ধকতা থাকলে,
ঘ) ওয়াটার কুল্ড কন্ডেন্সারের টিউবে ময়লা হলে
ঙ) কন্ডেন্সার ফ্যান বন্ধ হলে ও অতিমাত্রায় ময়লা জমলে,
চ) কন্ডেন্সারে পর্যাপ্ত পানি না থাকলে,

ডিউয়্যাল (দ্বৈত) প্রেশার কাট আউটঃ

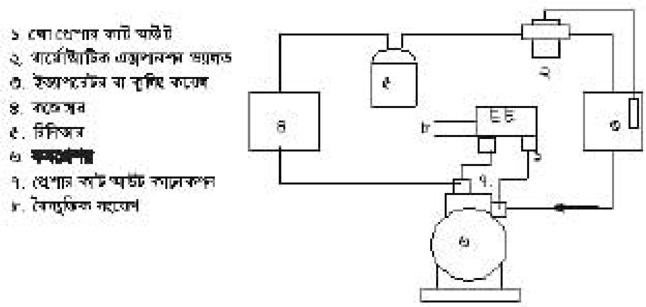


চিত্র- ২.৪ঃ ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট।

যে কাট আউট লো ও হাই উভয় প্রেশারই নিয়ন্ত্রণ করে তাকে ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট বলে। এর দুটি বিলোজের (Billows) সাথে সংযুক্ত দুইটি চিকন সরু টিউব থাকে। টিউবদ্বয় সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনে স্থাপন করা হয়। লো ও হাই প্রেশার কাট-আউটের মতো এতে কাট ইন ও কাট আউট প্রেশার সেট করা থাকে। এটি অতি নিম্ন ও অতি উচ্চ কাট আউট করে।

কার্যপ্রণালি:

ডিউয়্যাল (Duel) প্রেশার কাট-আউটের সংযোগ সাকশন ও ডিসচার্জ উভয় পার্শ্বে থাকে। কোন কারণে ইভ্যাপরেটরের চাপ নির্ধারিত চাপের চেয়ে কমে গেলে অথবা কন্ডেন্সারের চাপ খুব বেশি বেড়ে গেলে ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফলে কমপ্রেসর বন্ধ হয়ে যায়। এতে কন্ডেন্সারের অংশের চাপ কমতে থাকে আর ইভ্যাপরেটর অংশের চাপ বাড়তে থাকে। উভয় চাপ সঠিক মাত্রায় আসলে স্প্রিং চাপে Snap action প্রক্রিয়ায় বৈদ্যুতিক সংযোগ অন হয় এবং মোটর চলতে থাকে। এখানে উল্লেখ্য যে কোন একটা চাপও যদি রেঞ্জ মাত্রায় না আসে তবে সংযোগ বন্ধ থাকবে।

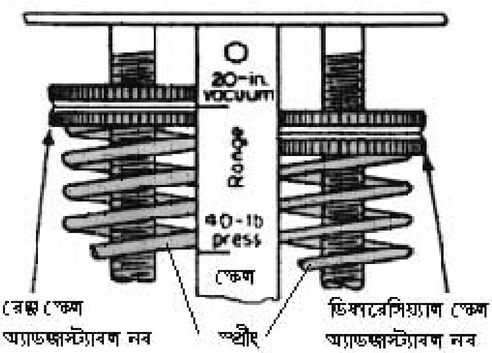


চিত্র- ২.৫: প্লান্টে ব্যবহৃত অবস্থায় ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট।

ডিফারেন্সিয়াল (Differntial):

সিস্টেমের Cut out এবং Cut in চাপ হবে তা পূর্ব থেকে জানার খুবই দরকার হয়। কাট আউট এবং কাট ইন চাপের একটা পার্থক্য থাকে। চাপের এ পার্থক্যকে ডিফারেন্সিয়াল বলে। ডিফারেন্সিয়াল মান খুব কম বা খুব বেশি কোনটিই ভালো না। মধ্যম মানের থাকা সব চেয়ে ভালো।

লো প্রেশার কাট আউটের বেলায় কাট আউট এবং কাট ইন চাপের পার্থক্যকে ডিফারেন্সিয়াল বলে। লো প্রেশার কাট আউটের কাট আউট চাপ ইভ্যাপরেটর কক্ষ তাপমাত্রা থেকে নির্ধারণ করা হয়। লো প্রেশার কাট আউটে কাট ইন ও ডিফারেন্সিয়াল প্রেশার সেট করা হয়। কাট আউট সেট করার কোন ব্যবস্থা থাকে না।



চিত্র- ২.৬: ডিফারেন্সিয়াল।

কোন কক্ষের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা 2°থেকে 4°। 2° সেঃ তাপমাত্রায় সাকশন সেচুরেশন চাপ 6 PSI। আর ৪° সেঃ তাপমাত্রায় সাকশন সেচুরেশন চাপ 10 PSI. তাহলে 6 PSI তে অফ এবং 10 PSI তে অন করতে হয়। এখন অন বা কাট ইন প্রেশার হল 10 PSI এবং অফ বা কাট আউট প্রেশার হলো 6 PSI। সুতরাং (10- 6 = 4) বা 4 PSI হলো ডিফারেন্সিয়্যাল। তা হলে লো প্রেশার কাট আউটে কাট ইন সেট করতে হবে ১০ PSI এবং ডিফারেন্সিয়্যাল হবে 4 PSI

রিফ্রিজারেশন ব্যবহৃত হাই প্রেশার কাট আউটে শুধু কাট আউট প্রেশার সেট করতে হয়। আর ডিফারেন্সিয়্যাল নির্মাতা কর্তৃক সেটিং থাকে যা সাধারণত 42 PSI থেকে 43 PSI থাকে। হাই প্রেশার কাট আউটের ট্রিপ প্রেশার - (মাইনাস) ডিফারেন্সিয়্যাল প্রেশার হবে কাট ইন প্রেশার।

অর্থাৎ হাই প্রেশার কাট আউটের কাট ইন প্রেশার = কাট আউট প্রেশার - ডিফারেন্সিয়্যাল প্রেশার ।

*H.P.C এর ক্ষেত্রে ডিফারেন্সিয়্যাল = কাট আউট চাপ-কাট ইন চাপ।

*L.P.C এর ক্ষেত্রে ডিফারেন্সিয়্যাল = কাট ইন চাপ কাট আউট চাপ।

ব্যবহৃত একটা কাট আউটের ডিফারেন্সিয়্যাল চাপ ৩০ এবং কাট ইন চাপ 200 kpa হলে এর কাট আউট চাপ কত হবে?

সমাধান:- আমরা জানি,

কাট-আউট চাপ = কাট ইন চাপ-ডিফারেন্সিয়্যাল চাপ

= 200-30 kpa

= 170 kpa

২.৪. প্রেশার কাট-আউটের ব্যবহার ক্ষেত্রে:

প্রেশার কাট-আউটের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলোর নাম হলো-

১. আইস কিউব ও ক্রিম মেকার (Ice cube and cream maker)

২. সুইট ওয়াটার বাথ মেকার (Sweet water bath maker)

৩. বিয়ার, ওয়াটার ও মিল্ক কুলার (Beer, water & milk cooler)

৪. ওয়াক ইন কুলার (Walk in cooler)

৫. বেভারেজ উৎপাদন ও বোতলজাতকরণ প্ল্যান্ট (Beverage Production & Bottle processing plant)

৬. বাইরে কন্ডেন্সিং ইউনিট বিশিষ্ট বড় ডিসপ্লে কুলার (Big display cooler)

৭. ডেইরি কেইস (Dairy case),

৮. বরফ কল (Ice plant)

৯. হিমাগার (Cold storage)

১০. বড় স্প্লিট টাইপ এসি (Split type AC)

১১. শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি (Air-Conditioning system),

১২. ওয়াটার চিলার (Water chiller) ইত্যাদি।

২.৫. প্রেশার কাট-আউট অ্যাডজাস্টিং:

প্রেশার কাট-আউট অ্যাডজাস্টমেন্ট একটা গুরুত্বপূর্ণ ও জটিল বিষয়। প্লান্টে ব্যবহৃত হিমায়কের চাপের উপর P.C এর অ্যাডজাস্টমেন্ট নির্ভর করে। একই হিমায়কের বিভিন্ন তাপমাত্রার জন্য কাট-আউটে ভিন্ন

ভিন্ন কাট আউট ও ডিফারেন্সিয়াল প্রেশার সেট করতে হয়। আবার এ অ্যাডজাস্টমেন্ট ভিন্ন ভিন্ন কাট আউটের জন্যও বিভিন্ন রকম। যেমন-

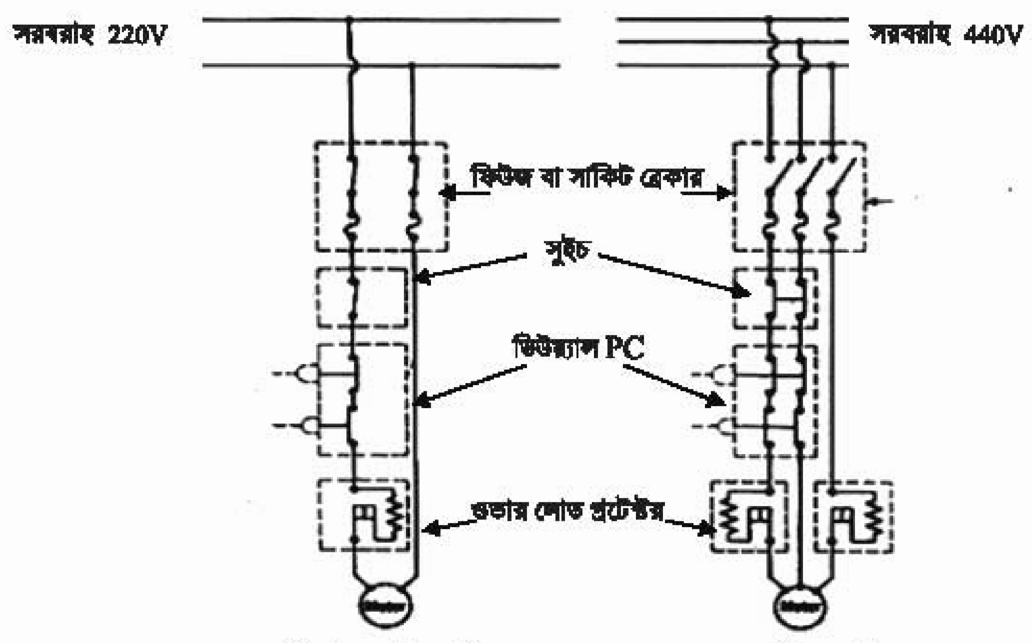
লো প্রেশার কাট আউটে প্রেশার সেটিং থাকে দুটি। একটা কাট ইন বা অন প্রেশার আর অপরটা ডিফারেন্সিয়াল প্রেশার। সিস্টেমের সাকশন প্রেশার অনুযায়ী এর কাট আউট অর্থাৎ ডিফারেন্সিয়াল প্রেশার সেট করা হয়। হাই প্রেশার কাট আউটে সাধারণত শুধু কাট-আউট প্রেশার সেটিং করতে হয়। এক্ষেত্রে নির্মাতাই কর্তৃক ডিফারেন্সিয়াল প্রেশার সেট করা হয়।

উল্লেখ্য যে, প্রেশার কাট আউটে যথাক্রমে সাকশনের পরিমিত ও অতি নিম্নচাপ পার্থক্য এবং ডিসচার্জের পরিমিত ও অতি উচ্চচাপ পার্থক্যের উপর নির্ভর করে কাট আউট ও ডিফারেন্সিয়াল সংখ্যামান সেট করা হয়।

একাজের জন্য স্ক্রু ড্রাইভার দ্বারা কাট আউটের অ্যাডজাস্টিং স্ক্রুকে ঘুরায়ে মেন স্কেলের ও ডিফারেন্সিয়াল স্কেলের পয়েন্টার (Pointer) প্রয়োজনীয় সংখ্যার উপর প্রতিস্থাপন করা হয়।

প্রেশার কাট আউটের সার্কিট:

সিঙ্গেল ও থ্রিফেজ লাইনে প্রেশার কাট আউট সম্বলিত বৈদ্যুতিক বর্তনী।



সিঙ্গেল ফেইজ মোটর
ক নং চিত্র

৩ ফেইজ মোটর
খ নং চিত্র

চিত্র- ২.৭: (ক) সিঙ্গেল ফেজ লাইনে PC সংযোগ কৌশল। চিত্র- (খ): থ্রি ফেজ লাইনে PC সংযোগ কৌশল।

প্রশ্নমালা- ০২

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। কাট আউট বলতে কী বোঝায় ?

২। Cutin এর অর্থ কী ?

৩। পূর্ণ-নাম লিখ-PC switch, LP switch, DP switch.

৪। ডিসচার্জ সাইডে কোন প্রেশার কাট আউট স্থাপন করতে হয় ?

৫। ডিফারেন্সিয়াল ২০ কেজি/বঃ সেমিঃ বলতে কী বুঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। ডিফারেন্সিয়ালের মান নির্ণয়ের সূত্রদ্বয় লেখ।

৭। একটা হাইপ্রেশার কাট আউটের কাট আউট চাপ ৩৩০ কেপিএ এবং ডিফারেন্সিয়াল স্কেল মান ২০ কেপিএ হলে এর কাট ইন চাপ কত ? (উত্তর: ৩১০ কেপিএ)

৮। প্রেশার কাট আউট প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ:

৯। প্রেশার কাট আউট কাকে বলে? এর কাজ বর্ণনা কর।

১০। লো প্রেশার কাট আউটের চিহ্নিত চিত্র অংকন কর।

১১। প্লান্টে ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউটে অবস্থান দেখাও।

১২। প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টমেন্ট কীভাবে করতে হয় ?

১৩। থ্রি ফেজ লাইনে প্রেশার কাট আউটের বৈদ্যুতিক সংযোগ দেখাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০২

অনুচ্ছেদটি পড়ে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর লিখ:

প্রেশার কাট আউটের সাহায্যে মূলত কমপ্রেশর মোটরকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। সকল প্রকার প্রেশার কাট আউট যথাক্রমে সাকশনের পরিমিত ও অতি নিম্নচাপ এবং ডিসচার্জের পরিমিত ও অতি উচ্চচাপ পার্থক্যের উপর নির্ভর করে কাট ইন ও কাট আউট এবং ডিফারেন্সিয়াল সংখ্যামান নির্ধারণ করে সেট করা হয়। F_{22} হিমায়ক ব্যবহৃত নিম্ন তাপমাত্রার ইউনিটে লো প্রেসার কাট-আউটের ক্ষেত্রে প্রেশার 10 PSIG-তে এবং হাই প্রেশার কাট আউটের ক্ষেত্রে প্রেশার 260--280 PSIG- তে সেট করা থাকে। ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউটের চিকন টিউবদ্বয় যথাক্রমে প্লান্টের সাকশন ও ডিসচার্জ লাইনে স্থাপন করা হয়।

১। R_{22} হিমায়ক ব্যবহৃত ইউনিটে লো প্রেশার কাট-আউটের ক্ষেত্রে কাট আউট প্রেশার করতে সেট করা থাকে ?

২। প্রেশার কাট আউটের কাজ কী ?

৩। ডিফারেন্সিয়াল সংখ্যামান কিসের উপর ভিত্তি করে নির্ধারণ করা হয় ? বুঝিয়ে লেখ।

৪। ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট ব্যবহার করে একটি প্লান্টের রেখাচিত্র অংকন কর।

অধ্যায়-০৩

অয়ল প্রেশার ও টেম্পারেচার কাট-আউট

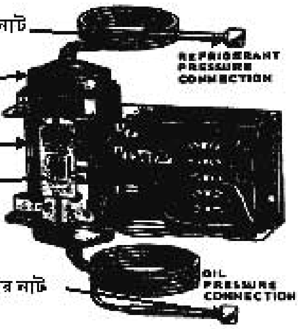
(Oil pressure and Temperature Cut-Out)

Oil (অয়ল) বলতে সাধারণতঃ লুব্রিকেটিং অয়লকে বুঝায়। কমপ্রেশর অয়লও এক ধরনের লুব অয়ল যা কমপ্রেশর অয়ল নামে পরিচিত। কমপ্রেশরের ঘূর্ণমান অংশসমূহ নির্বিঘ্নে পরিচালনা তথা মরিচা রোধ, পরিমিত পিচ্ছিলতা, অতিরিক্ত তাপমাত্রা হ্রাসকরণের প্রয়োজনে ক্র্যাঙ্ক কেইসে অয়ল ব্যবহার করা হয়। এ অয়লের নির্দিষ্ট মাত্রা না থাকলে বিভিন্ন ধরনের সমস্যা দেখা দিতে পারে বা ক্ষয়ক্ষতি হতে পারে। তেলের প্রত্যাশিত চাপ সংরক্ষণের জন্য অয়েল পাম্প ও প্রেশার কাট আউট ব্যবহার করা হয়।

কমপ্রেশরের ঘূর্ণমান অংশগুলো তেলের মাধ্যমে পিচ্ছিল করার জন্য পাম্প ব্যবহার করলে পাম্পের একটা সর্বনিম্ন চাপ দরকার হয়। ঐ পরিমাণ চাপ যদি পাম্প সৃষ্টি করতে না পারে তবে সঠিক লুব্রিকেশন হবে না । সে কারণে পাম্প যদি লুব্রিকেশনের যথাযথ চাপ সৃষ্টি করতে না পারে তবে অয়ল প্রেশার কাট আউট কমপ্রেশর চালানোর মোটরকে বন্ধ করে দেয়। ফলে কমপ্রেশর ক্ষয়-ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

৩.১. অয়ল প্রেশার কাট আউট:

কমপ্রেশরের ক্র্যাঙ্কে কেইসের অয়ল প্রেশার নিয়ন্ত্রণ করার জন্য যে কাট-আউট ব্যবহৃত হয় তাকে অয়ল প্রেশার কাট আউট বলে। ক্র্যাঙ্ক কেইসের চাপ (হিমায়কের সাকশন চাপ + ক্র্যাঙ্ক কেইসস্থ তেলের চাপ) ও অয়ল পাম্পের চাপের পার্থক্যের উপর ভিত্তি করে এ কাট-আউট কাজ করে। এ পার্থক্যকে আপেক্ষিক ডিফারেন্সিয়াল চাপ বলে। অয়ল লাইনের তেলের চাপ ও ক্র্যাঙ্ক কেইসের হিমায়কের চাপের সমষ্টিকে মোট লুব্রিকেশন বা অয়ল চাপ বলে।



চিত্র- ৩.১: অয়ল প্রেশার কাট আউট।

পাম্পের নির্গমন চাপ ঐ নির্দিষ্ট (সর্বনিম্ন) চাপের চেয়ে বেশি হলে খুব ভালো লুব্রিকেশন হয়। তাই ভালো লুব্রিকেশনের জন্য কমপ্রেশরের অয়ল পাম্পের কাট আউট প্রেশার সাধারণত সাকশন প্রেশার থেকে কমপক্ষে 2.5 bar বেশি হয়। সুতরাং অয়ল প্রেশার কাট আউটের বেলায়-

কাট আউট প্রেশার = সাকশন প্রেশার + 2.5 bar.

অয়ল প্রেশার কাট আউটের চিহ্নিত চিত্র নিম্নরূপ-

৩.২. অয়েল প্রেশার কাট আউটের ব্যবহার ক্ষেত্র :

ক্র্যাঙ্ক কেইসে অয়েলের প্রকৃত চাপ সংরক্ষণের জন্য মূলত অয়েল প্রেশার কাট আউট ব্যবহার করা হয় লুব্রিকেশন সিস্টেমে অয়েল প্রেশার কাট আউট ব্যবহার করা হয়। অয়েল পাম্প ব্যবহৃত বড় বড় সকল প্লান্টের লুব্রিকেশনে অয়েল প্রেশার কাট আউট ব্যবহার করা হয়। তাই অয়েল প্রেশার কাট আউট ব্যবহৃত ক্ষেত্রসমূহে নাম হলো-

১। বরফকল,

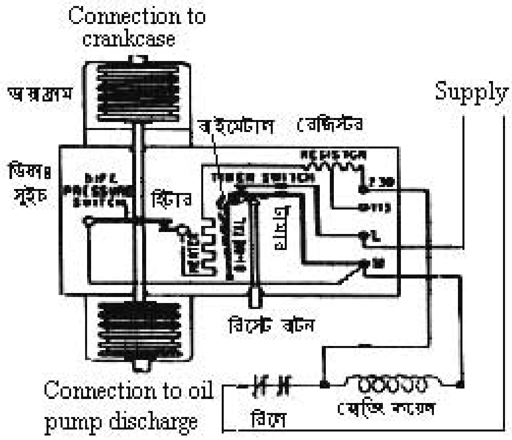
২। হিমাগার,

৩। ফিশ ফ্রিজিং প্লান্ট,

৪। এয়ার-কন্ডিশনিং প্লান্ট,

৫। ফ্লেকার আইস মেকার,

৬।ট্রলার রিফ্রিজারেশন সিস্টেম ইত্যাদি



চিত্র- ৩.২: অয়েল প্রেশার কাট আউটের চিহ্নিত চিত্র।

৩.৩. অয়েল প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টমেন্টঃ

অয়েল প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টমেন্ট রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এর অ্যাডজাস্টমেন্ট ইভ্যাপরেটরের তাপমাত্রা, রিফ্রিজারেন্ট ও সিস্টেমের আকারের উপর অনেকাংশে নির্ভরশীল। যেহেতু লুব্রিকেশনের জন্য অয়েল ব্যবহৃত হয় সেহেতু যথাযথ লুব্রিকেশনের উপর গুরুত্ব আরোপ কমপ্রেশরের ঘূর্ণয়মান অংশে অয়েল প্রেশার সংরক্ষণ করা হয়। কারণ কমপ্রেশরের সকল অয়েল লাইনার ও প্যাসারিতে সর্বোচ্চ পরিমিত পরিমাণ তেল সরবরাহ অপরিহার্য। তাই পাম্পের নির্গম লাইনে অয়েল প্রেশার ঠিক রাখা দরকার। ক্র্যাঙ্কেজের অয়েল প্রেশার সঠিক না থাকলে পাম্পের নির্গম লাইনে ও সঠিক মাত্রায় তৈল সরবরাহ সম্ভব নয়। পরীক্ষার মাধ্যমে কমপ্রেশরের সাকশন প্রেশার রেকর্ড করা হয়। এ প্রেশারের সাথে ২.৫ পি.এস আই. যোগ করে অয়েল প্রেশার কাট আউটে কাট প্রেশার সেট করা হয়। অয়েল পাম্প কমপ্রেশরের ফ্লাই হুইলের বিপরীত দিকে অবস্থিত যার নির্গমন লাইনে একটা প্রেশার গেজ থাকে।

এ গেজের অয়েল প্রেশার = সাকশন প্রেশার + কাট আউট ডিফারেন্সিয়াল।

এ ডিফারেন্সিয়াল কমপক্ষে ২.৫ bar বা প্রায় ৩৬ পি এস আই রাখা হয়। অয়েল প্রেশার কাট আউট একবার ট্রিপ করলে প্রয়োজনীয় মেরামত বা সার্ভিসিং করার পর কাট আউটের রিসেট বাটন না চাপা পর্যন্ত কাট-আউট সংযোগ দেবে না।

* সর্বনিম্ন কাট আউট প্রেশার = সাকশন প্রেশার + ২.৫ bar (এখানে ২.৫ বার হলো ডিফাঃ প্রেশার)।

উল্লেখ্য অয়ল প্রেশার কাট-আউটের সাহায্যে মূলত কমপ্রেশর মোটরকে নিয়ন্ত্রণ (চালু ও বন্ধ) করা হয়। কমপ্রেশরের ক্র্যাঙ্কেজের অয়লের পরিমিত চাপ ও অয়লের অতি নিম্নচাপ পার্থক্যের (আপেক্ষিক ডিফারেন্সিয়্যাল প্রেশার) উপর নির্ভর করে এ প্রেশার কাট আউটের কাট ইন ও কাট আউট এবং ডিফারেন্সিয়্যাল সংখ্যামান নির্ধারণপূর্বক অ্যাডজাস্টিং নব বা স্ক্রু ঘুরিয়ে স্কেলে নির্দেশিকা বা শলাকা সেট করা হয়।

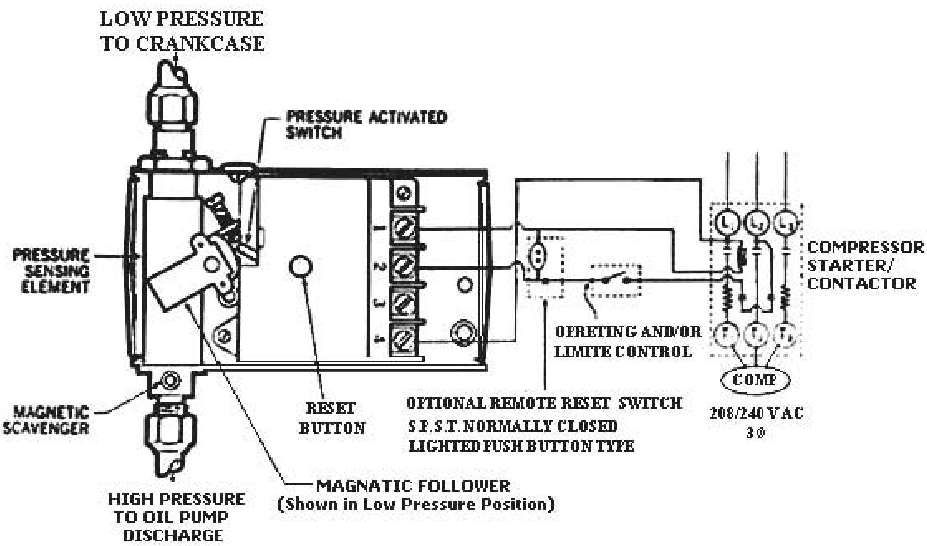
কাট ইন প্রেশারঃ- যে চাপে সার্কিট অন থাকে ।

কাট আউট প্রেশারঃ- যে চাপে সার্কিট অফ থাকে অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহ চলে না ।

অয়ল প্রেশার কাট আউটের সর্ব নিম্ন চাপ (কাট আউট চাপ) = সাকশন চাপ + ২.৫ বার।

৩.৪. অয়ল প্রেশার কাট আউটের সার্কিটঃ

বিভিন্ন অংশ সম্বলিত অয়ল প্রেশার কাট-আউটের সার্কিট নিচে দেওয়া হলো-



চিত্র- ৩.৩ঃ সার্কিটে ব্যবহৃত অবস্থায় অয়ল প্রেশার কাট আউট।

কার্যপ্রণালিঃ

Oil pressure cut out ব্যবহৃত প্ল্যান্টে লুব্রিকেটিং অয়ল পাম্প ব্যবহার করা হয়। প্ল্যান্ট চলাকালীন সময় এ পাম্প প্রয়োজনীয় তৈল ক্র্যাঙ্ককেইস হতে অয়ল গ্যালারিতে প্রেরণ করে। কোনো কারণে নির্ধারিত ডিফারেন্সিয়্যাল চাপ কমলে চাপীয় কারণে Rest Button হিটারের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে অন করে কমপ্রেশরকে বন্ধ করে দেয়। এ সময় Time Delay Switch-এর হিটার উত্তপ্ত হতে থাকে। হিটার Bimetal টি বা থেকে ২ মিনিটের মধ্যে ৭০° সেঃ উষ্ণতায় উপনীত হলে হিটার বাইমেটালিক কন্ট্যাক্ট সম্পূর্ণরূপে বিচ্ছিন্ন করে দেয় এবং মোটরকে সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করে। আর যদি উক্ত সময়ের (২ মিনিটের) পূর্বে চাপ বৃদ্ধি পেয়ে নির্ধারিত পরিমাণে পৌঁছায় তখন পুনরায় মোটর চলতে শুরু করে এবং বাইমেটালের লাইন বন্ধ হয়ে যায়। মোটর সম্পূর্ণরূপে বন্ধ হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু হয় না। অয়ল পাম্প ও লাইনের যাবতীয় মেরামত করার পর চালু করতে হয়।

টেম্পারেচার কাট-আউট (Temperature Cut Out) :

Temperature শব্দের অর্থ তাপমাত্রা। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির মূল উদ্দেশ্য বাতাস বা সামগ্রীর তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা। তাপমাত্রাকে সঠিক নিয়ন্ত্রণে রাখার জন্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক প্রয়োজন। এ নিয়ন্ত্রক দ্বারা কমপ্রেশর মোটরকে বা সলিনয়েড ভ্যালভকে অফ অনের মাধ্যমে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে রাখা হয়। ছোট বড় ইউনিট বা গৃহস্থালি ও ব্যবসায়িক উভয় ক্ষেত্রে এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। যে ডিভাইসের মাধ্যমে পরিকল্পিত স্থানের তাপমাত্রা প্রেক্ষিতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ (কমপ্রেশর মোটরকে বা সলিনয়েড ভ্যালভকে) অফ-অনের দ্বারা প্রবাহীর (হিমায়ক, বাতাস, ব্রাইন, স্টিম ইত্যাদির) প্রবাহমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয় তাকে টেম্পারেচার কাট-আউট বলে। ইহা দুই প্রকার। যথা-

১. সরাসরি ক্রিয়াশীল (Direct Acting) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।
২. পরোক্ষভাবে ক্রিয়াশীল (Indirect Acting) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।

ডিফারেন্সিয়ালের উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার-

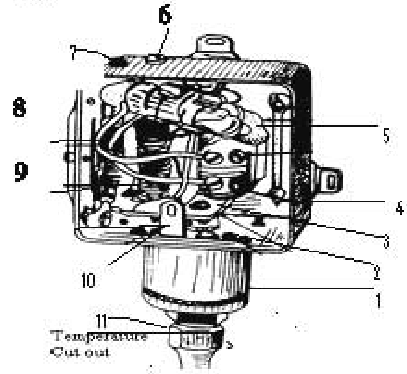
১. ডিফারেন্সিয়াল যুক্ত বা কাট আউট ও কাট ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।
২. ডিফারেন্সিয়ালবিহীন বা শুধু কাট আউট ও কাট ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।

সরাসরি ক্রিয়াশীল (Direct Acting) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকঃ

যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক সাকশন গ্যাসের তাপমাত্রা অনুযায়ী সরাসরি প্রভাবিত হয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ অফ অনের কাজ করে তাকে সরাসরি ক্রিয়াশীল তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক বলে। নিয়ন্ত্রিত অঞ্চলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য টেম্পারেচার কাট আউট ব্যবহার করা হয়। এটি নিয়ন্ত্রিত অঞ্চলের তাপমাত্রা অনুযায়ী সলিনয়েড ভ্যালভকে বা কমপ্রেশর মোটরকে চালু ও বন্ধ করে।

সরাসরি ক্রিয়াশীল (Direct Acting) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকের বিভিন্ন অংশঃ

১. বিলোজ অ্যাসেম্বলি
২. বিলোজ পিভোট
৩. অপারেটিং লিভার
৪. লেভেলিং ইন্ডিকেটর
৫. মারকারি গ্লোবিউল
৬. অ্যাডজাস্টমেন্ট স্ক্রু (মেইন স্কেলের জন্য)
১০. অ্যাডজাস্টমেন্ট স্ক্রু (ডিফারেন্সিয়াল স্কেলের জন্য)
১১. ডিফারেন্সিয়াল অ্যাডজাস্টমেন্ট স্প্রিং
১২. অ্যাডজাস্টমেন্ট স্প্রিং
১৩. কানেকশন পয়েন্ট
১৪. ফ্রেয়ারিং নাট



চিত্র- ২.৪ঃ টেম্পারেচার কাট আউট।

পরোক্ষভাবে ক্রিয়াশীল (Indirect Acting) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকঃ

যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক ইভ্যাপরেটরের যে কোন অংশের (সাকশন গ্যাস ব্যতীত) তাপমাত্রা অনুযায়ী প্রভাবিত হয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ অফ অনের কাজ করে তাকে পরোক্ষভাবে ক্রিয়াশীল তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক বলে।

১. ডিফারেন্সিয়াল স্কেল যুক্ত বা কাট আউট ও কাট ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকঃ যে সকল তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকে ডিফারেন্সিয়াল স্কেল সংযুক্ত থাকে তাকে ডিফারেন্সিয়াল স্কেল যুক্ত বা কাট আউট ও কাট-ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।

২. ডিফারেন্সিয়াল বিহীন বা শুধু কাট আউট ও কাট ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকঃ যে সকল তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রকে ডিফারেন্সিয়াল স্কেল সংযুক্ত থাকে না শুধু অফ ও অন হয় তাকে ডিফারেন্সিয়াল স্কেলবিহীন বা কাট আউট ও কাট ইন অ্যাডজাস্টমেন্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক।

২০২০

প্রশ্নমালা- ০৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। অয়ল প্রেশার কাট আউটের টাইম ডিলে কতক্ষণ ?
২। কত ডিগ্রি উষ্ণতায় প্রেশার কাট আউটের হিটার বাইমেটালিক কন্ট্যাক্ট বিচ্ছিন্ন হয় ?
৩। অয়ল প্রেশার কাট আউট কোন নীতিতে কাজ করে ?
৪। অয়ল প্রেশার কাট আউটের স্থাপনস্থলের নাম লিখ।
৫। টেম্পারেচার কাট আউট কী?
৬। মারকারী গ্লোবিউল কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। অয়ল প্রেশার কাট আউটের কাট ইন প্রেশারের সূত্রটি লেখ।
৮। অয়ল প্রেশার কাট আউটের হিটার বাইমেটাল কী কাজ করে ?
৯। আপেক্ষিক ডিফারেন্সিয়্যাল ও নিট অয়ল প্রেশার বলতে কী বোঝায় ?
১০। অয়ল প্রেশার কাট আউটের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা তৈরি কর
১১। অয়ল প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টিং বর্ণনা কর।
১২। টেম্পারেচার কাট আউটের অংশগুলোর নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১৩। চিত্রসহ অয়ল প্রেশার কাট আউটের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
১৪। অয়ল প্রেশার কাট আউটের বৈদ্যুতিক বর্তনীটি অংকন কর।
১৫। অয়ল প্রেশার কাট আউটের ব্যবহার ক্ষেত্র বর্ণনা কর।
১৬। টেম্পারেচার কাট আউটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ০৩

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

অয়ল প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টমেন্ট প্লান্ট বা সিস্টেমের আকারের উপর অনেকাংশ নির্ভরশীল। কমপ্রেশরের যথাযথ লুব্রিকেশনের জন্য অয়ল পাম্পের নির্গমন প্রেশার সংরক্ষণ করা হয়। কারণ কমপ্রেশরের সঠিক কর্মদক্ষতার জন্য সকল অয়ল লাইনার ও গ্যালারিতে সর্বক্ষণ পরিমিত পরিমাণ অয়ল সরবরাহ অপরিহার্য। সিস্টেমে ব্যবহৃত অয়ল পাম্পের সর্বনিম্ন নির্গমন চাপ সাকশন চাপ অপেক্ষা ২.৫ বার অধিক রাখা হয়। সিস্টেমের কন্ট্রোল সার্কিটে Over load রিলে, ম্যাগনেটিক কয়েল, স্টপ-স্টার্ট সুইচ, অয়ল প্রেশার কাট আউট ইত্যাদি সিরিজে স্থাপন করা হয়।

১। অয়ল প্রেশার কাট আউটের অ্যাডজাস্টমেন্ট কিসের উপর নির্ভরশীল ?
২। অয়ল পাম্পের সর্বনিম্ন নির্গমন চাপ কততে সংরক্ষণ করা হয় ?
৩। কন্ট্রোল সার্কিটে ব্যবহৃত ডিভাইসগুলোর নাম লিখ।
৪। অয়ল প্রেশার কাট আউট ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক বর্তনী অংকন কর।

অধ্যায়- ০৪

সলিনয়েড ভ্যালভ (Solenoid Valve = S.V)

হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণে তরল বা বাষ্পীয় হিমায়ক, ব্রাইন, চিল্ড ওয়াটার, স্টিম, বাতাস, পানি প্রভৃতি প্রবাহীর স্বয়ংক্রিয় প্রবাহের প্রয়োজন হয়। প্রবাহী নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে চাপ ও তাপমাত্রা অনুকূলে রাখার জন্য সলিনয়েড ভ্যালভ ব্যবহার করা হয়। সুতরাং স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রবাহীর প্রবাহ বন্ধ ও চালু করার জন্য বিদ্যুৎ চালিত যন্ত্রটিকে সলিনয়েড ভ্যালভ বলে। এর প্রধান ২টি অংশ-

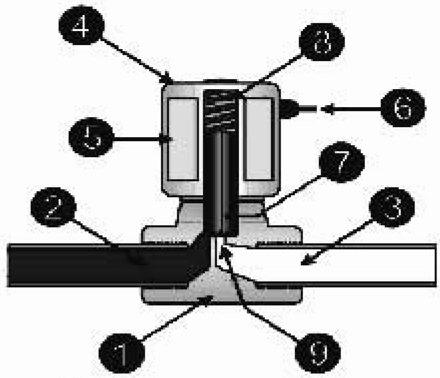
বৈদ্যুতিক অংশ:

সিলিন্ডারাকৃতির আর্মেচারে পেঁচানো তারের কয়েল থাকে যার ২টি কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট থাকে। উক্ত কন্ট্যাক্ট পয়েন্টে বৈদ্যুতিক সংযোগ দেওয়া হয়। থার্মোস্ট্যাট বা টেম্পারেচার কাট আউট বা অন্য কোন নিয়ন্ত্রক দ্বারা তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে কয়েলে বৈদ্যুতিক চুম্বকত্বের (Electro magnet) সৃষ্টি হয়। এ প্রক্রিয়াকে এনার্জাইসড (Energised) বলা হয়। সৃষ্ট শক্তি প্লাঞ্জারটিকে উপরের দিকে স্থানান্তর করে। এতে প্রবাহ পথ খুলে যায় এবং প্রবাহী প্রবাহ শুরু হয়।

যান্ত্রিক অংশঃ

বডি (সিলিন্ডার), প্লাঞ্জার, স্প্রিং, নিড্ল, নিডলশিট, ভেনচুরি ইত্যাদি সমন্বয়ে মিকানিক্যাল অংশ গঠিত। আর্মেচারে চুম্বকত্বের প্রভাবে যান্ত্রিক অংশে প্লাঞ্জার চলাচল করে। এতে নিড্লটি নিজ অবস্থান হতে স্থানান্তর হবার ফলে প্রবাহীর প্রবাহ পথ খোলে এবং বন্ধ হয়। যার কারণে প্রবাহীর প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয়।

১. বডি (মেকানিক্যাল পার্ট)
২. হাই-প্রেশার সাইড
৩. লো-প্রেশার সাইড
৪. বডি (ইলেকট্রিক্যাল পার্ট)
৫. সলিনয়েড কয়েল
৬. টার্মিন্যাল
৭. প্লাঞ্জার
৮. স্প্রীং
৯. ফ্লিডার পোর্ট



চিত্র- ৪.১: সলিনয়েড ভ্যালভ।

৪.১. সলিনয়েড ভ্যালভের প্রয়োজনীয়তা বা কাজঃ

প্রবাহী প্রবাহ চালু ও বন্ধ করার জন্য সলিনয়েড ভ্যালভ ব্যবহার হয়। এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো-

১. লিকুইড ফ্লাডব্যাক (Liquid Flood back):

প্ল্যান্টে ব্যবহৃত তরল বিপরীতমুখী গতিশীল হলে তাকে বাধা দিয়ে বিপরীতমুখী তরল প্রবাহ হতে রক্ষা করার জন্যে।

২. লিংকিং ট্র (Linking Trough):

কম্প্রেসর বন্ধ হবার পর ইভ্যাপরেটরে তরল হিমায়ক প্রবেশে সলেনয়েড ভ্যালভ বাধা প্রদানের জন্যে ।

৩. ইন্ডিভিজুয়াল ইভ্যাপরেশন (Individual Evaporation):

একই প্লান্টের একাধিক ইভ্যাপরেটরে তরল হিমায়ক প্রবাহ প্রয়োজনানুসারে বন্ধ ও চালু রাখার জন্যে।

৪. ক্যাপাসিটি (Capacity):

বড় বড় কমপ্রেশর চালনায় স্বয়ংক্রিয় লোড বাড়ানো বা কমানোর জন্যে ।

৫. টেম্পারেচার কন্ট্রোল (Temperature Control):

তাপমাত্রার প্রভাবে থার্মোস্ট্যাট দ্বারা অন অফ হয়ে প্রবাহী প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্যে।

৬. প্রিভেন্ট ফ্রস্টিং (Prevent frosting):

সলেনয়েড বাইপাস দিয়ে উষ্ণ গ্যাসের প্রবাহ ঘটিয়ে তুষার মুক্তকরণের জন্যে।

৭. প্রবাহী পথের দিক পরিবর্তন (Changing way of fluid):

চার পথ ভ্যালভের সাহায্যে প্রবাহী পথের দিক পরিবর্তন ঘটানোর জন্যে । যেমন- হিট পাম্প সিস্টেম।

৮. অতিরিক্ত তরল হিমায়ক প্রবাহে বাধা (Protect execive liquid refrigerant flow):

ড্রাই টাইপ ইভ্যাপরেটরে তরল হিমায়ক প্রবেশে বাধা প্রদানের জন্যে।

সলিনয়েড ভ্যালভের প্রকারভেদঃ

কার্যক্রমকে সুষ্ঠু ও যথার্থ করার জন্য বিভিন্নমুখী কাজের প্রয়োজনে ভিন্ন ভিন্ন সলিনয়েড ভ্যালভে ব্যবহার করা হয়। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত সলিনয়েড ভ্যালভকে ২ ভাগে ভাগ করা হয়-

১। ডাইরেক্ট (Direct Acting) সলিনয়েড ভ্যালভ,

২। পাইলট অপারেটেড (Pilot Operated) সলিনয়েড ভ্যালভ,।

প্রবাহ পোর্টের উপর ভিত্তি করে এ তিন প্রকার-

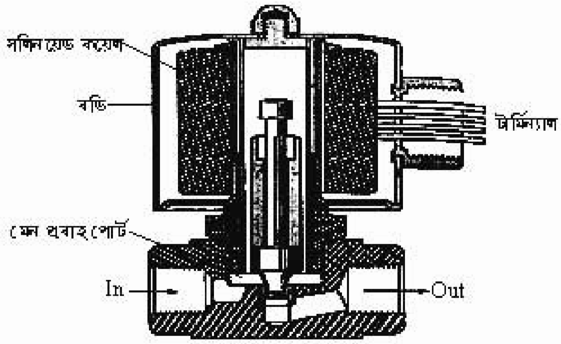
ক) দুই পথ বিশিষ্ট সলিনয়েড ভ্যালভ (Two way solenoid valve)

খ) তিন পথ বিশিষ্ট সলিনয়েড ভ্যালভ (Three way solenoid valve)

গ) চার পথ বিশিষ্ট সলিনয়েড ভ্যালভ (Four way solenoid valve)

ডাইরেক্ট অ্যাক্টিংঃ

Direct শব্দের অর্থ প্রত্যক্ষ বা সরাসরি। বিদ্যুতায়িত হয়ে এনার্জাইসড হবার পর যে সলিনয়েড ভ্যালভের প্রধান প্রবাহ পোর্ট সরাসরি খুলে যায় এবং প্রবাহ শুরু হয় তাকে ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভ বলে। বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হলে সরাসরি পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসে এবং প্রবাহ বন্ধ হয়।

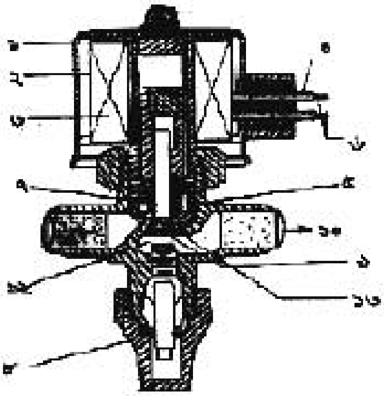


চিত্র- ৪.২: ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভ।

পাইলট অপারেটেডঃ

Pilot অর্থ সাহায্যকারী। সলিনয়েড কয়েল বিদ্যুতায়িত হবার পর প্রথমে পাইলট পোর্ট বা Bleeder পোর্ট খুলে যায়। প্রথমে ঐ পোর্ট দিয়ে ব্লিডিং আকারে স্বল্পমাত্রার প্রবাহ শুরু হয়। এতে সলিনয়েড ভ্যালভের অভ্যন্তরে প্রবাহীর চাপ বৃদ্ধি হতে থাকে। চাপ বৃদ্ধির একপর্যায়ে প্রধান পোর্ট খুলে যায় এবং প্রয়োজনীয় মাত্রার প্রবাহ শুরু হয়। এতে পাইলট পোর্ট থাকে বলে এর নাম পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভ।

১. কভার
২. ম্যাগনেটিক কভার
৩. কয়েল অ্যাসেমব্লি
৪. শো ইন্সুলেটর
৫. প্লাঞ্জার
৬. কন্ডুইট কানেকশন
৭. ভ্যালভ স্প্রীং
৮. বডি
৯. ভ্যালভ ডিস্ক
১০. আউট লেট পোর্ট
১১. ইন লেট পোর্ট
১২. ব্লেন পোর্ট
১৩. পাইলট পোর্ট

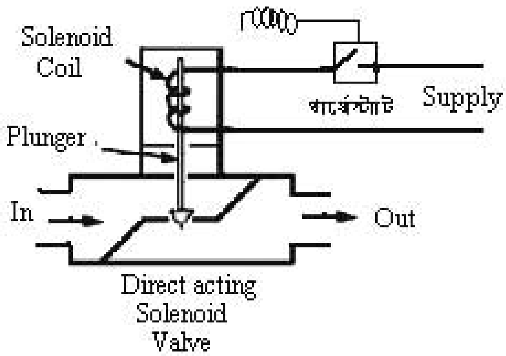


চিত্র- ৪.৩ঃ পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভ।

৪.২. সলিনয়েড ভ্যালভের কার্যপদ্ধতিঃ

ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের কার্যপ্রণালিঃ

টেম্পারেচার কাট-আউট বা থার্মোস্ট্যাট বা অন্য কোন স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রক দ্বারা সলিনয়েড কয়েল বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হয়ে এনার্জাইজড হয়। অর্থাৎ কয়েলে চুম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। এ শক্তির প্রভাবে নিড্ল ও প্লাঞ্জার সীট হতে স্থানান্তর হয়। এতে সরাসরি মেইন পোর্ট খুলে যায় এবং প্রবাহ শুরু হয়। পরিমাণমতো কাজ (শীতল বা গরম) হবার পর নিয়ন্ত্রক কর্তৃক সলিনয়েড কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হওয়াতে চুম্বকত্ব নষ্ট হয়। ফলে নিড্ল পূর্বের স্থলে (সীটে) প্রিটার্ণ করে যায় কারণে প্রবাহ বন্ধ হয়। এভাবে প্রবাহ চালু ও বন্ধ হয়ে প্রয়োজনীয় মাত্রায় উষ্ণতা নিয়ন্ত্রিত হয়।

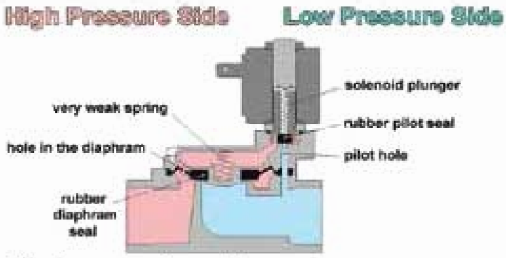


চিত্র- ৪.৪ঃ ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের সংযোগ।

পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের কার্যপ্রণালিঃ

টেম্পারেচার কাট-আউট বা থার্মোস্ট্যাট বা অন্য কোন স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রক দ্বারা সলিনয়েড কয়েল বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হয়ে এনার্জাইজড হয়। এর প্রভাবে সলিনয়েড প্লাঞ্জার সীট হতে স্থানান্তর হয়। এ সময় মেইন পোর্ট না খুলে প্রথমে পাইলট বা ব্লিডার পোর্ট খুলে যায়। এতে পিস্টনের উপরের অংশে প্রবাহী প্রবাহ চাপ আটকে যায় (প্রবাহ বন্ধ হয়) এবং পাইলট বা ব্লিডার পথ চাপমুক্ত হয়। অর্থাৎ ব্লিডার পথে প্রবাহী প্রবাহিত হতে থাকে।

ফলে পিস্টনে অসামঞ্জস্য চাপের উদ্ভব ঘটে। পিস্টনের নিচে প্রবাহী প্রবেশ করতে থাকে। একপর্যায়ে পিস্টনের উপরের চাপ অপেক্ষা নিচের চাপ বেশি হয়। এতে পিস্টন নিম্নমুখী চাপ উপেক্ষা করে উপরের দিকে উঠে যায়। ফলে মূল (মেইন) প্রবাহপথ খুলে যায় এবং পূর্ণাঙ্গ প্রবাহ চলতে থাকে। পরিমাণমতো কাজ (শীতল বা গরম) হবার পর নিয়ন্ত্রক কর্তৃক সলিনয়েড কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হওয়াতে চুম্বকত্ব নষ্ট হয়। এতে প্লাঞ্জার নিজস্ব ভরে নিচে পূর্বের স্থলে রিটার্ন করলে পাইলট পোর্ট বন্ধ হয়। এ সময় পিস্টনের তলদেশের চাপ কমতে থাকে। উপরি ভাগের চাপ অপেক্ষা তলদেশের চাপ কমে গেলে পিস্টন পূর্বের স্থলে (সীটে) ফিরে আসে। একপর্যায়ে পিস্টনের উপরিভাগের বেশি চাপ পিস্টনকে সীটে ভালোভাবে আটকে রাখে এবং প্রধান প্রবাহ বন্ধ হয়।



চিত্র-৪.৫: পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের সংযোগ।

৪.৩. সলিনয়েড ভ্যালভের স্থাপন:

সলিনয়েড ভ্যালভ স্থাপনের ক্ষেত্রে কয়েকটি বিষয় বিবেচনা করার প্রয়োজন হয়। যেমন- উদ্দেশ্য, ব্যবহার ক্ষেত্র, সতর্কতা ইত্যাদি

ক) উদ্দেশ্য:

যে উদ্দেশ্যে বা কাজের জন্যে সলিনয়েড ভ্যালভ ব্যবহার করতে হবে তার উপর ভিত্তি করে প্রয়োজনীয় সলিনয়েড ভ্যালভ নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে হবে।

খ) ব্যবহার ক্ষেত্র:

কোথায় ব্যবহার করতে হবে অর্থাৎ কোন স্থলে ইহা স্থাপন করতে হবে, সেই স্থলের কার্যোপযোগী সলিনয়েড ভ্যালভ সংগ্রহপূর্বক ইহা স্থাপন করতে হবে।

গ) সতর্কতা:

সলিনয়েড ভ্যালভ স্থাপন বা ব্যবহারের জন্য কিছু অনুসরণযোগ্য সতর্কতাগুলো হলো-

১. ভ্যালভের গায়ে নির্দেশিত তীর চিহ্ন অনুযায়ী প্লান্টে স্থাপন করা।।
২. সলিনয়েড কয়েলে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ অনুযায়ী ব্যবহার করা।
৩. ৫২° সেঃ এর উর্ধ্ব তাপমাত্রায় স্থাপন না করা।
৪. সার্বক্ষণিক আর্দ্রতাযুক্ত স্থলে স্থাপন না করা।

৪.৪. সলিনয়েড ভ্যালভের ব্যবহার ক্ষেত্র:

হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণে সলিনয়েড ভ্যালভ খুবই প্রয়োজনীয় একটা নিয়ন্ত্রক। বড় ও মাঝারি ধরনের প্রায় সকল সিস্টেমে হিমায়ক, পানি, ব্রাইন, চিল্ড ওয়াটার, গ্যাস, নিয়ন্ত্রিত বাতাস ইত্যাদির প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য এ ভ্যালভ ব্যবহার হয়ে থাকে। উক্ত কাজের জন্য এ ভ্যালভ ব্যবহৃত ক্ষেত্রসমূহের নাম হলো-

১। হিট পাম্প (Heat pump), ২। আইস মেকার, (Ice maker),
৩। আইস প্লান্ট (Ice plant), ৪। এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেম, (Air-conditioning system),
৫। হিমাগার (Cold storage), ৬। ফিশ ফ্রিজিং প্লান্ট (Fish freezing plant) ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা- ০৪

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। সলিনয়েড ভ্যালভের প্রধান কী কী অংশ থাকে ?

২। লিংকিং থ্র কাকে বলে ?

৩। সলিনয়েড ভ্যালভ কিসের দ্বারা পরিচালিত হয় ?

৪। পাইলট পোর্টের অপর নাম কী ?

৫। কোন সলিনয়েড ভ্যালভের ২টি পোর্ট থাকে ?

৬। সলিনয়েড ভ্যালভের নিয়ন্ত্রিত ৫টি প্রবাহীর নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৭। সলিনয়েড ভ্যালভ স্থাপনে কী কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয় ?

৮। ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের চিহ্নিত চিত্র অংকন কর।

৯। পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের প্রধান অংশগুলোর নাম লিখ।

১০। সলিনয়েড ভ্যালর ব্যবহার ক্ষেত্র লেখ।

১১। লিকুইড ফ্লাডব্যাক বলতে কী বোঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১২। যথাযথ প্রবাহী নিয়ন্ত্রণে সলিনয়েড ভ্যালভের গুরুত্ব আলোচনা কর।

১৩। পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

১৪। ডাইরেক্ট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের কার্যক্রম বর্ণনা কর।

১৫। পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের চিত্র অংকন করে চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৪

অনুচ্ছেদটি পড়ার পর নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

টেম্পারেচার কাট-আউট বা থার্মোস্ট্যাট কর্তৃক সলিনয়েড কয়েল বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হয়ে এনার্জাইজড হয়। ফলে কয়েলে চুম্বকত্বের সৃষ্টি হয় যার প্রভাবে নিড্ল বা প্লাঞ্জার সীট হতে স্থানান্তর হয়। এতে মেন পোর্ট খুলে যায় এবং প্রবাহ শুরু হয়। পরিমাণমতো কাজ হবার পর নিয়ন্ত্রক কর্তৃক সলিনয়েড কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হওয়াতে চুম্বকত্ব নষ্ট হয়। ফলে নিড্ল পূর্বের স্থলে রিটার্ন করে যার কারণে প্রবাহ বন্ধ হয়। এভাবে প্রবাহ চালু ও বন্ধ হয়ে ইভ্যাপরেটর অংশে প্রয়োজনীয় মাত্রায় উষ্ণতা নিয়ন্ত্রিত হয়।

১। কিসের প্রভাবে প্লাঞ্জার সীট হতে স্থানান্তর হয় ?

২। সলিনয়েড কয়েল কীভাবে এনার্জাইজ্ড হয় ?

৩। সলিনয়েড ভ্যালভের সাহায্যে প্রয়োজনীয় মাত্রায় উষ্ণতা নিয়ন্ত্রণের বিষয়টি আলোচনা কর।

৪। চিত্রসহ পাইলট অপারেটেড সলিনয়েড ভ্যালভের বৈদ্যুতিক সংযোগ অংকন কর।

২০২০

অধ্যায়-০৫

ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টর (Electric Contactor)

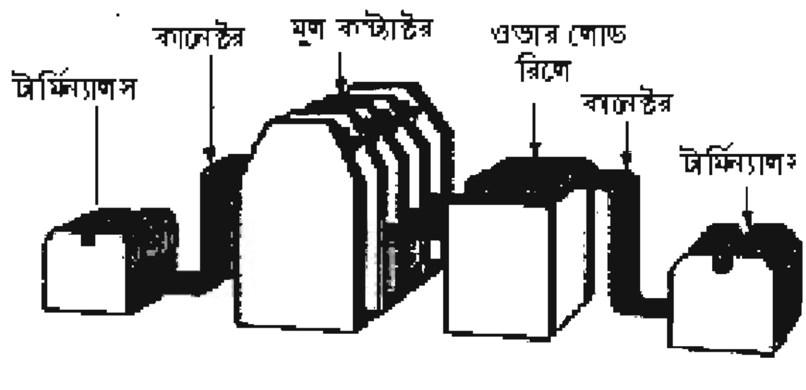
Contact শব্দ থেকে Contactor শব্দটি এসেছে। Contact-এর অর্থ সংযোগ করে দেওয়া। আর কন্ট্যাক্টরের অর্থ হলো, যা সংযোগ করে দেয়। বেশি ক্ষমতার তিন ফেজ দ্বারা চালিত মোটরে বিদ্যুৎ সরবরাহ ব্যবস্থা বেশ জটিল ও বিপজ্জনক। তিন ফেজ মোটরকে নিরাপদে ও নির্বিঘ্নে বার বার সংযোগ দেওয়া ও বিচ্ছিন্ন করার জন্য কন্ট্যাক্টর ব্যবহৃত হয়। তাই এটি নিরাপদে পুনঃ পুনঃ বিদ্যুৎ শক্তি লাইন হতে সার্কিট টার্মিনালে অন ও অফ করে।

৫.১. ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টর :

কন্ট্যাক্টর এক প্রকার নিরাপত্তামূলক বৈদ্যুতিক কন্ট্রোলার। বেশি লোডের ও ভোল্টেজে চালিক মেশিনাদি পরিচালনার জন্যে ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টরের বিকল্প কোন ব্যবস্থা নেই। যে ডিভাইস লোডের (Load) টার্মিন্যালের সাথে বিদ্যুৎ সরবরাহ লইনের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের অন ও অফ প্রক্রিয়া নিরাপদে সম্পাদন করে তাকে কন্ট্যাক্টর বলে।

ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টর এর প্রধান অংশসমূহঃ

ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টর একক কোন বস্তু নয়। এটি অবশ্যই একটা সম্মিলিত ব্যবস্থাপনা। এটা কতকগুলো প্রধান অংশ সমবায়ে তৈরি। চিত্রসহ এর প্রধান অংশগুলোর নাম দেওয়া হলো-



চিত্র- ৫.১: কন্ট্যাক্টরের প্রধান অংশসমূহ।

১। টার্মিন্যালস- বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইন থেকে সংযোগ দেওয়ার পয়েন্টসসমূহ ।

২। কানেক্টর লাইন টার্মিন্যাল হতে কন্ট্যাক্টরের সেতুবন্ধন অর্থাৎ সংযোগকারী লাইন।

৩। মূল কন্ট্যাক্টর- কন্ট্যাক্ট ব্যবস্থাপনার মূল অংশ।

৪। ওভারলোড রীলে- নিরাপত্তা বিধান করার অংশ বিশেষ।

৫। কানেক্টর- ওভার লোড রিলের সাথে লোডের (মোটরের) সংযোগ রক্ষাকারী লাইনসমূহ।

৬। টার্মিন্যালস- মোটরের সংযোগ টার্মিন্যালকে সংযোগ দেওয়ার জন্য টার্মিন্যালসসমূহ।

৫.২. ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টরের প্রকারভেদ :

বিভিন্ন প্রকার বিদ্যুৎ ব্যবস্থা দ্বারা হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের যন্ত্রপাতি পরিচালিত হয়। যেমন এসি, ডিসি, সিঙ্গেল ফেজ থ্রি ফেজ ইত্যাদি।

বিদ্যুৎ ব্যবস্থার বিভিন্নতা, পরিচালনা, পোলের সংখ্যা ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে কন্ট্যাক্টরের প্রকারভেদ হলো-

ক) পোলের দিক থেকে কন্ট্যাক্টর চার প্রকার, যথা-

১. দুই পোল কন্ট্যাক্টর, ২. তিন পোল কন্ট্যাক্টর,
৩. চার পোল কন্ট্যাক্টর, ৪. পাঁচ পোল কন্ট্যাক্টর ।

খ) পরিচালনার দিক থেকে কন্ট্যাক্টর দু প্রকার। যথা-

১. হস্তচালিত (Manual operated),
২. স্বয়ংক্রিয় চালিত (Automatic operated)

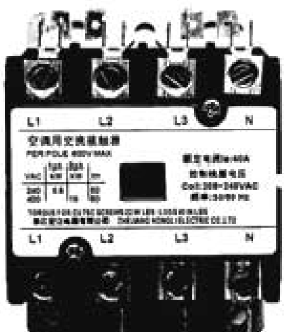
গ) ফেজের উপর ভিত্তি করে দু প্রকার। যথা-

১. সিঙ্গেল ফেজে ব্যবহৃত কন্ট্যাক্টর,
২. থ্রিফেজে ব্যবহৃত কন্ট্যাক্টর।

৫.৩. ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টরের কার্যপদ্ধতিঃ

কন্ট্যাক্টরের কার্যপদ্ধতি বলতে এর সকল অংশসমূহের কার্যপদ্ধতিকে বোঝায়। সে কারণে এর কার্যপদ্ধতি আলোচনার পূর্বেই তার অংশসমূহের নাম ও কার্যাদি জানা খুবই জরুরি। তাই কন্ট্যাক্টরের অংশসমূহ হলো-

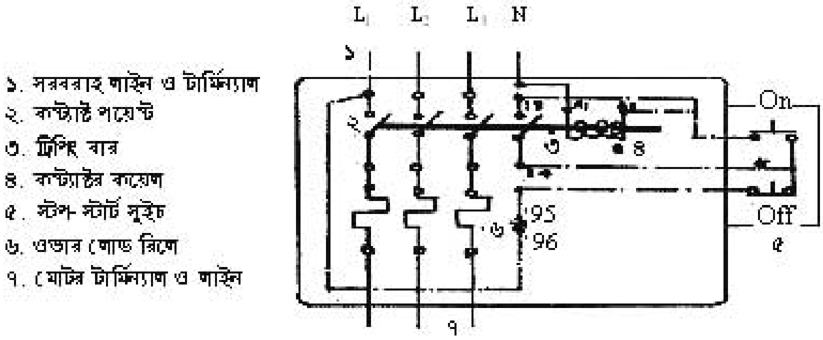
১. মেক কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট (Make Contact point)
২. ব্রেক কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট (Brack contact point)
৩. মেইন কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট (Main contact point)
৪. ম্যাগনেটিক কয়েল (Magnetic coil)
৫. কয়েল টার্মিন্যাল (Coil terminal)
৬. আয়রন কোর (Iron core)
৭. কন্ট্যাক্ট ব্লেড (Conatct blades)
৮. ফ্রেম (Frame)



চিত্র- ৫.২: কন্ট্যাক্টর।

এছাড়া কন্ট্যাক্টরে আরো কিছু সাহায্যকারী সংযোগ বিন্দু থাকে। কন্ট্যাক্টরের কয়েলে (২২০/২৩০) লেখা থাকলে তাকে Single phase লাইনে আর 400v লেখা থাকলে তাকে 3 phase লাইনে ব্যবহার করতে হয়।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের দুটি, তিনটি, চারটি, পাঁচটি বা আরো বেশি কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট থাকতে পারে। তিন ফেইজ মোটরের ক্ষেত্রে তিনটি বা অধিক সংখ্যক কন্ট্যাক্ট ব্যবহৃত হয়। তিনের অধিক কন্ট্যাক্টগুলোর মধ্যে NO (Normally open) কন্ট্যাক্ট ও NC (Normally close) কন্ট্যাক্ট থাকে। এ অতিরিক্ত কন্ট্যাক্টগুলোকে সাহায্যকারী কন্ট্যাক্ট বলে। বিভিন্ন ধরনের বাড়তি সুবিধার জন্যে এ ধরনের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট থাকে। কন্ট্যাক্টরের লাইন ডায়াগ্রাম ও কার্যক্রম নিম্নরূপ- ১০৩



চিত্র- ৫.৩ঃ কন্ট্যাক্টরের লাইন ডায়াগ্রাম।

কার্যপ্রণালীঃ

সার্কিটের Start switch on করলে লাইন L_1 থেকে 95-96 নং হয়ে কন্ট্যাক্টরের ম্যাগনেটিক কয়েলের (A1 ও A2) মধ্য দিয়ে N পয়েন্টে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহের কারণে তখন তাতে আবেশীয় চুম্বকত্বের সৃষ্টি হয়। যার টানে আর্মেচারের সাথে সংযুক্ত ট্রিপিং বার (Triping bar) স্থানান্তরিত হয়ে ব্রেক অবস্থায় কন্ট্যাক্টকে 'মেক কন্ট্যাক্ট' পয়েন্টসমূহকে অন করে। অর্থাৎ মোটরের সাথে বৈদ্যুতিক সরবরাহ লাইনের সংযোগ ঘটে। তখন মোটর চলতে থাকে। অতঃপর Stop switch চাপ দিলে কন্ট্যাক্টর কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়। যার দরুন ম্যাগনেটিক কয়েল চৌম্বক শক্তি হারায় এবং স্প্রিং আর্মেচার পূর্বের জায়গায় ফিরে আসে। ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে মোটর অফ হয়। পুনরায় স্টার্ট সুইচ অন করলে মোটর চালু হয়। এভাবে পুনরাবৃত্তির মাধ্যমে কন্ট্যাক্টর মোটরকে চালু ও বন্ধ করে। এ ধরনের কন্ট্যাক্টরের মাধ্যমে মোটর চলার সময় বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হলে মোটরও বন্ধ হয়ে যায়। কিন্তু পুনরায় বিদ্যুৎ সরবরাহ ঘটলে মোটর নিজে নিজে চালু হতে পারে না। আবার অন বাটন চাপ দেবার পর মোটর চালু হয়।

৫.৪. ইলেকট্রিক কন্ট্যাক্টরের ব্যবহারঃ

কন্ট্যাক্টর Inductive ও Resistive লোডে ব্যবহার করা হয়। ইন্ডাকটিভ লোড হলো সকল প্রকার বৈদ্যুতিক মোটর। সুতরাং বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহৃত সকল ক্ষেত্রেই কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করা হয়। তাই কন্ট্যাক্টর ব্যবহারের ক্ষেত্রসমূহ হলো-

১। আইস প্লান্ট,	২। কোল্ড স্টোরেজ,	৩। এয়ার-কন্ডিশনিং প্লান্ট
৪। ড্রিজিং প্লান্ট	৫। কল কারখানা,	৬। পাম্প
৭। রাইস মিল	৮। আটা ও ময়দা মিল	৯। 'স' মিল ইত্যাদি

অর্থাৎ যে সকল ক্ষেত্রে তিন ফেজ মোটর ব্যবহার করা হয় সে সব ক্ষেত্রেই কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করা হয়। তবে কোন ক্ষেত্রে সিঙ্গেল ফেজ মোটর স্বয়ংক্রিয় চালু ও বন্ধ করার জন্য DP (Double pole) কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করা হচ্ছে। স্বয়ংক্রিয় চালু ও বন্ধের জন্য স্প্লিট টাইপ এসিতে ডিপি কন্ট্যাক্টর ব্যবহার হয়ে থাকে।

২০২০

প্রশ্নমালা- ০৫

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। কন্ট্যাক্ট শব্দের অর্থ কী ?

২। কন্ট্যাক্টর কাকে বলে ?

৩। ফেজের উপর ভিত্তি করে কন্ট্যাক্টর কত প্রকার ও কী কী ?

৪। কন্ট্যাক্টর কত কত ভোল্টের হয় ?

৫। ওভারলোড রিলের কাজ কী ?

৬। স্টার্ট ও স্টপ সুইচ কেন ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। কন্ট্যাক্টরের কয়টি অংশ ও কী কী ?

৮। কন্ট্যাক্টরের ব্যবহার ক্ষেত্রের বিবরণ দাও।

৯। কন্ট্যাক্টরের অংশগুলোর নাম লেখ।

১০। কন্ট্যাক্টরের কাজগুলোর তালিকা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১১। কন্ট্যাক্টরের শ্রেণিবিন্যাস উল্লেখ কর।

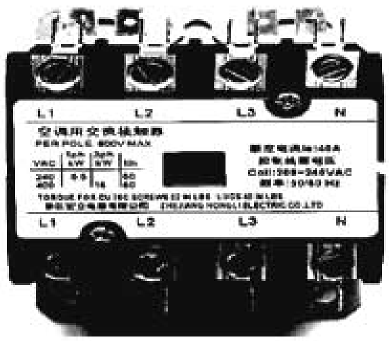
১২। কন্ট্যাক্টরের লাইন ডায়াগ্রাম অংকন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।

১৩। কন্ট্যাক্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

১৪। কন্ট্যাক্টরের চিত্র অংকন করে চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৫

চিত্রটির আলোকে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



১। চিত্রটার নাম কী ?

২। সংযোগ টার্মিন্যাল কয়টা ও কী কী ?

৩। ডিভাইসটি কী প্রয়োজনে ব্যবহার হয়ে থাকে ?

৪। ডিভাইসটির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

অধ্যায়- ০৬

টাইমার (Timer)

Time শব্দের অর্থ সময় বা কাল। এ টাইম থেকে টাইমার কথাটি এসেছে। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে সময়, তাপমাত্রা, চাপ, আর্দ্রতা, হিমায়ক প্রবাহ ইত্যাদি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে সংরক্ষণ করে সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয় করা হয়। প্রতিটির জন্য নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়। সময় (Time) স্বয়ংক্রিয় করার জন্য টাইমার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ৬.১: একটি টাইমার।

৬.১. টাইমার :

টাইমার হলো সময়ের প্রেক্ষিতে নিয়ন্ত্রিত এক প্রকার স্বয়ংক্রিয় সুইচ। ঘড়ির অনুরূপ নির্ধারিত সময় অন্তর অন্তর এ ডিভাইস পদ্ধতির বৈদ্যুতিক প্রবাহের সংযোগ ও বিচ্ছিন্নের মাধ্যমে ইউনিটকে নিয়ন্ত্রণ করে। তাই একে Time clock ও বলা হয়। সময়ের ভিত্তিতে টাইমার বর্তনীর একাধিক অংশের বিদ্যুৎ চালিত যন্ত্র-যন্ত্রাংশকে নিয়ন্ত্রণ করে। বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক শক্তি দ্বারা চালিত যে ডিভাইস স্বয়ংক্রিয়ভাবে সময়ের প্রেক্ষিতে বৈদ্যুতিক বর্তনীর একাধিক অংশকে পর্যায়ক্রমে চালু ও বন্ধ করে তাকে টাইমার বলে। টাইমার রিফ্রিজারেশনের ক্ষেত্রে হিমায়ন বর্তনী (কমপ্রেশর মোটরকে) অফ করিয়ে ডিফ্রস্টিং হিটারের লাইন চালু করে দেয়।

ডিফ্রস্টিং লাইন অফ করে নির্ধারিত সময় শেষে পুনরায় মোটরকে অন করে দেয়। অর্থাৎ টাইমার সিস্টেমের দুই বা ততোধিক লোড সংবলিত সমান্তরাল বৈদ্যুতিক বর্তনীকে নিয়ন্ত্রণ (অফ-অন) করে। অফ-অন-এর সময়টা নির্ভর করে টাইমারের পিরিয়ড সেটিং (Period seting) এর উপর যা সাধারণত নির্মাতা কর্তৃক নির্ধারিত থাকে। বিভিন্নাংশ সম্বলিত একটি টাইমারের চিত্র পাশে দেওয়া হলো।

চিত্র- ৬.২: একটি টাইমারের বিভিন্ন অংশ।

টাইমারের প্রকারভেদঃ

বিভিন্ন প্রকার কাজের প্রয়োজনে বিভিন্ন প্রকার টাইমার ব্যবহার করা হয়। ফলে গঠন, কার্যক্রম ইত্যাদির উপর ভিত্তি কর টাইমারের শ্রেণিবিন্যাস হলো-

ক) গঠনগত দিক দিয়ে টাইমার দুই ধরনের। যথা-

১. বৈদ্যুতিক টাইমার (Electrical Timer): বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা চালিত হয়।

২. যান্ত্রিক টাইমার (Mechanical Timer): যান্ত্রিক শক্তি দ্বারা চালিত হয়।

খ) ডিলে সময়ের উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার, যথা-

১। On delay timer: লোড চালু হবার যতক্ষণ পর লোড বন্ধ হবার কথা ঠিক ততক্ষণ পর লোড বন্ধ হলে তাকে On delay timer বলে।

২। Off-delay timer : লোড বন্ধ হবার যতক্ষণ পর লোড চালু হবার কথা ঠিক ততক্ষণ পর লোড চালু হলে তাকে Off delay timer বলে।

গ) টাইমারের টার্মিন্যাল সংখ্যার উপর ভিত্তি করে এটি ২ প্রকার-

১। চার টার্মিন্যাল বিশিষ্টঃ টার্মিন্যালগুলো হলো-

ক. নিউট্রাল লাইন সংযোগ (মোটর) টার্মিন্যাল,

খ. ফেজ ইন (ফেজ সংযোগ লাইন) টার্মিন্যাল

গ. কমপ্রেশর মোটরের সংযোগ টার্মিন্যাল

ঘ. ডিফ্রস্ট হিটার সংযোগ টার্মিন্যাল।

২। পাঁচ টার্মিন্যাল বিশিষ্টঃ টার্মিন্যালটি হলো-

ক. নিউট্রাল লাইন সংযোগ (মোটর) টার্মিন্যাল,

খ. কমন বা ফেইজ ইন (ফেইজ সংযোগ লাইন) টার্মিন্যাল,

গ. কমপ্রেশর মোটরের সংযোগ টার্মিন্যাল,

ঘ. কুলিং ফ্যান মোটরের সংযোগ টার্মিন্যাল,

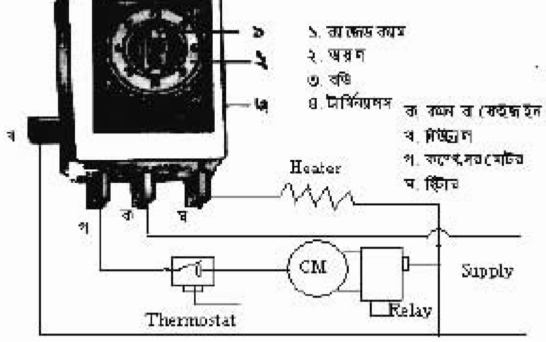
ঙ. ডিফ্রস্ট হিটার সংযোগ টার্মিন্যাল।

৬.২. টাইমারের কার্যপ্রণালিঃ

টাইমার বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক শক্তি দ্বারা চালিত একটা স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস যা সময়ের প্রেক্ষিতে বৈদ্যুতিক বর্তনীকে চালু ও বন্ধ করে। এ নির্ধারিত (Periodic time) সময়ান্তর কন্ট্যাক্ট পয়েন্টসমূহকে পর্যায়ক্রমে অফ-অন করে। অফ-অনের এ পিরিয়ড যথাক্রমে ২৪ বা ১৮ বা ১২ ঘণ্টা অন্তর অন্তর হতে পারে। যা নির্মাতার পরিকল্পনার উপর নির্ভরাশীল। সুতরাং বিভিন্ন রকমের টাইমারের কার্যপ্রক্রিয়াও বিভিন্ন। টাইমারের কার্যপদ্ধতি বর্ণিত হলো-

২০২০

বৈদ্যুতিক টাইমার :



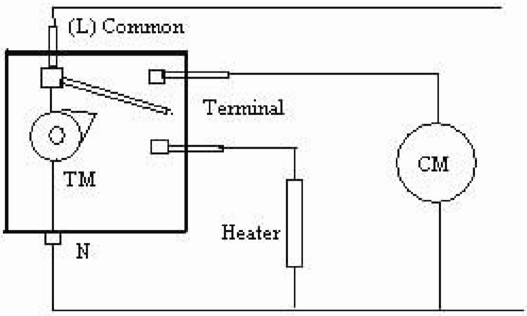
চিত্র- ৬.৩: বৈদ্যুতিক টাইমারের বর্ণনা ও সংযোগ।

এ টাইমারের প্রধানত রাগিড (Rugged) ক্যাম, ডায়াল, বডি ও ৪টি টার্মিন্যালস থাকে। কমন ও নিউট্রালের মধ্যে একটা মোটর কয়েল থাকে। মোটরের রোটরের সাথে একাটি টিকন শ্যাফ্ট ও কয়েকটি গিয়ার ও পিনিয়ন থাকে। টিকন শ্যাফটের সাথে বড় গিয়ারের সমন্বয় থাকার কারণে শ্যাফ্টটি খুব দ্রুত এবং গিয়ারটি খুব ধীরে ঘোরে । টার্মিন্যাল চারটির নাম হলো-

ক. কমন বা কেইজ, খ. নিউট্রাল, গ. কমপ্রেশর মোটর, ঘ. হিটার

বিদ্যুৎ দ্বারা চালিত টাইমারকে বৈদ্যুতিক টাইমার বলে। প্রথম অবস্থায় থার্মোস্ট্যাট বা সুইচের সাহায্যে টাইমারের কমন বা কেজ ইন কানেকশন পয়েন্টে বিদ্যুৎ প্রবাহ পায়। মোটর চলতে থাকে। নির্ধারিত সময় অতিক্রম হবার পর টাইমারের মোটর কর্তৃক রাগিড ক্যাম (Rugged cam) পরিমিত পরিমাণ সরে যায়। সাথে সাথে কমপ্রেশর মোটরের কন্ট্যাক্ট বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। তখন অভ্যন্তরীণভাবে হিটার পয়েন্ট সংযোগ প্রাপ্ত হয়। সাপ্লাই পাবার পর একটা নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত হিটার উত্তপ্ত হতে থাকে।

নির্ধারিত সময় অতিক্রমের পর টাইমার মোটর রাগিড ক্যামকে আবার সরিয়ে দেওয়া। সাথে সাথে হিটার কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট বিচ্ছিন্ন হয় এবং কমপ্রেশর মোটর পুনরায় সংযোগ পায় এবং চলতে থাকে। এভাবে পর্যায়ক্রমে মোটর চালু হিটার বন্ধ এবং হিটার চালু মোটর বন্ধের মাধ্যমে পদ্ধতি সচল থাকাতে ফ্রিজার চেম্বার বরফ মুক্ত থাকে।



চিত্র- ৬.৪: টাইমারের অভ্যন্তরীণ দৃশ্য ও সংযোগ ব্যবস্থা।

২. যান্ত্রিক টাইমারঃ

এটা বৈদ্যুতিক টাইমারের মতোই কাজ করে। টাইমার মোটরের পরিবর্তে স্প্রিং এর চাপ শক্তি রাগিড ক্যামকে প্রভাবিত করে। ক্যামটি মোটরের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট সংযোগ দিয়ে কমপ্রেশরকে চালু করে। নির্দিষ্ট সময় পর ক্যামটি মোটরকে অফ করে হিটারকে চালু করে দেয়। এ অফ-অন এর মাধ্যমে ডিফ্রস্টিং-এর কাজ হয়। টিপারকে সেট করার জন্য ২৪ ঘন্টার হিসাব করে ডায়ালে মার্ক (Mark) করা থাকে। টিপার (Tipper) কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে প্রণোদিত করে এবং একে থাম্ব স্ক্রু (Thumb screw) দ্বারা ডায়ালের সাথে সেট করা হয়।

৬.৩. টাইমারের ব্যবহার ক্ষেত্র :

বিভিন্ন প্রকার কাজ সম্পাদন করার জন্য বিভিন্ন ক্ষেত্রে টাইমার ব্যবহার করা হয়। একই ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন কাজ সম্পন্ন হতে পারে, আবার ভিন্ন ক্ষেত্রে একই কাজ সংঘটিত হতে পারে। টাইমার যে সমস্ত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় তা হলো

১. টাইম ডিলে রীলে (Time Delay relay),
২. মোটর কন্ট্রোল (Motor control)
৩. পাম্প মোটর কন্ট্রোল (Pump motor control),
৪. এজিটেটর কন্ট্রোল (Agitator control)
৫. ডিফ্রস্ট হিটার কন্ট্রোল (Defrost Heater control)
৬. রিফ্রিজারেটরের মোটর ও হিটার কন্ট্রোল (Refrigerator's motor & heater control)

৬.৪. টাইমারের টাইম অ্যাডজাস্টিংঃ

কোন বৈদ্যুতিক লোড কতক্ষণ অন্তর অন্তর চালু ও বন্ধ হবে তার পর্যায়ক্রমিক সময়ের ব্যবধান নির্ধারণ করাকে টাইমারের টাইম অ্যাডজাস্টমেন্ট বলে। প্রয়োজনীয় কাজ পাওয়ার জন্য কোন কোন সময় এর টাইম অ্যাডজাস্টমেন্টের দরকার হয়। এর টাইম অ্যাডজাস্টমেন্টের বিষয়টি মূলত নির্মাতার উপর নির্ভরশীল। নির্মাতাই টাইমারের টাইম সেটিং করে দেয়। মিকানিক্যাল টাইমারের কন্ট্রোল নব পাশে রক্ষিত ডায়ালের সাথে সেট মোতাবেক কাজ করে। ওভেন, ওয়াশিং মেশিন, বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, ইত্যাদির বেলায় এ ধরণের টাইমারে ম্যানুয়ালি টাইম সেট করা যায়। অনেক টাইমার আছে যার টাইম অ্যাডজাস্টমেন্ট করার ব্যবস্থা নাই। যেমন ফ্রস্ট ফ্রি রিফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত টাইমার। তবে ওয়াশিং মেশিন বা ওভেনে টাইম অ্যাডজাস্ট করার ব্যবস্থা থাকে। এগুলোর বেশির ভাগই ইলেকট্রিক্যাল টাইমার। যান্ত্রিক টাইমার বিদ্যুৎ অফ হয়ে গেলে বন্ধ হয় না।

২০২০

প্রশ্নমালাঃ- ০৬

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। টাইমার শব্দটা কোত্থেকে এসেছে ?
২। টাইমারের টাইম পিরিয়ড কে নির্ধারণ করে ?
৩। রাগিড ক্যাম কী কাজে ব্যবহার হয়?
৪। টাইমারের অপর নাম কী?
৫। গঠনগত দিক হতে টাইমার কতপ্রকার ও কী কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। টাইমার কী ? এ কত প্রকার ও কী কী ?
৭। টাইম অ্যাডজাস্টমেন্ট বলতে কী বোঝায় ?
৮। টাইমারের শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।
৯। টাইমারের টার্মিন্যালগুলোর নাম লেখ।
১০। ইলেক্ট্রিক্যাল ও যান্ত্রিক টাইমার কীভাবে শনাক্ত করা যায়?
১১। টাইমারের অভ্যন্তরীণ রেখাচিত্র অংকন কর।
১২। টাইমারের প্রধান অংশ কয়টি ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৩। টাইমারের কাজ ও ব্যবহার ক্ষেত্র বর্ণনা কর।
১৪। টাইমারের অ্যাডজাস্টমেন্ট বর্ণনা কর।
১৫। চিত্রসহ বৈদ্যুতিক টাইমারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ ০৬

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং পদ্ধতিকে অটোমেটিক করার অর্থ হলো বৈদ্যুতিক মোটরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালানো। মোটরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালনার জন্য ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এ সার্কিটের প্রধান ২টি অংশ- একটি মেইন সার্কিট অপরটি অপারেটিং বা কন্ট্রোলিং সার্কিট। স্বয়ংক্রিয় বর্তনীতে ব্যবহৃত টাইমার সময়ের প্রেক্ষিতে বৈদ্যুতিক বর্তনীকে চালু ও বন্ধ করে কমপ্রেশরকে নিয়ন্ত্রণ করে। টাইমারকে হিমায়ন পদ্ধতির ঘড়ি বলা হয়।

১। টাইমার কিসের প্রেক্ষিতে কাজ করে ?
২। সিস্টেম স্বয়ংক্রিয় করার অর্থ কী বোঝায় ?
৩। টাইমার ব্যবহৃত সার্কিটের প্রধান অংশের বর্ণনা দাও।
৪। টাইমারকে হিমায়ন পদ্ধতির ঘড়ি বলা যেতে পারে কী ? মতামতের পক্ষে যুক্তি দেখাও।

অধ্যায়-০৭
রিফ্রিজারেশন পদ্ধতির অটোমেশন
(Automation of Refrigeration system)

উষ্ণ ও শীতলীকরণ পদ্ধতিকে সুষ্ঠু ও সাফল্যজনকভাবে পরিচালনার সুবিধার্থে বিভিন্ন প্রকার সিস্টেমকে সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ করার প্রয়োজন হয়। সে প্রয়োজন মিটাতে কিছু নিয়ন্ত্রক ও যন্ত্রপাতির দরকার হয়। এ সকল নিয়ন্ত্রক ও যন্ত্রপাতি ব্যবহারের প্রকৃত উদ্দেশ্য হলো কমপ্রেশর ও তাপ উৎসকে (হিটার) যথাযথ সময়ে স্বয়ংক্রিয় চালু ও বন্ধ করা। এতে প্রত্যাশিত বস্তু ও স্থান নির্ধারিত তাপমাত্রায় সংরক্ষিত হয়। কমপ্রেশরকে ও তাপ উৎসকে স্বয়ংক্রিয় চালু ও বন্ধকরণ প্রক্রিয়ার নামই অটোমেশন বা স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি । যে প্রক্রিয়ায় হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির সকল যন্ত্র-যন্ত্রাংশ স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালিত করা হয় তাকে অটোমেশন বলে। অটোমেশন প্রক্রিয়ায় হিমায়ন সম্পাদনকে অটোমেটিক রিফ্রিজারেশন (Automatic Refrigeration) পদ্ধতি বলা হয়।

৭.১. অটোমেশনের প্রয়োজনীয়তা:

হিমায়ন পদ্ধতির অটোমেশন খুবই দরকারি। অটোমেশন পদ্ধতিতে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রক ও যন্ত্রাদির সাহায্যে হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির কার্যক্রম স্বয়ংক্রিয় করা হয়। তাপমাত্রা, চাপ, আর্দ্রতা, সময়, তরল সীমা, বিদ্যুৎ প্রবাহ, বৈদ্যুতিক চাপ ইত্যাদি সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণের জন্য অটোমেশন অপরিহার্য। তাছাড়া অটোমেশন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা হলো-

১। ইভ্যাপারেটরস্থ বরফ স্বয়ংক্রিয়ভাবে মুক্ত করার জন্য।
২। হিমায়ক যথাসময়ে সঠিক মাত্রায় প্রেরণ করার জন্যে।
৩। একই প্লান্টে মাল্টি টেম্পারেচার সংরক্ষণ করার জন্যে।
৪। দুর্ঘটনা হ্রাস করার জন্যে।
৫। সহজে কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রা সংরক্ষণ করার জন্যে।
৬। কমপ্রেশরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু ও বন্ধ করার জন্যে।
৭। জনবল কম লাগিয়ে অর্থ সাশ্রয় করার জন্যে।

৭.২ অটোমেশনে ব্যবহৃত যন্ত্র-যন্ত্রাংশের তালিকা:

সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিকে তিনটি প্রধান অংশে ভাগ করা হয় যথা-

ক) যান্ত্রিক স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রকসমূহ (Mechanical Automatic controls)।
খ) বৈদ্যুতিক স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রকসমূহ (Electrical Automatic controls)।
গ) যৌথ স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রকসমূহ (Combination Automatic controls)।

অটোমেশনে ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রকসমূহের তালিকা

ক্রমিক	ব্যবহার	নিয়ন্ত্রক	নিয়ন্ত্রকের ধরণ
১	তরল সীমা নিয়ন্ত্রণে	ফ্লোট ভালব	যান্ত্রিক নিয়ন্ত্রক
২	তরল প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে	এক্সপাশন-ডিভাইস	
৩	বৈদ্যুতিক শক্তি নিয়ন্ত্রণে	রীলে, ক্যাপাসিটর, ট্রান্সফরমার	বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রক
৪	সময় নিয়ন্ত্রণে ও ডিফ্রস্টিং এ	টাইমার	
৫	মোটর নিয়ন্ত্রণে	স্টার্টার, কন্ট্যাক্টর	
৬	তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে	থার্মোস্ট্যাট, টেম্পারেচার কাট আউট	যৌথ নিয়ন্ত্রক
৭	চাপ নিয়ন্ত্রণে	লোপ্রেশার কাট আউট, হাইপ্রেশার কাট আউট ও ডিউয়্যাল প্রেশার কাট আউট	
৮	তৈলের চাপ নিয়ন্ত্রণে	অয়ল প্রেশার কাট আউট	
৯	তরল প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে	সলেনয়েড ভ্যালব	
১০	বায়ু প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে	গ্রিল, ড্যাম্পার, ফ্যান ইত্যাদি	

হিমায়ন পদ্ধতির অটোমেশন দ্বারা পরিচালিত যন্ত্রপাতির তালিকা-

১. কমপ্রেশর (হিমায়ককে গতিশীল করে)
২. মোটর (কমপ্রেশরকে চালনা করে)
৩. কন্ডেন্সিং ইউনিট (কমপ্রেশর ও কন্ডেন্সার)
৪. কুলিং ইউনিট (ফ্যানসমূহ ও ইভ্যাপরেটর)
৫. কন্ট্রোলিং ডিভাইস (ক্যাপিলারি টিউব, এক্সপানশন ভ্যাল্‌ভ ইত্যাদি)
৬. বৈদ্যুতিক সরবরাহ নিয়ন্ত্রক (থার্মোস্ট্যাট, টাইমার ইত্যাদি)
৭. ডি-ফ্রস্টিং ডিভাইস (হিটার, হট গ্যাস)
৮. একমুখী বাইপাস ভ্যাল্‌ভ (একমুখী প্রবাহ)
৯. অয়ল কন্ট্রোলার (অয়ল পাম্প)
১০. কুলিং ফ্যান (ব্লোয়ার)
১১. বায়ু নিয়ন্ত্রক যন্ত্র (ড্যাম্পার, গ্রিল)
১২. হিউমিডিফায়ার (আর্দ্রতা বাড়ানোর যন্ত্র)
১৩. ডিহিউমিডিফায়ার (আর্দ্রতা কমানোর যন্ত্র)
১৪. প্রেশার কন্ট্রোলার (রিফ্রিজারেন্ট প্রেশার কাট আউট, অয়ল প্রেশার কাট আউট)
১৫. সময় নিয়ন্ত্রক (টাইমার)
১৬. উষ্ণতা নিয়ন্ত্রক (থার্মোস্ট্যাট, টেম্পারেচার কাট আউট)
১৭. অয়ল পাম্প (তৈল সরবরাহ করার জন্য) ইত্যাদি।

অটোমেটিক সার্কিট:

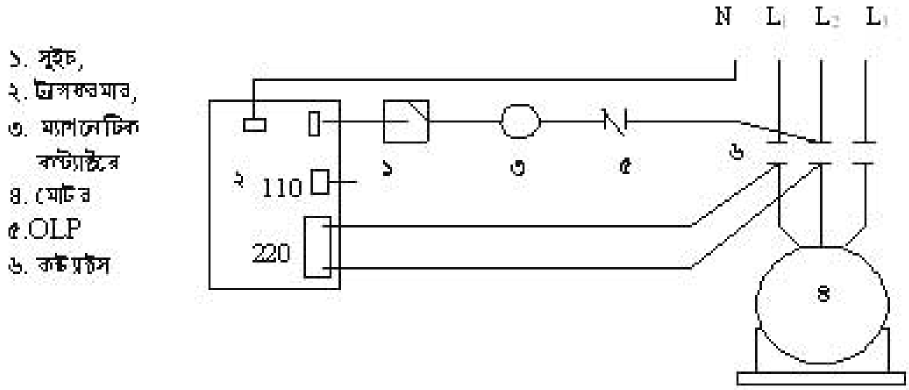
রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিংকে অটোমেটিক (স্বয়ংক্রিয়) করার অর্থ হলো বৈদ্যুতিক মোটরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালানো। মোটরকে স্বয়ংক্রিয় পরিচালনার জন্য ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এ সার্কিটের প্রধান ২টি অংশ-

১। মেইন বা প্রধান সার্কিট
২। অপারেটিং বা কন্ট্রোলিং সার্কিট।

অটোমেশনের মেইন সার্কিট পরিচালনার জন্য বিভিন্ন প্রকার ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করা হয়। যেমন- ৪০০ ভোল্ট, ২২০ ভোল্ট, ১১০ ভোল্ট ও ২৪ ভোল্ট বিশিষ্ট ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর।

৭.৩. অটোমেশনের মূল বর্তনী (মেইন সার্কিট):

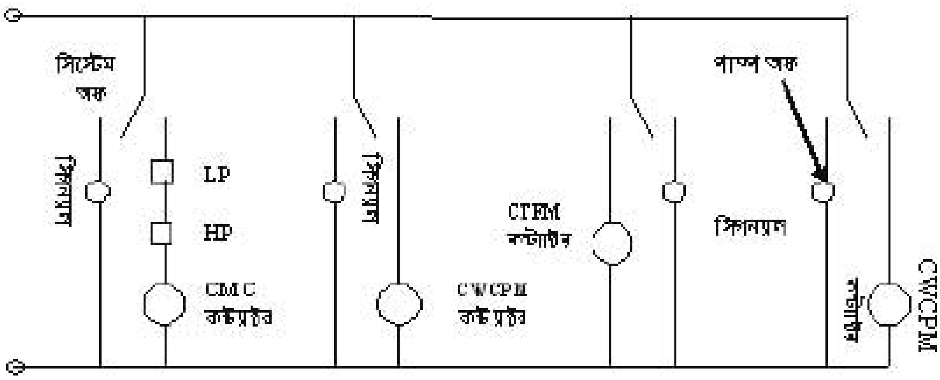
৭.১ নং চিত্রে ট্রান্সফরমারটি (২ নং) লাইন থেকে প্রাপ্ত ২২০ ভোল্টকে ১১০ থেকে ১২০ ভোল্টে রূপান্তর করে ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের (৩ নং) কয়েলে সরবরাহ করে। সুইচ (১ নং) অন করলে কন্ট্যাক্টরের কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হওয়ার ফলে কন্ট্যাক্টরের কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট (৬ নং) তিনটি সংযুক্ত হয় এবং মোটর (৪ নং) চলতে থাকে। সুইচ অফ করলে মোটর বন্ধ হয়ে যায়। কোন কারণে মোটর ওভার লোডেড হলে ৫ নং ওভার লোড প্রটেক্টর রক্ষা করে। অর্থাৎ বৈদ্যুতিক প্রবাহ বন্ধ করে ইউনিট বা সিস্টেমকে শাটডাউন করে দেয়।



চিত্র- ৭.১। অটোমেশনের মেইন সার্কিট ডায়াগ্রাম ।

৭.৪. অটোমেটিক কন্ট্রোল সার্কিটঃ

চিত্রে কন্ট্রোলিং সার্কিটে ২টি লোড ম্যাগনেটিক কয়েল (২ নং) এবং সলেনয়েড কয়েল (৫ নং) রয়েছে। সুইচ (১ নং) অন করলে ম্যাগনেটিক কয়েলের সাহায্যে রীলের মাধ্যমে থার্মোস্ট্যাটে বিদ্যুৎ সরবরাহ যায়। থার্মোস্ট্যাটটি প্রয়োজনীয় সময় সলেনয়েড ভাল্বকে চালু ও বন্ধ করে। প্রবাহী প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয়। অপর দিকে টাইম ডিলে রীলে (৩ নং) রিফ্রিজারেন্ট প্রেশার কাট আউট (৬) ও অয়েল প্রেশার কাট আউট (৭) পরস্পর সিরিজে সংযুক্ত থাকে। ফলে প্রেশার কাট আউট ও অয়েল প্রেশার কাট আউটের মাধ্যমে রীলেটি নিয়ন্ত্রিত হয়।



চিত্র- ৭.২: অটোমেশনের কন্ট্রোল সার্কিট ডায়াগ্রাম ।

MC= Magnetic cotactor, CWCPM= Condeser (cooling) water circulating pump motor,

CTFM= Cooling tower fan motor, CWCPM= Chilled water circulating pump motor.

প্রশ্নমালা- ০৭

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। অটোমেটিক রিফ্রিজারেশন কাকে বলে ?

২। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য কী কী কন্ট্রোলস ব্যবহার করা হয় ?

৩। তরল সীমা নিয়ন্ত্রণে কোন নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয় ?

৪। অটোমেশন কাকে বলে ?

৫। স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রক ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬। অটোমেশনের কন্ট্রোল সার্কিটটি অংকন কর।

৭। অটোমেশনে ব্যবহৃত চারটি নিয়ন্ত্রকের নাম ও ব্যবহার লেখ।

৮। পাঁচটি যৌথ নিয়ন্ত্রকের নাম লেখ।

৯। অটোমেশনের সার্কিট কাকে বলে? এর প্রধান অংশগুলো কী কী ?

১০। সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয়করণের যন্ত্রপাতি কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্নঃ

১১। সিস্টেম স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণের জন্য অটোমেশন অপরিহার্য ব্যাখ্যা কর।

১২। অটোমেশনে ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রকসমূহের তালিকা তৈরি কর।

১৩। অটোমেশনের মেইন সার্কিটটি অংকন করে চিহ্নিত কর।

১৪। অটোমেশনের একটি পূর্ণাঙ্গ সার্কিট অংকন ও বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৭

উদ্দীপকটি পড়ে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিংকে অটোমেটিক করার অর্থ হলো বৈদ্যুতিক মোটরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু ও বন্ধ করা। মোটরকে চালনোর জন্য ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এ সার্কিটের প্রধান ২টি অংশ- একটা মেইন বা প্রধান সার্কিট অপরটি অপারেটিং বা কন্ট্রোলিং সার্কিট। কন্ট্রোলিং সার্কিটের সুইচ অন করলে কন্ট্যাক্টরের কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবার ফলে কন্ট্যাক্টরের কন্ট্যাক্ট পয়েন্টস সংযুক্ত হয় এবং মোটর চলতে থাকে। সুইচ অফ করলে মোটর বন্ধ হয়ে যায়। কোন কারণে রীলে ট্রিপ করলে কাট-আউট অফ হলেও মোটর বন্ধ হয়ে যায়।

১। মোটরকে চালানোর জন্য ব্যবহৃত ইলেক্ট্রিক্যাল সার্কিটের অংশ ২টির নাম লেখ ?

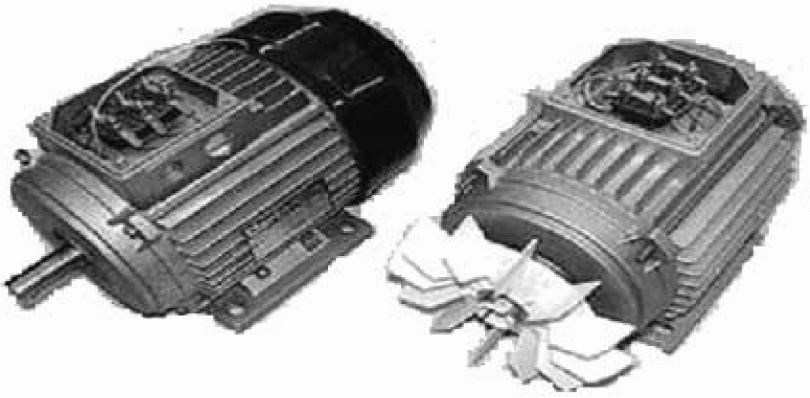
২। অটোমোশন বলতে কী বোঝায় ?

৩। অটোমোশনের ক্ষেত্রে কীভাবে মোটর নিয়ন্ত্রিত হয় ?

৪। অটোমোশনের ইলেক্ট্রিক্যাল মেইন সার্কিটের চিত্র অংকন করে বর্ণনা কর।

থ্রি-ফেজ বৈদ্যুতিক মোটর
(Three phase electrical motor – 3ϕM)

যে যন্ত্র বৈদ্যুতিক শক্তি গ্রহণ করে চুম্বক শক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে যান্ত্রিক শক্তি প্রদান করে তাকে মোটর বলে। আর তিন ফেজ সরবরাহে যে মোটর কাজ করে তাকে থ্রি ফেজ মোটর বলে। একে 3ϕM দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ফেজ তিনটার একটা অপরটার সাথে ১২০ ইলেকট্রিক্যাল টাইম ডিগ্রি দূরত্বে অবস্থান করে। তিনটা ফেজের জন্য তিনটা ভিন্ন ভিন্ন কয়েল থাকে। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে কয়েলে (স্টেটরে) ম্যাগনেটিক এনার্জি উৎপন্ন হয় যা রোটরকে ঘুরায়। কয়েল ওয়াইন্ডিংকে স্টেটর বলে। যে যন্ত্র নিজস্ব বৈশিষ্ট্য দ্বারা তিন ফেজের বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তি তথা ঘূর্ণন শক্তিতে রূপান্তর করতে সক্ষম হয় তাকে থ্রিফেজ (3ϕ) মোটর বলা হয়। এ মোটরে প্রধানত ১টি স্টেটর, ১টি রোটর, ১টি কুলিং ফ্যান ও ১টি জয়েন্ট বক্স থাকে। এর কয়েল তিনটি মিলিতভাবে রোটেটিং টর্ক সৃষ্টি করতে সক্ষম বিধায় এ মোটরে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর প্রয়োজন হয় না।



চিত্র- ৮.১: 3ϕ মোটর।

এ মোটরে পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ সরবরাহ (AC) দেওয়া হয় এবং বৈদ্যুতিক চাপ থাকে ৩৮০ থেকে ৪১৫ ভোল্ট। মোটরের ক্ষমতা অশ্বশক্তি বা ওয়াটে প্রকাশ করা হয়। সাধারণত বেশি ক্ষমতার মোটরে তিন ফেজ সরবরাহ দেওয়া হয়।

৮.১. মোটরের প্রকারভেদ:

গঠন, কার্যপদ্ধতি, ব্যবহার ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে তিন ফেজ (3ϕ) মোটরকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়। ভাগগুলো দেখানো হলো-

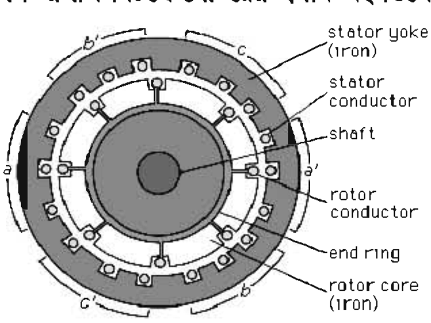
- তিন ফেইজ মোটর
  - সিংক্রোনাস মোটর
  - ইন্ডাকশন মোটর
    - স্কুইরেল কেইস টাইপ
    - ডাবল স্কুইরেল কেস মোটর
    - স্লিপরিং মোটর বা ওয়াউন্ড (Wound) রোটর টাইপ মোটর

৮.২. মোটরের কার্যপদ্ধতিঃ

বিভিন্ন প্রকার মোটরের কার্যনীতি বিভিন্ন রকমের। এদের কয়েকটার কার্যপদ্ধতি হলো-

সিংক্রোনাস মোটরঃ

যে কোন মোটরের ক্ষেত্রে দুটি গতি থাকে একটা রোটর গতি অপরটা স্টেটরের চুম্বক বলরেখার গতি। সিংক্রোনাস শব্দের অর্থ সমলয় বা সমতালে চলা। এখানে পরোক্ষভাবে দুটি গতির কথা বলা হচ্ছে। একটি রোটর গতি ও অপরটি চুম্বক বলরেখার গতি। সিংক্রোনাস মোটরে উভয় গতিই সমান থাকে। যে মোটরের স্টেটরের চুম্বক বলরেখার গতি ও রোটর গতির মান সমান থাকে তাকে সিংক্রোনাস মোটর বলে। রোটরের গতি শুধু চুম্বক পোল ও ফ্রিকোয়েন্সির উপর নির্ভরশীল। চিত্রে মোটরের প্রধান অংশগুলো দেখানো হয়েছে।



চিত্র- ৮.২: তিন ফেজ সিংক্রোনাস মোটর।

এর আর্মেচার ওয়াইন্ডিং ইন্ডাকশন মোটরের অনুরূপ। কিন্তু ওয়াইন্ডিং এ এক্সাইটার থাকে। এক্সাইটারের সাহায্যে ফিল্ড ওয়াইন্ডিং এ স্লিপ রিং দ্বারা ডিসি সরবরাহ করা হয়। অপর দিকে মোটর স্টার্ট করার জন্য রোটরে ড্যাম্প ওয়াইন্ডি থাকে। আর্মেচারে তিন ফেজ সরবরাহ করলে রোটর ঘুরতে শুরু করে। এ গতি ইন্ডাকশন রোটর গতির অনুরূপ যা সিংক্রোনাস গতি অপেক্ষা কম। রোটর ড্যাম্পার ওয়াইন্ডিং এ এসি সরবরাহ করলে ফিল্ডে উত্তর-দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয়। ফলে রোটরের চুম্বক ফিল্ডকে স্টেটরের ফিল্ডের সাথে সংযোগ (কাপল) করে অর্থাৎ আটকে ফেলে এতে রোটরটি সিংক্রোনাস গতি প্রাপ্ত হয়। D C নিয়ন্ত্রণ করে পাওয়ার ফ্যাক্টরকে (Power factor) একই রাখা যায়।

সিংক্রোনাস স্পীড, ফ্রিকোয়েন্সির সমানুপাতিক এবং পোল সংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক।

অর্থাৎ $N_S = \frac{120F}{P}$

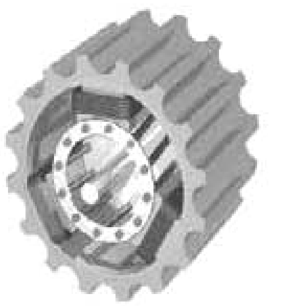
এখানে Ns = সিংক্রোনাস স্পীড (Synchronous speed)

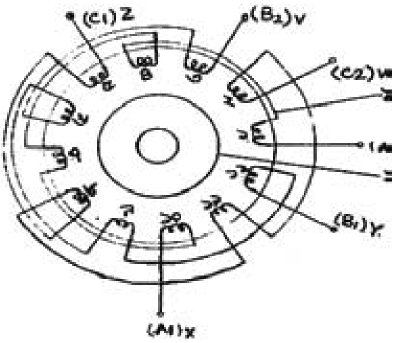
F = ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency)

P = পোল সংখ্যা (Number of Pole).

সিংক্রোনাস স্পীড এবং রোটর স্পীড কম না হলে স্টেটরের ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হতে পারে না বিধায় টর্ক (Torque) উৎপন্ন হয় না। নির্দিষ্ট সাপ্লাই ফ্রিকোয়েন্সিতে কোন নির্দিষ্ট মোটরের স্টেটর ফিল্ডের সিংক্রোনাস গতি সব সময় সমান কিন্তু লোড কম বেশি হওয়াতে রোটর স্পীড কম বেশি হয়। দুটি মোটরের পোল সংখ্যা সমান হলে একই সাপ্লাই ফ্রিকোয়েন্সিতে উভয়ের সিংক্রোনাস স্পিড সমান হবে কিন্তু লোড সমান না হলে স্পীড সমান হবে না।

থ্রি-ফেইজ ইন্ডাকশন মোটর (3ϕInduction Motor):



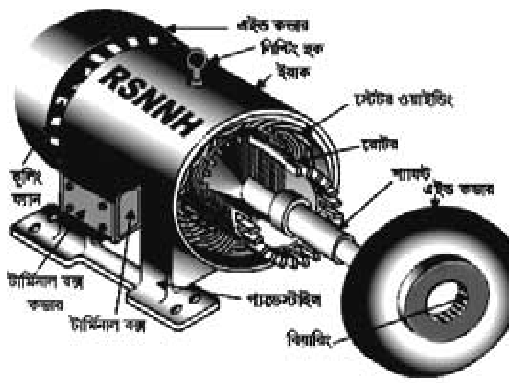


চিত্র- ৮.৩: তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর।

তিন ফেজ সাপ্লাই-এ আবেশীয় (Induction) প্রক্রিয়ায় যে মোটর কাজ করে তাকে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর বলে। এ মোটরে তিন ফেজ কয়েল একটা থেকে অপরটা ১২০° (ইলেকট্রিক্যাল টাইম ডিগ্রি) দূরত্বে স্থাপন করা হয়। প্রতি ফেজের জন্য ভিন্ন ভিন্ন ওয়াইন্ডিং থাকে। অর্থাৎ তিনটি ফেজের জন্য তিনটি ওয়াইন্ডিং থাকে। ওয়াইন্ডিংগুলো প্রয়োজনীয় সংখ্যক পোল তৈরি করে। ওয়াইন্ডিংগুলো সমন্বয়ে একটা স্টেটর তৈরি হয়। স্টেটরে চুম্বক শক্তি ঘূর্ণন শক্তি সৃষ্টি করে। স্টেটরে সৃষ্ট এ ঘূর্ণনমান আবেশীয় চুম্বক শক্তি রোটরকে ঘূর্ণন শক্তি প্রদান করে। ফলে রোটর ঘোরে। এটাই Motor দ্বারা সৃষ্টি ঘূর্ণন শক্তি। স্টেটরের ঘূর্ণমান চুম্বক শক্তির গতি আর রোটর গতির পার্থক্যকে চুম্বক স্লিপ বা রোটর স্লিপ বলে।

স্কুইরেল কেইসিং টাইপ মোটর (Squerell casing Type motor):

এটা একটা সরল প্রকৃতির ইন্ডাকশন মোটর। এর রোটরে কপার বা অ্যালুমিনিয়ামের বার (bar) দ্বারা ওয়াইন্ডিং করা থাকে। এ বারসমূহকে দু পাশেই উচ্চ ক্ষমতার পরিবাহী রিং-এর সাথে সোল্ডারিং করা থাকে। এ রিংগুলোকে এইন্ড রিং বলে। পরিবাহী রিং, রোটর ওয়াইন্ডিং ও কুলিং ফ্যানকে একত্রে সুবিধাজনকভাবে ডাই কাস্ট করা থাকে বা রোটর ফ্রেমের মধ্যে এর আর্মেচারটি আটকানো থাকে। এর টর্ক (Torque) এবং স্টার্টিং কারেন্ট বেশি।

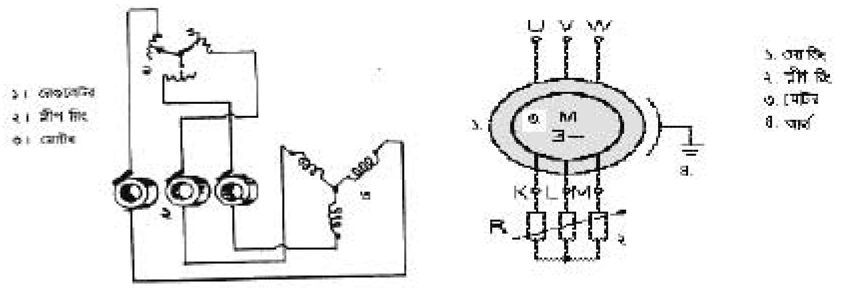


চিত্র- ৮.৪: স্কুইরেল কেইসিং টাইপ মোটর।

ডাবল স্কুইরেল কেইসিং টাইপ মোটরে কপার ও ব্রোঞ্জের ওয়াইন্ডিং করা থাকে। এক্ষেত্রে প্রতিটা স্লটে ২টা করে bar থাকে। ভিতরের কেইসের ডিপ স্লটে উচ্চ পরিবাহী কপার bar ব্যবহার করা হয়। উপরের স্লটে ব্রোঞ্জ বা অন্য পদার্থ bar ব্যবহার করা হয়। bar সমূহের উভয় পাশে উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন রিং এর সোল্ডারিং করা থাকে। এ ধরনের রোটর উচ্চ স্টার্টিং টর্ক সৃষ্টি করতে পারে।

স্লিপ রিং মোটর (Slip Ring Motor):

স্লিপ রিং এর মাধ্যমে চলে বলে একে স্লিপ রিং মোটর বলে। স্লিপ রিং এর সাথে রোধক সংযোগ থাকে। রোধকের মাধ্যমে স্টার্টিং কারেন্ট কমিয়ে টর্ক বাড়ানো হয়। মোটর রোটরে রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করে আনুমানিক ৫০% ভাগ গতি পরিবর্তন করা যেতে পারে। অর্থাৎ মোটরের গতি ৫০% ভাগ কম-বেশি করা যেতে পারে।



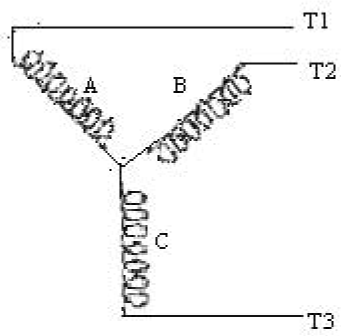
চিত্র- ৮.৫: তিন ফেইজ স্লিপ রিং মোটর।

তিন ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল সংযোগ পদ্ধতি:

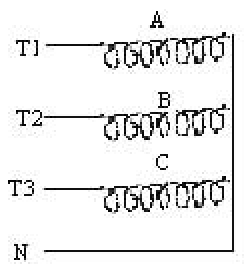
তিন ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল সংযোগ বিশেষ নিয়মনীতির মাধ্যমে হয়ে থাকে। তিন ফেজ মোটরের এ টার্মিন্যাল সংযোগ দুই ভাবে করা হয়। যথা-

স্টার সংযোগঃ

পার্শ্বের চিত্রানুযায়ী তিন ফেজ মোটর ওয়াইন্ডিং এর তিনটি তার (Wire) সংযোগ দিয়ে টার্মিন্যাল নির্ধারণ করা হয়। এ সংযোগ তিন ফেজ তিন তার অথবা তিন ফেজ চার তার বিশিষ্ট হতে পারে।



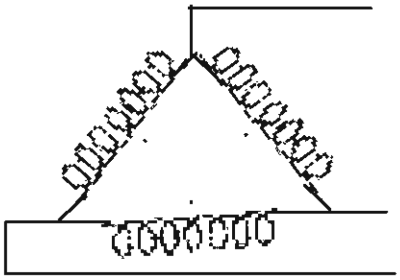
চিত্র-৮.৬ (ক): তিন তার স্টার সংযোগ



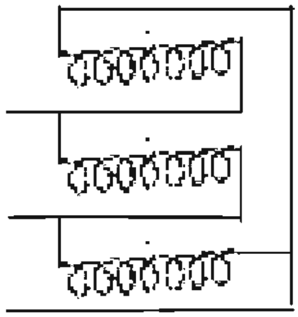
চিত্র-৮.৬ (খ): চার তার স্টার সংযোগ

ডেল্টা সংযোগঃ

তিন ফেইজ মোটর ওয়াইন্ডিং এর তিনটা তার চিত্রানুযায়ী সংযোগ দিয়ে পাওয়ার সংযোগ টার্মিন্যাল নির্ধারণ করা হয়। এ তিনটি টার্মিন্যালে তিন ফেজের তিনটি লাইন সংযোগ দিলে মোটর চালু হয়। এবং চলতে থাকে।



চিত্র- (ক): তিন তার ডেল্টা সংযোগ



চিত্র- (খ): তিন তার (ডেল্টা সংযোগ)।

চিত্রঃ- ৮.৭: তিন ফেজ মোটরের দুটি ডেল্টা সংযোগ।

৮.৩. থ্রি-ফেজ বৈদ্যুতিক মোটরের ব্যবহার ক্ষেত্রঃ

সকল প্রকার শিল্প প্রতিষ্ঠান, কল কারখানা, মিল ফ্যাক্টরি, হিমাগার, বরফ কল, ফ্রিজিং প্লান্ট, কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণ প্রভৃতি ক্ষেত্রে তিন ফেজ মোটরের কোনই বিকল্প ব্যবস্থা নাই। বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক যন্ত্রপাতির মধ্যে একমাত্র মোটরই উৎপাদন ও উন্নয়ন খাতে ব্যবহার হয়ে থাকে। তাই তিন ফেজ বৈদ্যুতিক মোটরের ব্যাপক ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। মোট কথা বৈদ্যুতিক মোটর ব্যতীত আধুনিক জীবন ব্যবস্থা আদৌ চিন্তা করা যায় না। ফলে মোটরের কয়েকটি ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ করা হলো-

মোটরের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্রে	
১। স্কুইরেল কেইসিং	অপেক্ষাকৃত স্বল্প টর্কের ক্ষেত্রে মধ্যম কমপ্রেশর, পাম্প, পাখা, এজিটেটর ইত্যাদি।	বরফ কলে, কোল্ড স্টোরেজে, এয়ার কন্ডিশনিং প্লান্ট, আইস মেকার, বেভারেজ কুলার, মিল্ক কুলার, ফিস ফ্রিজিং প্লান্টসহ শিল্প প্রতিষ্ঠান, কল-কারখানা, মিল ফ্যাক্টরিতে তিন ফেজ মোটর ব্যবহার করা হয়।
২। স্লিপ রিং মোটর	অপেক্ষাকৃত অধিক পাওয়ার ক্ষেত্রে বৃহৎ কমপ্রেশর,পাম্প প্রভৃতি।	
৩। সিংক্রোনাস মোটর	পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়ন করণার্থে নির্দিষ্ট গতি ও কর্ম দক্ষতার প্রেক্ষিতে মাঝারি ও বড় কমপ্রেশর।	

প্রশ্নমালা- ০৮

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। 3ϕM মোটরের ফেজ তিনটা পরস্পর কত ডিগ্রি দূরত্বে অবস্থান করে ?

৩। তিন ফেজ মোটরে সাধারণত কত ভোল্টে সরবরাহ দেওয়া হয় ?

৪। সিংক্রোনাস মোটর কাকে বলে ?

৫। রোটরের গতি কিসের উপর নির্ভরশীল ?

৬। সিংক্রোনাস স্পীড ফ্রিকোয়েন্সি এবং পোলের সাথে কত অনুপাতে থাকে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। সিংক্রোনাস স্পীড, ফ্রিকোয়েন্সি এবং পোলের মধ্যে গাণিতিক সম্পর্কটি লেখ।

৮। তিন ফেজ মোটর কাকে বলে ? এটি কত প্রকার ও কী কী ?

৯। স্লিপ রিং মোটরের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

১০। ইন্ডাকশন মোটর কোথায় ব্যবহার হয় ?

১১। স্কুইরেল কেইসিং মোটর কাকে বলে ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১২। ইন্ডাকশন মোটরের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

১৩। তিন ফেজ মোটরের ব্যবহার ক্ষেত্র আলোচনা কর।

১৪। তিন ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল সংযোগ পদ্ধতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

১৫। চিত্রসহ সিংক্রোনাস মোটরের অংশগুলো দেখাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৮

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

চার্জ সঞ্চিত বস্তু পাশাপাশি অবস্থানের দ্বারা প্রভাবিত হওয়াকে আবেশ বলে। তিন ফেজ সরবরাহে আবেশীয় প্রক্রিয়ায় যে মোটর কাজ করে তাকে থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর বলে। ফেজ তিনটি একটি অপরটির সাথে ১২০ ডিগ্রি ইলেকট্রিক্যাল টাইম ডিগ্রি দুরত্বে অবস্থান করে। তিনটি ফেজের জন্য তিনটি ভিন্ন ভিন্ন কয়েল থাকে। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে কয়েলে ম্যাগনেটিক পোল উৎপন্ন হয় যা রোটরকে ঘুরায়। কয়েল ওয়াইন্ডিংকে স্টেটর বলে।

১। মোটর ফেজ তিনটি কত ডিগ্রি দূরত্বে অবস্থান করে ?

২। আবেশীয় প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝায়?

৩। মোটরের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।

৪। চিত্রসহ থ্রি ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল বিন্যাস দেখাও।

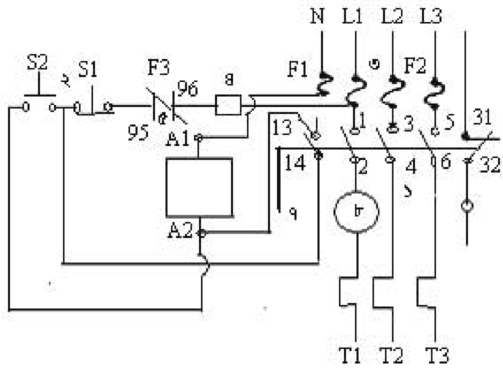
২০২০

অধ্যায়-০৯

স্টার্টার (Starter)

স্টার্ট (Start) শব্দের অর্থ চালু করা। স্টার্ট শব্দ হতে Starter শব্দটি এসেছে। আর স্টার্টার হচ্ছে যে কোন কিছু চালু করে দেয়। সুইচের কাজও চালু করিয়ে দেওয়া। তাই Starter কে এক প্রকার সুইচ বলা হয়। তবে এটা বিশেষ প্রকৃতির সুইচ যাতে অনেকগুলো অংশের সমন্বয় থাকে। ফলে এ সাধারণ সুইচ অপেক্ষা বেশি কার্যকারি ও নিরাপদ। এ সুইচ স্থির মোটরকে চালু এবং ক্রমান্বয়ে মোটরের গতি বৃদ্ধি করে পূর্ণ গতিতে রূপান্তরিত করতে পারে। কোন কোন স্টার্টার পরিমিত ভোল্টেজের অতিরিক্ত ভোল্টেজকে কমিয়ে সামঞ্জস্য সম্পন্ন ভোল্টেজে পরিবর্তিত করতে পারে। মোটর চালুর ক্ষেত্রে যে সুইচিং ব্যবস্থা স্টার্টিং অবস্থা অনুকূলে রেখে মোটরকে নিরাপদে চালু করে তাকে স্টার্টার বলে।

স্টার্টারের প্রধান অংশসমূহঃ



চিত্র- ৯.১: স্টার্টারের বিভিন্ন অংশ।

১. কন্ট্যাক্টর (Contactor).
২. স্টার্ট ও স্টপ সুইচ (Start & Stop switch, S1 ও S2).
৩. ফিউজ (Fuse = F1, F2, F3).
৪. টাইমার (Timer).
৫. ওভারলোড রীলে (Overload Relay = 95-96).
৬. নো-ভোল্ট কয়েল (No Volt Coil) বা নো-ভোল্ট রিলিজ কয়েল
৭. ট্রিপিং বার (Triping Bar).
৮. কারেন্ট অ্যাডজাস্টার (Current adjuster).
৯. স্টার্টারে অন্য মার্কিং নাম্বার 13 – 14, 31 - 32

৯.১. স্টার্টারের প্রয়োজনীয়তাঃ

মোটরের স্টার্টিং পরিবেশ অনুকূলে রেখে মোটরকে চালু করা স্টার্টারের কাজ বিধায় বর্ণিত কাজগুলো সুষ্ঠুভাবে সম্পন্নকরণের মাধ্যমে স্টার্টিংএর অনুকূল পরিবেশ বজায় রাখা যায়-

ক. সরবরাহের সাথে লোড (Load) এর নিরাপদ সংযোগ প্রদানকরণ।
খ. সরবরাহের সাথে লোডের নিরাপদ বিচ্ছিন্নকরণ।
গ. অনিরাপদ সরবরাহ থেকে মোটরকে রক্ষাকরণ।
ঘ. হঠাৎ সাপ্লাইয়ের ক্ষেত্রে লোড চালু হতে বিরত রাখা।
ঙ. স্টার্টকালীন অবস্থায় বিদ্যুৎ প্রবাহ সীমিত রাখা।
চ. স্টার্টকালীন মোটরের টর্ক প্রয়োজনমতো রাখা।
ছ. মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণে রাখা।

৯.২. স্টার্টারের প্রকারভেদ :

কাজের ধরন ও প্রয়োজনের তাগিদে বিভিন্ন ধরনের স্টার্টার ব্যবহার হয়ে থাকে। তিন ফেজ মোটর নিরাপদে স্টার্ট করার জন্য ব্যবহৃত স্টার্টারগুলোর নাম হলো-

১. ডাইরেক্ট অন লাইন (Direct on line, D.O.L) স্টার্টার,
২. স্টার ডেল্টা টাইপ (Star delta type) স্টার্টার,
৩. সিরিজ ডেল্টা (Series-delta) স্টার্টার,
৪. অটোট্রান্সফরমার টাইপ (Auto-transformer) স্টার্টার,
৫. স্টেটর রোটর টাইপ (Stator rotor type) স্টার্টার,
৬. ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তনকারী স্বয়ংক্রিয় (Automatic revers motion) স্টার্টার ও
৭. প্রাইমারি রেজিস্ট্যান্স (Primary resistance) স্টার্টার।

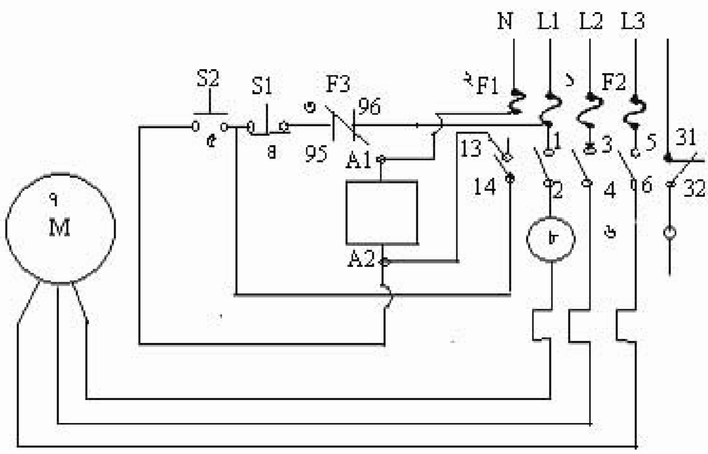
৯.৩. স্টার্টারের কার্য প্রণালি :

১. ডাইরেক্ট অন লাইন (DOL) স্টার্টারের কার্যপ্রণালিঃ

একই মোটরকে বিভিন্নমুখী নিয়ন্ত্রণের অথবা বিভিন্ন প্রকার মোটরের জন্য বিভিন্ন স্টার্টার ব্যবহার হয়। ব্যবহৃত সাত প্রকার স্টার্টারের কার্যপ্রণালি এক রকম নয়। বর্ণিত সাত প্রকার স্টার্টারের মধ্যে ডাইরেক্ট অন লাইন (DOL) স্টার্টার অধিকাংশ ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। DOL স্টার্টারের কার্য প্রণালি বর্ণনা করা হলো-

DOL স্টার্টারের বিভিন্ন অংশসমূহঃ

১. F_1 মোটরের জন্য তিনটি ফিউজ,
২. F_2 কন্ট্রোল সার্কিট ফিউজ
৩. F_3 ওভারলোড রীলে (over load relay)
৪. S_1 স্টপ সুইচ (Stop Swicth)
৫. S_2 স্টার্ট সুইচ (Start Switch)
৬. K_2 ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর
৭. M_1 মোটর
৮. কারেন্ট অ্যাডজাস্টার।



চিত্র- ৯.২: DOL স্টার্টারের সাথে মোটরের সংযোগ কৌশল।

বর্ণনাঃ

ফিউজ F_1 ও F_2 সঠিক অবস্থায় এবং F_3 এর 95-96 পূর্ব থেকে বন্ধ (Close) থাকলে S_2 এর বাটন চাপ দিলে S_2 এর 13-14 বিন্দু হয়ে কন্ট্যাক্টর K_1 এর A_1-A_2 কয়েল বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হয়। ফলে K_1 এর (1-2), (3-4),(5-6) ও (13-14) বিন্দু সংযোগ পায় এবং মোটর চালু হয়। S_2 এর (13-14) এবং K_1 এর Break contact point এর (13-14) সমান্তরালে থাকায় S_2 এর চাপ ছেড়ে দিলে S_2 এর (13-14) অফ হয়ে যায়। কিন্তু S_1 এর 21-22 মাধ্যমে (K_1 এর 13-14 অন থাকায়) ম্যাগনেটিক কয়েল A_1-A_2 তে লাইন থাকবে। এতে K_1 এর (1-2), (3-4), (5-6) ও (13-14) অন থেকে মোটরকে চালু রাখে। S_1 সুইচকে চাপ দিলে 21-22 অফ হলে কয়েল (A_1-A_2) তে কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়। ফলে ক১ এর কন্ট্যাক্টসমূহ খুলে যায় (অফ হয়) এবং মোটর সরবরাহ হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে বন্ধ হয়। মোটরের রিলে কয়েলে ওভার কারেন্ট প্রবাহের জন্য যদি F_2 এর Make কনট্যাক্ট 95-96 অফ হলে K_1এর Coil শক্তি হারায়। ফলে (1-2), (3-4),(5-6) কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট বিচ্ছিন্ন হয়ে অফ হয় এবং মোটর বন্ধ হয়।

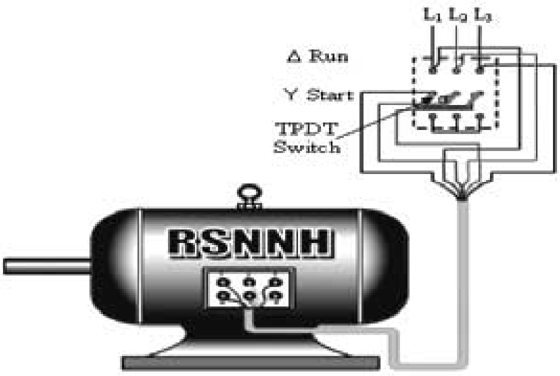
২. স্টার ডেল্টা টাইপ স্টার্টারের কার্যপ্রণালিঃ

বড় বড় মোটরকে প্রথমে স্টার সংযোগ দিয়ে ফেজ ভোল্টেজের দ্বারা স্টার্টের মাধ্যমে গতি প্রাপ্ত হলে সংযোগটি তাৎক্ষণিক ডেল্টায় রূপান্তর করে পূর্ণ লাইন ভোল্টেজে চালানো হয়। এক্ষেত্রে স্টার্টিং ভোল্টেজ রানিং ভোল্টেজের প্রায় ৫৮%। এ ধরনের সংযোগ দুই ভাবে করা যায়। যেমন-

১. ম্যানুয়ালি,
২. ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের মাধ্যমে।

ম্যানুয়ালি সংযোগঃ

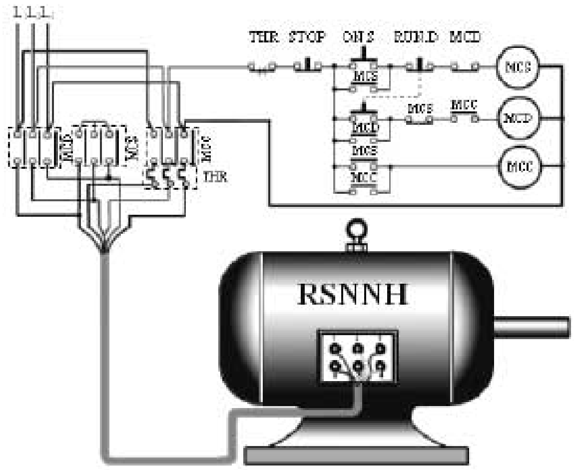
এ স্টার্টারে একটি ট্রিপল পোল ডাবল থ্রো সুইচ ব্যবহার করা হয়। যার দ্বারা মোটর প্রথমে স্টার এবং পূর্ণ গতি প্রাপ্তির পর ডেল্টায় চলে। সুইচটির এক প্রান্তের টার্মিনাল দয় একত্রে থাকে। সুইচের হাতল নীচের দিকে নামালে ওয়াইন্ডিং এর তিনটি প্রান্তই স্টারে সংযুক্ত হয়। মোটর পূর্ণ গতি প্রাপ্তির পর হাতল উপরে উঠিয়ে দিলে মোটর ডেল্টায় চলে।



চিত্র- ৯.৩: স্টার-ডেল্টায় ম্যানুয়ালি সংযোগ কৌশল।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের মাধ্যমে সংযোগঃ

এ সংযোগের জন্য তিনটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর, একটি থার্মাল রিলে ও দুটি পুশবাটন অফ-অন সুইচ দরকার। কন্ট্যাক্টর ত্রয়ের একটি স্টার কিংবা ডেল্টা সব সময়েই চালু থাকে। তাই একটি কমন ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্ট (Magnetic contactor) এবং বাকি দুটি যথাক্রমে একটি স্টার ও অপরটি ডেল্টা কন্ট্যাক্ট হয়। তাছাড়া ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের টাইমার ব্যবহার করে মোটরকে প্রথমে স্টার পরে ডেল্টায় চালানো যায়। স্টার-ডেল্টায় সংযুক্ত মোটরকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালানোর বর্তনী দেখানো হলো-



চিত্র- ৯.৪: স্টার-ডেল্টায় কন্ট্যাক্টরের সংযোগ কৌশল।

৯.৪. স্টার্টারের ব্যবহারঃ

যে সকল ক্ষেত্রে তিন ফেজ মোটর ব্যবহার করা হয় সে সকল ক্ষেত্রে স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। স্টার্টার ব্যতীত তিন ফেজ মোটর পরিচালনা করা হয় না। যেহেতু তিন ফেজ মোটরের বহুবিধ ব্যবহার রয়েছে সেহেতু স্টার্টারেরও ব্যাপক ব্যবহার দেখা যায়। তাই তিন ফেজ মোটরে ব্যবহৃত স্টার্টারের ব্যবহার ক্ষেত্র দেখানো হলো-

১। বরফকল	২। হিমাগার	৩। সেন্ট্রাল এয়ার-কন্ডিশনিং প্ল্যান্ট
৪। ফিশ ফ্রিজিং প্ল্যান্ট	৫। পাট কল	৬। সুগার মিলস
৭। বিভিন্ন উৎপাদনশীল ফ্যাক্টরি	৮। তুলা কল	৯। ফ্যাক্টরি
১০। তিন ফেজ মোটরচালিত পাম্প	১১। রাইস মিলস	১২। আটা ও ময়দার মিলস

*বিশেষ করে তিন ফেজ মোটর ব্যবহৃত সকল ক্ষেত্রে স্টার্টার ব্যবহার হয়।

প্রশ্নমালা- ০৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। DOL স্টার্টারের পূর্ণ নাম কী ?

২। স্টার্টারের প্রধান কাজ লেখ।

৩। কোন স্টার্টার অধিকাংশ ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় ?

৪। ট্রিপিং বার কী কাজ করে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। স্টার্টারের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।

২। স্টার্টার কাকে বলে?

৩। স্টার্টারের অংশসমূহের নাম লেখ।

৪। স্টার্টার কেন ব্যবহার করতে হয় ?

৫। কেন এবং কোথায় স্টার্টার ব্যবহার করা হয় ?

৬। স্টার্টারের ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১। স্টার্টার কাকে বলে? এর কাজগুলো লিপিবদ্ধ কর।

২। স্টার্টার কত প্রকার ও কী কী ? যে কোন একটার কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

৩। ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টারের সচিত্র বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-০৯

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

Start শব্দের অর্থ চালু করা। সুইচের কাজও মোটরে নিরাপদে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া। তাই Starter কে এক প্রকার সুইচ বলা হয়। এটি সাধারণ সুইচ অপেক্ষা বেশি কার্যকরী ও নিরাপদ। এ সুইচ স্থির মোটরকে চালু এবং ক্রমান্বয়ে মোটরের গতি বৃদ্ধি করে পূর্ণ গতিতে রূপান্তরিত করতে পারে। স্টার্টার পরিমিত ভোল্টেজের অতিরিক্ত ভোল্টেজকে কমিয়ে সামঞ্জস্য সম্পন্ন ভোল্টেজে পরিবর্তিত করতে পারে। মোটর চালুর ক্ষেত্রে যে সুইচিং ব্যবস্থা স্টার্টিং অবস্থা অনুকূলে রেখে মোটরকে নিরাপদে চালু করে তাকে স্টার্টার বলে। অন অফ সুইচ, রিলে, কন্ট্যাক্টর ইত্যাদির সমন্বিত স্টার্টার মোটরকে বৈদ্যুতিক সার্কিটের মাধ্যমে চালনা করে।

১। Start শব্দের অর্থ কী?

২। সুইচ অপেক্ষা Starter-এর সুবিধা কী ?

৩। Starter-এর কাজ ব্যাখ্যা কর।

৪। মোটরের সাথে Starter-এর সংযোগ চিত্র অংকন কর।

২০২০

অধ্যায়-১০

এয়ার ফিল্টার (Air Filter)

বায়ু ব্যতীত মানুষ বাঁচতে পারে না। এ বাতাস একটি মিশ্র পদার্থ। উপাদান ব্যতীত বায়ুতে ধূলিকণা, ময়লা, ছাঁই, আঁশ, সূক্ষ্ম তন্তু, রেণু, দূষিত বাষ্প, ধোঁয়া, জলীয় বাষ্প, দূষিত গ্যাস, দুর্গন্ধ প্রভৃতি অপদ্রব্য বায়ুতে (কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থায়) মিশ্রিত থাকতে পারে। ব্যাক্টেরিয়া, ভাইরাস ও অন্যান্য রোগজীবাণুও বাতাসে সর্বক্ষণ অদৃশ্যাকারে ভেসে বেড়ায়। তাই অনেক রোগব্যাধি বায়ু দ্বারা বাহিত হয়। তাছাড়া অনেক অপদ্রব্য মানুষের শরীরে প্রবেশ করলে মানুষ অসুস্থ্য হয়ে পড়ে। এ ছাড়া এয়ার-কন্ডিশনিং-এর ৫টি শর্তের অন্যতম একটি হলো- বাতাস বিশুদ্ধকরণ। শর্তটি প্রতিপালন করার জন্য এবং নিয়ন্ত্রিত স্থানটি স্বাস্থ্যকর করার নিমিত্তে বাতাস পরিস্রুত ও বিশুদ্ধ হওয়া অপরিহার্য। যে প্রক্রিয়ায় বাতাসের অপদ্রব্য অপসারণ করে তাকে পরিস্রুত বা বিশুদ্ধকরা হয় তাকে Air filtration বা বাতাস বিশুদ্ধকরণ প্রক্রিয়া বলে। যে ডিভাইসের সাহায্যে বাতাসের সাধারণ ধুলাবালি, আবর্জনা, ময়লা, আঁশ, ছাই, রেণু প্রভৃতি ছাকন করা হয় তাকে এয়ার ফিল্টার বলে।

১০.১. এয়ার ফিল্টারের প্রয়োজনীয়তা :

বাতাসকে পরিস্রুত ও বিশুদ্ধ করার জন্য এয়ার ফিলট্রেশন ডিভাইস একান্ত প্রয়োজন। ফিল্টার ও এয়ার ওয়াশারের মাধ্যমে বাতাসকে ছাকন ও ধৌত করে স্বাস্থ্যপ্রদ করা হয়। শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় বাতাস বিশুদ্ধ করার মূল উদ্দেশ্য হলো-

১. বাতাস হতে সকল প্রকার ক্ষতিকারক অপদ্রব্য দূর করে তাকে পরিস্রুত করা।
২. ব্যাক্টেরিয়া, ভাইরাস, জীবাণু ইত্যাদি মুক্ত করে স্বাস্থ্যপ্রদ করা,
৩. ধোঁয়া, দুর্গন্ধ, বিষক্ত গ্যাস মুক্ত করে স্বাস্থ্য সম্মত করা,
৪. নিয়ন্ত্রিত বাতাসের প্রবাহ মাত্রা ঠিক রাখা
৫. বাতাস প্রবাহজনিত শব্দ কমানো ইত্যাদি।

তাই এয়ার ওয়াশার ও ফিল্টারের প্রয়োজনীয়তা অনেক। বায়ুতে অদৃশ্যাকারে বহুবিধ অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। এ সকল অপদ্রব্য মুক্ত করা অপরিহার্য কিন্তু কঠিন। ফলে বাতাসকে পরিস্রুত করার জন্য বিভিন্ন রকম পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

১০.২. ফিল্টারের প্রকারভেদ :

বিভিন্ন প্রকার অপদ্রব্য মুক্ত করার জন্য আমরা বিভিন্ন প্রকার পদ্ধতি ব্যবহার করি। দূরীকরণযোগ্য অপদ্রব্যকে তিনটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়। যেমন-

১. কঠিন অপদ্রব্যঃ যেমন-ধূলিকণা, আঁশ, ছাই, ময়লা, রেণু প্রভৃতি।
২. বায়বীয় বা গ্যাসীয় অপদ্রব্যঃ যেমন- ধোঁয়া, গন্ধ, গ্যাস প্রভৃতি।
৩. জীবাণু জাতীয় অপদ্রব্যঃ যেমন- রোগজীবাণু, ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস প্রভৃতি।

উপরে বর্ণিত তিন পর্যায়ের অপদ্রব্য দূর করার জন্য প্রধানত চার রকম ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়। যেমন-

১. এয়ার ফিল্টার (Air filter), ২. এয়ার ওয়াশার (Air washer);
৩. এয়ার ক্লিনার (Air cleaner), ৪. এয়ার পিউরিফায়ার (Air purifier)।

ক) ফিল্টার প্রধানত দু প্রকার-

১. শুষ্ক ফিল্টার, ২. ভিজা ফিল্টার।

শুষ্ক ফিল্টার দু'প্রকার-

১. ফেব্রিক ড্রাই ফিল্টার (Fabric Dry Filter),
২. সিনথেটিক ড্রাই ফিল্টার (Synthetic Dry Filter).

ভিজা ফিল্টার দুই প্রকার-

১. ম্যানুয়াল ক্লিনিং ভিস্কাস ফিল্টার, ২. সেল্ফ ক্লিনিং ভিস্কাস ফিল্টার।

খ) এয়ার ওয়াশার ২ প্রকার-

১. স্প্রে টাইপ ২. সূক্ষ্ম বারি ধারা টাইপ।

গ) এয়ার ক্লিনার দু'প্রকার-

১. সেন্ট্রিফিউগ্যাল ডাস্ট ক্লিনার, ২. ইলেকট্রনিক ডাস্ট ক্লিনার।

ঘ) এয়ার পিউরিফয়ার দু'প্রকার-

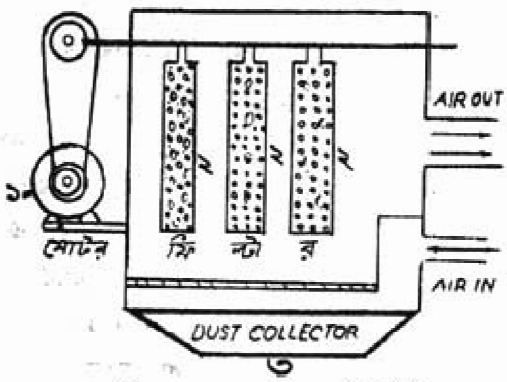
১. অ্যাক্টিভেটেড কার্বন বা চার্কল, ২. আল্ট্রা-ভাইওলেট ল্যাম্প।

১০.৩. ফিল্টারের কার্যপ্রণালি :

শীতাতপনিয়ন্ত্রণে বাতাস পরিস্রুত করার জন্য যে সকল ফিল্টার ব্যবহার করা হয় তাদের বর্ণনা প্রদত্ত হলো-

ফেব্রিক শুষ্ক ছাঁকনি (Fabric Dry Filter):

এ ফিল্টারে কোন তরল জাতীয় পদার্থ থাকে না। এ কম্বল, সুতা, কাপড়, পশমি কাপড়, উল, সেলুলোজ ফেল্ট (Cellulose Felt), মোটা কাগজ, কম্বল তৈরির উপকরণ প্রভৃতি দ্বারা তৈরি হয়। বস্ত্র জাতীয় পদার্থ দ্বারা তৈরি বিধায় একে ফেব্রিক (Facbric) ফিল্টারও বলে। এ প্লেনাম চেম্বার বা ব্লোয়ারের পূর্বে বা মিক্সিং চেম্বারের সাথে থেকে বাতাসের ময়লা জাতীয় অপদ্রব্য আটকে রাখে। একে আবাসিক ও ছোট বাণিজ্যিক এসিতে ব্যবহার করা হয়।

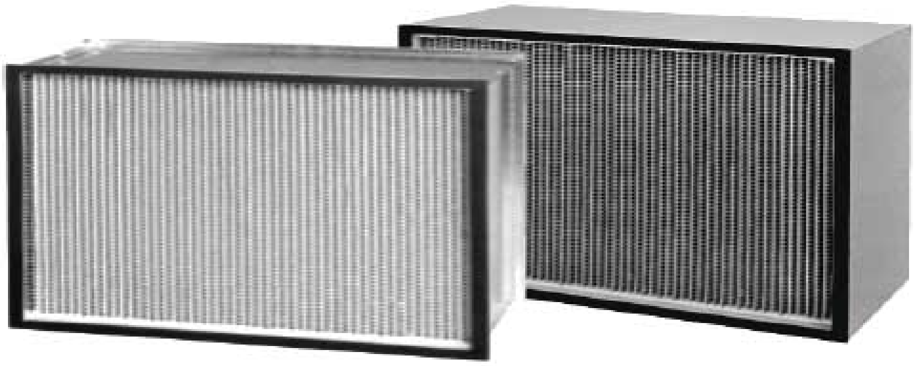


চিত্র-১০.১: ফেব্রিক ড্রাই ফিল্টার।

ময়লাযুক্ত বাতাস যখন ফিল্টারিং পদার্থের মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন ময়লা এতে আটকে যায়। এ প্রকার ফিল্টারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বায়ুর গতি ২ হতে ১৫ মিটার/মিনিট হবে। ০.৫ মাইক্রোন আকারে ডাস্ট এ ফিল্টার ৯৯% বা তারও অধিক পরিমাণ আটকে দিয়ে বাতাসকে পরিষ্কার করতে পারে।

সিনথেটিক শুষ্ক ছাঁকনি (Synthetic Dry Filter):

গ্লাস উল (glass wool), প্লাস্টিক ফাইবার (Plastic Fibers), স্টীল উল (Steel Wool), পশুর পশম বা চুল (Animal hairs), পালক (Feathers), সবজির আঁশ (Vagitable Fibers) ইত্যাদি দ্বারা তৈরি প্যাড (Pads) কে প্রয়োজনীয় মাপের স্টীলের কাঠামোর (Frame) মধ্যে সেট করে Dry filter তৈরি করা হয়। এ জাতীয় শুষ্ক ছাঁকনিকে সিনথেটিক ড্রাই ফিল্টার (Synthetic Dry Filter) বলে। এ ফিল্টারে যদি রেজিন (Rasin) পাউডার লাগিয়ে দেওয়া হয় তাহলে তার পরিস্রুত করার ক্ষমতা বেড়ে যায়। তখন ইহা 0.3 থেকে 10 μ (μ=Micron) পর্যন্ত ময়লা ধরে রাখতে সক্ষম।



চিত্র- ১০.২: সিনথেটিক শুষ্ক ফিল্টার।

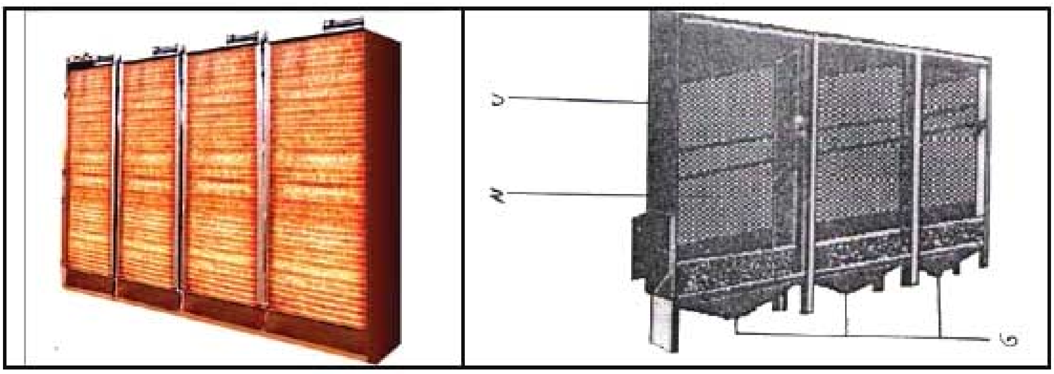
শুষ্ক ছাঁকনি সপ্তাহে একবার পরীক্ষা করতে হয়। অন্তত মাসে একবার পরিষ্কার করতে হয়। ঝাঁকা দিয়ে অথবা প্রয়োজনবোধে চাপযুক্ত বাতাস প্রয়োগ করে এ ফিল্টার পরিষ্কার করা হয়। এতে যদি ভালো পরিষ্কার না হয় তাহলে তা পরিবর্তন করতে হয়।

ভিজা ফিল্টার :

এটা ভিজা অবস্থায় বাতাসকে পরিস্রুত করে এবং ভিজা অবস্থায় থাকে বলে একে ভিসকাস (Viscous) বা আঠালো ফিল্টার বলা হয়। এ অন্যান্য ফিল্টার অপেক্ষা ভালো। এটা দুই প্রকার। যথা-

ম্যানুয়াল ক্লিনিং ভিসকাস ফিল্টার (Manual cleaning viscous filter):

এ প্রকার ফিল্টার খুলে তেল বা তরল (আঠালো) পদার্থে ডুবিয়ে পরিষ্কার করা হয়। গ্লাস উল (Glass wool), স্টীল উল (Steel wool), প্লাস্টিক ফাইবার (Plastic Fiber), কপার মেশ (Copper Mesh) প্রভৃতি দিয়ে প্যাড এবং ব্যাট (Bats) তৈরি করে আঠালো (তেল জাতীয়) পদার্থে ভিজিয়ে এ জাতীয় ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। কিছু কিছু ভিজা ফিল্টার একবার ব্যবহার করে ফেলে দিতে হয়। আবার কিছু কিছু ভিজা ফিল্টার গ্যাসোলিনে (Gasoline) ধৌত করে পুনরায় ব্যবহার করা যায়।



চিত্র- ১০.৩: ভিজা ফিল্টার।

ঢেউ তোলা টিন আকৃতির মেটাল ফ্রেমে তেল স্প্রে করে হস্ত দ্বারা পরিষ্কারকারী ভিজা ছাঁকনি (Manual cleaning wet filter) তৈরি করা যায়। এ ফিল্টারের উপর দিয়ে বাতাস প্রবাহকালে এতে ময়লা, আঁশ, ছাঁই, ধুলা, রোগজীবাণু, ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস প্রভৃতি আটকে যায়, ফলে বাতাস পরিস্রুত হয়।এ ফিল্টারে ব্যবহৃত আঠালো পদার্থের নিম্নের বৈশিষ্ট্য থাকা আবশ্যক-

১. অতিরিক্ত তাপমাত্রায় এর একই রকম আঠালোতা (Viscosity) থাকা।

২. অতিরিক্ত ঠান্ডায় তা আঠালো অবস্থায় থাকা।

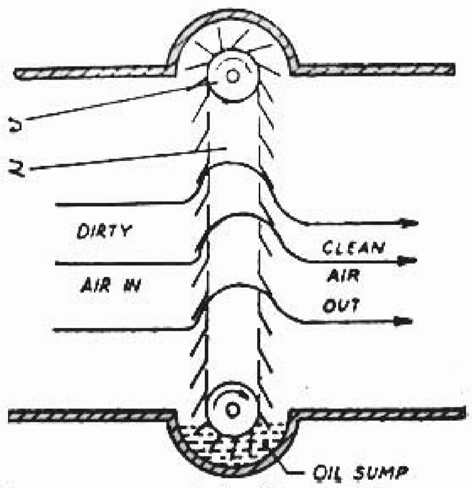
৩. অতিরিক্ত গরমে তা গলে না যাওয়া।

৪. এতে রোগজীবাণু বা অণুবীজ জমা হবার পর আঠালো পদার্থে ঐগুলোর প্রবৃদ্ধি না ঘটা ।

৫. সর্বমোট ব্যবহারকালে ওজন হিসেবে ১% এর বেশি ব্যবহৃত আঠালো পদার্থ বাষ্পীভূত হতে না পারা ।

সেল্ফ ক্লিনিং ভিসকাস ফিল্টার (Self Cleaning Viscious Filter):

রোলারটি এমন গতিতে ঘুরবে যেন ফিল্টার পর্দাটি ১০ সে.মি./ ঘন্টা বেগে অতিবাহিত হয়। এর পরিষ্কারকরণ ক্ষমতা ৯৭%। ৮০ ঘনমিটার/মিনিট ($80m^3/min$) হতে ৬০০ ঘন মিটার/মিনিট ($600m^3/min$) বাতাস প্রবাহের ক্ষেত্রে এ ব্যবহার উপযোগী।

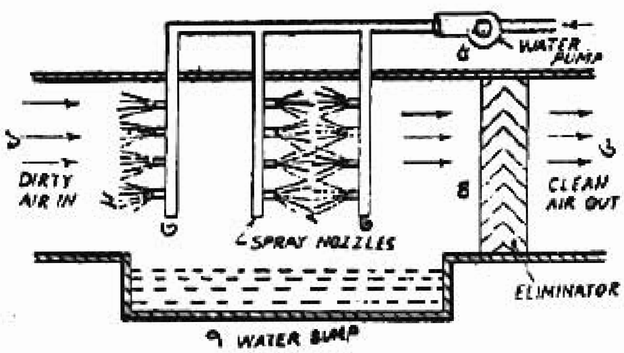


চিত্র- ১০.৪: সেল্ফ ক্লিনিং ভিসকাস ফিল্টার।

এয়ার ওয়াশার (Air washer):

এ পদ্ধতিতে পানির সাহায্যে বাতাসকে ধৌত করা হয় বলে এর নাম এয়ার ওয়াশার। পানির প্রবাহের মধ্যে দিয়ে যখন ময়লা যুক্ত বাতাস প্রেরণ করা হয় তখন বায়ুর ময়লা পানির প্রবাহ দ্বারা ভিজে পানির সাথে মিশে যায়। ফলে বাতাস ময়লা (Dust) মুক্ত হয়। উক্ত অপদ্রব্য Water sump বা tank-এ এসে জমা হয়। ধুলাবালি (Dust) মুক্তকরণ হার নির্ভর করে পানির সাথে উক্ত dust এর ভিজে মিশে যাবার ক্ষমতার উপর। তাই যদি কোন অপদ্রব্য পানির সাথে না মিশে (অর্থাৎ পানি দ্বারা না ভিজে) সে অপদ্রব্য বায়ুর সাথে থেকে যায়। সুতরাং তৈলাক্ত অপদ্রব্য এয়ার ওয়াশার দ্বারা বাতাস হতে মুক্ত করা যায় না। শিল্প কারখানায় গ্যাস বা ধোঁয়া, রাসায়নিক যা পানি শোষণ করতে সক্ষম। এগুলো বাতাস থেকে মুক্ত করার জন্য এয়ার ওয়াশার খুবই ফলদায়ক। এর সাহায্যে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কমবেশি করা যায়। এর উপর দিয়ে ৬০ হতে ৭৫ মিটার/মিনিট বেগে বাতাসকে প্রবাহিত করিয়ে পরিস্রুত করা হয়। পানির প্রবাহ প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার-

০১. স্প্রে টাইপ এয়ার ওয়াশার :-

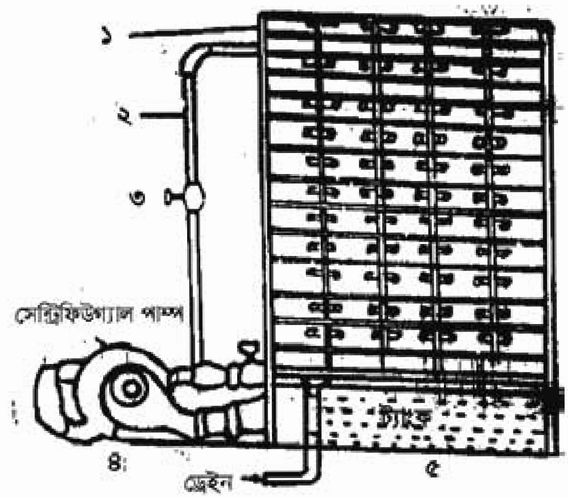


চিত্র- ১০.৫: স্প্রে টাইপ এয়ার ওয়াশার।

পানিকে নজল দ্বারা স্প্রে করা হয়। এ স্প্রেকৃত পানির মধ্য দিয়ে বাতাস প্রবাহকালে বায়ুস্থ অপদ্রব্য পানি কর্তৃক বিধৌত হয়। ফলে বাতাস পরিষ্কার হয় কিন্তু বাতাসের আর্দ্রতা বেড়ে যায়।

০২.সূক্ষ্ম বারি ধারা টাইপ এয়ার ওয়াশার :-

এর সাহায্যে কৃত্রিম বারি ধারা ঘটানো হয়। উক্ত বারি ধারার মধ্য দিয়ে বাতাস প্রবাহকালে অপদ্রব্য বিধৌত হয়। এতে বাতাস অপদ্রব্য মুক্ত হয়। এক্ষেত্রে বায়ুর আর্দ্রতা বেড়ে যায়।



চিত্র- ১০.৬: বারি ধারা টাইপ এয়ার ওয়াশার।

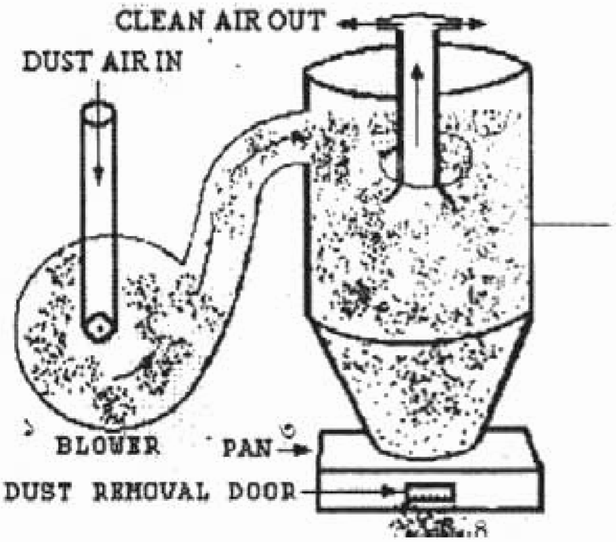
এয়ার ক্লিনার (Air Celaner):

এটি বাতাস ও বাতাসের অপদ্রব্য বিশেষ প্রক্রিয়ায় পৃথক করে। এর সাহায্যে ধূলিকণাসহ অন্যান্য অপেক্ষাকৃত ভারী অপদ্রব্য পৃথক করে বাতাসকে পরিষ্কার করা যায়। ইহা দুই ধরনের হয়ে থাকে। যথা-

সেন্ট্রিফিউগাল ডিভাইস বা ডাস্ট ক্লিনার (Centrifugal Device or Dust Cleaner):

কোন কোন অপদ্রব্যের ভর সম-আয়তন বাতাসের ভরের চেয়ে বেশি। আবার বাতাস অপেক্ষা কঠিন হওয়াতে বায়ুতে মিশ্রিত অবস্থায় বায়ুকে চিত্রানুযায়ী সেন্ট্রিফিউগাল কেন্দ্রাতিগ) বলে ঘুরালে অপদ্রব্যসমূহ

২০১০



চিত্র- ১০.৭: সেন্ট্রিফিউগাল ডাস্ট ক্লিনার (কালেক্টর)।

বাতাসের আগে ধাবিত হয়। ফলে কোন এক সময় যান্ত্রিক ব্যবস্থায় (Mechanical System) অপদ্রব্যগুলো পৃথক হয়ে যায়। ডিভাইসটির মধ্যে বাতাস সেন্ট্রিফিউগাল প্রক্রিয়ায় আবর্তিত হয় বলে একে সেন্ট্রিফিউগাল ডাস্ট ক্লিনার বা কালেক্টর (Centrifugal Dust Cleaner or Collector) বলে।

এটা ব্লোয়ার (Blower), ড্রাম (Drum), ডাস্ট কালেকটিং প্যান (Dust Collecting Pan), ডাস্ট রিমুভাল ডোর (Dust Remuval Door), ডাস্ট এয়ার প্রবেশপথ (Dust Air intel port), পরিষ্কার বাতাস নির্গমন পথ (Clean Air outlet port) ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

ইলেকট্রনিক ডাস্ট ক্লিনার (Electronic Dust Cleaner):

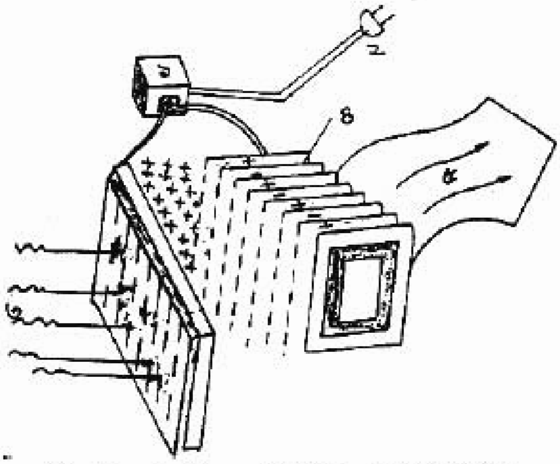
পরিবাহক (conductor) ও প্লেটে উচ্চ ভোল্টেজের প্রয়োগ করে ভিন্নধর্মী আয়ন (Ions) সৃষ্টির মাধ্যমে বায়ুর ডাস্ট মুক্ত করা যায়। এ পদ্ধতিতে তার, প্লেট ও বায়ুস্থ Dust-এর ইলেকট্রন (Electron) কে চার্জিত করা হয় বিধায় এর নাম ইলেকট্রনিক ডাস্ট ক্লিনার। এ ইলেকট্রোস্ট্যাটিক প্রেসিপিটেটর (Electrosatic precipitator) নামেও বহুল পরিচিত। বায়ুর ডাস্ট মুক্তকরণের এ পদ্ধতিকে ইলেকট্রোস্ট্যাটিক প্রেসিপিটেশন (Electrostatic precipitation) বলা হয়। এর মূল উপাংশ দুটি-

ক) আয়নিক (Ions) ইউনিট, খ) সংগ্রাহক (Collecting) ইউনিট।

আয়নিক ইউনিট (Ionic Unit):

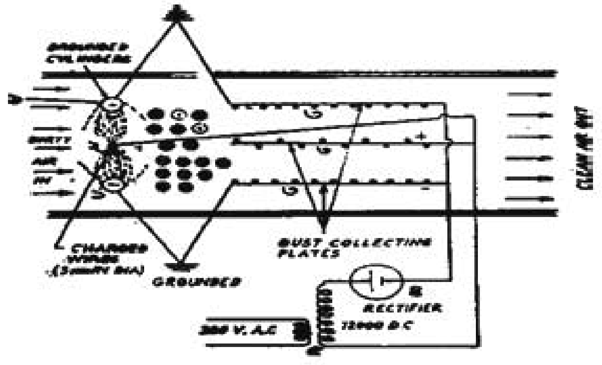
এটা এক জোড়া পরিবাহক তার (conductor wire) দ্বারা তৈরি। উচ্চ ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে তাতে উচ্চ আধান ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। এ পরিবাহকে 8000 হতে 15000 D.C Volt সরবরাহ করা হয়।

চিত্রে- ১. সংযোগ বক্স, ২. প্লাগ, ৩. বায়ু প্রবেশ, ৪. পরিবাহক, ৫. বায়ু নির্গমন



চিত্র- ১০.৮: ইলেকট্রোস্ট্যাটিক প্রেসিপিটেটর।

সংগ্রাহক ইউনিট (Collecting Unit)ঃ



চিত্র- ১০.৯ঃ ইলেকট্রিক ডাস্ট ক্লিনারের বৈদ্যুতিক সার্কিট।

এটি ১৫ হতে ২০mm ফাঁকা ও উলম্ব ধাতব প্লেট দ্বারা তৈরি। এর দুটি প্রকোষ্ঠ থাকে। সর্ব বাইরের প্লেটদ্বয়কে আর্থিং (Earthing) প্লেট আর মধ্য ভাগের প্লেটকে ধনাত্মক প্লেট বলা হয়। আর্থিং প্লেটদ্বয় ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়। ধনাত্মক প্লেটে Ions unit-এ সমপরিমাণ আর আর্থিং প্লেটদ্বয়ে তার প্রায় অর্ধেক ভোল্ট সরবরাহ করা হয়।

কার্যপ্রণালিঃ

বাতাস যখন Ions unit-এর ভিতর দিয়ে প্রবেশ করে তখন ডাস্টের (Dust) ৮০% ধনাত্মক আধান এবং ২০% ঋণাত্মক আধানে পরিণত হয়। Ions unit হতে বের হয়ে আসা উচ্চ আধানযুক্ত বাতাস Collecting Unit-এ প্রবেশ করে। Collecting Unit-এর আর্থিং প্লেটদ্বয় বাতাসের ধনাত্মক আধানযুক্ত ডাস্ট এবং মধ্যবর্তী ধনাত্মক প্লেটটি ঋণাত্মক আধানযুক্ত ডাস্ট আকর্ষণ করে ধরে রাখে। ফলে বাতাস ডাস্ট মুক্ত হয়। ইউনিটে ডাস্ট জমে গেলে নির্ধারিত সময় অন্তর অন্তর অপসারণ করতে হয়।

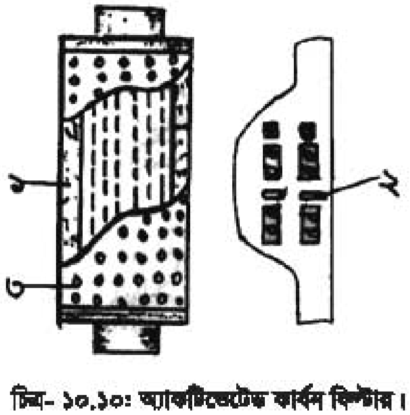
এয়ার পিউরিফায়ার (Air Purifire):

এ পদ্ধতিতে বাতাসকে বিশোধন করা হয়। ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস, রোগজীবাণু, অণুবীজ, গ্যাস, দুর্গন্ধ, ধোঁয়া প্রভৃতিসহ যে সকল গ্যাসীয় ও বায়বীয় অপদ্রব্য ড্রাই এবং ওয়েট (Dry & Wet) ফিল্টার দ্বারা ছাঁকন বা শোধন করা যায় না সে সকল অপদ্রব্য বিশোধনের জন্য এয়ার পিউরিফায়ার ব্যবহার করা হয়। এ দুই প্রকার-

১. অ্যাকটিভেটেড কার্বন বা চার্কোল (Activated Carbon or Charcoal) এয়ার পিউরিফায়ার।

২. আল্ট্রা ভাইওলেট ল্যাম্প (Ultra Violed Lamp)।

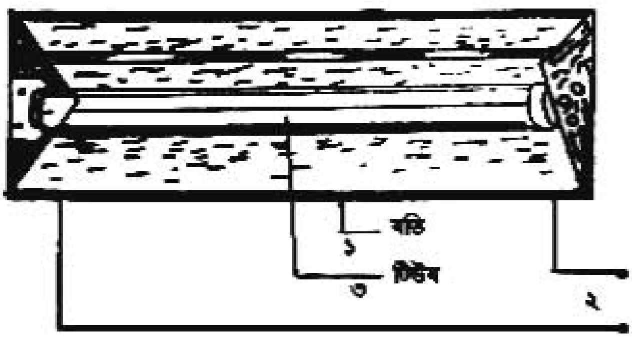
অ্যাকটিভেটেড কার্বন বা চার্কোল এয়ার পিউরিফায়ারঃ



চিত্র- ১০.১০ঃ অ্যাকটিভেটেড কার্বন ফিল্টার।

এ দূষিত গ্যাস, পচন, রোগ জীবাণু, অণুবীজ, রাসায়নিক দ্রব্য প্রভৃতি দ্বারা সৃষ্ট দুর্গন্ধমুক্ত করে। কয়লা দ্বারা এ তৈরি করা হয় বলে একে কার্বন ফিল্টার বলে। যে কোন কাঠ কয়লা দ্বারা এ তৈরি করা যায় তবে নারিকেলের মালা পোড়ানো কয়লা সর্বাপেক্ষা উত্তম। এ কঠিন অণু কণাকেও মুক্ত করতে পারে। ক্ষমতা কমে গেলে ৫৩৭.৫° সে. উষ্ণতায় উত্তপ্ত ও ঠাণ্ডা করে একে পুনরায় ব্যবহার করা যায়। এ রিফ্রিজারেটর ও এয়ার-কন্ডিশনিং এ ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ১০০০ ঘনফুট জায়গার জন্য ২৫ পাউন্ড কার্বন প্রয়োজন হয়।

আল্ট্রা ভাইওলেট ল্যাম্পঃ



চিত্র- ১০.১১: আল্ট্রা ভাইওলেট ল্যাম্প।

পরিকল্পিত বাতাসের রোগজীবাণু, অণুবীজ ইস্ট (Yeast), মোল্ড (Mould) প্রভৃতি ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস প্রভৃতি ধ্বংস করার জন্য এ-ব্যবহার করা হয়। এর সাহায্যে ক্ষতিকারক জলীয় কণা, পুষ্পরেণুসহ অন্যান্য অপদ্রব্য শোধন ও ছাকন করা যায়। রশ্মি দ্বারা বৈকিরণ কারণ এতে একটি বাতি থাকে। বাতিটিকে উপর-নিচে স্থানান্তর করা যায়।

একে মেঝে হতে সর্বোচ্চ ২ হতে ২.৫ মিটার উপরে স্থাপন করা হয়। এ ১৪০০০ মাইক্রোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন হয়ে থাকে। এক নিমিষে অধিকাংশ জীবাণু ও অণুবীজ ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়। আল্টা ভাইওলেট রশ্মি বেশ মারাত্মক। তাই এ থেকে সতর্ক থাকতে হয়। একে এয়ারকন্ডিশনিং, কোল্ড স্টোরেজ, হাসপাতাল, রসায়নাগার, ওষুধ ফ্যাক্টরী, সংরক্ষণাগার প্রভৃতি ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

১০.৪. ফিল্টারের ব্যবহার তালিকাঃ

এয়ার ফিল্ট্রেশন ব্যতীত শীতাতপনিয়ন্ত্রণের যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব নয়। বিভিন্ন প্রকার ডিভাইস বা ব্যবস্থাপনার সাহায্যে বাতাস বিশুদ্ধ করা যায়। একই প্রকৃতির ফিল্টার সর্বত্র ব্যবহার উপযোগী নয়। তাই বিভিন্ন প্রকার ফিল্টার বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়ে থাকে। সারণিতে ফিল্টারের তালিকা ও ব্যবহার ক্ষেত্র প্রদত্ত হলো-

ক্রমিক	ফিল্টারের নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	শুষ্ক ফিল্টার	উইন্ডো, স্প্লিট টাইপ, প্যাকেজ টাইপ, কার এয়ার-কন্ডিশনার ও সেন্ট্রাল এসি
২	ভিজা ফিল্টার	সেন্ট্রাল এসি প্ল্যান্ট
৩	স্প্রে টাইপ	এয়ার-কন্ডিশনিং বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্ল্যান্ট,
৪	সূক্ষ্ম বারি ধারা টাইপ	এয়ার-কন্ডিশনিং
৫	সেন্ট্রিফিউগাল ডাস্ট ক্লিনার	ইন্ডাস্ট্রি, ফ্যাক্টরি, ওয়ার্কশপ ইত্যাদি
৬	ইলেকট্রোনিক ডাস্ট ক্লিনার	এয়ার-কন্ডিশনিং, ইন্ডাস্ট্রি, ফ্যাক্টরি, ওয়ার্কশপ ইত্যাদি
৭	অ্যাক্টিভেটেড কার্বন	রিফ্রিজারেটর, ডিসপ্লে কেইস, এয়ার-কন্ডিশনিং ইত্যাদি
৮	আল্ট্রা-ভাইওলেট ল্যাম্প	সেন্ট্রাল এসি বিশেষ করে হাসপাতাল ও ওষুধ প্রস্তুত কারখানায়

প্রশ্নমালা-১০

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। এয়ার ফিল্ট্রেশন কাকে বলে?

২। বায়ুতে বায়বীয় পদার্থ হিসাবে কী কী মিশ্রিত থাকে ?

৩। শুষ্ক ফিল্টার কত প্রকার ও কী কী ?

৪। ফেব্রিক ফিল্টারে বাতাসের গতি কত থাকে ?

৫। ফেব্রিক ফিল্টারে ছাঁকনকৃত ডাস্টের আকার ও হার কত ?

৬। ভিজা ফিল্টারের অপর নাম কী ?

৭। সেল্ফ ক্লিনিং ফিল্টারের রোলারের গতি এবং পরিষ্কারকরণ ক্ষমতা কত ?

৮। ডাস্ট ক্লিনারের অপর নাম কী ?

৯। ইলেকট্রনিক ডাস্ট ক্লিনারের উপাংশ কয়টি ও কী কী ?

১০। ইলেকট্রনিক ডাস্ট ক্লিনারের পরিবাহকে কী ধরনের ও কত ভোল্ট সরবরাহ দেওয়া হয় ?

১১। আয়ন ইউনিটের ভিতর দিয়ে প্রবেশের সময় ডাস্ট কত হারে ও কী আধানে পরিণত হয় ?

১২। চার্কোল কত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়?

১৩। আল্ট্রাভাইওলেট ল্যাম্প আই লেভেলের নিচে স্থাপন করা হয় কেন ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১৫। বায়ুর অপদ্রব্য দূরীকরণের ব্যবস্থা কয়টি ও কী কী?

১৬। সিনথেটিক ফিল্টার তৈরির উপাদানগুলোর নাম লেখ।

১৭। ভিসকাস ফিল্টার তৈরির উপাদানগুলোর নাম লেখ।

১৮। এয়ার ক্লিনার কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৯। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে বাতাস বিশুদ্ধকরণ অপরিহার্য কেন ? ব্যাখ্যা কর।

২০। এয়ার ফিল্টার কী ? এর শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা কর।

২১। যে কোন একটি এয়ার ওয়াশারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২২। এয়ার ফিল্টারের ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকা লেখ।

২৩। ইলেকট্রস্ট্যাটিক প্রেসিপিটেটরের বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ ১০

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বায়ুতে অদৃশ্যাকারে বহুবিধ অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। এ সকল অপদ্রব্য স্বাস্থ্যের জন্য খুবই ক্ষতিকর। তাই এয়ার-কন্ডিশনিং পদ্ধতির মূল উদ্দেশ্য হলো, অপদ্রব্যসমূহ মুক্ত করে বায়ুকে আরাম ও স্বাস্থ্যসম্মতভাবে নিয়ন্ত্রণ করা। এ সকল অপদ্রব্য মুক্ত করা অপরিহার্য হলেও কঠিন। ফলে বাতাসকে পরিস্রুত করার জন্য বিভিন্ন রকম পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

১। বাতাসে কী মিশ্রিত থাকে ?

২। শীতাতপনিয়ন্ত্রণের উদ্দেশ্য কী ?

৩। বাতাসকে পরিস্রুত করার কয়েকটি পদ্ধতির উদাহরণ দাও।

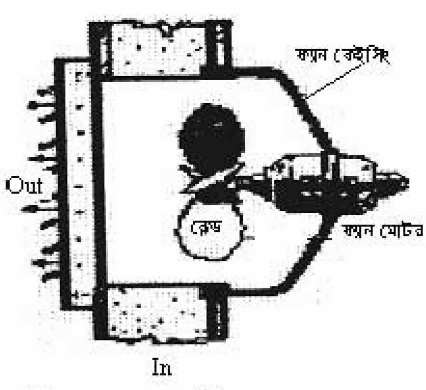
৪। 'বাতাস শীতল করাই শীতাতপনিয়ন্ত্রণের একমাত্র উদ্দেশ্য নয়'- ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায়-১১

ব্লোয়ার ফ্যান (Blower Fan)

ফ্যানের সাথে আমরা সকলেই কমবেশি পরিচিত। ফ্যান একটি প্রয়োজনীয় যন্ত্র বিশেষ। বাতাসকে গতিশীল করা, বাতাসের গতি হ্রাস-বৃদ্ধি এবং সরবরাহ করার জন্য ফ্যানের প্রয়োজন। গ্রীষ্মকালে বা গরম মৌসুমে ফ্যানের সাহায্যে গরমের আক্রমণ থেকে আমরা বেশ রক্ষা পাই। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে-বাতাসের গতিশীলতা অবশ্যই দরকার হয়। আর ফ্যান ছাড়া এটা সম্ভবপর হয় না। তাই শীতাতপনিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা, সাধারণ জীবন পরিচালনা প্রভৃতি ক্ষেত্রে ফ্যানের গুরুত্ব অসীম।

বাতাসের প্রবাহ সৃষ্টি করার জন্যই প্রধানত ব্লোয়ার ফ্যান ব্যবহৃত হয়। ব্লোয়ার ফ্যান ডাক্টের ভিতরে সরবরাহ ও ফেরত বাতাসের মধ্যে চাপের পার্থক্য সৃষ্টি করে, যাতে ডাক্টের কুলিং কয়েল, গ্রিল বা রেজিস্টারের মাধ্যমে কক্ষে নিয়ন্ত্রিত বাতাস প্রবাহিত হতে পারে। বাতাস মিশ্র পদার্থ তাই এর ওজন ও অণুর ঘূর্ণনজনিত বাধা থাকায় বায়ুকে স্থানান্তর করতে শক্তির দরকার হয়। এ শক্তি ব্লোয়ার ফ্যানের বা ফ্যানের মাধ্যমে সৃষ্টি করা হয়। সাধারণত প্রতি রিফ্রিজারেশন টনের (RT) জন্য প্রতি মিনিটে ১০ থেকে ১২ ঘনমিটার (M^3/M) বা ৪০০ ঘনফুট (cfm) নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহ করতে হয়। প্রয়োজনীয় বাতাসের এ সরবরাহের জন্য ব্লোয়ার ফ্যান প্রয়োজন।



চিত্র- ১১.১: একটি প্রোপেলার ফ্যান।

যে যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের গতি উৎপাদন, গতিশীল ও সরবরাহ বা প্রবাহিত ইত্যাদি করা যায় তাকে ফ্যান বলে।

১১.১. ব্লোয়ার ফ্যানের প্রয়োজনীয়তা :

উপরের আলোচনা হতে পরিষ্কারভাবে বোঝা যায় শীতাতপ-নিয়ন্ত্রণে ব্লোয়ার ফ্যানের গুরুত্ব অসীম। তাই ব্লোয়ার ফ্যানের প্রয়োজনীয়তা বর্ণিত হলো-

১. বাতাসকে গতিশীল করা,
২. গতিশীল বাতাসের গতি কম বা বেশিকরণ,
৩. বাতাসকে প্রবাহিত বা গতিশীলকরণ,
৪. নিয়ন্ত্রিত বায়ু সরবরাহ করা,
৫. বায়ুমণ্ডলীয় বাতাস সংগ্রহ বা গতিশীলকরণ,
৬. ব্যবহৃত বাতাস প্রত্যাবর্তনকরণ ইত্যাদি।

১১.২. ব্লোয়ার ফ্যানের প্রকারভেদ :

বিভিন্ন ধরনের ফ্যান ব্যবহার হয়ে থাকে। কাজ, গঠন, প্রয়োজন ইত্যাদির বিভিন্নতার কারণে ভিন্ন ভিন্ন ফ্যান দরকার হয়। সে প্রেক্ষিতে ফ্যানের শ্রেণিবিন্যাস হলো-

ক) পরিচালন কৌশলের উপর ভিত্তি করে ফ্যান প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

(১) মানুষ চালিত (Manual operated) বা হস্ত চালিত পাখা, যেমন-তালপাতার পাখা।

(২) শক্তি বা বিদ্যুৎ চালিত (Power or electric operated), যেমন-সিলিং ফ্যান।

খ) ব্যবহার ক্ষেত্রের ভিত্তিতে ফ্যানকে চার ভাগে ভাগ করা যায়-

১. সিলিং ফ্যানঃ ছাদে ঝুলানো থাকে।

২. ওয়াল মাউন্টিং (ব্লোয়ার) ফ্যানঃ দেয়ালে সেট করা থাকে।

৩. টেবিল ফ্যান (Table Fan): সাধারণত টেবিলে রাখা হয়।

৪. স্ট্যান্ড ফ্যান বা প্যাডেস্টাইলঃ স্ট্যান্ডের সাহায্যে একটু উঁচু অবস্থানে দাঁড়ানো অবস্থায় রাখা হয়।

গ) বাতাস প্রবাহের দিক থেকে দু প্রকার-

১. অ্যাক্সিয়াল ফ্লো বা প্রপেলার ফ্যান (Axial flow or propeller fan),

২. র‍্যাডিয়াল ফ্লো বা সেন্ট্রিফিউগাল ফ্যান (Radial flow or centrifugal fan)।

ঘ) ফ্যান ব্লেড বাঁকার দিক থেকে দু প্রকার

১) সামনে বাঁকা ব্লেড বিশিষ্ট ফ্যান (Forward Curved Blade Fan),

২) পিছনে বাঁকা ব্লেড বিশিষ্ট ফ্যান (Backward Curved Blade Fan)।

ঙ) এক্সিয়াল ফ্লো ফ্যান আবার দু প্রকার-

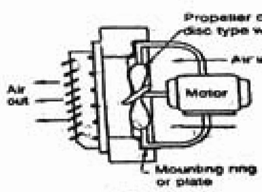
১। টিউব এক্সিয়াল ফ্লো ফ্যান,

২। ভেন এক্সিয়েল ফ্লো ফ্যান

১১.৩. ব্লোয়ার ফ্যানের বর্ণনা :

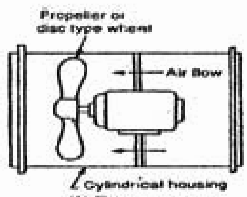
অ্যাক্সিয়াল ফ্লো ফ্যানঃ কোন স্থান থেকে বাতাস বের বা ইগজেক্ট (Exhaust) করার জন্য প্রপেলার ফ্যান ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ টয়লেট, রান্নাঘর, স্টোর কক্ষ ইত্যাদি হতে অথবা অন্য কোন স্থান হতে বাতাস নিকাশনের জন্য এ ফ্যান ব্যবহার হয়ে থাকে। চিত্রে প্রপেলার অ্যাক্সিয়াল ও টিউব অ্যাক্সিয়াল টাইপ ফ্যান দেখানো হয়েছে।

প্রপেলার অ্যাক্সিয়াল টাইপ ফ্যানঃ যে ফ্যানে বাতাসের প্রবাহ দিক ফ্যানটির শ্যাফটের বরাবর হয়ে থাকে তাকে আক্সিয়াল ফ্লো ফ্যান বলে। এ ফ্যানের ব্লেডগুলো মোটর শ্যাফটের সাথে সরাসরি সংযোগ থাকে।



(a) Propeller fan.

চিত্র-১১.২ঃ ক) প্রপেলার অ্যাক্সিয়াল টাইপ ফ্যান।



(b) Tube axial fan.

চিত্র- ১১.২ঃ খ) টিউব অ্যাক্সিয়াল ফ্যান।

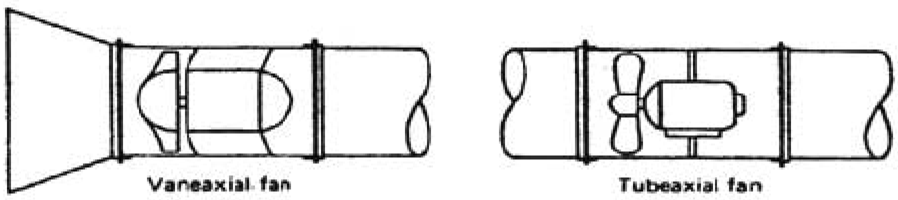
টিউব অ্যাক্সিয়াল ফ্যানঃ

সিলিন্ড্রিক্যাল কেইসের ভিতরে এ একটি প্রপেলার বা ডিস্ক টাইপ হুইল। এ বৈদ্যুতিক মোটর দ্বারা চালিত হয়। একে টিউব অ্যাক্সিয়েল ফ্যান বলে। এটি গোলাকার ডাক্টে বসানো খুবই সহজ এবং অ্যাক্সিয়াল প্রপেলার ফ্যানের চেয়ে অধিক কার্যকর। উপরের খ নং চিত্রে টিউব অ্যাক্সিয়াল ফ্যান দেখানো হয়েছে।

ভেইন অ্যাক্সিয়াল ফ্যানঃ

যে ফ্যানে গাইড ভেইন থাকে তাকে ভেইন অ্যাক্সিয়াল ফ্যান বলে। ভেইন অ্যাক্সিয়াল ফ্যান সিলিন্ডারাকৃতির স্থানে স্থাপন করা হয়। উন্নত মানের গাইড ভেইন ব্যবহার করার এটি টিউব অ্যাক্সিয়াল ফ্যানের তুলনায় অধিক কার্যকর ও দক্ষ। তুলনামূলক ভাবে এটি কম শব্দে চলে।

২০২০

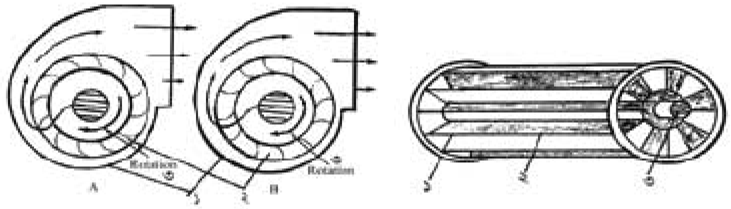


চিত্র-১১.৩: অ্যাক্সিয়েল ফ্লো ফ্যান।

অ্যাক্সিয়েল ফ্লো ফ্যানের শ্যাফ্টের একদিক থেকে বাতাস প্রবেশ করে এবং অন্যদিক হতে নির্গত হয়। স্বল্প চাপে বাতাস সরবরাহ করার জন্য এ ফ্যান ব্যবহার হয়। এ চলার সময় অধিক শব্দ সৃষ্টি করে। শব্দ যুক্ত স্থানে এর দ্বারা তেমন সমস্যা সৃষ্টি হয় না। যেমন-কন্ডেন্সার কুলিং এর ক্ষেত্রে এ ধরনের ফ্যান ব্যবহৃত হয়। অপেক্ষাকৃত কম চাপে কম পরিমাণ বাতাস প্রবাহের জন্য এ খুবই উপযোগী।

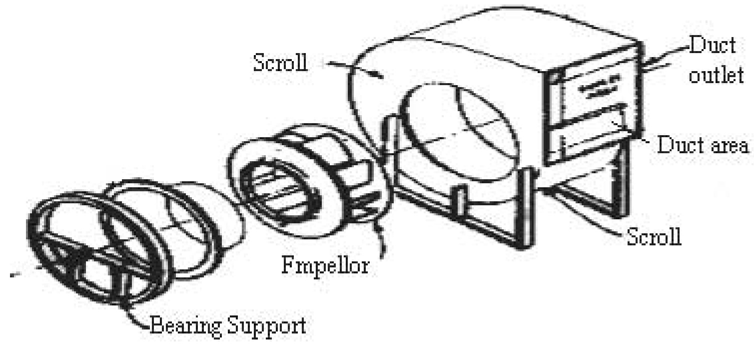
র‍্যাডিয়াল ফ্লো বা সেন্ট্রিফিউগাল ফ্যানঃ

বায়ুরগতি ফ্যান শ্যাফট অক্ষের বিপরীত দিকে ঘটলে অর্থাৎ বায়ু প্রবাহ ফ্যানের রোটর অক্ষর সাথে লম্ব বরাবর হয়ে থাকে তাকে র‍্যাডিয়াল ফ্লো ফ্যান বলে। এ ফ্যানের ব্লেড সরাসরি ফ্যান রোটরের সাথে সংযুক্ত থাকে না। ব্লেড ইম্পেলার বা হুইলের সাথে সংযুক্ত থাকে। ব্লেডগুলো সামনে অথবা পিছনে বাঁকা থাকে। মোটর সরাসরি ফ্যান শ্যাফটের সাথে সংযুক্ত থাকে। কোন কোন ক্ষেত্রে বেল্টের মাধ্যমে সংযোজন থাকে।



১। কেইসিং ২। ইমপেলার ৩। রোটর   ১। বডি ২। ব্লেড বা ইমেপলার ৩। রোটর।

চিত্র- ১১.৪: র‍্যাডিয়াল ফ্লো বা সেন্ট্রিফিউগাল ফ্যান।



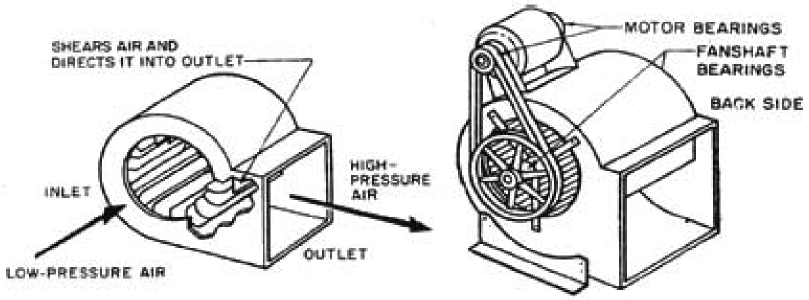
চিত্র- ১১.৫: খোলা অবস্থায় সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যানের বিভিন্ন অংশ।

ডাক্টে পরিমিত বায়ু প্রবাহের জন্য স্ক্রুইরোল কেইস বা সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যান খুবই উপযোগী। সাকশন ও ডিসচার্জ প্রবাহের মধ্যে বেশি পার্থক্য সৃষ্টি এবং অধিক চাপে বাতাস প্রেরণ করার জন্য সেন্ট্রিফিউগ্যাল ব্লোয়ার ফ্যান ব্যবহার করা হয়। অপেক্ষাকৃত কম শব্দে অধিক পরিমাণ বাতাস স্থানান্তরের জন্য সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যান বেশি উপযোগী।

সেন্ট্রিফিগ্যাল ফ্যান এর শ্যাফট-এর কেন্দ্র বরাবর বাতাস গ্রহণ করে এবং কেইসের এক পাশ দিয়ে নির্গত করে। শ্যাফট থেকে বাইরের দুই দিকের দুইটি রিং-এ কতকগুলো ভেইন একটি নির্দিষ্ট কোণে সারি বদ্ধভাবে বসানো থাকে। এক দিকে একটি ঢাকনা দিয়ে বন্ধ করে শ্যাফট এর সাথে আটকানো থাকে। এ ইউনিটটি একটি কেইসিংএ বসানো হয়। সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যান মোটর দু'ভাবে চালানো যায়-

ক) বেল্ট ড্রাইভ (Belt drive), ও

খ) ডিরেক্ট ড্রাইভ (Direct drive)



চিত্র- ১১.৬ (ক): ডিরেক্ট ড্রাইভড সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যান, চিত্র (খ): বেল্ড ড্রাইভেন সেন্ট্রিফিগ্যাল ব্লোয়ার।

ডিরেক্ট ড্রাইভড ব্লোয়ারের বেলায় বিভিন্ন গতির মোটর ব্যবহার করা হয়। মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ পূর্বক ব্লোয়ারের গতি কম-বেশি করা হয়। এ ক্ষেত্রে মোটরের গতি (RPM) সাধারণতঃ ৭৫০ থেকে ১৫০০ রাখা হয়। এতে বাতাসের পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত হয়। ব্লোয়ারের গতি নিয়ন্ত্রণ করে কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে রাখা হয়।

পক্ষান্তরে মোটরের শ্যাফটের গতি অপেক্ষা বেল্ট ড্রিভেন ব্লোয়ারের গতি কম থাকে। এতে বিভিন্ন গতি প্রদানকারী পুলি থাকে কিন্তু মোটর থাকে একটা বা অভিন্ন। সহজে পুলি পরিবর্তন করে প্রয়োজনানুযায়ী ব্লোয়ারের গতি পরিবর্তন করা যায়। অধিক গরমের সময় অধিক গতিতে মোটর চালানো হয়।

১১.৫. ব্লোয়ার ফ্যানের ব্যবহার তালিকাঃ

বসতবাড়ী হতে শুরু করে সর্বত্রই বাতাস প্রবাহের জন্য ফ্যান ব্যবহার করা হয়। শীতাতপ নিয়ন্ত্রণে পরিবেশ অনুকূলে রাখার জন্য এর বিকল্প কোন ব্যবস্থাই নেই। ব্লোয়ার ফ্যানের ব্যবহার তালিকা বর্ণিত হলো-

নাম	ব্যবহার
অ্যাক্সিয়্যাল ফ্লো বা প্রোপেলার ফ্যান	সরবরাহ ডাক্ট ছোট হলে সেখানে ব্যবহার হয়। যেখানে ডাক্ট থাকে না সেখানে বায়ু সঞ্চালনের জন্য ব্যবহার হয়। নির্গমন বাতাসের গতি বৃদ্ধির ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।
র‍্যাডিয়াল বা সেন্ট্রিফিউগাল ফ্যান	সরবরাহ ডাক্টে বাতাস সরবরাহ করার জন্য। সাধারণ বাণিজ্যিক ও আবাসিক ক্ষেত্রে বাতাস সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত হয়। শিল্প ক্ষেত্রে বাতাস সরবরাহের ক্ষেত্রে।

২৫০

প্রশ্নমালা- ১১

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। এক TR এর জন্য কী পরিমাণ ও গতির বাতাসের প্রয়োজন হয় ?

২। ব্লোয়ার ফ্যান বলতে কী বোঝায় ?

৩। সেন্ট্রিফিউগ্যাল ফ্যান কত প্রকার ও কী কী ?

৪। ডিরেক্ট ড্রাইভ্ড মোটরের গতি কত ?

৫। কোন ফ্যান সিলিন্ডারেও স্থাপন করা থাকে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। অ্যাক্সিয়াল ফ্লো ফ্যান কাকে বলে? এ কত প্রকার ও কী কী ?

৭। সেন্ট্রিফিউগাল ও প্রপেলার ফ্যানের মধ্যে দুটি পার্থক্য দেখাও।

৮। ব্লেড বাঁকার উপর ভিত্তি করে ফ্যান কত প্রকার ও কী কী ?

৯। ব্যবহারের ভিত্তিতে ফ্যান কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১০। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্লোয়ার ফ্যানের ভূমিকা আলোচনা কর।

১১। সংজ্ঞাসহ ব্লোয়ার ফ্যানের শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা কর।

১২। ব্লোয়ার ফ্যানের ব্যবহার ক্ষেত্রের বিবরণ দাও।

১৩। অ্যাক্সিয়্যাল ফ্লো ব্লোয়ার ফ্যানের সচিত্রক বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ- ১১

অনুচ্ছেদটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বাতাসের প্রবাহ সৃষ্টি করার জন্যই প্রধানত ব্লোয়ার ফ্যান ব্যবহৃত হয়। ব্লোয়ার ফ্যান ডাক্টের ভিতরে সরবরাহ ও ফেরত বাতাসের মধ্যে চাপের পার্থক্য সৃষ্টি করে, যাতে ডাক্টের কুলিং কয়েল, গ্রিল বা রেজিস্টারের মাধ্যমে কক্ষে নিয়ন্ত্রিত বাতাস প্রবাহিত হতে পারে। বাতাস মিশ্র পদার্থ তাই এর ওজন ও অণুর ঘূর্ণনজনিত বাধা আছে। ফলে বায়ুকে স্থানান্তর করতে শক্তির দরকার হয়। এ শক্তি ব্লোয়ার ফ্যানের বা ফ্যানের মাধ্যমে সৃষ্টি করা হয়। সাধারণত প্রতি রিফ্রিজারেশন টনের (RT) জন্য প্রতি মিনিটে ১০ থেকে ১২ ঘনমিটার(M^3/M) বা ৪০০ ঘনফুট (cfm) নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহ করতে হয়। প্রয়োজনীয় বাতাসের এ সরবরাহের জন্য ব্লোয়ার ফ্যান প্রয়োজন।

১। প্রতি RT এর জন্য প্রতি মিনিটে কত ঘনমিটার বা ঘনফুট নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহ করতে হয়?

২। ব্লোয়ার ফ্যান ডাক্টে কী কাজ করে?

৩। বায়ুকে স্থানান্তর করতে শক্তির দরকার কেন ?

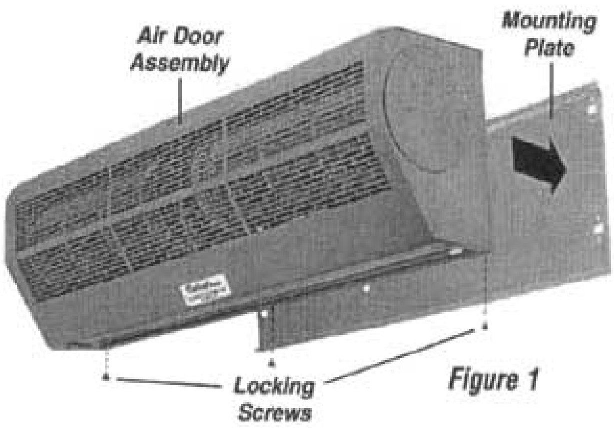
৪। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্লোয়ার ফ্যানের গুরুত্ব আলোচনা কর।

২০২০

অধ্যায়:১২

এয়ার কারটেইন বা এয়ার ডোর (Air Curtain or Air Door)

পৃথিবীর সকল জীব বায়ু সমুদ্রে অবস্থান করছে। পৃথিবীর বিশাল এ বায়ুমন্ডলে কোন শূন্যস্থান নেই। সমুদ্রে সমতলে প্রতিবর্গ সেন্টিমিটারে ১.০৩৩ কেজি বায়ু বিদ্যমান। এ বাতাস তাপপ্রবাহে প্রধান মাধ্যম। বায়ু মাধ্যমে তাপ দ্রুততর সঞ্চালিত হয়। পরিকল্পিত স্থানের তাপ দরজা, জানালা লিকেজ বা অন্য কোন ভেন্টিলেশনের সচল বাতাস দ্বারাই সঞ্চালিত হয়ে থাকে। এ সমস্ত লিকেজ বন্ধ করতে না পারলে কুলিং বা হিটিং ইফেক্ট লস হয়। সে কারণে বিকল্প দরজা হিসাবে Air Door বা Air Curtain ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-১২.১: এয়ার কারটেইন।

১২.১. এয়ার কারটেইন-এর প্রয়োজনীয়তা:

এয়ার কন্ডিশনিং প্রযুক্তির তথা RAC প্রযুক্তির বিশেষ ব্যবহার। যে সকল ক্ষেত্রে বা প্রতিষ্ঠানে লোক গমণাগমণ অধিক এবং দরজা ব্যবহার করা যায় না বা ব্যবহার করা সমস্যাদায়ক সে সকল ক্ষেত্রে Air Curtain ব্যবহার করা হয়। এ সিস্টেমের দ্বারা দরজার সমান বরাবর উপর থেকে অথবা দুই পার্শ্বে থেকে দরজা বরাবর Forced Air প্রয়োগ করে ভিতরের ও বাইরের বায়ুকে পৃথক করা হয়। যে ডিভাইস-এর মাধ্যমে দরজা বরাবর উপর থেকে শক্তিশালী বাতাস প্রয়োগ করে ভিতরের পরিকল্পিত বাতাস ও বাইরের বাতাস পৃথক করা হয় তাকে এয়ার কারটেইন (Air Curtain) বলে। এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ ডিভাইস। এর প্রয়োজনীয়তা নিম্নরূপ-

১. Air Curtain এয়ার ডোর বা বায়ু দরজা হিসেবে ব্যবহার হয়।
২. এয়ার কারটেইন ব্যবহৃত দরজা দিয়ে লোকজন অবাধে চলাচল করতে পারে।
৩. কুলিং বা হিটিং ইফেক্ট লস কম হয়।
৪. বাইরের অপদ্রব্য প্রবেশ হতে রক্ষা পায়।
৫. এয়ার কন্ডিশনিং ডিসপ্লে কেইসে ব্যবহৃত দ্রব্যসামগ্রী সংরক্ষণ ও সংগ্রহ সহজসাধ্য হয়।
৬. দ্রব্যসামগ্রী ব্যবহারের সময় বাইরের ব্যাক্টেরিয়া, ভাইরাস ইত্যাদি সংরক্ষিত এলাকায় প্রবেশ করতে ব্যর্থ হয়।
৭. দরজায় গ্লাস বা ট্রান্সপ্যারেন্সি শিট ব্যবহার করার দরকার হয় না।
৮. বৈদ্যুতিক এনার্জি সাশ্রয় হয়।
৯. সামগ্রিকভাবে আর্থিক সাশ্রয় হয়।

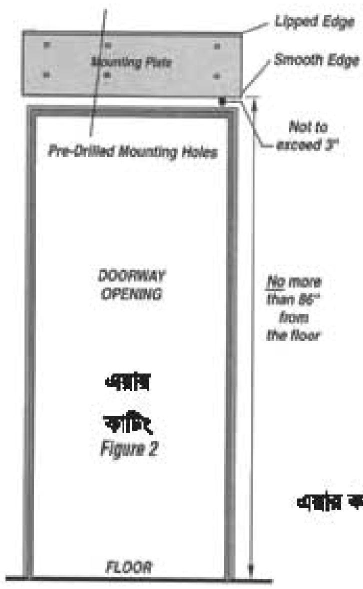
এয়ার কাটিং-এর প্রকারভেদঃ

স্থাপনের উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার। যথাঃ

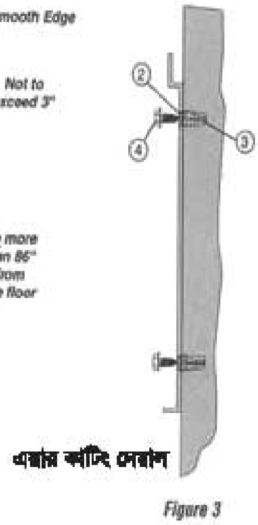
১. সিলিং-এ ছাদে স্থাপন (Ceiling Mounting): 'ক' নং চিত্রানুযায়ী ছাদে স্থাপন করা হয়।

২. দেয়ালে স্থাপন (Wall Mounting): 'খ' নং চিত্রানুযায়ী দেয়ালে স্থাপন করা হয়।

৩. সিলিং এর উপরে স্থাপন (Mounting above the Ceiling): এক্ষেত্রে ডাক্ট ব্যবহার করা হয়। 'গ' নং চিত্রানুযায়ী ছাদের উপরে স্থাপন করা হয়। তবে ছাদে অবস্থানের হার বেশি।



চিত্র-১২.২: 'ক'



চিত্র-১২.২: 'খ'

বাতাস প্রবাহের দিকের ভিত্তিতে ২ প্রকার। যেমন-

১. উলম্বভাবে বাতাস নিক্ষেপণকারী এয়ার কারটেইন,

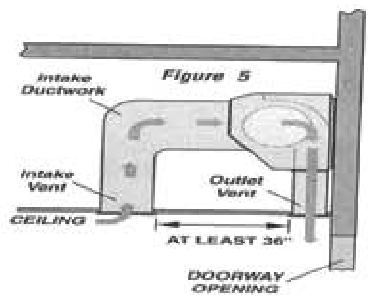
২. অনুভূমিকভাবে বাতাস নিক্ষেপণকারী এয়ার কারটেইন।

বাতাসের অবস্থার ভিত্তিতে তিন প্রকার। যথা-

১. নরম্যাল বাতাস নিক্ষেপণকারী এয়ার কারটেইন,

২. ঠান্ডা বাতাস নিক্ষেপণকারী এয়ার কারটেইন,

৩. গরম বাতাস নিক্ষেপণকারী এয়ার কারটেইন।

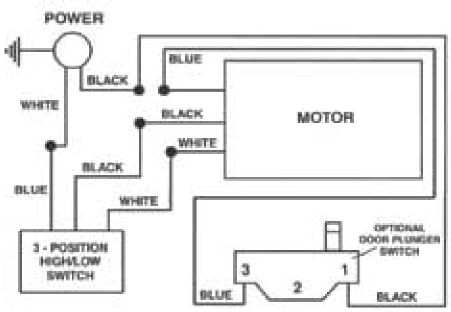


চিত্র-১২.২: 'গ'

এয়ার কাটিং-এর বৈদ্যুতিক বর্তনী ঃ

এয়ারকাটিং বৈদ্যুতিক বর্তনী খুবই সহজ সরল। এর ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের ডিভাইসের সংখ্যাও অনেক কম। এর ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের ডিভাইজগুলোর নাম নিম্নরূপ- ১. মোটর, ২. ডোর প্লাঞ্জার সুইচ, ৩. পজিশন সুইচ, ৪. প্লাগ

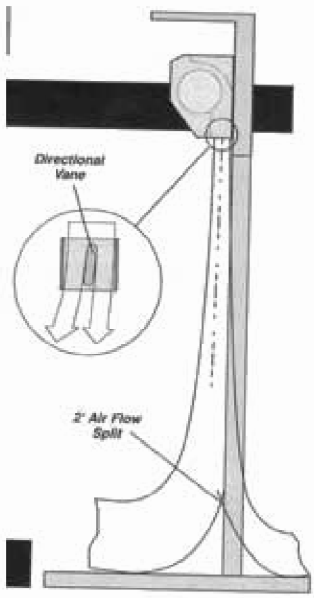
বর্ণনাঃ প্লাগ দিয়ে সুইচ অন করলে এয়ার কাটিং চালু হয়। পজিশন সুইচ দিয়ে ব্লোয়ার ফ্যানের গতি কম-বেশি করা হয়। ডোর প্লাঞ্জার সুইচ মূল বিদ্যুৎ প্রবাহকে এইভাবে নিয়ন্ত্রণ করে যে, ডোর খোলা থাকলে এয়ার কাটিং এর বিদ্যুৎ প্রবাহ চালু হয় তখন কাটিং চলে আর দরজা বন্ধ থাকলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে কাটিং বন্ধ থাকে।



চিত্র-১২.৩: এয়ার কাটিং বৈদ্যুতিক বর্তনী। ২০৬

১২.২. এয়ার কাটিং-এর কার্যপ্রণালি:

চিত্রানুযায়ী সকেটে প্লাগ দেওয়ার পর বৈদ্যুতিক সার্কিটের সাথে সুইচ থাকে। সুইচ অন (ON) করলে বৈদ্যুতিক মোটর চালু হয়। মোটরের রোটরের সাথে সংযুক্ত ব্লোয়ার ফ্যান ঘুরতে থাকে এবং শক্তিশালী ফোর্সড এয়ার (Forced Air) প্রবাহিত হতে থাকে। উক্ত শক্তিশালী বাতাস বাইরের ফ্রেস এয়ার ও ভিতরের নিয়ন্ত্রিত বাতাসের পার্টিশন বা ডোর (Door) হিসেবে কাজ করে। ফলে বাইরের ও ভিতরের বাতাসের মধ্যে পরস্পর কোন সংযোগ থাকে না। এ কারণে নিয়ন্ত্রিত বাতাসের কুলিং বা হিটিং লস বা ঘাটতি খুব কম হয়। যতক্ষণ লোক-জন চলাচল করতে থাকে ততক্ষণ এয়ার কাটিং চালু থাকে। সুইচ অফ করলে এয়ার কাটিং বন্ধ হয়ে যায়।



চিত্র-১২.৪: এয়ার কাটিংএর বায়ু প্রবাহ।

১২.৩. এয়ার কাটিং-এর ব্যবহার ক্ষেত্র :

RAC তে এডিভাইসের যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে। তাই এর বহুবিধ ব্যবহারও লক্ষ করা যায়। দরজাবিহীন জায়গায় এয়ার কাটিং ব্যবহার করা হয়। নিম্নোক্তভাবে এর ব্যবহার হয়ে থাকে-

প্রতিষ্ঠান: হাসপাতাল, ক্লিনিক ইত্যাদির দরজায় বা গেটে।

ব্যবসা ক্ষেত্র: বড় বড় দোকান, মার্কেট, ফ্যামিলি মার্ট, মিনি-বাজার ইত্যাদির দরজায় বা গেটে ।

ইউনিটে: ডিসপ্লে কেইসের ফ্রন্টে।

একটি এয়ার কারটেইন-এর টেকনিক্যাল স্পেসিফিকেশন :

১. মডল (Model): বিভিন্ন মডেলের হতে পারে।

২. ক্ষমতা (Capacity): সাধারণত: ০.৫ হতে ০.৮ Kw

৩. বাতাসের গতি (Air Speed): ২৫৬০ থেকে ৩১৫০ fpm

৪. বাতাসের আয়তন (Air Volume): ৯৮০ থেকে ২৩২৫ cfm

৫. মাপ (Dimension): ৩৬" x৮.৫" x১৩" হতে ৬৫" x ৮.৫" x১০" (লম্বা ৩, ৪ ও ৫ ফুটের হয়ে থাকে)।

দরজার মাপ অনুযায়ী এক বা একাধিক সংখ্যক এয়ার কারটেইন সিরিজে ব্যবহার করা যায়। সে ক্ষেত্রে পরস্পরের মধ্যে কমপক্ষে ১ বা ২ ইঞ্চি গ্যাপ রাখতে হয়।

প্রশ্নমালা-১২

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। এয়ার কারটেইন কাকে বলে ?

২। এয়ার কারটেইনে বায়ুর গতি কত রাখা হয় ?

৩। এয়ার কারটেইনের সর্বোচ্চ পরিমাপ কত?

৪। এয়ার কারটেইনের অপর নাম কী ?

৫। এয়ার কারটেইনের বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ব্যবহৃত বিশেষ সুইচটির নাম কী ?

৬। সমুদ্রে সমতলে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে বিদ্যমান বায়ুর পরিমাণ কত ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। এয়ার কারটেইনের প্রধান অংশ কয়টি ও কী কী?

৮। স্থাপনের ভিত্তিতে এয়ার কাটিং কত প্রকার ও কী কী?

৯। এয়ার কারটেইনের তিনটি ব্যবহারের নাম লেখ।

১০। এয়ার কারটেইনের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের অংশগুলোর নাম লেখ।

রচনামুলক প্রশ্ন:

১১। এয়ার কারটেইনের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

১২। এয়ার কারটেইনের শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা কর।

১৩। চিত্রসহ এয়ার কারটেইনের কার্যপ্রণালির বর্ণনা দাও।

১৪। এয়ার কারটেইনের বৈদ্যুতিক বর্তনীর সচিত্র কার্যপ্রণালির বিবরণ দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১২

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

সমুদ্রে সমতলে প্রতি বর্গ সেন্টি মিটারে ১.০৩৩ কেজি বায়ু বিদ্যমান। এ বাতাস তাপপ্রবাহে প্রধান মাধ্যম। বায়ু মাধ্যমে তাপ দ্রুততর সঞ্চালিত হয়। পরিকল্পিত স্থানের তাপ দরজা, জানালা লিকেজ বা অন্য কোনো ভেন্টিলেশনের সচল বাতাস দ্বারাই সঞ্চালিত হয়ে থাকে। এ সমস্ত লিকেজ বন্ধ করতে না পারলে কুলিং বা হিটিং ইফেক্ট লস হয়। সে কারণে বিকল্প দরজা হিসাবে Air Door বা Air Curtain ব্যবহার করা হয়।

১। সমুদ্র সমতলে বায়ুর চাপ কত থাকে ?

২। Air Curtain কাকে বলে?

৩। কারটেইন ব্যবহারের উদ্দেশ্য উল্লেখ কর।

৪। এয়ার কারটেইনের কার্যপদ্ধতি আলোচনা কর।

অধ্যায়-১৩

ডাক্ট (Duct)

শীতাতপনিয়ন্ত্রণের নিয়ন্ত্রিত বাতাসকে একক বা বহু কক্ষে ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। সে ক্ষেত্রে প্রতি কক্ষে কুলিং ইউনিট স্থাপন অথবা বিশেষ পথের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত বাতাস বিভিন্ন কক্ষে প্রেরণ করা যায়। ব্যবহৃত বাতাস বাইরে ছেড়ে দিলে কুলিং ইফেক্ট লস হয়। উক্ত লস হতে রক্ষার জন্যে পুনরায় ব্যবহারের নিমিত্তে বাতাস প্রত্যাবর্তন করানো হয়। যে পথের মাধ্যমে বাতাস প্রেরণ, সরবরাহ ও প্রত্যাবর্তন করানো হয় তাই ডাক্ট।

১৩.১. ডাক্টঃ

বাতাস প্রবাহের মাধ্যম বা পথ ডাক্ট নামে পরিচিত। পাতলা ধাতব পাত দিয়ে সম্পূর্ণ বায়ুরোধীভাবে নির্মিত আবদ্ধ বাতাস পরিবাহককে ডাক্ট বলে। মুক্ত বাতাস প্রেরণ, নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহ এবং ব্যবহৃত বাতাস প্রত্যাবর্তনের জন্য বায়ুরোধী ফাঁপা চোঙ্গাকৃতির যে পথ বা বাহক ব্যবহৃত হয় তাই ডাক্ট। ডাক্টে বাতাস প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য গ্রিল, ডিফিউজার, ড্যাম্পার, রেজিস্টর, লাউভার্স ও প্লেনাম ইত্যাদি ব্যবস্থা থাকে।

১৩.২. ডাক্টের প্রকারভেদঃ

ডাক্ট অন্তরক দ্বারা আচ্ছাদিত বায়ুপ্রবাহের একটি আবদ্ধ পথ। এ পথ বিভিন্ন প্রয়োজন মিটাতে বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। এটি আবাসন, শিল্প-কারখানা, প্রতিষ্ঠান ইত্যাদি ব্যবহারস্থলে চাহিদামতো বিভিন্নভাবে তৈরি হতে পারে। বিভিন্ন প্রয়োজন ও বিষয়াদির উপর গুরুত্ব রেখে ডাক্টকে নিম্নরূপে বিভক্ত করা হয়-

ক) ব্যবহৃত পদার্থের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ২ প্রকার-

১. মজবুত (Riged) ডাক্ট,
২. নমনীয় (Flexible) ডাক্ট।

খ) আকৃতির উপর ভিত্তি করে ডাক্ট তিন প্রকার। যথা-

১. গোলাকার ডাক্ট,
২. বর্গাকার ডাক্ট,
৩. আয়তাকার ডাক্ট।

গ) বিতরণ ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে ডাক্ট তিন প্রকার। যথা-

১. প্রধান ডাক্ট, ২. শাখা ডাক্ট, ৩. উপশাখা ডাক্ট।

ঘ) বাতাস ব্যবহারের উপর নির্ভর করে ডাক্ট পাঁচ ধরনের হতে পারে যেমন-

১. মুক্ত বাতাস সংগ্রহকারী ডাক্ট,
২. ব্যবহৃত বাতাস প্রত্যাবর্তনকারী ডাক্ট,
৩. নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহকারী ডাক্ট,
৪. অপ্রত্যাশিত বাতাস অপসারণ ডাক্ট,
৫. ভেন্টিলেশনে ব্যবহৃত ডাক্ট।

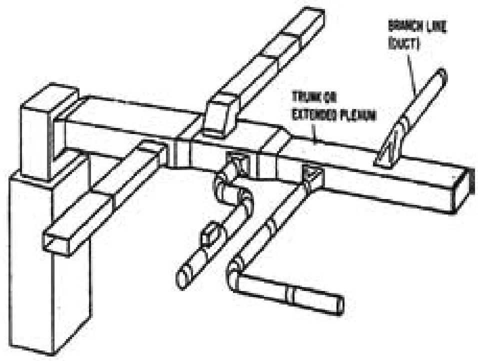
ঙ) পরিস্রুত বায়ু সরবরাহ এবং ব্যবহৃত বায়ু প্রত্যাবর্তনের উপর ভিত্তি করে ডাক্টিং পদ্ধতিকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১. একমুখী প্রবাহ পদ্ধতি,
২. বহুমুখী প্রবাহ পদ্ধতি।

বিভিন্ন প্রকার ডাক্টের বর্ণনা :

রিজিড ডাক্ট (Rigid duct):

যে ডাক্ট শক্ত ধাতব বস্তু দিয়ে তৈরি এবং সহজে বাঁকা করা যায় না তাকে রিজিড ডাক্ট বলে। এ সাধারণত জি. আই, অ্যালুমিনিয়াম, অ্যাসবেস্টস শীট, প্লাস্টিক, গ্লাস ফাইবার ইত্যাদি দ্বারা তৈরি হয়। উচ্চ বেগে বাতাস প্রবাহিত হলে বা আকার নির্দিষ্ট মাপের বেশি বড় হলে রিজিড ডাক্ট ব্যবহৃত হয়।



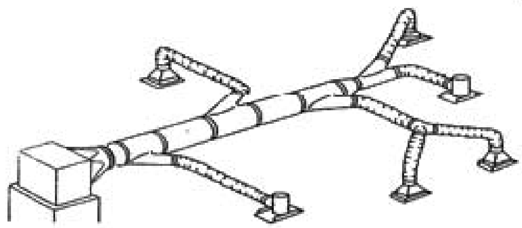
চিত্র- ১৩.১: রিজিড ডাক্ট।

রিজিড ডাক্টের কিছু সুবিধা ও অসুবিধা বিদ্যমান যা বর্ণিত হলো-

সুবিধা	অসুবিধা
১. মজবুত, শক্ত ও দীর্ঘস্থায়ী ২. স্বল্প কম্পন ও শব্দহীন ৩. পরিচালন ব্যয় কম ৪. ডাক্টের অভ্যন্তর মসৃণ থাকে ।	১. স্থাপন ও ডাক্ট তৈরি খরচ অপেক্ষাকৃত বেশি। ২. স্থাপন করতে সময় বেশি লাগে। ৩. বাঁকা হলে অনেক বেশি বেন্ড ও এলবো ব্যবহার করতে হয়।

ফ্লেক্সিবল ডাক্ট (Flexible duct):

নমনীয় বা সহজেই বাঁকা করা যায় এমন ডাক্টকে ফ্লেক্সিবল ডাক্ট বলে। ইহা কারখানায় তৈরি করা হয় এবং খুব সহজেই সংযোগ প্রদান ও স্থাপন করা যায়। ডাক্ট ডিজাইনের মাপমতো ডাক্ট ও ফিটিংস সরবরাহ করা হয় কিন্তু ডাক্টের অভ্যন্তর অমসৃণ থাকার সম্ভাবনা বেশি।



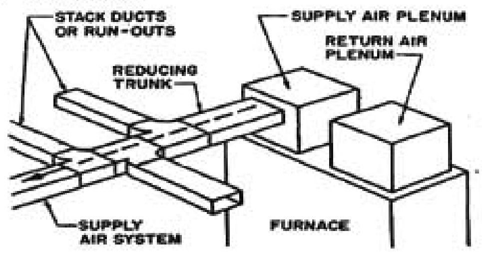
চিত্র- ১৩.২: ফ্লেক্সিবল ডাক্ট।

ফ্লেক্সিবল ডাক্টের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো নিম্নরূপ-

সুবিধা	অসুবিধা
১. স্থানীয়ভাবে ডাক্ট তৈরির ঝামেলা থাকে না ২. সহজেই স্থাপন করা যায়। ৩. স্থাপনজনিত খরচ অনেক কম।	১. অভ্যন্তর অমসৃণ থাকে ফলে প্রেশার লস বেশি হয় ২. পরিচালন ব্যয় বেশি হয়। ৩. ডাক্ট তৈরি খরচ অনেক বেশি।

আয়তাকার বা বর্গাকার ডাক্ট (Rectangular or Square duct):

বর্গাকার বা আয়তাকার ডাক্ট ওয়ার্কশপে বা স্থানীয়ভাবে তৈরি হয়। স্থানীয়ভাবে তৈরি ডাক্টের বেশির ভাগই আয়তাকার হয়ে থাকে।



চিত্র- ১৩.৩: আয়তাকার ডাক্ট।

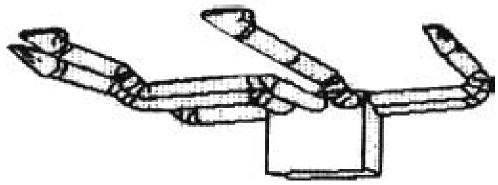
আয়তাকার বা বর্গাকার ডাক্টের সুবিধা ও অসুবিধা নিচে প্রদত্ত হলো-

সুবিধা	অসুবিধা
১. কম উচ্চতায় এ ডাক্ট ব্যবহার করা হয় ২. গোলাকার ডাক্টের চেয়ে এ ডাক্টে প্রেসার লস কম হয়। ৩. অপেক্ষাকৃত কম পাওয়ারের ফ্যান লাগে।	১. আয়তাকার ডাক্ট তৈরি করা জটিল। ২. এ ডাক্ট তৈরিতে সময় বেশি লাগে। ৩. ডাক্ট তৈরি খরচ অনেক বেশি।

*বর্গাকার ডাক্টের সুবিধ-অসুবিধা প্রায় আয়তাকার ডাক্টের অনুরূপ।

গোলাকার ডাক্ট (Round duct):

ডাক্টের প্রস্থচ্ছেদ বৃত্তাকার হলে তাকে গোলাকার ডাক্ট বলে। এ প্রকার ডাক্ট লেখতে পাইপের ন্যায়। তাই একে গোলাকার ডাক্ট বলা হয়। গোলাকার ডাক্টের সুবিধা ও অসুবিধা নিচে দেওয়া হলো



চিত্র- ১৩.৪: গোলাকার ডাক্ট।

সুবিধা	অসুবিধা
১. এ ডাক্ট তৈরি ও স্থাপন করা সহজ। ২. তৈরি ও স্থাপনজনিত খরচ কম। ৩. ডাক্টের সংযোগ ও ফিটিংসে সহজলভ্য।	১. প্লাস্টিক ব্যতীত অন্য পদার্থে তৈরি এ ডাক্টে ঘর্ষণ বেশি। ২. আলাদা মসৃণ সারফেস ব্যবহার করতে হয়। ৩. স্থাপনে আয়তাকার অপেক্ষা এ ডাক্টে জায়গা বেশি লাগে।

১৩.৩. ডাক্ট তৈরির উপকরণাদি (Duct materials):

ডাক্ট তৈরির জন্য বিভিন্ন প্রকার বহুবিধ উপকরণ ব্যবহার করা হয়ে থাকে। সাধারণত GP শিট দ্বারা ডাক্ট তৈরি হয়। ডাক্ট অ্যালুমিনিয়াম বা ব্ল্যাক শীটেরও তৈরি হয়ে থাকে। অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা তৈরি ডাক্ট হালকা ও মরিচা মুক্ত হয়। ব্ল্যাক শীটের ডাক্ট উচ্চ তাপ মাত্রা ও গতির বাতাস প্রবাহে ব্যবহার হয়। কিন্তু এতে সহজে মরিচা পড়ে। স্বল্প গতির ক্ষেত্রে রেজিন বন্ডে গ্লাস ফাইবার দ্বারা তৈরি ডাক্ট ব্যবহার করা হয়। মাটির নিচেই ব্যবহারের জন্য অ্যাসবেস্টস ও সিমেন্টের ডাক্ট বিশেষ উপযোগী। সহজে আকৃতি প্রদান, মরিচা রোধ, রং বিহীন ও কম খরচে ব্যবহারের জন্য প্লাস্টিকের ডাক্ট বর্তমানে প্রচুর ব্যবহার হচ্ছে। তাই চাহিদা ও সুযোগ-সুবিধাদির উপর ভিত্তি করে ডাক্ট তৈরি ও ডাক্ট তৈরির উপকরণাদি নির্বাচন করা হয়। তাই বিভিন্ন ক্ষেত্রে ডাক্ট তৈরির জন্য ব্যবহৃত উপকরণসমূহ সারণিতে দেওয়া হলো-

ক) পাতলা লোহার পাত (Thin Iron Sheet)	খ) ফাইবার বোর্ড (Fiber board)
গ) অ্যালুমিনিয়াম শীট (Aluminium Sheet)	ঘ) অ্যাসবেস্টস (Asbestos)
ঙ) গ্যালভানাইজিং শীট (Galvanizing Sheet)	চ) ফাইবার গ্লাস (Fiber glass)
ছ) প্লাস্টিক (Plastic)	জ) রেজিন (Resin)
ঝ) সেলোটেক্স (Celotex)	ঞ) বিভিন্ন প্রকার ইনসুলেটর (Insulator)

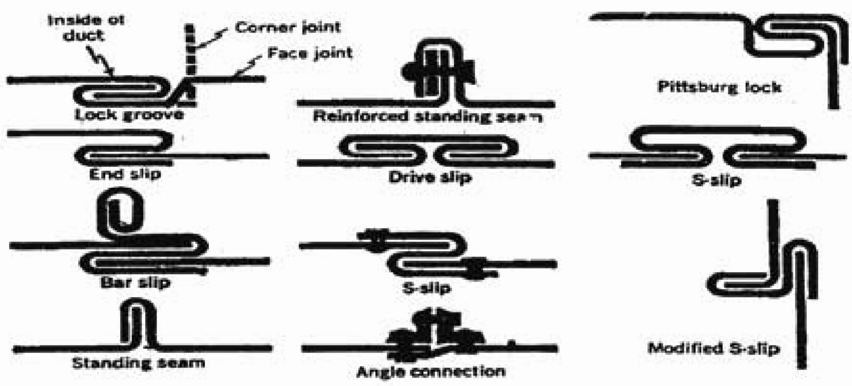
ডাক্ট সংযোগের জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার ফিটিংসের নাম হলো-

১. ব্যান্ড (Band)	২. এলবো (Elbow)
৩. টার্নিং ভেনস (Turning Vanes)	৪. টি (Tee)
৫. রিডিউসার (Reducers)	৬. কলার (Collar)
৭. ফ্লেক্সিবল কানেক্টর (Flexible Connector)	৮. ক্যানভাস (Canvas)
৯. গাইড ভেইন (Guide Vane)	১০. হ্যাঙ্গার বা সাপোর্ট (Support)।

৩২৫

ডাক্ট সীম ও জয়েন্ট (Duct seam and Joint):

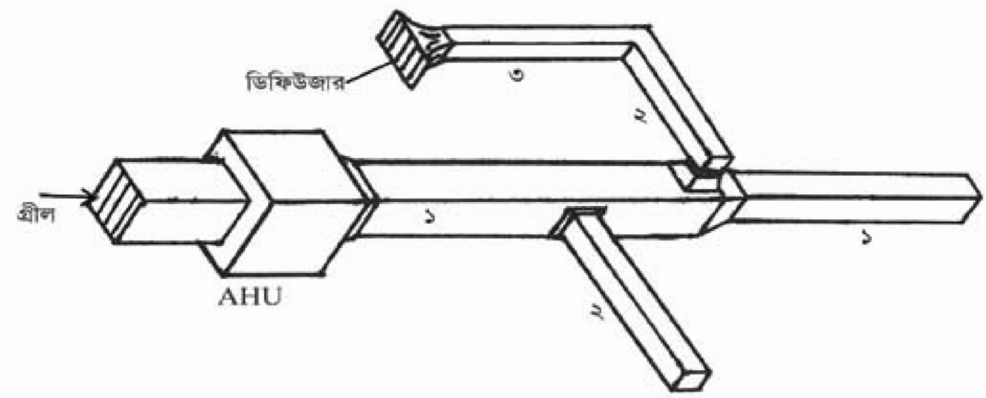
ডাক্ট তৈরির জন্য ডাক্টের এক অংশের সাথে অন্য অংশ এবং ডাক্ট তৈরির শীট ভাঁজ দিয়ে ডাক্ট তৈরি করতে হয়। এ কাজের জন্য যে সীম ও জয়েন্ট ব্যবহার করা হয় সেগুলোর চিত্রসহ নাম হলো-



চিত্র- ১৩.৫: ডাক্ট জয়েন্টের নিদর্শন।

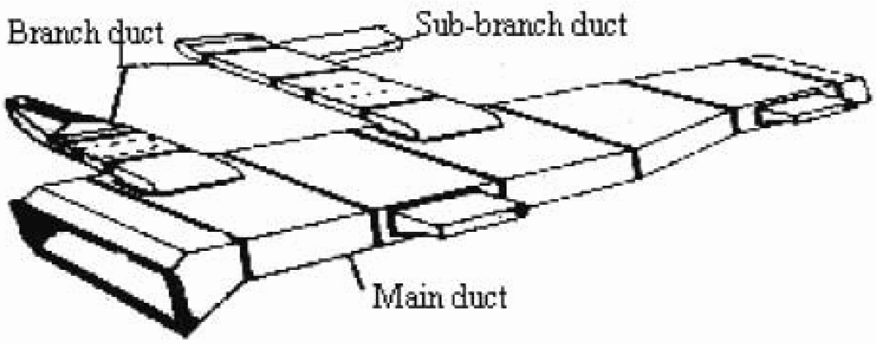
১৩.৪ ডাক্ট লে-আউট:

ডাক্ট তৈরির জন্য সর্বপ্রথম দরকার ডাক্টের ডিজাইন ও লে-আউট বা পরিকল্পিত নকশা। নকশা কারিগরের লিখিত ভাষা হবার কারণে ডাক্ট তৈরির পূর্বশর্ত হলো ডাক্টের লে-আউট। বিভিন্ন আকৃতির ডাক্টের লে-আউট দেখানো হলো-

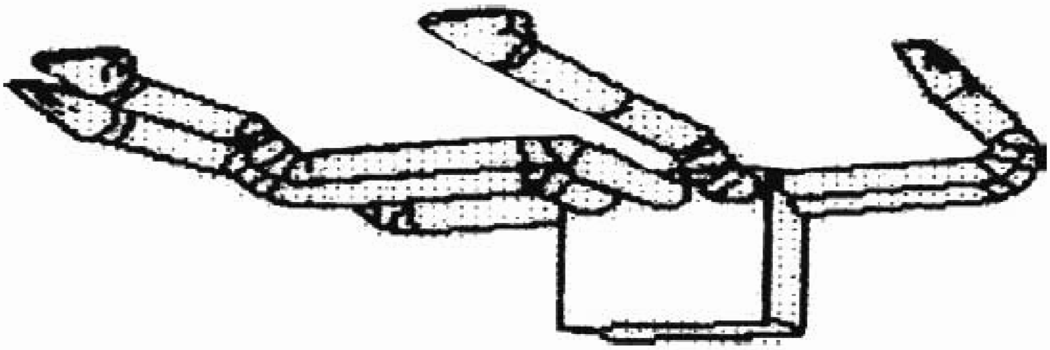


চিত্র ১. প্রধান ডাক্ট, ২. শাখা ডাক্ট, ৩. উপ-শাখা ডাক্ট।

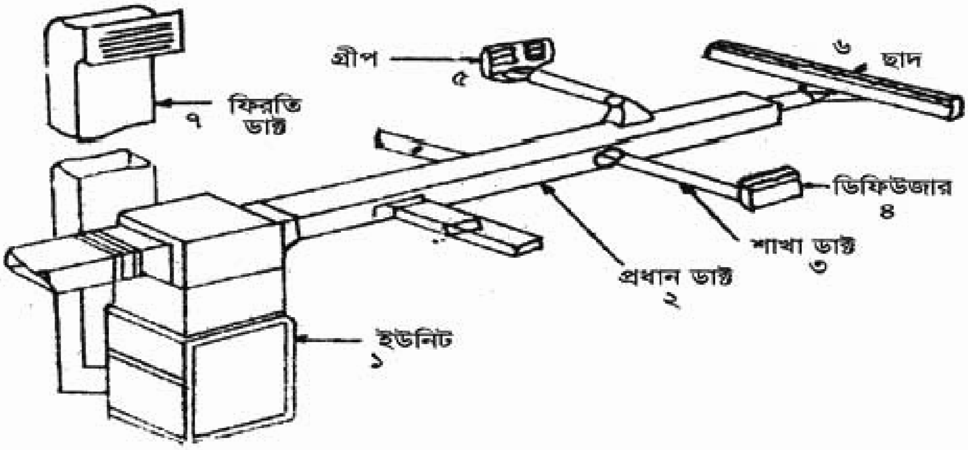
চিত্র- ১৩.৬: বর্গাকার ডাক্ট।



চিত্র- ১৩.৭: আয়তাকার ডাক্ট।



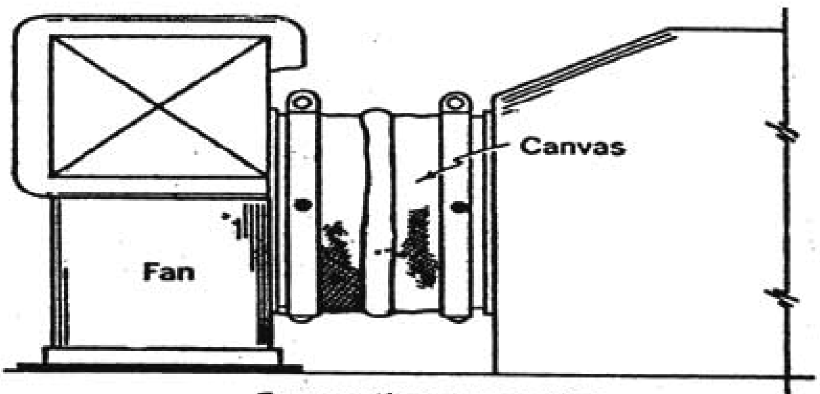
চিত্র- ১৩.৮: গোলাকার ডাক্ট।



চিত্র- ১৩.৯: বিভিন্ন অংশ সংবলিত ডাক্টের লে-আউট।

এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের (AHU) সাথে ক্যানভাস সংযোগের নকশা:

একটি এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের (AHU) সাথে ক্যানভাস সংযোগের লে-আউট দেওয়া হলো-

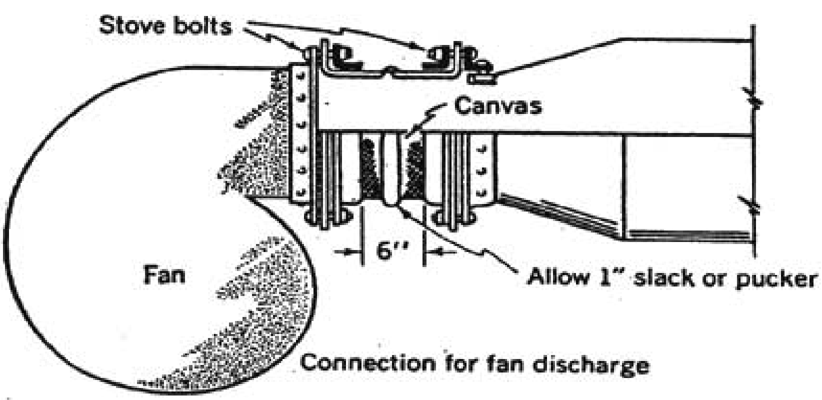


চিত্র- ১৩.১০: এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের লে-আউট।

এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের সাথে ক্যানভাস সংযোগের প্রয়োজনীয়তা:

এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিটের মধ্যে ব্লোয়ার ফ্যান পরিচালিত হবার সময় যথেষ্ট ঝাঁকুনি বা কম্পন সৃষ্টি হয়। এ কম্পন যাতে ডাক্টে প্রভাব বিস্তার করতে না পারে সে জন্য মোটা কাপড় দ্বারা ফ্যানের সাকশন ও ডিসচার্জের সাথে এয়ার হ্যান্ডলার ও অন্যান্য সংযোগ দেওয়া হয়। সংযোগকারী এ মোটা কাপড় বা ত্রিপলকে ক্যানভাসও বলে। এ Asbestos Cloth দিয়ে তৈরি হয়ে থাকে। এ আগুনে পুড়ে না। AHU এর সাথে ক্যানভাস ব্যবহারের কারণগুলো হলো

ক) ফ্যানের কম্পন ডাক্টে সঞ্চালন রোধে,
খ) কম্পনজনিত শব্দ হ্রাস করে,
গ) এয়ার হ্যান্ডলিং ইউনিট স্থাপন সহজতর করতে,
ঘ) রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামত সহজসাধ্য করতে।

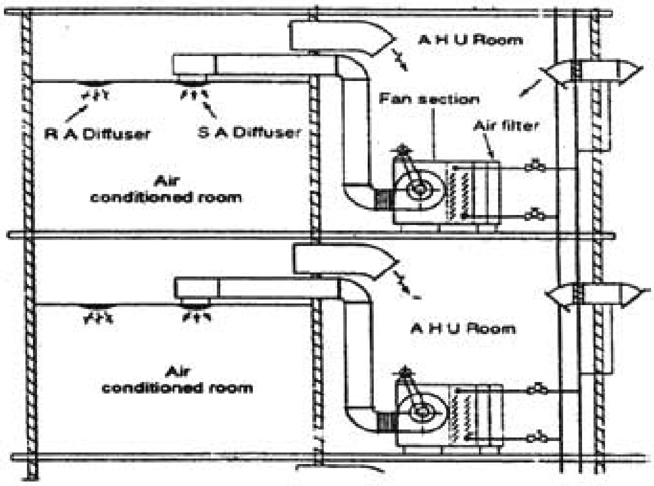


চিত্র- ১৩.১১: ব্লোয়ার ফ্যানের সাথে ক্যানভাস সংযোগ পদ্ধতি।

২০২০

সিলিং-এ ঝুলানো ডাক্টের লে-আউট:

এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমে ডাক্ট অধিকাংশ ক্ষেত্রেই সিলিং-এ ঝুলানো হয়। এক্ষেত্রে সিলিং ও মেঝের দূরত্বকে বিবেচনা করতে হয়। কৃত্রিম সিলিং-এ ডিফিউজার বসিয়ে তার উপর রাইজার এবং ডাক্ট ঝুলানো হয়।



চিত্র- ১৩.১২: সিলিং এ ডাক্ট ঝুলানোর নকশা।

আয়রন অ্যাঙ্গেল বা ফ্ল্যাট বার পরিমাপমতো কেটে ও ভাঁজ করে চিত্রের ন্যায় ঝুলিয়ে রাখা হয়। আরসিসি (RCC) ছাদে রোয়াল বোল্ট ঢুকিয়ে অ্যাঙ্গেল বা ফ্ল্যাট বারের মাধ্যমে ডাক্ট ঝুলানো যায়। ডাক্ট বেশি চওড়া হলে আয়রন অ্যাঙ্গেল ফ্রেম ব্যবহার করা হয়।

১৩.৫. ডাক্টের ব্যবহার:

শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ডাক্টের প্রয়োজন ও ব্যবহার অসীম। তাই ডাক্ট ব্যবহারের প্রয়োজনীতা হলো-

ক) প্রত্যাশিত স্থানে পরিমাণমতো নিয়ন্ত্রিত বাতাস প্রেরণ,
খ) ব্যবহৃত বাতাস প্রত্যাবর্তন,
গ) সরবরাহ ও প্রত্যাবর্তন বাতাসের মধ্যে সামঞ্জস্য বিধান,
ঘ) একাধিক কক্ষে বাতাস বিতরণ।
ঙ) প্রত্যাশিত মুক্ত বাতাস প্রবেশ,

ইত্যাদি প্রয়োজন মেটানোর জন্য সারণিতে বর্ণিত ক্ষেত্রে ডাক্ট ব্যবহার করা হয়-

ক্রমিক	নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	গোলাকার ডাক্ট	এয়ার-কন্ডিশনিং পদ্ধতিতে বাতাস সরবরাহে, পাওয়ার প্লান্টে উত্তপ্ত বাষ্প প্রেরণে এ প্রকারের ডাক্ট ব্যবহৃত হয়।
২	আয়তাকার ও বর্গাকার ডাক্ট	শীতাতপনিয়ন্ত্রণে প্রয়োজনীয় বাতাস প্রবাহে, বাষ্প সরবরাহে এ ডাক্ট ব্যবহার করা হয়। দালানের ছাদ ও দেয়ালে এ জাতীয় ডাক্ট বেশি ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা- ১৩

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। ডাক্ট বলতে কী বোঝায় ?

২। আকৃতির ভিত্তিতে ডাক্ট কত প্রকার ও কী কী ?

৩। রিজিড ডাক্ট তৈরির জন্য কী কী ধাতব উপকরণ ব্যবহার করা হয় ?

৪। কোন উপকরণের ডাক্টে রং করার প্রয়োজন হয় না ?

৫। আন্ডারগ্রাউন্ডে ব্যবহৃত ডাক্ট কী দিয়ে তৈরি হয় ?

৬। কিসের তৈরি ডাক্ট সহজে বাঁকা করা যায় ?

৭। AHU এর পূর্ণ নাম লেখ।

৮। কী কী শিট দিয়ে ডাক্ট তৈরি করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৯। আয়তাকার ডাক্টের লে-আউট অংকন কর।

১০। বর্গাকার ডাক্ট কাথায় ব্যবহার হয় ?

১১। এএইচইউতে মোটা কাপড় ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।

১২। এয়ার-কন্ডিশনিং এ সুষ্ঠু বাতাস বিতরণে কী কী বিষয় অন্তরায় হিসেবে কাজ করে ?

১৩। ডাক্ট ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা বিবৃত কর।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৪। ডাক্টের প্রকারভেদের বিবরণ দাও।

১৫। ডাক্ট তৈরিতে ব্যবহৃত উপকরণাদি ও সরঞ্জামাদির তালিকা তৈরি কর।

১৬। বিভিন্ন অংশ সম্বলিত ডাক্ট লে-আউট অংকন করে চিহ্নিত কর।

১৭। ডাক্ট তৈরিতে ব্যবহৃত উপকরণাদির তালিতা প্রস্তুত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ:১৩

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

বাতাস প্রবাহের মাধ্যম বা পথই ডাক্ট নামে পরিচিত। বিশেষ প্রক্রিয়ায় বায়ুরোধীভাবে এ ডাক্ট তৈরি করা হয়। কেন্দ্রীয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে বাতাস বিতরণে এর বিকল্প নেই। এ তৈরি করতে বহুবিধ উপকরণ ও যন্ত্রপাতির প্রযোজন হয়। ডাক্টে বাতাস প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবস্থাদির মধ্যে গ্রিল, ডিফিউজার, ড্যাম্পার, রেজিস্টর, লাউভার্স ও প্লেনাম প্রধান। এ ব্যবস্থায় বাতাস সুষ্ঠুভাবে বণ্টন ও ব্যবহার করা যায়।

১। ডাক্টের সংজ্ঞা দাও।

২। ডাক্ট কীভাবে তৈরি করা হয় ?

৩। গ্রিল, ড্যাম্পার, লাউভার্স ও প্লেনাম চিহ্নিত করে একটি AHU এর লে-আউট অংকন কর।

৪। 'শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে বাতাস বিতরণে ডাক্টের বিকল্প ব্যবস্থা নাই'- উক্তিটি বিশ্লেষণ কর।

অধ্যায়-১৪

ডাক্ট আউটলেট (Duct Outlet)

কক্ষে বা স্থানে আরামদায়ক পরিবেশ সংরক্ষণ করতে বাতাস বিতরণের সুষ্ঠু ব্যবস্থা থাকা অপরিহার্য। এর জন্য নিয়ন্ত্রিত বাতাস পরিমাণমতো সরবরাহ ও প্রত্যাবর্তনের প্রয়োজন হয়। তাই কক্ষের বাতাস প্রবাহের গতি ৫মিটার/মিনিট রাখার জন্য ডাক্টের মধ্যে ৭ থেকে ১২ মি./মি. রাখা হয়। নিয়ন্ত্রিত বাতাস কক্ষে সরবরাহ ও বিতরণ এবং ব্যবহৃত বাতাস পুনঃআবর্তন করায় বাতাস বিতরণ ব্যবস্থার কাজ। বাতাস সঞ্চালনের জন্য ফ্যান, পরিবর্তনের জন্য ডাক্ট, পরিমিত বিতরণের জন্য ডাম্পার ও গ্রিল এবং সমহারে বিতরণের জন্য ডিফিউজার ব্যবস্থা থাকে। ডাক্টের মাধ্যমে গরম বাতাস ৫০° থেকে ৬০° সেঃ এবং ঠান্ডা বাতাস ১২° থেকে ১৫° সেঃ এ প্রবাহিত করা হয়।

ডাক্টের যে অংশ দিয়ে নিয়ন্ত্রিত বাতাস পরিকল্পিত স্থানে প্রবেশ করে এবং ব্যবহৃত ও বাইরের বাতাস প্রবেশ করে তাকে আউট লেট বলে।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রা, গতিবেগ ও পরিমাণমতো বাতাস সরবরাহের জন্য চাই উপযোগী হিমায়ন যন্ত্র ও সঠিক বাতাস বিতরণ ব্যবস্থা। শীতাতপনিয়ন্ত্রণ যন্ত্র থেকে নিয়ন্ত্রিত বাতাস নির্ধারিত কক্ষে পরিবহন, বিতরণ এবং ব্যবহৃত বাতাস পুনঃআবর্তন করাই বাতাস বিতরণ ব্যবস্থার কাজ। নিয়ন্ত্রিত বাতাস সরবরাহ এবং পুনঃ আবর্তনের জন্য ব্লোয়ার বা ফ্যান, পরিবহনের জন্য ডাক্ট, পরিমিত বাতাস বিতরণের জন্য ড্যাম্পার ও গ্রিল এবং পরিস্রুত করার জন্য ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। ডাক্টিং ব্যবস্থার মধ্য দিয়ে বাতাস প্রবাহিত হবার সময় ঘর্ষণজনিত কারণে বাধাপ্রাপ্ত হয়। ঘর্ষণ ও অন্যান্য সকল বাধা বিবেচনা করে ডাক্টের সাইজ, ফ্যান ও ফ্যান মোটরের ক্ষমতা এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যেন সকল বাধা অতিক্রম করেও বাতাস প্রয়োজনীয় পরিমাণ ও সঠিক চাপে সঞ্চালিত হতে পারে।

১৪.১. ডাক্ট আউট লেটের কাজঃ

বাতাস বিতরণ ব্যবস্থায় ডাক্টে বাতাস প্রবেশ বা নির্গমনের জন্য যে খোলা অংশ বা মুখ ব্যবহৃত হয় তাকে ডাক্ট আউটলেট বলে। এটি ডাক্টিং সিস্টেমের একটা প্রধান অংশ। ডাক্ট আউটলেটের আকৃতি, ব্যবহার এবং দক্ষতার উপর বাতাস বিতরণ ব্যবস্থার প্রকৃতি নির্ভর করে। বাতাস সঠিকভাবে গ্রহণ ও বিতরণের জন্য সঠিক আউটলেটের নির্বাচনের দরকার। আউট লেটের প্রাথমিক কাজ হলো সুষ্ঠু নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়ায়। কক্ষে নিয়ন্ত্রিত বায়ু প্রেরণ ও বন্টন এবং ব্যবহৃত বায়ু প্রত্যাবর্তন করে ডাক্টে প্রেরণ করা। এছাড়া আউটলেট যে কাজে ব্যবহার হয় তা হলো-

১. এটি ডাক্টের মুখে অবস্থান করে সর্বত্র বাতাস ছড়িয়ে দেয়, ২. বাতাসের গতি আরামপ্রদ করে,
৩. প্রয়োজনীয় সময় ডাক্টের মুখ খোলে ও বন্ধ করে, ৪. অনাকাঙ্ক্ষিত শব্দ বর্জন করে,
৫. অপ্রয়োজনীয় বাতাস সংগ্রহ করে ডাক্টে প্রেরণ করে, ৬. কক্ষে বাতাস প্রবেশের হার সঠিক রাখে,
৭. ডাক্টের খোলা প্রান্ত আকর্ষণীয় করে, ৮. বাতাসের অতিমাত্রার প্রবাহকে কমিয়ে দেয়।

১৪.২. আউটলেটের তালিকা :

এয়ার-কন্ডিশনিং ব্যবস্থাপনায় বিভিন্ন ধরনের আউটলেট ব্যবহৃত হয়। এর মধ্যে প্রধান দুটির নাম হলো-

১. সরবরাহ আউটলেট (Supply outlet),
২. ফেরত আউটলেট (Return outlet)।

ঋতুভেদে ডাক্ট আউটলেট দুই প্রকার যথা-

ক) গ্রীষ্মকালীন আউটলেট, খ) শীতকালীন আউটলেট।

ডাক্ট আউটলেটসমূহ:

অবস্থানের উপর ভিত্তি করে ডাক্ট আউটলেটের তালিকা হলো-

১. গ্রিল (Grill), ২. ডিফিউজার (Diffuser),
৩. রিজিস্টর (Resistor), ৪. লাউভার্স (Louvers) ইত্যাদি।

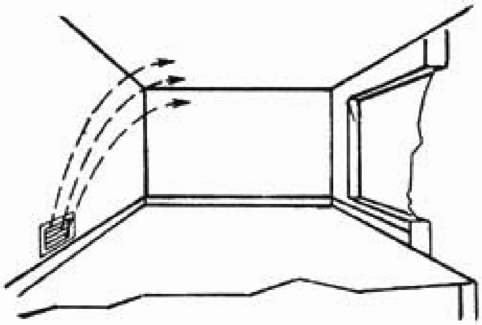
আকারের উপর ভিত্তি করে ডাক্ট আউটলেট হলো চার প্রকার-

১. বর্গাকার, ২. আয়তাকার, ৩. গোলাকার, ৪. ডিম্বাকার

১৪.৩. আউটলেট সমূহের বর্ণনা :

১. বাতাস সরবরাহ আউটলেটঃ

ডাক্টের যে শেষোক্ত পথ দিয়ে বাতাস নিয়ন্ত্রিত স্থানে প্রবেশ করে তাকে সাপ্লাই বা সরবরাহ আউটলেট বলে। এ ধরনের বন্টন ব্যবস্থা দেয়ালে, ছাদে, মেঝেতে থাকে। গরম বা ঠান্ডা বাতাস কক্ষে সরবরাহ ও বিতরণের জন্য সরবরাহ ডাক্টের মুখে যে আউটলেট বসানো হয় তাকে সাপ্লাই আউটলেট বলা হয়। সাপ্লাই আউটলেট দেয়াল, সিলিং বা মেঝেতে বসানো হয়।

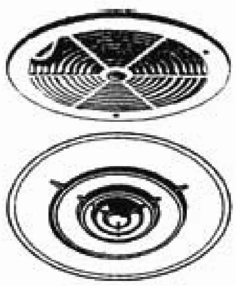


চিত্র-১৪.১ঃ বাতাস সরবরাহ আউটলেট।

২. ফেরৎ আউট লেটঃ

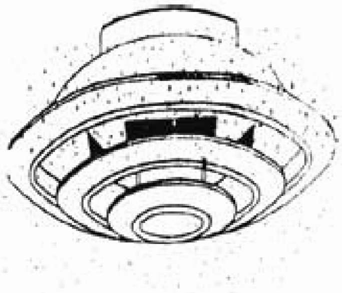
যে পথ দিয়ে ব্যবহৃত বাতাস ফেরৎ-ডাক্টে প্রবেশ করে তাকে রিটার্ন বা ফেরৎ আউট লেট বলে। এ জাতীয় আউট লেট ছাদে, মেঝেতে, দেয়ালে স্থাপন করা হয়। নিয়ন্ত্রিত বাতাস কক্ষে ব্যবহারের পর তা কক্ষ থেকে বাইরে প্রেরণ অথবা তা পুনরায় ব্যবহারের জন্য ফ্যান বা ব্লোয়ার ইউনিটে নিতে হয়। সঠিকভাবে বাতাস ফেরত আনার জন্য ডাক্টের ঐ মুখে যে অংশ বসানো হয় তাকে রিটার্ন আউটলেট বা ওপেনিং বলা হয়।

৩. ডিফিউজার (Diffuser):



চিত্র- ১৪.২ঃ ডিফিউজার।

এটা কুলিং, হিটিং এবং উভয় পদ্ধতির ডাক্টে ব্যবহৃত হয়। ডিফিউজার নিয়ন্ত্রিত বাতাসের প্রবাহ মাত্রা (হার) নিয়ন্ত্রণ করে পরিকল্পিত স্থানের সকল উষ্ণতা সমতা রক্ষা করে। অর্থাৎ প্রবাহ মাত্রা নিয়ন্ত্রণ এবং সরবরাহকৃত বাতাস কক্ষের সর্বত্র সমহারে ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রকে ডিফিউজার বলে।

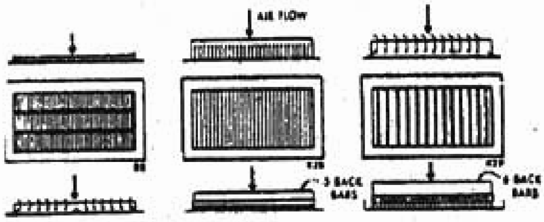


চিত্র- ১৪.২ঃ ডিফিউজার।

ডিফিউজারের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত বাতাস কয়েকটি স্তরে বিতরণ করা হয় এবং প্রবাহের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থাও থাকে। এ ছাদে বা দেয়ালের বাতাস সরবরাহ পথে লাগানো থাকে। এ বিভিন্ন আকৃতির (বর্গাকৃতি, গোলাকার, ডিম্বাকৃতির) হতে পারে। এ কক্ষের সৌন্দর্যও রক্ষা করে।

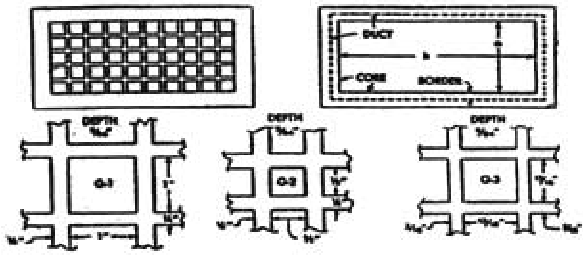
গ্রিল (Grill):

গ্রিল হলো ডাক্টের বাতাস বাহির ও প্রবেশ মুখের উপরের জাফরি বা ঢাকনা । এর মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত বাতাস প্রবেশ এবং ব্যবহৃত বাতাস প্রত্যাবর্তিত হয়। শীতাতপনিয়ন্ত্রণের সকল এয়ার আউট লেটে গ্রিল ব্যবহৃত হয়।



চিত্র- ১৪.৩ঃ গ্রিল।

ইউনিটারী ইউনিটের বাতাস বাহির ও প্রবেশ পথের কভার আর মেটাল প্লান্টের ডাক্টের মুখের জাফরি হিসেবে এ বিশেষ ভাবে ব্যবহার হয়। এ এয়ার কুলারের Front pannel এর সাথে Louver লাগানো থাকে। এ লাউভার বাতাস প্রবাহের দিক নিয়ন্ত্রণ করে।

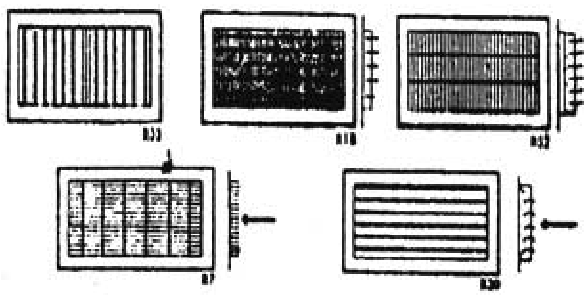


এর সাহায্যে প্রবাহ মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। তবে বাতাস প্রবাহে বাধা প্রদান করে প্রবাহ মাত্রা কমিয়ে দেয়। গ্রিল বাতাস প্রবেশ ও বাহিরের যে কোন পথে স্থাপন করা যেতে পারে। গ্রিলকে সকল (দেয়াল, মেঝ ও ছাদের) ডাক্টে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র- ১৪.৪: পারফোরেটেড গ্রিল ।

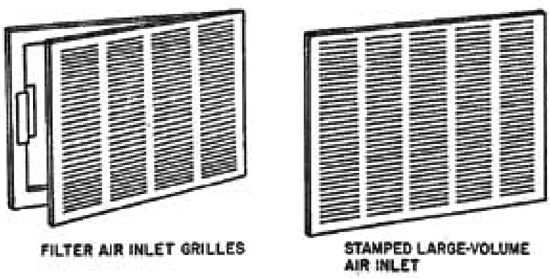
রেজিস্টর (Resistor):

রেজিস্টর একটি সমন্বয়কারী বাতাস প্রবাহ নিয়ন্ত্রক। এটি ড্যাম্পার ও গ্রিলের সমন্বয়ে গঠিত। সুতরাং রেজিস্টর এক প্রকার গ্রিল বা ড্যাম্পার যার সাহায্যে বায়ু প্রবাহে বাধার সৃষ্টি করে। রেজিস্টর দেয়ালে, বেইসবোর্ডের মেঝ ও সিলিংএর ডাক্ট অর্থাৎ সকল আউট লেটে ব্যবহার করা যায়।



চিত্র- ১৪.৫: রেজিস্টার্স।

যখন গ্রিলে ব্যবহৃত লাউভার্স বাতাস প্রবাহে বাধার সৃষ্টি করে। অপর দিকে ড্যাম্পারও বাতাস প্রবাহে বাধার সৃষ্টি করে। সে কারণে গ্রিল ও ড্যাম্পার স্বতন্ত্রভাবে রেজিস্টরের মতো কাজ করে।



তবে রেজিস্টর এক ধরনের এয়ার আউট লেট যাতে বায়ুপ্রবাহের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে। রেজিস্টরে সাধারণতঃ Louver এর সাহায্যে বায়ু প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা হয়। রেজিস্টর ২ প্রকার। যথা-

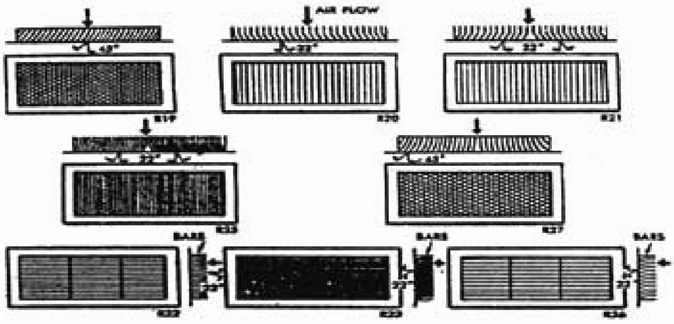
১. Fixed Louver Resistor,

২. Adjustable Louver Resistor.

চিত্র- ১৪.৬: ভেইনযুক্ত গ্রিল।

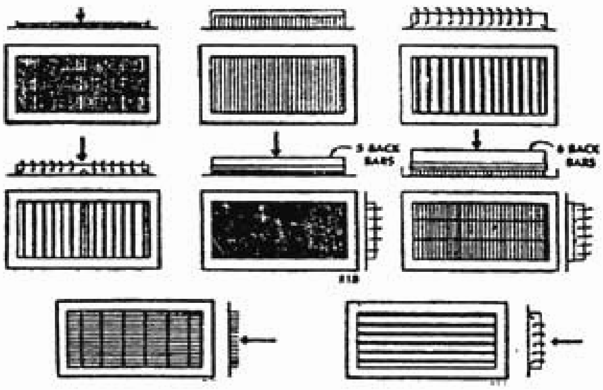
(ক) ফিক্সড লাউভার রেজিস্টার (Fixed louver register):

যে রিজিস্টরের মাধ্যমে কেবল এক দিকে বায়ু প্রবাহিত হয় তাকে ফিক্সড লাউভার রেজিস্টর বলে। এ রেজিস্টর দ্বারা বায়ু প্রবাহের দিক এবং নির্মাতার নির্ধারিত ব্যবস্থার কোনো পরিবর্তন করা যায় না।



চিত্র- ১৪.৭: ফিক্স লাউভার রিজিস্টর্স।

(খ) অ্যাডজাস্টেবল লাউভার রেজিস্টর (Adjustable louver resistor):



চিত্র- ১৪.৮: অ্যাডজাস্টেবল রেজিস্টার্স।

যে রেজিস্টরের বার (Bar) বা লুভার সাহায্যে বায়ুপ্রবাহের দিক পরিবর্তন করা যায় তাকে অ্যাডজাস্টেবল লুভার রেজিস্টর বলে। এর বার (Bar) বা লুভারসমূহকে বিভিন্নভাবে স্থাপন (Movment) করা যায় । বাতাস প্রবাহ উপরে নিচে বা ডানে বামে করার জন্য লুভার অ্যাডজাস্ট করা হয়।

নিয়ন্ত্রিত বাতাসের বেগ নির্ণয়:

ডাক্ট আউটলেটের (গ্রিলের) যে ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে নিয়ন্ত্রিত বাতাস নির্গত হয় তাকে আউটলেটের মুক্ত ক্ষেত্র বা (Free area) বলে। যে ক্ষেত্রফলের মাধ্যমে কক্ষে নিয়ন্ত্রিত বাতাস প্রবেশ করে তাকে ডাক্ট ওপেনিং ধরা হয়। ডাক্ট ওপেনিং-এর পরিমাণ (ক্ষেত্রফল) জানা থাকলে নিচের সমীকরণ দ্বারা বাতাসের বেগ নির্ণয় করা যায়।

বাতাসের বেগ $V = \frac{Q}{A}$, যখন, V = ফেস ভেলোসিটি (Face velocity) (মিটার/সেঃ)

Q = প্রবাহের পরিমাণ (ঘনমিটার/সেঃ)

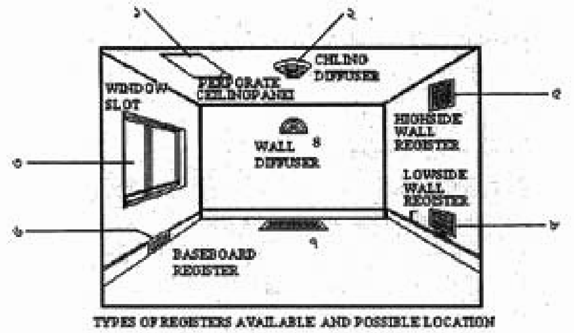
A = ডাক্ট ওপেনিং-এর মুক্ত ক্ষেত্রফল (বর্গমিটার)

ডাক্ট ওপেনিং-এর যে ক্ষেত্রফল থাকে তা গ্রিলের প্রকৃত ক্ষেত্রফল নয়। গ্রিলের যে ক্ষেত্রফলের মাধ্যমে বাতাস নির্গত হয় তাকে গ্রিলের প্রকৃত ক্ষেত্রফল বলে। গ্রিলের বাহ্যিক মাপ ও প্রকৃত বায়ুপ্রবাহের ক্ষেত্রফল, নির্মাতার দেওয়া তথ্য থেকে পাওয়া যায়। বায়ুপ্রবাহ জনিত কোন শব্দ সৃষ্টি না হবার জন্যে রিটার্ন গ্রিলের প্রকৃত বায়ুপ্রবাহের ক্ষেত্রফল অধিক রাখা হয়।

১৪.৪. বাতাস আউটলেটসমূহের ব্যবহার :

বাতাস আউটলেটসমূহের ব্যবহার বলতে ঐগুলোর ব্যবহার ক্ষেত্রকে বোঝায়। তথা ঐগুলোর অবস্থান বা স্থাপন স্থলকে বোঝানো হয়। বাতাস আউটলেটের স্থাপন কৌশল দেখানো হলো-

১. সীলিং পারফোরেটেড প্যানেল,
২. সিলিং ডিফিউজার,
৩. উইন্ডো স্লট,
৪. দেয়াল ডিফিউজার,
৫. উপরের রেজিস্টার,
৬. বেইস বোর্ড রেজিস্টার,
৭. মেঝের রেজিস্টার,
৮. নিচের রেজিস্টার,



চিত্র- ১৪.৯: উপযুক্ত অবস্থানে বাতাস আউটলেটসমূহের স্থাপন চিত্র।

রেজিস্টার ও ডিফিউজারের অবস্থান বা স্থাপনঃ

সরবরাহ ও ফেরত বাতাসের ডাক্ট ওপেনিং বা আউটলেট এমন অবস্থানে স্থাপন করতে হবে যাতে কক্ষে আরামদায়ক ও সৌন্দর্য বজায় থাকে। এর অবস্থান নির্ভর করে সময়ভিত্তিক শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির উপর। অর্থাৎ ডাক্ট ওপেনিং-এর অবস্থান বর্ণিত পদ্ধতি তিনটির উপর নির্ভর করে-

১। শীতকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণে অবস্থান,
২। গ্রীষ্মকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণে অবস্থান,
৩। বছরব্যাপী শীতাতপনিয়ন্ত্রণে অবস্থান।

তবে বছরব্যাপী শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ডাক্ট ওপেনিং-এর সঠিক অবস্থান নির্বাচন বা স্থাপন করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

শীতকালীন শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের ডাক্ট আউটলেটের অবস্থানঃ

ঠান্ডা বাতাস ভারী বিধায় তা নিচের দিকে অবস্থান করে বলে হিটিং পদ্ধতি কম কার্যকরী হয়। যাতে এ ধরনের অসুবিধা না হয় সেজন্য সাপ্লাই আউটলেট জানালার নিচে এবং বাইরের দেয়ালের কাছে নিচে বসানো হয়। উপরে বসালে গরম হাওয়া উপরে অবস্থান করে, ফলে হিটিং পদ্ধতি কার্যকরী কম হয় বা হয় না। রিটার্ন এয়ার আউটলেট জানালার নিচে বসালে ঠান্ডা বাতাস ব্লোয়ার টেনে নেয় এবং উত্তপ্ত করে তা পুনরায় কক্ষে প্রেরণ করে।

গ্রীষ্মকালীন শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের ডাক্ট আউটলেটের অবস্থানঃ

নিয়ন্ত্রিত কক্ষের অচল বাতাস, লাইট লোড, মানুষের দেহ ইত্যাদির তাপ সরানো না গেলে আরামদায়ক ঠান্ডা বায়ু পাওয়া যাবে না। সে কারণে তাপের উৎস, কক্ষের অবস্থান ও ব্যবহার স্থলের দিকে বিবেচনা করেই ডাক্ট আউটলেটের অবস্থান রাখা বা স্থাপন করা হয়। আরামদায়ক ঠান্ডা বাতাস ডাক্টের মাধ্যমে সিলিং এবং হাইসাইড ওয়ালে অথবা শুধু সীলিং বা শুধু হাইসাইড ওয়ালে বসানো আউটলেটের মাধ্যমে ছড়িয়ে দেওয়া যায় এবং সিলিং বা মেঝেতে বসানো রেজিস্টারের মাধ্যমে ফেরত বাতাস টেনে নেওয়া যায়।

বছরব্যাপী শীতাতপনিয়ন্ত্রণে আউটলেটের অবস্থানঃ

এক্ষেত্রে শীতকালীন, গ্রীষ্মকালীন ও উভয় শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত ডাক্ট আউটলেটের অবস্থান সমন্বয় করে বছরব্যাপী শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ডাক্ট আউটলেটসমূহ স্থাপন করতে হয়। তাই উপরোক্ত বিষয়াদি বিবেচনা করে স্থাপন বা অবস্থানের দিক থেকে ডাক্ট আউটলেটকে নিম্নলিখিত শ্রেণিতে ভাগ করা হয়-

(ক) লো ওয়াল আউটলেট (Low wall outlet),
(খ) হাই ওয়াল আউটলেট (High wall outlet)
(গ) ফ্লোর আউটলেট (Floor outlet)
(ঘ) বেইস বোর্ড আউটলেট (Base board outlet)
(ঙ) সীলিং আউটলেট (Ceiling outlet)

লো ওয়াল আউটলেট ঃ

এটি সাধারণত বাইরের দেয়ালের নিচের দিকে বসানো হয়। গ্রীষ্মকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে সাইড ওয়ালের নিচের দিক থেকে উপরের দিকে শীতল বাতাস নিক্ষেপন করা হয়। ঠাণ্ডা বাতাস গরম বাতাস অপেক্ষা ভারী হবার কারণে তা উপর থেকে আবার নিচের দিকে চলে আসে এবং তাপ গ্রহণ করে হালকা হয়ে আবার উপরে যায়। এতে উন্নতমানের বায়ু সঞ্চালন সর্বোচ্চ মানের তাপ স্থানান্তর ঘটে। এ রেজিস্টরে বাতাস প্রবাহের দিক পরিবর্তনের ব্যবস্থা থাকলে তা উভয় ঋতুতে লো সাইড ওয়ালে ব্যবহার করা যায়।

হাই ওয়াল আউটলেট (High wall outlet) :

সাধারণত এটি গ্রীষ্মকালীন শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের জন্য বেশি উপযোগী। এ ধরনের আউটলেট বাইরের দিকের দেয়ালে না বসিয়ে ভিতরের দিকের দেয়ালে বসানো হয়। শীতকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য রিটার্ন ডাক্ট আউটলেট হিসাবে মেঝেতে বসানো উত্তম।

গরম বাতাস উপরের দিকে অবস্থান করার কারণে এ পদ্ধতিতে কোন রিটার্ন আউটলেট মেঝে বা সীলিং এ বসানো যায় না।

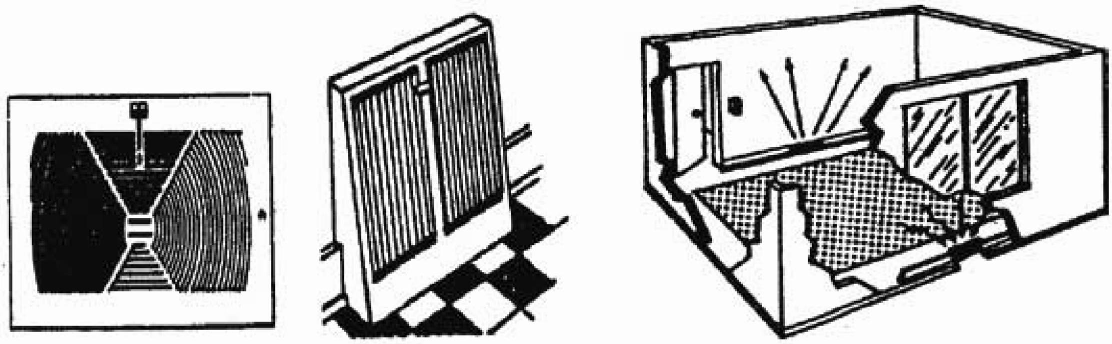
ফ্লোর আউটলেট (Floor outlet) :

ফ্লোর আউটলেট বাইরের দিকের দেয়ালের কাছে সাধারণত জানালার নিচে বসানো হয়। এটি গ্রীষ্ম ও শীত উভয় ঋতুতে ভালো কাজ করে। তবে গ্রীষ্মকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্যবহার করলে নিয়ন্ত্রিত বাতাস সীলিং পর্যন্ত পৌঁছানোর জন্য বাতাসের গতিবেগ বেশি রাখার দরকার হয়। কম গতিবেগে কক্ষের আরামদায়কতা রক্ষা করা যায় না।

চিত্র- ১৪.১০: মেঝেতে স্থাপন যোগ্য রেজিস্টর।

বেইজ বোর্ড আউটলেট (Base board outlet):

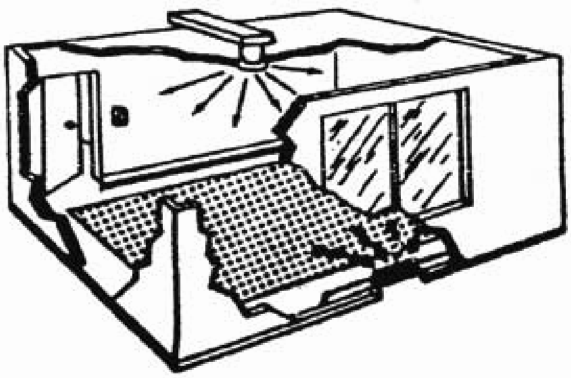
এক্ষেত্রে আউটলেট মেঝে ও বাইরের দেয়ালের জানালার নিচে বসানো হয়। নির্গমন আউটলেট জানালা বা বাইরের দেয়ালের দিকে দেওয়া হলে উভয় ঋতুতে এ ভালো কাজ করে। গ্রীষ্মকালে বাতাসের গতিবেগ এমন রাখতে হয় যেন ঠাণ্ডা বাতাস সিলিং এর কাছাকাছি পর্যন্ত পৌঁছতে পারে।



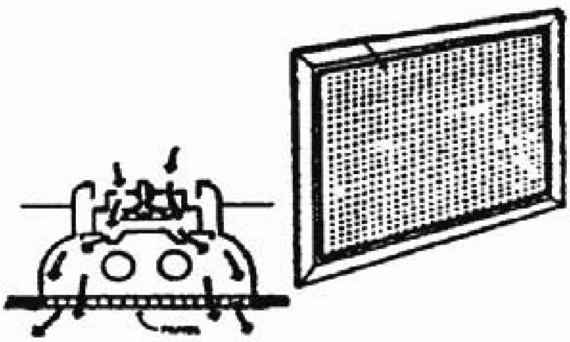
চিত্র- ১৪.১১: বেইজ বোর্ড সাপ্লাই এবং রিটার্ন আউটলেট।

সীলিং আউটলেট (Ciling outlet):

এক সারির সীলিং আউটলেট সাধারণত কক্ষের মাঝামাঝি দূরত্বে বসানো হয়। এ ধরনের আউটলেটের হিসাবে মূলত সীলিং ডিফিউজার বসানো হয়। একাধিক আউটলেটের হলে সীলিংকে সমদূরত্বে ভাগ করে প্রতি ভাগের ঠিক কেন্দ্রে সীলিং আউটলেট বসাতে হয়। বাণিজ্যিক ও বৃহদাকার ভবনের শীতাতপনিয়ন্ত্রণের ডাক্টিং সিস্টেমের আউটলেট সীলিং ডিফিউজার অধিক ব্যবহৃত হয়। তবে শীতকালীন শীতাতপনিয়ন্ত্রণের জন্য এ বেশি কার্যকরী নয়।



চিত্র- ১৪.১২: ওভারহেড বিতরণ ব্যবস্থা।



চিত্র- ১৪.১৩: ছিদ্রযুক্ত প্যানেল।

ছিদ্রযুক্ত বা পারফোরেটেড প্যানেলস সীলিং-এ বা হাইসাইড দেয়ালে বসানো যায়। শব্দহীন বায়ুপ্রবাহের জন্য এ অধিক উপযোগী।

প্রশ্নমালা- ১৪

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ডাক্টের মাধ্যমে প্রেরিত বাতাসের তাপমাত্রা কত ?
২। কক্ষে পরিকল্পিত বাতাসের বেগ কত ?
৩। সিলিং ডিফিউজার কাকে বলে ?
৪। রেজিস্টর কত প্রকার ও কী কী ?
৫। বায়ুপ্রবাহের পরিমাণের সূত্রটি লেখ।
৬। বায়ুপ্রবাহের বেগের একক কী ?
৭। নিঃশব্দে বায়ুপ্রবাহের জন্য কোন ডাক্ট আউট লেট বেশি উপযোগী ?
৮। দুটি রেজিস্টরের নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

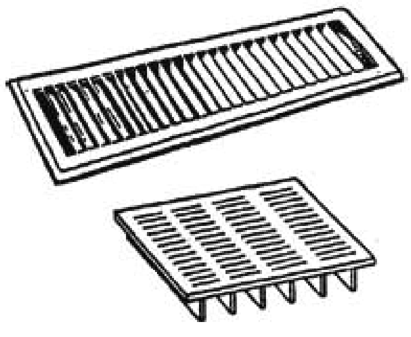
৯। ডাক্ট বা বাতাস আউট লেট বলতে কী বোঝায় ?
১০। ডাক্ট আউটলেটের তালিকা তৈরি কর।
১১। সরবরাহ ও প্রত্যাবর্তন আউটলেটের পার্থক্য লেখ।
১২। গ্রিল ও ডিফিউজারের মধ্যে তফাত দেখাও।
১৩। স্থাপন বা অবস্থানের উপর ভিত্তি করে বাতাস আউটলেট কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৪। ডাক্ট আউটলেটের কাজ বর্ণনা কর।
১৫। ডাক্ট আউটলেটের অবস্থান বা স্থাপন চিত্র অংকন করে বর্ণনা কর।
১৬। সুষ্ঠু বাতাস বিতরণ কাজের প্রধান বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।
১৭। পাঁচটি ডাক্ট ওপেনিং-এর কাজ বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৪

প্রদত্ত চিত্রের সহায়তায় নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



১। চিত্রে প্রদর্শিত বস্তুটির নাম লেখ।
২। চিত্রে প্রদর্শিত বস্তুটির শ্রেণিভুক্ত অপর চারটি যন্ত্রের নাম লেখ।
৩। চিত্রের বস্তুটিকে কী প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয় ?
৪। নিয়ন্ত্রিত কক্ষে এর অবস্থানের চিত্র অংকন কর।

অধ্যায়-১৫

পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার (Portable Air- conditioner)

প্রযুক্তির সুন্দর, সহজতর ও সর্বাধিক ব্যবহারের পথ ধরে আত্মপ্রকাশ করেছে Portable Air-conditioner (PAC). আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যসম্মত শীতাতপনিয়ন্ত্রণের বহুবিধ ব্যবহারের মধ্যে আধুনিকতমটির নাম পোর্টেবল এয়ারকন্ডিশনার। Portable Air-conditioner ব্যতীত অন্য সকল প্রকার এয়ার-কন্ডিশনার বা এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেম নির্দিষ্ট স্থানের জন্য স্থাপন করা হয়। এগুলো সহসা স্থানান্তর করা যায় না। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার সহজে স্থানান্তর করা যায়।

চিত্রঃ ১৫.১ঃ পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার

১৫.১. পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের সংজ্ঞাঃ

অনেক প্রকার এয়ার-কন্ডিশনার বা এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেম রয়েছে। এগুলোর মধ্যে Portable Air-Conditioning সর্বশেষ শীতাতপনিয়ন্ত্রণ যন্ত্র। এর অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো একে তাৎক্ষণিক স্থানান্তর করে সুবিধাজনক স্থানে রেখে চালানো যায়। এ ক্ষেত্রে টেকনিশিয়ান বা অতিরিক্ত জনবলের দরকার হয় না। এসি ইউনিটটিতে চাকার (Casters) ব্যবস্থা থাকার কারণে একে ট্রলির (Trolley) মতো ঠেলে ইচ্ছামতো জায়গায় নিয়ে যাওয়া যায়। এটি দেখতে প্যাকেজ টাইপ এসির প্রায় অনুরূপ। মূল পার্থক্য হলো- প্যাকেজ টাইপ এসি সহসা স্থানান্তরযোগ্য নয়। আর পোর্টেবল এসি সহজে স্থানান্তর যোগ্য। চাকা ওয়ালা স্থানান্তরযোগ্য এবং কন্ডেন্সিং বায়ু বের হবার এগজস্ট হোস বিশিষ্ট ইউনিটারি ইউনিটকে Portable Air-conditioner বলে।

১৫.২. পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের প্রয়োজনীয়তাঃ

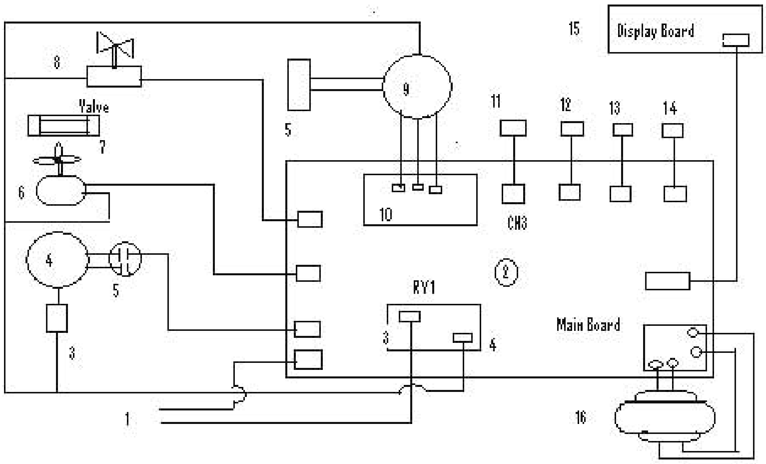
মানুষের অভাব পূরণ ও প্রয়োজন মিটানোর জন্যেই প্রযুক্তির যথার্থ ব্যবহার হয়ে থাকে। অদ্রুপ Portable (Air-Conditioning) এয়ার-কন্ডিশনিং টেকনোলজির বহুবিধ ব্যবহারের অন্যতম উদাহরণ। RAC-এর জগতে পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের যথেষ্ট গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা রয়েছে। এর বহুবিধ প্রয়োজনের মধ্যে কয়েকটি নিম্নে উল্লেখ করা হলো-

১. প্রতি কক্ষে একটি করে এসি ব্যবহার না করে একটি পিএসিকে বিভিন্ন কক্ষে ব্যবহার করা যায়।
২. চাকা থাকার কারণে একে সহজে স্থানান্তর করা যায়।
৩. একে স্থানান্তর করার জন্যে জনবল কম লাগে।
৪. স্থাপন সহজসাধ্য এবং স্থাপনে সময় ও জনবল কম লাগে।
৫. কম ব্যয়ে বেশি সুবিধা পাওয়া যায়।
৬. প্রথমবার ব্যতীত সাধারণত স্থাপন বা পরিচালনার জন্যে কারিগর প্রয়োজন হয় না।
৭. স্থাপন স্থান বারবার পরিবর্তন করা যায়। এতে অতিরিক্ত ব্যয় বা শ্রমের দরকার হয় না।
৮. মেরামত বা সার্ভিসিং-এর সময় সহজে বহন করা যায়।
৯. স্থাপন স্থলটি সহজে পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন করা যায়।

২০২০

১৫.৩. পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনীঃ

পোর্টেবল এসির বৈদ্যুতিক বর্তনী সাধারণ ইউনিটারি এসির অনুরূপ হলেও কিছুটা ভিন্নতা রয়েছে। এ এসিতে অতিরিক্ত ডিভাইস হিসেবে ডি-হিউমিডিফায়ার থাকে। নিম্নে পোর্টেবল এসির বৈদ্যুতিক বর্তনীর বিভিন্ন অংশের নাম উল্লেখ করা হলো-



চিত্রঃ ১৫.২ঃ পোর্টেবল এসির বৈদ্যুতিক বর্তনীর বিভিন্ন অং ।

১. সরবরাহ, ২. মেইন বোর্ড, ৩. ওভারলোড প্রটেক্টর, ৪. কমপ্রেশর মোটর, ৫. ক্যাপাসিটর, ৬. কন্ডেন্সার ফ্যান মোটর, ৭. কন্ডেন্সার, ৮. ভ্যালভ, ৯. কুলিং ফ্যান মোটর, ১০. ফ্যান মোটর কন্ট্রোলার (বিভিন্ন স্পিড সংবলিত), ১১. রুম টেম্পারেচার সেন্সর ১২. ওয়াটার সেন্সর, ১৩. পাইপ সেন্সর, ১৪. হিউমিডিস্ট্যাট সেন্সর ১৫. ডিসপ্লে, ১৬.ট্রান্সফরমার

বর্ণনাঃ

পাওয়ার সুইচ অন করলে ফ্যান চালু হবে। এরপর নির্দিষ্ট সময় পরে কমপ্রেশর ও লো ফ্যান চালু হবে। ইউনিটের কন্ডেন্সার হতে আগত গরম বাতাস এগজস্ট হোস দিয়ে কক্ষের বাইরে চলে যাবে। কমপ্রেশর চালু হবার পর হিমায়ক প্রবাহ শুরু হয়। কক্ষের তাপমাত্রা সেট তাপমাত্রায় আসলে টেম্পারেচার সেন্সর কমপ্রেশর কে বন্ধ করে দেয়। আবার কক্ষের তাপমাত্রা বেড়ে গেলে সেন্সর কমপ্রেশরকে চালু করে দেয়। কক্ষের আর্দ্রতার মাত্রার উপর ভিত্তি করে ডি-হিউমিডিফায়ার চালু-বন্ধ হবে। শীতলায়ন ও ডি-হিউমিডিফিকেশনের কার্যক্রম চলতে থাকে। ডি-হিউমিডিফিকেশনের জমাকৃত পানি দ্বারা পাত্রটা ভর্তি হলে ওয়াটার সেন্সরের সিগন্যালের দ্বারা পোর্ট খুলে যায় এবং পানি বের হয়ে যায়। এভাবে কার্যক্রম চলতে থাকে।

১৫.৪. পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের ব্যবহার ক্ষেত্রঃ

Portable Air-conditioner-এর যথেষ্ট সুবিধা থাকার কারণে বিভিন্ন ক্ষেত্রে এর ব্যবহার দেখা যায়। যে সমস্ত ক্ষেত্রে অন্যান্য ইউনিটারি এসি যেমন- উইন্ডো এসি, স্প্লিট টাইপ এসি, প্যাকেজ টাইপ এসি ব্যবহারে সুবিধা কম সে সব ক্ষেত্রে পোর্টেবল এসি ব্যবহার করা হয়। এর ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ হলো-

১. আবাসিক ক্ষেত্রেঃ বাসা-বাড়ির কক্ষে।
২. প্রতিষ্ঠানেঃ শিক্ষাপ্রতিষ্ঠানসহ সরকারি-বেসরকারি বিভিন্ন প্রতিষ্ঠানের ছোট অফিস কক্ষে। ২০২০

পোর্টেবল এয়ার কন্ডিশনারের টেকনিক্যাল স্পেসিফিকেশন :

১. মডল (Model): বিভিন্ন কম্পানির মডেলের হতে পারে।

২. ক্ষমতা (Capacity): সাধারণত ১০,০০০ হতে ১২,০০০ বিটিইউ/ঘন্টা.

৩. বৈদ্যুতিক পাওয়ার খরচ: ৯০০ থেকে ১১০০ ওয়াট।

৪. ডি-হিউমিডিফিকেশন ক্ষমতা: ৬৮ থেকে ৭০ Pints/24hr.

৫. বায়ু প্রবাহ: ৩২০ ঘনমিটার/ঘন্টা।

৬. ব্যবহৃত হিমায়ক: R-410A, R-22

১৫.৫. ডি-হিউমিডিফায়ার ও হিউমিডিফায়ার :

শীতাতপনিয়ন্ত্রণ বলতে আমরা বাতাসের তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, বিশুদ্ধতা, গতিবেগ ও শব্দ নিয়ন্ত্রণকেই বুঝি। কোন কোন ক্ষেত্রে শুধু তাপমাত্রাও নিয়ন্ত্রণ করা হয়ে থাকে। তবে তাপমাত্রার সাথে আর্দ্রতার একান্তভাবে সম্পর্ক থাকার কারণে বাতাস নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে কমপক্ষে তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ করা খুবই দরকার। তাপমাত্রার সাথে আর্দ্রতার সম্পর্ক হলো-

১. বায়ুর তাপমাত্রা কমানোর সময় উক্ত বায়ুর আর্দ্রতা কমানোর প্রয়োজন হয়। যার নাম ডি-হিউমিডিফিকেশন।

২. বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সময় উক্ত বায়ুর আদ্রতা বাড়ানোর প্রয়োজন হয়। একে হিউমিডিফিকেশন বলে।

হিমায়ন পদ্ধতি ব্যবহার করে বাতাসের আর্দ্রতা কমানো হয়। যে পদ্ধতিতে বাতাসের আর্দ্রতা বাড়ানো হয় তাকে বলে হিউমিডিফিকেশন। আর যে যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের আর্দ্রতা কমানো হয় তাকে ডি-হিউমিডিফায়ার বলা হয়।

পানির বাষ্পায়ন দ্বারা বাতাসের আর্দ্রতা বাড়ানো হয়। যে প্রক্রিয়ায় বাতাসের আর্দ্রতা বাড়ানো হয় তাকে হিউমিডিফিকেশন বলে এবং যে যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের আর্দ্রতা বাড়ানো হয় তাকে হিউমিডিফায়ার বলে। সাধারণ পানি বা উষ্ণ পানি ছিটিয়ে বা স্প্রে করে পানির আর্দ্রতা বাড়ানো যায়। অথবা স্টীম ছিটিয়ে আর্দ্রতা বৃদ্ধি করা যায়।

ডি-হিউমিডিফায়ারের বিভিন্ন অংশ:

ডি-হিউমিডিফায়ার এক প্রকার ইউনিটারি শীতল যন্ত্র। অন্যান্য হিমায়ন যন্ত্রের মতোই এটি কাজ করে। ডি-হিউমিডিফায়ারের বিভিন্ন অংশের নাম হলো-

১. কমপ্রেশর, ২. কন্ডেন্সার, ৩. হিমায়ক নিয়ন্ত্রক, ৪. ইভ্যাপরেটর, ৫. হিউমিডিস্ট্যাট, ৬. ফ্যান ৭. রীসে, ৮. পানির পাত্র, ৯. ওয়াটার আউট-লেট ইত্যাদি।

চিত্রঃ ১৫.৩: ডি-হিউমিডিফায়ারের বিভিন্ন অংশের চিত্র।

ডি-হিউমিডিফায়ারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর বিভিন্ন অংশঃ

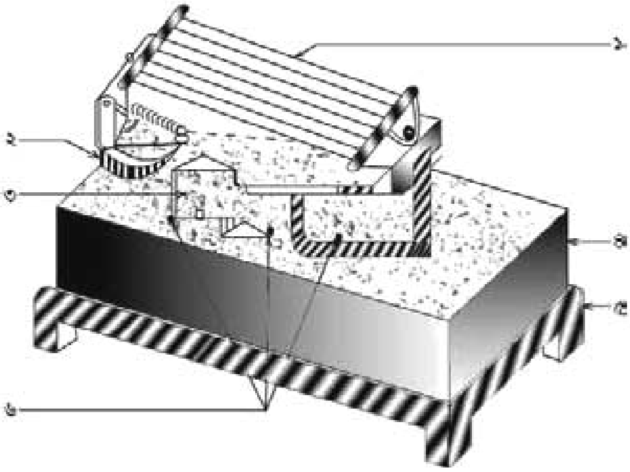
১৫.৭ নং চিত্রানুযায়ী ১. কমপ্রেশর মোটর, ৫. হিউমিডিস্ট্যাট/ হিউমিডি সেন্সর, ৬. ফ্যান মোটর, ৭. রীলে, ১০. সাপ্লাই

হিউমিডিস্ট্যাটঃ

পরিকল্পিত স্থানের নিয়ন্ত্রিত বাতাসের জলীয় আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণের জন্য হিউমিডিস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। পরিমিত মাত্রা অপেক্ষা আর্দ্রতা বেড়ে গেলে ইহা হিউমিডিফায়ারকে বন্ধ এবং আবার উক্ত স্থানের আর্দ্রতা কমানোর ক্ষেত্রে আর্দ্রতা অতিমাত্রায় কমে যাওয়ার ক্ষেত্রে হিউমিডিস্ট্যাট ডিহিউমিডিফায়ারকে বন্ধ করে দিয়ে স্থানটির আর্দ্রতা সঠিক মাত্রায় রাখে। হিউমিডিস্ট্যাট মূলত বৈদ্যুতিক সরবরাহকে সংযোগ-বিচ্ছিন্ন করে হিউমিডিফায়ার বা ডিহিউমিডিফায়ারকে নিয়ন্ত্রণ করে।

গঠনঃ চিত্রানুরূপ হিউমিডিস্ট্যাটের উপরে (১) আর্দ্রতা সুবেদি উপাদান বা চুল থাকে। চুলের পরিবর্তে কোন কোন ক্ষেত্রে ফাইবার, আঁশ, কাগজ, কাঠ, মেমব্রেন ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

(২) অ্যাডজাস্টেবল নব, (৩) কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট ও টার্মিন্যাল থাকে। এর (৪) বডিটি (৫) Base এর উপর মেইন অংশে স্থাপন করা থাকে। (৬) টার্মিন্যালের সাহায্যে সংযোগাদি দেওয়া হয়।



চিত্র- ১৫.৪: হিউমিডিস্ট্যাট গঠন।

কার্যক্রমঃ

হিউমিডিস্ট্যাট ডাক্ট বা নিয়ন্ত্রিত কক্ষে স্থাপন করা থাকে। এর উপর দিয়ে বাতাস প্রবাহের সময় আর্দ্রতা সুবেদি উপাদান বায়ুস্থ আর্দ্রতা সংগ্রহ করে ভারী হয়। প্রবাহমান বাতাসে মাত্রাতিরিক্ত আর্দ্রতা থাকলে উপাদানটি ভারী হয়ে ডিহিউমিডিফায়ারের বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফলে আর্দ্রতা কমতে থাকে আবার প্রবাহমান বাতাসে মাত্রাপেক্ষা আর্দ্রতা কম থাকলে উপাদানটি হালকা হয়ে হিউমিডিফায়ারে বৈদ্যুতিক সংযোগ দেয়। এতে আর্দ্রতা বাড়তে থাকে। ফলে নিয়ন্ত্রিত কক্ষের বা স্থানের আর্দ্রতা পরিমিত মাত্রাতে থাকে।

প্রশ্নমালা- ১৫

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার কাকে বলে ?

২। ডি-হিউমিডিফায়ার কী?

৩। এ ধরনের এসির নাম পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার হবার কারণ কী ?

৪। হিউমিডিস্ট্যাট বা হিউমিডি সেন্সর কী?

৫। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের হোস কোথায় সেট করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৬। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের ৪টি প্রধান স্পেসিফিকেশনের নাম লেখ।

৭। হিউমিডিস্ট্যাট বা হিউমিডি সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়?

৮। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের ৫টি গুরুত্ব লেখ?

৯। হিউমিডিফিকেশন কাকে বলে?

রচনামূলক প্রশ:

১০। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

১১। ডি-হিউমিডিফায়ারের কার্যপ্রণালির বর্ণনা কর।

১২। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনী চিত্রসহ বর্ণনা কর।

১৩। ডি-হিউমিডিস্ট্যাটের কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৫

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

এসি ইউনিটটিতে চাকার (Casters) ব্যবস্থা থাকার কারণে একেট্রলির (Trolley) মতো ঠেলে ইচ্ছামতো জায়গায় নিয়ে যাওয়া যায়। এটি দেখতে প্যাকেজ টাইপ এসির প্রায় অনুরূপ। মূল পার্থক্য হলো- প্যাকেজ টাইপ এসি সহসা স্থানান্তরযোগ্য নয়। আর পোর্টেবল এসি সহজে স্থানান্তরযোগ্য। চাকা ও কন্ডেন্সিং বায়ু বের হবার হোস বিশিষ্ট ইউনিটারি ইউনিটকে Portable Air-conditioner বলে।

১। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার কী ?

২। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের প্রধান উদ্দেশ্য কী?

৩। পোর্টেবল এয়ার- কন্ডিশনারের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলোর নাম লেখ।

৪। পোর্টেবল এয়ার- কন্ডিশনারের বৈদ্যুতিক বর্তনীর বিবরণ দাও।

অধ্যায়- ১৬

পাম্প (Pump)

পাম্পের সাহায্যে তরল পদার্থ স্থানান্তর করা হয়। পানি বা অন্যান্য তরল পদার্থ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যে যন্ত্রের সাহায্যে স্থানান্তর করা হয় তাকে পাম্প বলে। পাম্পকে সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটর বা ইঞ্জিন দ্বারা পরিচালনা করা হয়। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং পদ্ধতিতে পাম্পের যথেষ্ট ব্যবহার রয়েছে। আমাদের দেশের সেচকার্যে পাম্পের অবদান অসীম। তাই এর প্রতি যত্নবান হওয়া দরকার।

পাম্পের ক্ষমতার একক হলো লিটার/সেঃ। পাম্প কমপ্রেশরের অনুরূপ যন্ত্র, কিন্তু তফাৎ হলো কমপ্রেশর বায়বীয় পদার্থ আর পাম্প তরল পদার্থ সরবরাহ করে। বায়ুর চাপ ভূ-গর্ভস্থ পানিকে প্রায় ১০ মিটার বা ৩০ ফুট উপরে টানতে পারে। পাম্পিং শব্দটি পাম্প শব্দ থেকে এসেছে। পাম্পিং হলো একটি পদ্ধতি। যে প্রক্রিয়ায় তরল পদার্থ পাম্পের সাহায্যে স্থানান্তর করা হয় তাকে পাম্পিং বলে।

পাম্পের প্রয়োজনীয়তা:

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এর ক্ষেত্রে পাম্পের প্রয়োজন অসীম। বিশেষ করে যে প্ল্যান্টে ওয়াটার কুল্ড কন্ডেন্সার ও চিলার ব্যবহৃত হয় সে স্থানে পাম্পের প্রয়োজন। বরফ কলে পানি বা ব্রাইন সরবরাহের কাজে, সেন্ট্রাল এয়ার-কন্ডিশনিং-এ পাম্প-এর দরকার। এছাড়াও বসতবাড়িতে, সেচ ব্যবস্থায়, খননকাজে, বড় বড় শিল্প প্রতিষ্ঠানে তরল সরবরাহের কাজে পাম্প-এর যথেষ্ট ব্যবহার রয়েছে।

১৬.১. পাম্পের প্রকারভেদ:

গঠন ও কার্যনীতির উপর ভিত্তি করে পাম্প প্রধানত চার প্রকার। যথা-

(ক) রিসিপ্রোকেটিং পাম্প। (খ) সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প।
(গ) টারবাইন পাম্প। (ঘ) টারবাইন পাম্প।

ক) রিসিপ্রোকেটিং পাম্পের ব্যবহার, গঠন, কার্যপদ্ধতি ইত্যাদির ভিত্তিতে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা যায়।

১. পাম্প চালানোর কৌশলের বা প্রয়োগকৃত শক্তির উপর ভিত্তি করে পাম্পকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

১। হস্তচালিত পাম্প,
২। শক্তি বা মেশিনচালিত পাম্প।

২. সাধারণভাবে রিসিপ্রোকেটিং পাম্পকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১. লিফট্ পাম্প, ২। ফোর্স পাম্প।

৩. পাম্পিং এলিমেন্টের প্রকারভেদের ভিত্তিতে পাম্পকে চার ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

১. পিস্টন টাইপ (Piston type),
২. প্লাঞ্জার টাইপ (Plunger type),
৩. বাকেট টাইপ পাম্প,
৪. ডায়াফ্রাম টাইপ পাম্প।

৪. সিলিন্ডারের সংখ্যা অনুসারে ২ প্রকার:

১. সিঙ্গেল সিলিন্ডার (Single cylinder) টাইপ,
২. মাল্টি সিলিন্ডার (Multi cylinder) টাইপ।

২০২০

খ) সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প প্রধানতঃ তিন প্রকার। যথা-

১) ভলিউট পাম্প (Volute pump),
২) ডিফিউজার পাম্প (Defuser pump),
৩) অ্যাক্সিয়াল ফ্লো পাম্প (Axial Flow pump)।
১. ইমপেলারের গঠন অনুসারে ৩ প্রকার।
১. উন্মুক্ত ইমপেলার (Open Impeller),
২. অর্ধ উন্মুক্ত ইমপেলার (Semi open impeller),
৩. আবদ্ধ ইমপেলার (Closed impeller)।

গ) রোটারি পাম্প চার প্রকার-

১. গীয়ার টাইপ (Gear type), ২. ভেইন টাইপ (Vane type)
৩. লুব টাইপ (Lobe type), ৪. স্ক্রু টাইপ (Screw type)।

ঘ) টারবাইন পাম্প প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

১. ডিপ ওয়েল টারবাইন পাম্প,
২. সাবমার্সিবল পাম্প

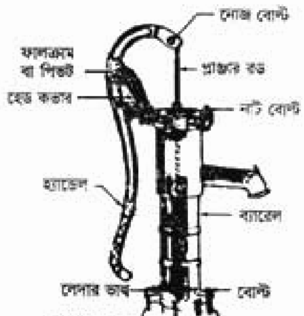
১৬.২. বিভিন্ন প্রকার পাম্পের কার্যপ্রণালিঃ

ক) রিসিপ্রোকেটিং পাম্প (Reciprocating Pump)

কৃষিজমিতে সেচ প্রদান ও গৃহকাজে পানি সরবরাহের উদ্দেশ্যে বিভিন্ন প্রকার পাম্প ব্যবহার করা হয়। গ্রামাঞ্চলে পানীয় জলের জন্য যে হস্তচালিত নলকূপ বা হ্যান্ড পাম্প ব্যবহার করা হয়, তা এক প্রকার রিসিপ্রোকেটিং পাম্প। বর্তমান অধ্যায়ে রিসিপ্রোকেটিং পাম্পের প্রকারভেদ, ব্যবহার, গঠন, কার্যপদ্ধতি, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি যাবতীয় বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

রিসিপ্রোকেটিং পাম্প চালু করার পর পিস্টন/প্লাঞ্জার সিলিন্ডারের মধ্যে উঠানামা করে। এতে সাকশন স্ট্রোকে সিলিন্ডারে শূন্যতার সৃষ্টি হয়। ফলে তরলের চাপে ইনলেট ভ্যালভ খুলে যায়। তরল ইনলেট পোর্ট দিয়ে সিলিন্ডারের মধ্যে প্রবেশ করে।

চিত্র- ১৬.১ (ক): রিসিপ্রোকেটিং পাম্প।



চিত্র- ১৬.১ (খ): রিসিপ্রোকেটিং পাম্প।

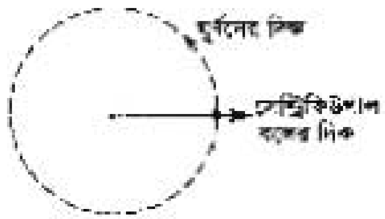
(টিউব অপর স্ট্রোকে (Stroke) তরল বিপরীত দিকে চাপ দেয় ফলে ইনলেট পোর্ট বন্ধ হয়ে যায়। পানির বিপরীতমুখী চাপে আউটলেট ভ্যালভ খুলে যায়। এতে আউটলেট পোর্ট দিয়ে নির্গমন তরল বের হয়ে পরিকল্পিত স্থানে যায়। এ ব্যবস্থার পুনরাবৃত্তি ঘটে কাজটি অবিরাম চলতে থাকে।

ডাবল অ্যাক্টিং রিসিপ্রোকেটিং পাম্প সিঙ্গল অ্যাক্টিং রিসিপ্রোকেটিং পাম্প থেকে একটু ভিন্ন। পাম্প চালু করলে প্রতিঘাত বা স্ট্রোকে ইনলেট ভাল্ব দিয়ে সিলিন্ডারের শূন্য স্থানে পানি প্রবেশ করে। আবার পরের স্ট্রোকে পূর্বে প্রবেশকৃত পানি বিপরীত দিকে চাপে আউটলেট দিয়ে বের হয়ে যায়। অনুরূপ দ্বিতীয় স্ট্রোকে একই সাথে ইনলেট দিয়ে পানি সিলিন্ডারের ফাঁকা স্থানে প্রবেশ করে এবং আউটলেট দিয়ে পানি নির্গমন পোর্টের মাধ্যমে ডিসচার্জ হয়ে নিয়ন্ত্রণাধীন স্থানে সরবরাহ করা হয়।

খ) সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প (CENTRIFUGAL PUMP):

সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্সঃ

সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স শব্দের অর্থ হচ্ছে কেন্দ্রবিমুখী বল। কেন্দ্র হতে বহির্গামী হওয়াকে সেন্ট্রিফিউগাল বলা হয়। বিষয়টিকে আরো একটু আলোচনার মাধ্যমে বোঝানো যেতে পারে। কোন একটা বস্তুকে যদি একটা বিন্দুর চারদিকে বৃত্তাকারে ঘুরিয়ে ছেড়ে দেওয়া হয়, তাহলে তা বাইরে চলে যাবে। কেন্দ্র হতে বাইরে যাবার এ প্রবণতা বা বলকে সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স বলা হয়। চিত্রে এ সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স দেখানো হয়েছে।



চিত্র- : 16.২৪ (ক) সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স।

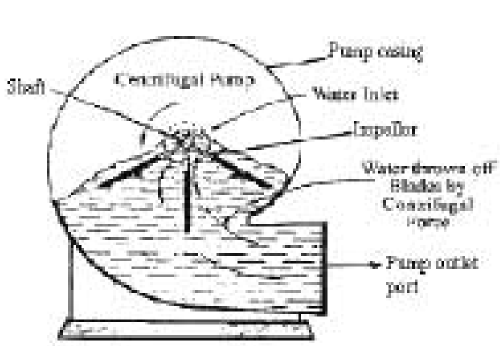
সেন্ট্রিপেটাল ফোর্সঃ

চিত্র- :16.2২৪ (খ) সেন্ট্রিপেটাল ফোর্স।

সেন্ট্রিপেটাল শব্দের অর্থ হচ্ছে কেন্দ্রমুখী। অর্থাৎ কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়াশীল বলকেই সেন্ট্রিপেটাল ফোর্স বলা হয়। সেন্ট্রিপেটাল ফোর্স আগে উল্লেখ করা সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্সের বিপরীতধর্মী। অর্থাৎ যে কারণে বস্তুটি বাইরে থেকে বাধা পাচ্ছিল তাই সেন্ট্রিপেটাল ফোর্স।

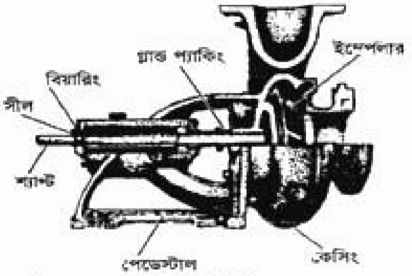
সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পঃ

সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পে সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স বা কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টি করে তরল সরবরাহ করা হয়। সেন্ট্রিফিউগাল বলের মাধ্যমে যে পাম্প কাজ করে তাকে সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প বলে। কৃষি জমিতে সেচের কাজে সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। ভূ-পৃষ্ঠস্থ পানির স্তর হতে এর মাধ্যমে পানি উত্তোলন করা যায়। এ সব পাম্প ইঞ্জিন বা বৈদ্যুতিক মোটর দ্বারা চালিত হয়। সেচ কাজ ছাড়াও এ পাম্প বাড়ি, অফিস-আদালত, কল-কারখানার তরল প্রবাহে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।



চিত্র- ১৬.৩ঃ সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প।

সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের গঠন:



চিত্র- ১৬.৪: সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প।

পাশের চিত্রে সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের গঠন দেখানো হয়েছে। সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প যে সব যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত তাদের নাম দেওয়া হলো-

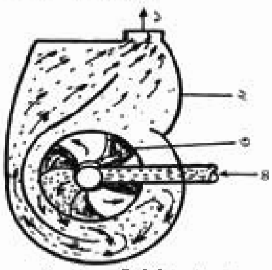
পাম্প কেসিং বা ভলিউট কেসিং

ইমপেলার (গ) ভেইন, (ঘ) শ্যাফট (ঙ) গ্ল্যান্ড প্যাকিং, (চ) বিয়ারিং।

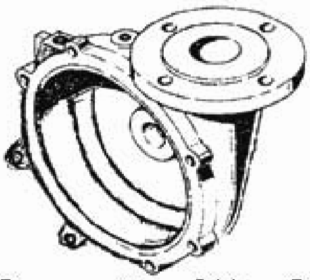
ভলিউট ও ডিফিউজার পাম্প:

এর কেইসিং শামুক আকৃতির মতো বলে একে ভলিউট পাম্প বলে। ইমপেলার বহির্গমন স্তর থেকে ডিসচার্জ পাইপ পর্যন্ত তরল প্রবাহ অঞ্চলের আয়তন ক্রমান্বয়ে বড় থাকে। এরূপ গঠনগত বৈশিষ্ট্য থাকার কারণে গতিশক্তি চাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ চাপ শক্তিই তরলকে গতিশীল করে এবং তরল সরবরাহ হয়। এর প্রধান অংশ কেইসিং, ইমপেলার ও শ্যাফট।

১. পানি বাহির
২. পাম্প বডি
৩. ইমপেলার
৪. পানি প্রবেশ



চিত্র- ১৬.৫(ক): ভলিউট পাম্প



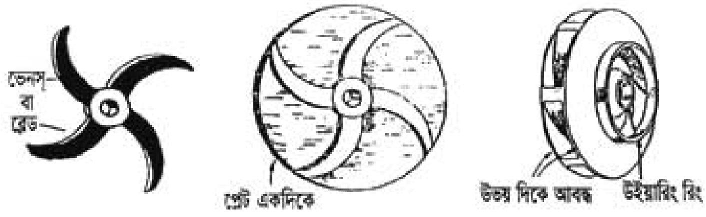
চিত্র- ১৬.৫(খ): ভলিউট কেসিং।

ভলিউট কেসিং:

পাম্পের যে অংশের মধ্যে ইমপেলারের সাহায্যে সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স সৃষ্টি করে পানি উঠানো হয় সেই অংশকেই পাম্প কেসিং বলা হয়। একে ভলিউট কেসিং বা ভলিউটও বলা হয়ে থাকে। ভলিউট কেসিং এক পাশে আড়াআড়িভাবে সাকশন পাইপের সাথে যুক্ত থাকে। অন্য দিকে নির্গমন মুখটি ডেলিভারি পাইপের সাথে সংযুক্ত থাকে। কোন কোন পাম্পের ভলিউটের ভিতরে স্থির কতগুলো ভেইন থাকে। এ ধরনের ভেইনকে ডিফিউজার ভেইন বলা হয়। এ রকম ডিফিউজার ভেইনযুক্ত পাম্পকে ডিফিউজার পাম্প বলে।

ইমপেলার:

সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ হচ্ছে ইমপেলার। ভলিউট কেসিং এর মধ্যে ইমপেলার অবস্থিত থাকে। একটা পাম্পে এক বা একাধিক ইমপেলার থাকতে পারে। একটা মাত্র ইমপেলার বিশিষ্ট পাম্পকে এক স্তর বিশিষ্ট পাম্প বা সিঙ্গেল স্টেজ পাম্প বলে। দুটি ইমপেলার বিশিষ্ট পাম্পকে টু-স্টেজ পাম্প বলে এবং তিন ইমপেলার বিশিষ্ট পাম্পকে থ্রি স্টেজ পাম্প বলে। এর অধিক সংখ্যক ইমপেলার বিশিষ্ট পাম্পকে মাল্টিস্টেজ পাম্প বলা হয়। এক দিকে বাঁকানো কতকগুলো ধাতব পাতের সমন্বয়ে ইমপেলার গঠিত। ইমপেলার সাধারণত তিন প্রকার হয়ে থাকে। যথা-



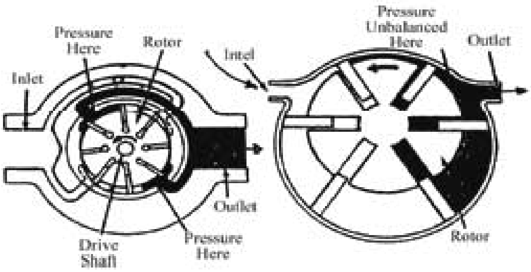
(ক) খোলা ইমপেলার (খ) অর্ধ-খোলা ইমপেলার (গ) বদ্ধ ইমপেলার

চিত্র- ১৬.৬: বিভিন্ন প্রকার ইমপেলার।

রোটারি পাম্প:

যে পাম্প ঘূর্ণমান গতি শক্তির সাহায্যে পানি শোষণ ও নির্গমন করে তাকে রোটারি পাম্প বলে। এ পাম্প দ্বারা যতটুকু তরল সাকশন করা হয় ঠিক ততটুকুই ডিসচার্জ হয়ে যায়। এটা একটা ইস্পাতের প্রকোষ্ঠের মধ্যে ক্যামের সাহায্যে প্রাকট দ্বারা আটকানো থাকে। এ পাম্পের কর্মদক্ষতা বেশি। একে পজিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট পাম্পও বলে।

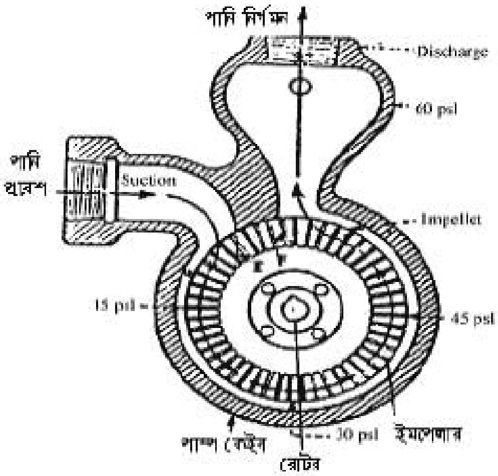
১. রোটর
২. পানি প্রবেশ
৩. পানির বাহির
৪. ড্রাইভ শ্যাফট
৫. পাম্প কেইস



চিত্র- ১৬.৭: রোটারি পাম্প

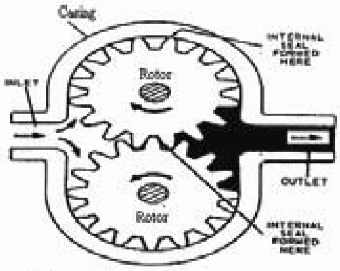
টারবাইন পাম্প :

এ ধরনের পাম্পের কেইসিং রিঅ্যাকশন (কার্যক্রম) টারবাইনের অনুরূপ কতকগুলো ইমপেলার ভেনের সাহায্যে ঘটে। ইমপেলার ভেনের মধ্যবর্তী অঞ্চল ক্রমশ বড় আকারের হয়ে থাকে। এটি বিশেষভাবে তৈরি হবার কারণে এতে গতি শক্তি (কাইনেটিক এনার্জি) চাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ চাপ শক্তির প্রভাবে তরল প্রবাহিত হয়। কৃষি কাজে সেচ প্রদান, আবাসিক এবং শিল্প কারখানার কাজে পানি সরবরাহের জন্য সাধারণভাবে ব্যবহৃত হয়। টারবাইন পাম্প সাধারণত গভীর নলকূপে ব্যবহৃত হয়। এ পাম্পের প্রধান তিনটি অংশ হলো- ১. মূল পাম্প বা বৌল অ্যাসেমব্লি, ২. কলাম অ্যাসেমব্লি, ৩. নির্গমন অংশ



চিত্র - ১৬.৮: টারবাইন পাম্প

গিয়ার টাইপ পাম্পঃ



চিত্র- ১৬.৯: গীয়ার পাম্প।

যে পাম্প গীয়ারের দাঁতের (খাঁজ) মধ্যবর্তী শূন্য স্থান প্রবেশপথ থেকে তরল সংগ্রহ করে নির্গমন পথে প্রেরণ করে তাকে গীয়ার টাইপ পাম্প বলে। অল্প পরিমাণ তরল সরবরাহে ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ইঞ্জিন বা কমপ্রেশর তেল পাম্প করার জন্য এ পাম্প ব্যবহৃত হয়। তরল পদার্থ গিয়ার খাঁজ দ্বারা বাহিত হয় এবং দাঁত দ্বারা তরলে চাপের সৃষ্টি হয়। তরল সাকশন দিয়ে পাম্প কেইসিং-এ প্রবেশ করে। তরল পর্যায়ক্রমে গীয়ারের খাঁজ ও দাঁত দ্বারা বাহিত হয়ে ডিসচার্জ পোর্টে আসে। ফলে তরল প্রবাহিত হয়। গীয়ারদ্বয় পরস্পর বিপরীতমুখী ঘোরে।

১৬.৩. পাম্প চালুকরণ পদ্ধতি:

পাম্প চালু করার আগে কিছু করণীয় কাজ রয়েছে। ইঞ্জিনচালিত পাম্পের ক্ষেত্রে ইঞ্জিন চালু করার আগে যেসব পালনীয় কাজ আছে তা যথাযথভাবে পরীক্ষা করে সম্পন্ন করতে হয়। তারপর যথানিয়মে ইঞ্জিন চালু করতে হয়। বৈদ্যুতিক মোটরচালিত পাম্প হলে স্টার্টার সুইচ 'অন' করার আগে ফেজ ইন্ডিকেটর বাল্ব পরীক্ষা করে দেখতে হয়, তিনটি ফেজের তিনটি বাল্বই জ্বলছে কিনা। সবগুলো বাল্ব একই উজ্জ্বলতায় জ্বলছে নিশ্চিত হবার পর মোটরের স্টার্টারের সুইচ অন করতে হয়। পূর্ণভাবে পাম্প চালু করার আগে অল্পক্ষণের জন্য চালু করে দেখতে হয় পাম্প সঠিক দিকে ঘুরছে কিনা। ভিপওয়েল টারবাইন পাম্প চালু করার পর পাম্পের উপর থেকে দেখলে দেখা যাবে যে পাম্প ঘড়ির কাটার বিপরীত দিকে ঘুরছে। পাম্পকে চালানোর জন্য প্রাইমমুভার হিসেবে ইঞ্জিন ও মোটর দরকার হয়।

প্রাইমমুভার (Primemover):

পাম্পকে গতিশীল করার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে প্রাইমমুভার বলে। প্রাইমমুভার হল চালক যন্ত্র। আর পাম্প হলো প্রাইমমুভার দ্বারা চালিত যন্ত্র। প্রাইমমুভার দুই প্রকার। যথা-

১. মোটর (Motor): বিদ্যুৎ দ্বারা চালিত, ২. ইঞ্জিন (Engine): গ্যাসোলিন দ্বারা চালিত।

পাম্প সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটর বা ফুয়েল ইঞ্জিন দ্বারা পরিচালনা করা হয়। সুতরাং পাম্প চালু করার ক্ষেত্রে কিছু বিষয়ে বিবেচনা করার প্রয়োজন হয়। দীর্ঘদিন বন্ধ থাকার পর একটি পাম্প চালু করার পদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলো-

পাম্পের ক্ষেত্রে:

১. প্রযোজ্য ক্ষেত্রে প্রথমেই পাম্প প্রাইমিং সম্পর্কে নিশ্চিত হতে হবে,
২. প্রয়োজন হলে পাম্পের ও প্রাইমমুভার শ্যাফটের কাপলিং ও অ্যালাইনমেন্ট ঠিকভাবে করতে হবে,
৩. ডেলিভারি পাইপের সংযোগ পর্যবেক্ষণ করতে হবে,
৪. তরল উৎসের তরলের যথার্থ পরিমাণ নিশ্চিত করতে হবে,
৫. গ্ল্যান্ড বা প্যাকিং এর নাট বোল্ট সঠিক মাত্রায় টাইট আছে কিনা তা নিশ্চিত হতে হবে,
৬. ফাউন্ডেশন নাট-বোল্টসহ অন্যান্য সকল সংযোগ পর্যবেক্ষণ করতে হবে ইত্যাদি।

মোটরের ক্ষেত্রে:

১. বিদ্যুৎ সরবরাহ ভোল্ট ও সংযোগাদি পরীক্ষা করতে হবে,
২. কাটআউট ও সকল প্রকার সুইচ পরীক্ষা করতে হবে,
৩. ইন্ডিকেটিং ল্যাম্প (যদি থাকে) লক্ষ করতে হবে।

ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে:

১. ফুয়েল ও ফুয়েল সিস্টেম ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে।
২. লুব্রিকেন্টস ও লুব্রিকেশন পরীক্ষা করতে হবে।
৩. কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করতে হবে।
৪. বর্ণিত বিষয়গুলো ধারাবাহিকভাবে সমাপনান্তে পাম্প নিরাপদে চালু হবে।

২০২০

প্রাইমিং (Priming):

যে প্রক্রিয়ায় পাম্প কেন্দ্র হতে তরল উৎস পর্যন্ত সমগ্র অংশে নিম্নচাপের সৃষ্টি (বায়ু শূন্য) করা হয় তাকে প্রাইমিং বলে। প্রাইমিং হচ্ছে পাম্প কেসিং ও সাকশন পাইপ তরল দিয়ে পূর্ণ করা। প্রাইমিং ব্যতীত পাম্পিং সম্ভব নয়। প্রাইমিং দুই প্রকার-

সেল্ফ প্রাইমিং (Self Priming): নিজে নিজে বায়ুশূন্য হওয়া বা সর্বদা পাম্প সেন্টার পর্যন্ত তরল পদার্থ থাকা। পাম্পে চালুর আগে প্রাইমিং করার দরকার হয় না। গৃহকাজে সেলফ প্রাইমিং পাম্প ব্যবহার করা হয়।

পাইলট প্রাইমিং (Pilot Priming)t তরল পদার্থ পূর্ণ করে প্রাইমিং। অর্থাৎ প্রতিবার পরিচালনার পূর্বে এই ধরনের প্রাইমিং করতে হয়।

পাইলট প্রাইমিং (Pilot Priming) পাম্পঃ

অগভীর নলকূপে প্রাইমিং করার জন্য পাম্প সংলগ্ন ডেলিভারি লাইনে হস্তচালিত চাপকল সংযুক্ত থাকে। এ পাম্প চেপে পাম্প পানি ভর্তি করেও প্রাইমিং করা হয়।

প্রাইমিং প্রক্রিয়াঃ

সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের প্রাইমিং পোর্ট দিয়ে পানি ঢেলে পূর্ণ করে পাম্প চালু করলে ইমপেলার ঘূর্ণনের ফলে পানি ইমপেলার ভেইন দিয়ে প্রবেশ করে ডেলিভারি পাইপ দিয়ে বের হয়ে যায়। এ সময় সাকশন লাইনে নিম্নচাপের সৃষ্টি হওয়ায় চেক ভাল্ব খুলে সাকশন পাইপ দিয়ে পানি পাম্পের কেন্দ্রে প্রবেশ করতে থাকে।

চিত্র- ১৬.১০: প্রাইমিং পদ্ধতি ।

১৬.৪. পাম্প ব্যবহার ক্ষেত্রের তালিকাঃ

বিভিন্ন প্রকার পাম্পের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। পাম্পের গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো হলো-

১. রিসিপ্রোকেটিং পাম্পের ব্যবহারঃ

ক. নলকূপ বা বাকেট টাইপ লিফট পাম্পঃ গৃহকাজে, কৃষিজমিতে, পানি সরবরাহে ব্যবহার হয়।

খ. হস্তচালিত বাকেট পাম্পঃ কীটনাশক ছিটাতে 'স্প্রে-পাম্প' হিসাবে বাকেট পাম্প ব্যবহার হয়।

গ. হস্তচালিত ডায়াফ্রাম পাম্পঃ কর্দমাক্ত পানি বা তরল পদার্থ নিষ্কাশন, নির্মাণকাজে, ড্রেনেজ লাইন পরিষ্কার করা, সেফটি ট্যাংক নিষ্কাশন ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়।

ঘ. বাকেট টাইপ ফোর্স পাম্পঃ ভূ-পৃষ্ঠস্থ বা ভূগর্ভস্থ চৌবাচ্চা অথবা নলকূপ হতে রিজার্ভ ট্যাংকে সরবরাহ, গৃহকাজে ব্যবহারের পানি সরবরাহে বেশ উপযোগী।

ঙ. প্লাঞ্জার টাইপ পাম্পঃ খুব অল্প তরল অতি উচ্চ চাপে স্বল্প দূরত্বে নিক্ষেপ করতে এবং জ্বালানি ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে সরবরাহের কাজেও এ পাম্প ব্যবহৃত হয়।

এছাড়া রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-এর বিভিন্ন ক্ষেত্রে রেসিপ্রকেটিং পাম্প ব্যবহার হয়। ২৭৫

২. সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের ব্যবহারঃ
কৃষিকাজ, বড় বড় শিল্প ক্ষেত্রে তরল সরবরাহ, অফিস, বাসগৃহ, রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং ইত্যাদির ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

৩. রোটারি পাম্পের ব্যবহারঃ
স্বল্প উচ্চতায় মধ্যম চাপে তরল সরবরাহের ক্ষেত্রে, বিভিন্ন শিল্প কারখানায় আঠালো জাতীয় তরল সরবরাহ, কম্প্রেসর ও ইঞ্জিনে লুব অয়েল সরবরাহ ইত্যাদি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

৪. গিয়ার পাম্পঃ
বেশি ঘনত্বের তরল সরবরাহের ক্ষেত্রে (আলকাতরা, দুধ ইত্যাদি) মধ্যম উচ্চতায় মাঝারি চাপে তরল সরবরাহের জন্যে এ পাম্প ব্যবহৃত হয়।

৫. টারবাইন পাম্পের ব্যবহারঃ
ক. সেচ, গৃহস্থলী ড্রেনেজ কাজে ব্যবহৃত পানি সরবরাহের জন্য,
খ. ভূ-গর্ভস্থ অনেক নীচের স্তর (৩৫০ হতে ৫০০ ফুট) হতে পানি উত্তোলন এবং উচচ হেডে পানি সরবরাহে,
গ. লিকুইড গ্যাস.ট্রান্সমিশনে,(প্রোপেন,বিউটেন,এলপিজি ইত্যাদি)
ঘ. রাসায়নিক তরল পদার্থ, এসিড সরবরাহে, ৭. হাইড্রো ইলেকট্রিক পাওয়ার স্টেশনে তরল সরবরাহ, ইত্যাদি।

১৬.৫. পাম্প রক্ষণাবেক্ষণ :
পাম্প প্রাইমমুভার (Primemover) দ্বারা চালিত হয়। এ প্রাইমমুভার মোটর বা ইঞ্জিন হয়ে থাকে। ইঞ্জিন ঘনঘন পরীক্ষা বা রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন। ইঞ্জিনে প্রতিনিয়ত তেল বা জ্বালানি দিতে হয়। মোটর দীর্ঘমেয়াদে রক্ষণাবেক্ষণ করা যায়। তাই পাম্প মাসিক, ষান্মাসিক এবং বাৎসরিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ করা যায়। তবে এ নির্ভর করে পাম্পের প্রকৃতি, আকৃতি, প্রাইমমুভার, সরবরাহ তরল প্রভৃতির উপর। পাম্প রক্ষণাবেক্ষণের জন্য নিম্নের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হয়-

১. প্রাইমমুভার (Primemover) ও প্রাইমমুভারের বিভিন্ন অংশ পরীক্ষা করা;
২. ফাউন্ডেশন নাট-বোল্ট, স্টাফিং বক্স (Staffing box) ও সংযোগাদি পরীক্ষা করা;
৩. বেল্ট টেনশন বা চেইনের অবস্থা পরীক্ষা করা;
৪. যথাযথ প্রাইমিং ও তরল উৎসের তরলের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা।
৫. ইঞ্জিন বা মোটরের সহিত পাম্প শ্যাফটের কাপিং মাঝে মাঝে পরীক্ষা করা।
৬. মোটর বা ইঞ্জিনের সাথে পাম্প শ্যাফটের অ্যালাইনমেন্ট মাঝে মাঝে চেক করা।
৭. গ্রিজ কাপে প্রয়োজনীয় গ্রিজ প্রয়োগ করা।
৮. প্রয়োজনে বিয়ারিং ও কার্বন.ব্রাশ পরীক্ষা ও পরিবর্তন করা।
৯. মোটর বা ইঞ্জিন মাত্রাতিরিক্ত গরম হলে পরীক্ষা ও সমাধান করা।
১০. প্রয়োজন মাফিক পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন করতে হবে।

পাম্প সম্পর্কীয় প্রয়োজনীয় তথ্যাদি:

শ্যাফ্টঃ পাম্পের যে অংশকে প্রাইমমুভার দ্বারা ঘুরানো হয় এবং যার সাথে পাম্প ব্লেড বা ইম্পেলার যুক্ত থাকে।

স্টাফিং বক্সঃ পাম্প কেসিং-এর যে অংশ দিয়ে পাম্পের শ্যাফ্ট ঢুকানো থাকে এবং যে কাঠামোতে গ্ল্যান্ড, প্যাকিং ইত্যাদি বসানো থাকে তাকে স্টাফিং বক্স বলে।

গ্ল্যান্ডঃ স্টাফিং বক্সের বাইরের ধাতব চাকতি বা কলার যা প্যাকিংসমূহকে স্টাফিং বক্সের মধ্যে আটকে রাখে।

পাম্প কাপলিংঃ চালক যন্ত্রের সাথে পাম্পকে সংযুক্ত করার ব্যবস্থাকে কাপলিং বলা হয়। কাপলিং প্রধানত দুইপ্রকার, যথা- অনমনীয় কাপলিং, ২. নমনীয় কাপলিং

পাম্প ক্যাপাসিটি (Pump Capacity):
কোন একটা পাম্প একক সময়ে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ পানি বা তরল পদার্থ অপসারণ করতে পারে তাকে ঐ পাম্পের ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা বলা হয়। এফপিএস সিস্টেমে পাম্প ক্যাপাসিটি Cubic foot per second বা কিউসেক হিসেবে প্রকাশ করা হয়। এসআই পদ্ধতির একক হলো লিটার/সেকেন্ড।

হেড (Head): পাম্পের শক্তিকে তরল পদার্থের উচ্চতায় প্রকাশ করাকে হেড বলে। হেডের পরিমাণ মিটারে হিসেব করা হয়। তিন প্রকারের হেড হলো- ১. সাকশন হেড বা পাম্প লিট, ২. ডেলিভারি বা ডিসচার্জ হেড, ৩. টোটাল হেড বা মোট হেড।

২০২০

প্রশ্নমালা- ১৬

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। পাম্পিং বলতে কী বোঝায় ?

২। ভূগর্ভস্থ পানি সহজে কতটুকু উপরে উঠতে পারে ?

৩। পাম্পের ক্ষমতার SI একক লিখ।

৪। দুইটি প্রাইমমুভারের উদাহরণ দাও।

৫। রেসিপ্রোকোটিং পাম্পের দু'টি উদাহরণ দাও।

৬। ডিফিউজার ভেইন কাকে বলে ?

৭। টার্বাইন পাম্প সর্বোচ্চ কত ফুট নিচ হতে পানি উত্তোলনে সক্ষম ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৮। প্রাইমিং বলতে কী বোঝায় ?

৯। পাম্পিং ও প্রাইমিং-এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

১০। শীতাতপনিয়ন্ত্রণে পাম্পের গুরুত্ব লেখ।

১১। গঠন ও কার্যকারিতার দিক থেকে পাম্প কত প্রকার ও কী কী ?

১৩। সেল্ফ প্রাইমিংএর ব্যাখ্যা দাও।

১৪। ইম্পেলার কী ? চিত্রসহ বিভিন্ন প্রকার ইম্পেলারের নাম লেখ।

১৫। হস্তচারিত পাম্পের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।

১৬। স্টাফিং বক্স ও গ্লান্ডের সংজ্ঞা দাও।

১৭। পাম্প হেড ও লিফটের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৮। পাম্প কি? এর শ্রেণিবিন্যাস আলোচনা কর।

১৯। পাম্পের ব্যবহার ক্ষেত্রের বিবরণ দাও।

২০। পাম্প রক্ষণাবেক্ষণে করণীয়গুলো ধারাবাহিকভাবে লেখ।

২১। পাম্প চালুকরণের পূর্বশর্তগুলো ধারাবাহিকভাবে লিপিবদ্ধ কর।

২২। চিত্রসহ ভলিউট পাম্পের বিবরণ দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৬

অনুচ্ছেদটি পড়ে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

তরল স্থানান্তর যন্ত্রের নাম পাম্প। পাম্পিং-এর পূর্বে প্রয়োজন হয় প্রাইমিং। পাম্পকে সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটর বা ইঞ্জিন দ্বারা পরিচালনা করা হয়। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং পদ্ধতিতে পাম্পের যথেষ্ট ব্যবহার রয়েছে। আমাদের দেশের সেচকার্যে পাম্পের অবদান অসীম। তাই এর প্রতি যত্নবান হওয়া দরকার। সে কারণে নিয়মিতভাবে পাম্পের পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতাসহ অন্যান্য জরুরি বিষয়াদির প্রতি রক্ষ্য রাখা দরকার।

১। পাম্প কী ?

২। প্রাইমিং কাকে বলে ?

৩। পাম্পের ব্যবহার তালিকা প্রস্তুত কর।

৪। পাম্পের রক্ষণাবেক্ষণে প্রয়োজনীয় পরামর্শ লিপিবদ্ধ কর।

২০২০

অধ্যায়-১৭

কুলিং টাওয়ার (Cooling Tower)

কুলিং টাওয়ারের অপর নাম স্প্রে পন্ড (Spray Pond). ওয়াটার কুল্ড কন্ডেন্সারকে ঠান্ডা করার জন্য ব্যবহৃত পানি কীভাবে পাওয়া যায় এবং কীভাবে ঐ পানি সংগ্রহ করা হয় এ সম্পর্কে জানা দরকার। টাওয়ার কুল্ড কন্ডেন্সারে ব্যবহৃত পানি নদী, খাল, কৃত্রিম সরবরাহ ইত্যাদি হতে পাওয়া যায়। কন্ডেন্সারে ব্যবহৃত পানি একবার মাত্র অথবা বারবার তাপ শোষণের কাজে ব্যবহার হতে পারে। পানি বার বার তাপ শোষণের কাজে ব্যবহার করলে ঐ শোষিত তাপ অন্যত্র স্থানান্তর করার ব্যবস্থা করতে না পারলে তা আর তাপ শোষণ করতে পারে না। পানিকে বার বার তাপ সঞ্চালনের কাজে ব্যবহার করতে হলে শীতল করার প্রয়োজন হয়। একই পানি বারবার ব্যবহার না করে তা ফেলে দিলে অপচয় হবে এবং খরচ বেড়ে যাবে। একই পানিকে বার বার ব্যবহার করার জন্য যে যন্ত্রের সাহায্যে ঠান্ডা ও সংরক্ষণ করা হয় তাকে কুলিং টাওয়ার বলে।

১৭.১. কুলিং টাওয়ারের কাজ :

কন্ডেন্সারের উষ্ণ পানিকে শীতলায়ন করাই কুলিং টাওয়ারের কাজ। ফ্যানের সাহায্যে বাতাস যখন কুলিং টাওয়ারের স্প্রে করা পানির উপর দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন ঐ পানি ঠান্ডা হয়। এ প্রকার বায়ুর গতি সাধারণত ১২০ মিটার/মিনিট রাখা হয়। এক টন ক্ষমতাসম্পন্ন প্লান্টের ওয়াটার কুল্ড কন্ডেন্সারে ব্যবহৃত পানির তাপ বাতাসে স্থানান্তর করার জন্য ১০০ থেকে ১৩০ ঘনমিটার/ মিনিট বাতাস প্রবাহের দরকার হয়। পানির অপচয় রোধে একই পানি বার বার ব্যবহারের উদ্দেশ্যে কুলিং টাওয়ার ব্যবহার করা হয়।

বড় বড় প্ল্যান্ট যেখানে পানির খুব অভাব এবং ওয়াটার কুল্ড কন্ডেন্সার ব্যবহার করা হয় সেখানে পানি কন্ডেন্সারস্থ উষ্ণ গ্যাসের তাপ শোষণ করে গরম হয়। কন্ডেন্সার থেকে আসা উষ্ণ গরম পানিকে ঠান্ডা করার জন্য ব্যবহৃত ইউনিটির নাম কুলিং টাওয়ার।

কুলিং টাওয়ারের কাজ হলো-

১. কন্ডেন্সার হতে আসা পানিকে ঠান্ডা করে,
২. পানি সংরক্ষণ করে,
৩. টাওয়ার কুল্ড কমপ্রেশর হতে আসা উষ্ণ পানিকে ঠান্ডা করে,
৪. একই পানিকে বারবার ব্যবহার করে তাপ সঞ্চালন করে,
৫. কন্ডেন্সারস্থ উষ্ণ ও বাষ্পীয় হিমায়কের তাপ অপসারণ করে,
৬. হিমায়কের ঘনীভবন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

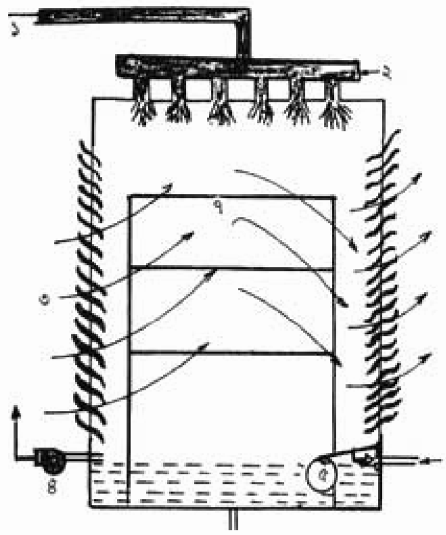
১৭.২ কুলিং টাওয়ারের প্রকারভেদ :

তাপ সঞ্চালন মাধ্যম, গঠন, কার্যক্রম ইত্যাদির বিভিন্নতার জন্য বিভিন্ন ধরনের কুলিং টাওয়ার ব্যবহার করা হয়। হিমায়ন ও শীতাতপনিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত কুলিং টাওয়ারের শ্রেণিবিন্যাস হলো-

১৭.৩. কুলিং টাওয়ারের বর্ণনা:

ন্যাচারাল এয়ার ড্রাফট বা অ্যাটমোসফেরিক কুলিং টাওয়ার:

যে কুলিং টাওয়ারের বাতাস প্রাকৃতিক উপায়ে পরিচালিত হয় তাকে ন্যাচারাল এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার বা অ্যাটমোসফেরিক কুলিং টাওয়ার বলে। অর্থাৎ বায়ুমণ্ডলীয় বাতাস দ্বারা কুলিং টাওয়ারের তাপ (কন্ডেন্সার থেকে আসা পানির তাপ) বাহিত হলে তাকে ন্যাচারাল এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার বলা হয়। কন্ডেন্সার হতে আগত গরম পানিকে পাম্প কুলিং টাওয়ারের উপরে স্প্রে হেডারে প্রেরণ করে। স্প্রে হেডার হতে পানি নজলের সাহায্যে স্প্রে হয়ে টাওয়ারের বেসিন (Basin)-এ পড়ে। পানি নিচে পড়ার সময় বাষ্পীভূত হয় এবং কন্ডেন্সার হতে সংগৃহীত তাপ প্রাকৃতিক বায়ুতে ছেড়ে দেয়। এ কুলিং টাওয়ারে সহজে এবং বেশি পরিমাণ বায়ুমণ্ডলীয় বাতাস চলাচলের প্রয়োজন হয়। তাই এ জাতীয় টাওয়ার খোলা জায়গায় বা ছাদের উপর স্থাপন করা হয়। ২০০ টন পর্যন্ত ক্ষমতার প্ল্যান্টে এ ফলদায়ক।



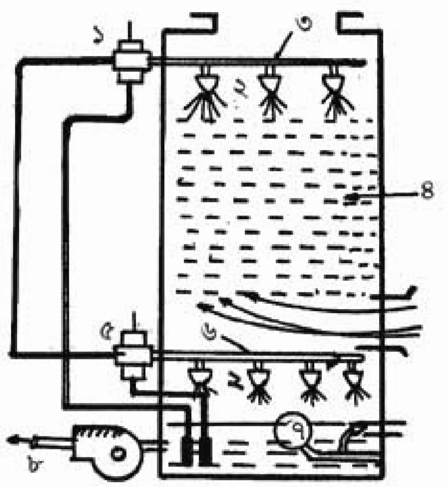
চিত্র- ১৭.১: অ্যাটমোসফেরিক কুলিং টাওয়ার।

১. পানির প্রবেশপথ, ২. স্প্রে নজল, ৩. বায়ুপ্রবাহ ৪. পাম্প, ৫. ফ্লোট, ৬. ড্রেইন, ৭. ফ্রেম।

স্প্রে টাইপ কুলিং টাওয়ার:

যে ন্যাচারাল এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ারে শুধু পানিকে স্প্রের ব্যবস্থা এবং ন্যাচারাল এয়ারের প্রবাহ থাকে তাকে স্প্রে টাইপ কুলিং টাওয়ার বলে। এতে ডেক বা বাফল থাকে না। এর প্রধান অংশসমূহ হলো-

১. ডাইরেক্ট অ্যাকটিং টাওয়ার, ২. ভ্যালভ, ৩. স্প্রে নজল, ৪. উপরের হেডার, ৫. বাফল, ৬. রিভার্স অ্যাকটিং টাওয়ার ভ্যালভ, ৭. নিচের হেডার, ৮. ফ্লোট, ৯. কন্ডেন্সারে পানি সরবরাহ।

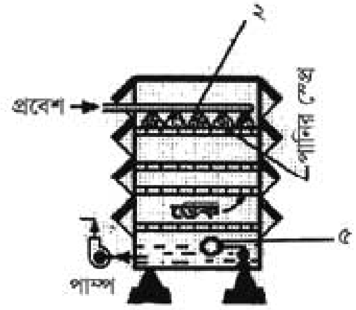


চিত্র- ১৭.২: স্প্রে টাইপ কুলিং টাওয়ার।

ডেক টাইপ কুলিং টাওয়ার:

যে ন্যাচারাল এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ারে পানির স্প্রের ব্যবস্থা এবং ডেক থাকে তাকে ডেক টাইপ কুলিং টাওয়ার বলে। এতে কাঠের যে ডেক বা বাফল থাকে তাতে পড়ন্ত পানি বাধা পেয়ে বাষ্পাকার ধারণ করে এবং পানি বাষ্পায়নের সময় অপেক্ষাকৃত বেশি তাপ শোষণ করতে পারে।

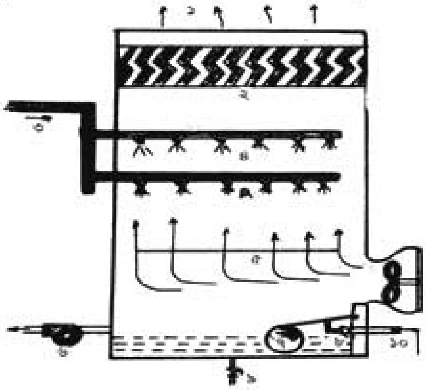
চিত্রে- ১. পানি প্রবেশ, ২. নজল, ৩. ডেক, ৪. পাম্প, ৫. ফ্লোট।



চিত্র- ১৭.৩: ডেক টাইপ কুলিং টাওয়ার।

মিকানিক্যাল বা ফোর্সড এয়ার কুলিং টাওয়ার :

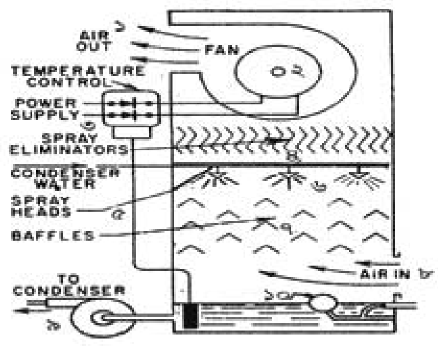
এ কুলিং টাওয়ারে ফ্যানের সাহায্যে বাতাসকে প্রবাহিত করা হয়। কৃত্রিম উপায়ে প্রবাহিত এ বাতাস যখন কুলিং টাওয়ারের নজল থেকে স্প্রেকৃত কন্ডেন্সার থেকে আসা তাপ শোষিত পানির উপর দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন বাষ্পায়নের মাধ্যমে তাপের বিনিময় ঘটে এবং কন্ডেন্সার থেকে আসা গরম পানি শীতল হয়। এক্ষেত্রে বাতাসের গতি ১২০ মিটার/মিনিট থাকে। ১ (one) TR এর জন্য টাওয়ারে ১০০ হতে ১৩০ ঘনমিটার/মিনিট বাতাস প্রবাহের দরকার। বাষ্পায়নকালে ১% হতে ২% পানি লস হয়। এতে Eliminator ব্যবহার করা থাকে। এটি দুই ধরনের হয়ে থাকে। চিত্রে- ১. বায়ু নির্গমন, ২. এলিমিনেটর, ৩. কন্ডেন্সারের দিক, ৪. নজল, ৫. টার্নিং ভেন, ৬. পাম্প, ৭. ফ্লোট, ৮. ফ্লোট ভ্যালভ, ৯. ড্রেইন ওয়াটার ভ্যালভ, ১০. মেক আপ ওয়াটার।


চিত্র- ১৭.৪: ফোর্সড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার।

ফ্যান বা ব্লোয়ারের সাহায্যে বাইরের বাতাস টাওয়ারে নিক্ষেপ করে পানিকে ঠান্ডা করলে তাকে ফোর্সড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার বলে। এক্ষেত্রে বাতাসকে বল প্রয়োগে কুলিং টাওয়ারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করে বাইরে বের করা হয়। এ পদ্ধতিতে ফ্যান টাওয়ারের তলদেশে সেট করা থাকে।

ফোর্সড এয়ার ইনডিউস্‌ড কুলিং টাওয়ার:

১. বাতাস বাহির পথ,
২. ফ্যান,
৩. বিদ্যুৎ সরবরাহ
৪. এলিমিনেটর
৫. হেডার,
৬. নজল,
৭. বাফল,
৮. বাতাস প্রবেশপথ,
৯. পাম্প,
১০. ফ্লোট।



চিত্র- ১৭.৫: ইনডিউস্‌ড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার।

যে সমস্ত টাওয়ারে ফ্যান বা ব্লোয়ার টাওয়ারের উপরিভাগে স্থাপন করা থাকে আর এ ফ্যানের বা ব্লোয়ারের সাহায্যে বাতাসকে নিচ থেকে উপরে টানা হয় তাকে ইনডিউস্‌ড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ার বলা হয়। নিচ হতে উপরে আসা বাতাস পানির তাপ সংগ্রহ করে পানিকে ঠান্ডা করে। বাতাসকে নিচ হতে উপরে টানা হয় বিধায় একে ইনডিউস্‌ড ড্রাফট কুলিং টাওয়ার বলে। এ সিস্টেমে বাতাসকে উপর থেকে পানি ঝর্ণাকারে নিচে নিক্ষিপ্ত হয়। এ পদ্ধতিতে অধিক তাপের বিনিময় হয় বলে এটি অধিক ব্যবহৃত হয়।

১৭.৪. কুলিং টাওয়ারের ব্যবহার :

যে সকল প্ল্যান্টে কন্ডেন্সার থেকে আগত পানিকে শীতল ও পুনঃব্যবহার করার প্রয়োজন হয় সে সব ক্ষেত্রে কুলিং টাওয়ার ব্যবহার করা হয়। কুলিং টাওয়ারের ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো হলো-

ক্রমিক	নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	অ্যাটমোসফেরিক (স্প্রে ও ডেক টাইপ)	এয়ার-কন্ডিশনিং প্ল্যান্ট, ইন্ডাস্ট্রিয়াল (জুট, কটন, লেদ মিলস) কুলিং প্ল্যান্ট, হিমাগার, বরফ কল, ওয়াটার কুল্ড কমপ্রেশরের পানি প্রভৃতি
২	মিকানিক্যাল (এয়ার ড্রাফট ও ইন্ডিউসড)	এয়ার কন্ডিশনিং প্ল্যান্ট, ইন্ডাস্ট্রিয়াল (জুট, কটন, লেদ মিলস) কুলিং প্ল্যান্ট, হিমাগার, বরফ কল, ওয়াটার কুল্ড কমপ্রেশরের পানিকে প্রভৃতি

বিভিন্ন প্রকার কুলিং টাওয়ারের ক্ষমতাঃ

ক) স্প্রে পন্ড (Spray pond) ৪০% হতে ৫০%।

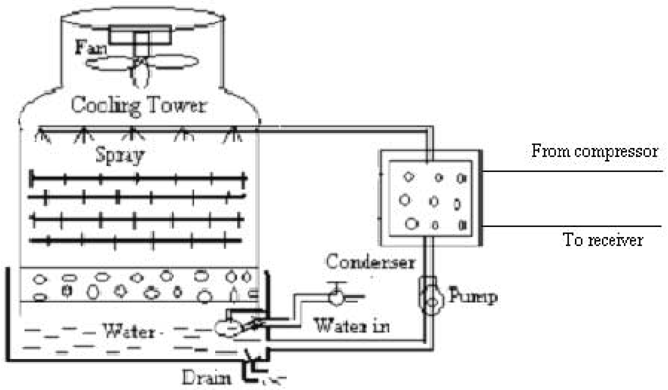
খ) অ্যাটমোসফেরিক টাওয়ার (Atmospheric Tower) ৫০% হতে ৭০%

গ) মিকানিক্যাল এয়ার ড্রাফট টাওয়ার (Mechanical Air Draft Tower) ৬০% হতে ৮০%।

১৭.৫. কুলিং টাওয়ারের চিত্রঃ

বিভিন্ন অংশঃ নিম্নোক্ত অংশগুলো নিয়ে কুলিং টাওয়ার গঠিত হয়।

১. ফ্যান, ২. বডি, ৩. স্প্রে নজল, ৪. ডেক বা বাফল, ৫. বেসিন, ৬. ড্রেইন, ৭. ফ্লোট, ৮. বাইরের পানি প্রবেশপথ, ৯. ভ্যালভ, ১০. কন্ডেন্সারে পানি প্রবেশপথ, ১১, পাম্প, ১২. কন্ডেন্সার, ১৩. কন্ডেন্সারের পানি নির্গমন পথ ইত্যাদি



চিত্র- ১৭.৬ঃ ইনডিউসড এয়ার ড্রাফট ডেক টাইপ কুলিং টাওয়ার।

১৭.৬. কুলিং টাওয়ারের রক্ষণাবেক্ষণ:

কুলিং টাওয়ারের ফ্যান, ফ্যান মোটর, পাম্প, পাম্প মোটর, পানি বা দ্রবণ প্রবাহ লাইন, এলিমিনেটরস, হেডার, কন্ট্রোল বাল্ব, মেক-আপ ওয়াটার ভ্যালভ, লাউভার্স ইত্যাদি থাকে। দীর্ঘ দিন পরিচালনার পর যখন এ থেকে সুষ্ঠু কাজ না পাওয়া যায় তখন একে মেরামত বা সার্ভিসিং-এর প্রয়োজন হয়। এ রক্ষণাবেক্ষণের কাজ মাসিক, ষান্মাসিক এবং বাৎসরিক ভাবে করা যায়। তবে এ নির্ভর করে এর প্রকৃতি, আকৃতি, বিশেষ করে তাপ সঞ্চালন ক্ষমতার উপর। কুলিং টাওয়ার রক্ষণাবেক্ষণের জন্য করণীয় কাজগুলো হলো-

১. কুলিং টাওয়ারের পানি ছেড়ে দিতে হবে,

২. পানির ট্যাংকের আলগা ময়লা বা গাদ পরিষ্কার করতে হবে,

৩. পানির ট্যাংকের স্কেইলিং, সেডিম্যান্ট ব্রাশের সাহায্যে উঠিয়ে পরিষ্কার পানি দিয়ে ধৌত করতে হবে,

৪. এলিমিনেটর, বাফল, ডেক ইত্যাদির উপরিভাগের ময়লা ব্রাশের দ্বারা পরিষ্কার করে ধৌত করতে হবে,

৫. ড্রেন প্লাগ খুলে ট্যাংকের ভিতরের ময়লা ও ময়লা পানি উত্তম রূপে বের করে দিতে হবে,

৬. পাম্প, ফ্যান ও মোটরের কোন অংশ অকেজো বা ক্ষয় হলে তা পরিবর্তন করতে হবে,

৭. পাম্প, ফ্যান ও মোটর দুর্বল বা অকেজো হলে প্রয়োজনে তা পরিবর্তন করতে হবে।

৮. প্রয়োজনে দরকারি অংশে রং-এর প্রলেপ দিতে হবে ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা- ১৭

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। কুলিং টাওয়ার কাকে বলে ?

২। কুলিং টাওয়ারে বায়ুর গতি কত রাখা হয় ?

৩। এক টন ক্ষমতাসম্পন্ন প্ল্যান্টের কুলিং টাওয়ার কী পরিমাণ পানি ব্যবহার করা হয় ?

৪। কুলিং টাওয়ারের অপর নাম কী ?

৫। এলিমিনেটরের কাজ কী ?

৬। কোন প্রকার কুলিং টাওয়ারের ক্ষমতা বেশি এবং তার হার কত ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

৭। বায়ুমণ্ডলীয় কুলিং টাওয়ারের অংশগুলোর নাম লেখ।

৮। কুলিং টাওয়ারের ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম উল্লেখ কর।

৯। ডেক্ টাইপ কুলিং টাওয়ারের চিত্র অংকন কর।

১০। রিভার্স অ্যাক্টিং ওয়াটার ভ্যালভ কোন কুলিং টাওয়ারে এবং কেন ব্যবহার করা হয় ?

রচনা মূলক প্রশ্ন:

১১। কুলিং টাওয়ারের কাজ বর্ণনা কর।

১২। সংজ্ঞাসহ কুলিং টাওয়ারের শ্রেণি বিন্যাস দেখাও।

১৩। চিত্রসহ ফোর্সড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ারের বর্ণনা দাও।

১৪। ফোর্সড এয়ার ইন্ডিউসড কুলিং টাওয়ারের চিত্র চিহ্নিত কর।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৭

উদ্দীপকটি পাঠান্তে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ

কন্ডেন্সারের উষ্ণ পানিকে ঠান্ডা করাই কুলিং টাওয়ারের কাজ। ফ্যানের সাহায্যে বাতাস যখন কুলিং টাওয়ারের স্প্রে করা পানির উপর দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন ঐ পানি ঠান্ডা হয়। এ প্রকার বায়ুর গতি সাধারণত ১২০ মিটার/মিনিট রাখা হয়। এক টন ক্ষমতাসম্পন্ন প্ল্যান্টের জন্য ১০০ থেকে ১৩০ ঘনমিটার/মিনিট বাতাস প্রবাহের দরকার হয়। পানির অপচয় রোধে ও একই পানি বারবার ব্যবহারের উদ্দেশ্যে এ ব্যবহার করা হয়। ফোর্সড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ারের ফ্যান নিচ হতে বাতাসকে ধাক্কা দিয়ে উপর দিয়ে বাইরে নিক্ষেপ করে ।

১। কুলিং টাওয়ারে বায়ুর গতি সাধারণত কত থাকে ?

২। কুলিং টাওয়ারের কাজের ব্যাখ্যা দাও।

৩। কুলিং টাওয়ারের ব্যবহারের উদ্দেশ্য উল্লেখ কর।

৪। ফোর্সড এয়ার ড্রাফট কুলিং টাওয়ারের চিত্র অংকন কর।

অধ্যায়-১৮

ডি-ফ্রস্টিং (De-Frosting)

পানি বা বাষ্প যুক্ত এলাকার তাপমাত্রা শূন্য (0^oC) ডিগ্রি সেঃএর কম হলে সেখানে সাদা আস্তরণ পড়তে থাকে। ঠান্ডার কারণে ইভ্যাপরেটরেও এ আস্তরণ পড়ে। ইভ্যাপরেটর বা কুলিং কয়েলে বরফের আস্তরণকে ফ্রস্টিং বলে। প্রতি ইঞ্চি তুষার বা বরফ প্রায় আধা ইঞ্চি ইনসুলেটরের ন্যায় তাপ প্রবাহে বাধার সৃষ্টি করে। তাই তুষারযুক্ত ইভ্যাপরেটর ঠিকমতো ঠান্ডা করতে পারে না। এতে শীতলায়নের কার্যকারিতা কমে যায়। ফলে ইভ্যাপরেটরকে বরফ বা তুষারমুক্ত রাখা খুবই প্রয়োজন।

১৮.১. ফ্রস্টিং (Frosting) ও ডি-ফ্রস্টিং (De -Frosting):

De-Frosting শব্দটি Frosting এর বিপরীতার্থক শব্দ ডি-ফ্রস্টিং (De-Frosting) শব্দের অর্থ হলো তুষার মুক্তকরণ। Frosting শব্দের অর্থ তুষার সৃষ্টি হওয়া। 0^oC বা তার নিচে তাপমাত্রায় ইভ্যাপরেটরের গায়ে তুষারের আস্তরণ পড়ে। ইভ্যাপরেটর হতে জমাকৃত বরফ দূরীকরণ প্রক্রিয়াকে ডি-ফ্রস্টিং বলা হয়। ইভ্যাপরেটরের তাপমাত্রা 0^o সেঃ এর নিচে থাকলে অফ সাইকল (Off Cycle) অবস্থায় বরফ বা তুষার দূরীভূত হয় না। ফলে কোন কৃত্রিম পদ্ধতির সাহায্যে তুষার মুক্ত করতে হয়। ফ্রস্টিং-এর বিপরীত শব্দ হলো ডি-ফ্রস্টিং। ইভ্যাপরেটর বা কুলিং কয়েল হতে বরফ মুক্ত হওয়াকে ডি-ফস্টিং বলে।

১৮.২ . ফ্রস্টিং ও ডি-ফ্রস্টিং এর মধ্যে পার্থক্য :

সিস্টেমে বেশিক্ষণ তুষার জমে থাকা ক্ষতিকর। কারণ তুষার তাপ প্রবাহের অন্তরক হিসাবে কাজ করে। ফলে ফ্রস্টকে ডি-ফ্রস্টিং করার প্রয়োজন হয়। এ ফ্রস্টিং ও ডি-ফ্রস্টিং-এর মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য বিদ্যমান। ফ্রস্টিং ও ডি-ফ্রস্টিংএর মধ্যে পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো-

ক্রমিক	ফ্রস্টিং	ক্রমিক	ডি-ফ্রস্টিং
১	তুষার আচ্ছাদিত হওয়াকে ফ্রস্টিং বলে	১	তুষার মুক্ত হওয়াকে ডি-ফ্রস্টিং বলে
২	তাপমাত্রা হিমাংকের নিচে এবং ইভ্যাপরেটরে তুষার পড়ে	২	তাপমাত্রা হিমাংকের উর্ধ্বে এবং ইভ্যাপরেটরে তুষার গলবে
৩	নিচু তাপমাত্রায় কুলিং কয়েলে বাড়তি কোন ব্যবস্থা ছাড়াই বরফ জমে	৩	কুলিং কয়েলের বরফ গলতে বাড়তি ব্যবস্থার দরকার হয়
৪	কয়েলে বাড়তি বরফ জমলে তা ইনসুলেশনের মতো কাজ করে ফলে শীতলী করণে বাধা পড়ে।	৪	ডি-ফ্রস্টিং করলে অধিক তাপ অপসারণে সহায়ক হয়
৫	কুলিং কয়েল সম্পূর্ণ বরফ যুক্ত হলে বাতাসকে কম শীতল করা যায়।	৫	কুলিং কয়েল সম্পূর্ণ বরফ মুক্ত হলে বাতাসকে সহজে শীতল করা যায়

১৮.৩. ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতির তালিকা:

বিভিন্ন ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন প্রয়োজনে বিভিন্নভাবে তুষার মুক্ত করা হয়। তাই তুষার মুক্ত করার জন্য বহুবিধ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতিগুলোর নাম হলো-

১. বিরতি পদ্ধতি (Off-cycle Method): এটি ২ প্রকার-
   - ক) হস্তচালিত পদ্ধতি (Manual Method),
   - খ) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি (Temperature Control Method),

২. পানি পদ্ধতি (Water Method),

৩. বিদ্যুৎ পদ্ধতি (Electric Method).

৪. উষ্ণ গ্যাস পদ্ধতি (Hot Gass Method),

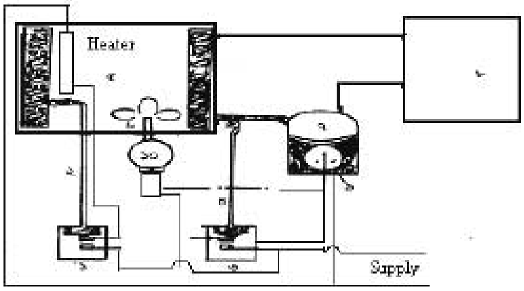
৫. তাপাধার পদ্ধতি (Thermobank Method),

৬. রাসায়নিক পদ্ধতি (Absorption Method)|

১৮.৪. ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা :

১. হস্তচালিত বা বিরতি পদ্ধতি (Manual or Off-cycle Method):

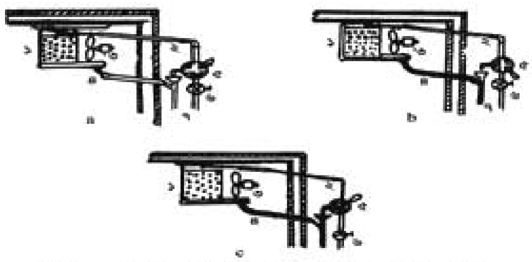
১. হিটিং থার্মোস্ট্যাট,
২. সেনসিবল টিউব
৩. কুলিং থার্মোস্ট্যাট,
৪. সেনসিবল টিউব
৫. ইভ্যাপরেটর,
৬. ফ্যান
৭. কমপ্রেশর,
৮. কন্ডেন্সর
৯. কমপ্রেশর মোটর,
১০. ফ্যান মোটর



চিত্র- ১৮.১: হস্তচালিত ডি-ফ্রস্টিং।

যে ক্ষেত্রে ইভ্যাপরেটরের তাপমাত্রা হিমাংকের কাছাকাছি থাকে সে ক্ষেত্রে কমপ্রেশর বন্ধ করে বরফ গলানো যায়। আলু, সবজি, ফলফলাদি সংরক্ষণ করার হিমাগারে অফ সাইকল পদ্ধতিতে বরফ গলানো হয়। এ পদ্ধতিতে ডি-ফ্রস্টিং-এ সর্বাপেক্ষা বেশি সময় প্রয়োজন হয়।

২. পানি পদ্ধতি (Water Method): এক্ষেত্রে পানির প্রবাহ ঘটিয়ে ডি-ফ্রস্টিং করা হয়।



চিত্র- ১৮.২: পানির প্রবাহ ঘটিয়ে ডি-ফ্রস্টি।

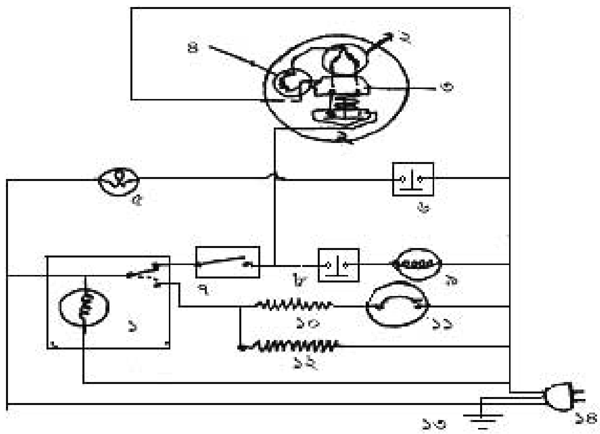
১. ইভ্যাপরেটর;
২. পানি সরবরাহ লাইন;
৩. ফ্যান;
৪. পানির নির্গমন লাইন;
৫. তিন পথ ভালভ;
৬. পানির প্রবাহ নিয়ন্ত্রক;
৭. ব্লিড লাইন।

ইভ্যাপরেটরের জমাকৃত বরফের উপর পানির প্রবাহ ঘটিয়ে বরফ দূরীভূত করা হয়। ব্যবহৃত পানির তাপমাত্রা নরমাল বা বেশি হবে। a নং চিত্রানুযায়ী ইউনিট বন্ধ করতে হবে যাতে ইভ্যাপরেটরে তরল হিমায়ক না থাকে। b নং চিত্রানুযায়ী তিন পথ (3way) ভ্যালভ খুলে দিয়ে ইভ্যাপরেটরে প্রয়োজন মতো পানি সরবরাহ করতে হবে। উক্ত পানি তুষার বা বরফকে গলিয়ে ইভ্যাপরেটরকে তুষার মুক্ত করবে। সাপ্লাই লাইনসহ অন্যান্য অংশ হতে পানি নিষ্কাশন করার জন্য তিন পথ ভ্যালভকে c নং চিত্রানুরূপ অবস্থানে রাখতে হবে।

৩. বিদ্যুৎ পদ্ধতি (Electrical Method):

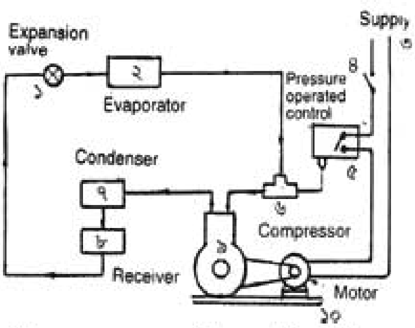
শীতকের ইলেকট্রিক ডি-ফ্রস্টিং ব্যবস্থা স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে। বিভিন্ন (৭৫ হতে ৪০০) ওয়াটের বৈদ্যুতিক হিটার ইভ্যাপরেটর স্থাপন করা থাকে এবং ড্রেইন লাইনের সঙ্গে ড্রেইন হিটার থাকে। টাইমার দ্বারা হিটার বিদ্যুৎশক্তি পায় এবং সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে তুষার গলনের কাজ করে। টাইমার দ্বারা যখন হিটার চালু হয় তখন কমপ্রেশর বা তরল হিমায়ক প্রবাহ লাইনকে বন্ধ হয়। নির্দিষ্ট সময় পর টাইমার হিটারকে বন্ধ করে পুনরায় কমপ্রেশর বা তরল হিমায়ক লাইনকে চালু করে দেয়। ২০২০

১. টাইমার
২. কমপ্রেশর মোটর
৩. রীলে
৪. OLP
৫. ল্যাম্প
৬. ডোর সুইচ
৭. থার্মোস্ট্যাট
৮. ফ্যান সুইচ
৯. ফ্যান মোটর
১০. ডি-ফ্রস্ট হিটার
১১. কুলিং OL
১২. ড্রেইন হিটার
১৩. আর্থিং
১৪. প্লাগ



চিত্র- ১৮.৩: বৈদ্যুতিক পদ্ধতিতে ডি-ফ্রস্টিং।

৪. চাপ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি (Pressure Control Method):



চিত্র- ১৮.৪: চাপ নিয়ন্ত্রণ ডি-ফ্রস্টিং।

১. হিমায়ক কন্ট্রোল ২. ইভ্যাপরেটর,
৩. বিদ্যুৎ সরবরাহ ৪. সুইচ
৫. প্রেশার কন্ট্রোল ৬. কানেকটর
৭. কনডেনসার ৮. রিসিভার
৯. কমপ্রেশর ১০. কমপ্রেশর মোটর

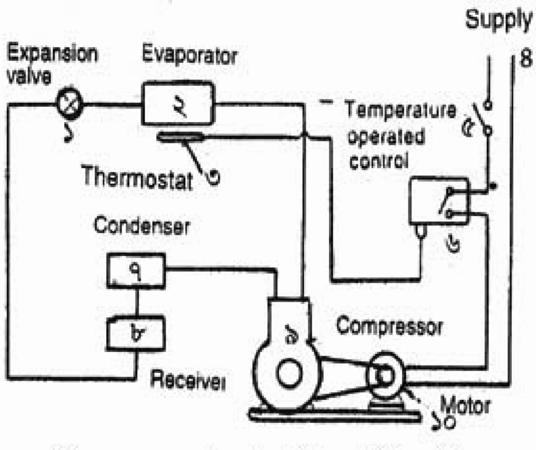
এ পদ্ধতিতে সাকশন প্রেশার নিয়ন্ত্রণ করে ডি-ফ্রস্টিং করা হয়। হিমায়কের চাপের প্রেক্ষিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইউনিট চালু ও বন্ধ হয়। এ পদ্ধতিতে Pre-determined valve ও Pressure operated control ব্যবহার করা হয়। ইভ্যাপরেটর অংশে অতিরিক্ত নিম্নচাপ সৃষ্টির পূর্বে Pressure Control কমপ্রেশর মোটরকে বন্ধ করে দেয়। নিয়ন্ত্রকটি এমনভাবে সেট থাকে যে ইভ্যাপরেটর অংশে $0^{\circ}C$ পর্যন্ত শীতল হতে পারে। $0^{\circ}C$ এর কম তাপমাত্রায় যাবার পূর্বেই ইভ্যাপরেটরে হিমায়ক প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়। অতঃপর চাপ বৃদ্ধি পেয়ে ইউনিট বা প্ল্যান্ট চালু হবার পূর্বেই হিমেল কক্ষ তুষার মুক্ত হয়ে পড়ে। হিমাংকের নিচে কোন ইউনিটে এটা সম্ভব না।

৫. তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি (Temperature Control Method):

এ পদ্ধতিতে ইভ্যাপরেটর অংশের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে ডি-ফ্রস্টিং-এর ব্যবস্থা করা হয়। এ পদ্ধতিতে সরাসরি তাপমাত্রার প্রেক্ষিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে কমপ্রেশর চালু ও বন্ধ হয়। Temperature operated এর রিমোট বাল্ব বা সেন্সিবল টিউব (Remote bulb or Sensible tube) ইভ্যাপরেটর অংশে সেট করা

থাকে। এটি চাপ নিয়ন্ত্রক ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি অপেক্ষা ভালো। তদুপরি প্রধান অসুবিধা হলো উষ্ণ আবহাওয়া ও উচ্চতর লোডে এ পদ্ধতি সম্পূর্ণরূপে তুষারমুক্ত করতে পারে না। এ অসুবিধা হতে রক্ষার জন্য উক্ত বিশেষ মুহূর্তে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক পদ্ধতির পাশাপাশি Off-cycle Defrosting Method ব্যবহার করা হয়। হিমাঙ্কের নিচে কোন ইউনিটে এ পদ্ধতি সম্ভব নয়।

১. এক্সপানশন ভ্যালভ,
২. ইভ্যাপরেটর,
৩. রিমোট বাল্ব,
৪. বিদ্যুৎ সরবরাহ,
৫. সুইচ,
৬. টেম্পারেচার কাট আউট,
৭. কনডেন্সার,
৮. রিসিভার,
৯. কমপ্রেশর,
১০. কমপ্রেশর মোটর।



চিত্র- ১৮.৫: তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ডি-ফ্রস্টিং।

আধা স্বয়ংক্রিয় ইলেকট্রিক ডি-ফ্রস্টিং (Semi-electric defrosting) ব্যবস্থায় থার্মোস্ট্যাট বাটনে চাপ দিলে কম্প্রেসর বন্ধ হয়ে ডি-ফ্রস্টিং হিটার চালু হয়। ৭ থেকে ১০ মিনিটের মধ্যে সঞ্চিত তুষার গলে পানি ট্রেতে জমা হয় অথবা ড্রেইন লাইন দিয়ে বের হয়ে যায়। সম্পূর্ণ বরফ গলে গেলে থার্মোস্ট্যাটের প্রভাবে হিটার বন্ধ হয়ে পুনরায় কম্প্রেসর চালু হয়।

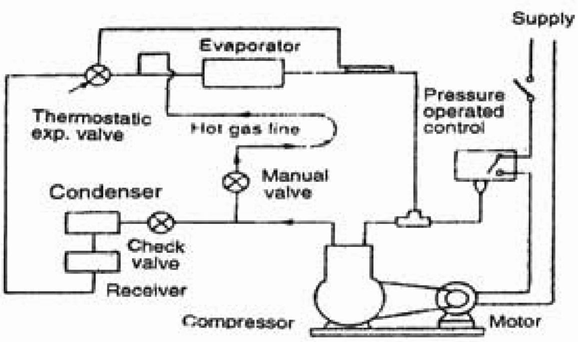
৬. উষ্ণ গ্যাস পদ্ধতি (Hot Gas Method):

যে পদ্ধতিতে কম্প্রেসর থেকে আগত উষ্ণ গ্যাসীয় হিমায়ককে ইভ্যাপরেটরে প্রবাহিত করে কুলিং চেম্বারের তুষার মুক্ত করা হয় তাকে Hot Gas Deforsting Method বলে। এটি ২ প্রকার:

ক) সাধারণ উষ্ণ গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি (Simple hot gas defrosting method),

খ) স্বয়ংক্রিয় উষ্ণ গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি (Automatic hot gas defrosting method)।

১. সাধারণ উষ্ণ গ্যাস পদ্ধতি (Simple hot gas defrosting method):



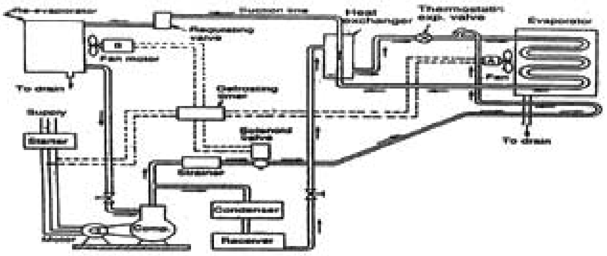
চিত্র- ১৮.৬: সাধারণ উষ্ণ গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং।

২০২০

এ পদ্ধতিতে উষ্ণ হিমায়ক বা হট গ্যাস (Hot gas) বাইপাস লাইন দিয়ে ইভ্যাপরেটরে প্রেরণ করা হয়। ফলে বরফ গলে যায়। By-pass লাইনটির এক প্রান্ত হিমায়ক নিয়ন্ত্রক ও ইভ্যাপরেটরের মধ্যবর্তী অংশে এবং অপর প্রান্ত ডিসচার্জ লাইনে স্থাপন করা থাকে। বাইপাস লাইনে একটা Manual operated valve থাকে। উক্ত ভ্যালভ হাত দ্বারা চালু এবং বন্ধ করতে হয়।

এ পদ্ধতি অপরিকল্পিত এবং বিপজ্জনক কারণ বাষ্পীয় হিমায়ক ইভ্যাপরেটরে প্রবেশের পর ঠান্ডার সংস্পর্শে তা তরল হয়। ডি-ফ্রস্টিং কার্যক্রম বন্ধের পর কমপ্রেশর চালু হলে উক্ত তরল যদি পুনঃবাষ্পীভবনের পূর্বে কমপ্রেশরে প্রবেশ করে তবে কমপ্রেশরে প্রবেশ করলে বড় ধরনের ক্ষয়ক্ষতি হতে পারে। তাই বহু ইভ্যাপরেটর বিশিষ্ট ইউনিট বা প্ল্যান্টে এ ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি ব্যবহার করলে ভালো ফল পাওয়া যায়।

২. স্বয়ংক্রিয় উষ্ণ গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি (Automatic hot gas defrosting method):

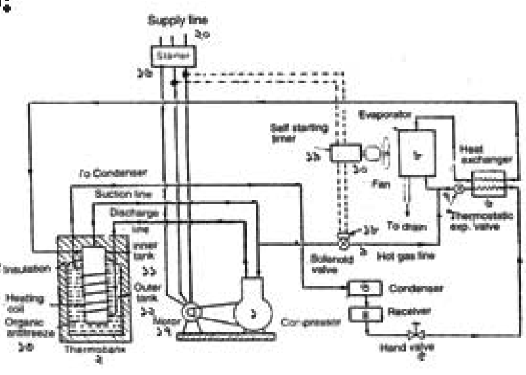


চিত্র- ১৮.৭: স্বয়ংক্রিয় উষ্ণ গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং।

এ পদ্ধতিতে ইভ্যাপরেটরে স্বয়ংক্রিয়ভাবে উষ্ণ গ্যাস প্রেরণের প্রয়োজন। তাই এতে একটা আলাদা হট গ্যাস বাইপাস লাইন, একটা স্বতন্ত্র থার্মোস্ট্যাট এবং হট গ্যাস লাইনে একটা সলেনয়েড ভ্যালভ থাকে। সলেনয়েড ভ্যালভে বিদ্যুৎ প্রাপ্ত হলে হট গ্যাস লাইন খুলে যায়। ফলে উত্তপ্ত গ্যাস সরাসরি ইভ্যাপরেটরে প্রবেশ করে। এবং বরফ গলতে শুরু করে এবং হট গ্যাস তরল হয়ে যায়। উক্ত তরল হিমায়ক যাতে কমপ্রেশরে প্রবেশ করতে না পারে সে জন্যে Re-evaporator এ তা পুনঃবাষ্পায়নের দরকার হয়। ডি-ফ্রস্টিং-এর সময় চিত্রের A ফ্যান বন্ধ এবং B ফ্যান চালু হয়। আবার যখন ডি-ফ্রস্টিং বন্ধ হয় তখন A ফ্যান চালু এবং B ফ্যান বন্ধ থাকে। ডি-ফ্রস্টিং শেষে টাইমার সলেনয়েড ভ্যালভকে বন্ধ করে এবং মেইন হিমায়ক প্রবাহ চালু করে।

৭. তাপাধার পদ্ধতি (Thermobank Method):

১. কমপ্রেশর, ২. থার্মোব্যাংক
৩. কন্ডেন্সার ৪. রিসিভার
৫. হ্যান্ড ভ্যালভ ৬. হিট এক্সচেঞ্জার
৭. এক্সপানশন ভ্যালভ ৮. ইভ্যাপোরেটর
৯. সলেনয়েড ভ্যালভ ১০. ফ্যান
১১. Inner Tank ১২. Outer Tank
১৩. জৈব পদার্থ (এন্টিফ্রিজিং স্যালিউশন)
১৪. হিটিং কয়েল ১৫. Insultation
১৬. স্ট্যার্টার ১৭. কমপ্রেশর মোটর
১৮. সলেনয়েড কয়েল
১৯. ফ্যান মোটর ২০. সরবরাহ।



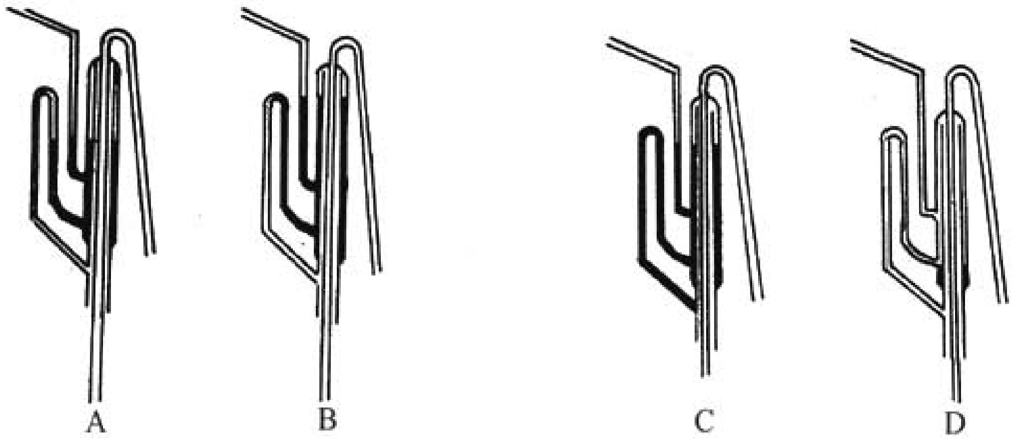
চিত্র- ১৮.৮: থার্মোব্যাংক ডি-ফ্রস্টিং।

২০২০

থার্মোব্যাংকে হট গ্যাস জমা রেখে তাপ সংরক্ষণের মাধ্যমে পদ্ধতিকে ডি-ফ্রস্টিং করা হয়। তাপ আধার হতে সলেনয়েড ভ্যাল্ভ দ্বারা গ্যাস সরবরাহ করে তুষার মুক্ত করা হয়।

৮. রাসায়নিক পদ্ধতি (Absorption Method):

অ্যাবজর্পশন হিমায়ন পদ্ধতির সমন্বয়ে গঠিত রিফ্রিজারেটরে রাসায়নিক ডি-ফ্রস্টিং সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। চিত্রানুরূপ ক্রমান্বয়ে তরল পদার্থ সাইফন (Siphon) টিউবের ডান পার্শ্বে জমা হতে থাকে। প্রতি ১৫ থেকে ২৪ ঘন্টা পরপর উক্ত সাইফন টিউব উপচে পড়ে ও উষ্ণ গ্যাস ইভ্যাপরেটরে গমন করে। ফলে ডি-ফ্রস্টিং হয়। বাইরে টিউবে যথেষ্ট তরল জমা হয়ে ইভ্যাপরেটরগামী টিউব বন্ধ হলে ডি-ফ্রস্টিং প্রক্রিয়াও বন্ধ হয়ে যায়।



চিত্র- ১৮.৯: রাসায়নিক ডি-ফ্রস্টিং।

১৮.৫. ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতির ব্যবহার ক্ষেত্র :

ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতির ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহের নাম :

ক্রমিক	পদ্ধতির নাম	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	বিরতি পদ্ধতি	রিফ্রিজারেটর, বেভারেজ কুলার, ফ্রেশ ফুড হিমাগার
২	পানি পদ্ধতি	আইস প্ল্যান্ট, ফিশ ফ্রিজিং প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ প্রভৃতি
৩	বিদ্যুৎ পদ্ধতি	রিফ্রিজারেটর, ডিপ ফ্রিজার, মিনি কোল্ড স্টোরেজ প্রভৃতি
৪	তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি	আইস প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, এয়ার-কন্ডিশনিং সিস্টেমে ফিশ ফ্রিজিং প্রভৃতি
৫	হট গ্যাস পদ্ধতি	আইস প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, ফিশ ফ্রিজিং প্ল্যান্ট প্রভৃতি
৬	তাপ আধার পদ্ধতি	আইস প্ল্যান্ট, কোল্ড স্টোরেজ, ফিশ ফ্রিজিং প্ল্যান্ট প্রভৃতি;

প্রশ্নমালা-১৮

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১। ডি-ফ্রস্টিং বলতে কী বোঝায়?

২। কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ডি-ফ্রস্টিং শুরু হয়?

৩। Re-Evaporator এর কাজ কী ?

৪। ফ্রস্টিং কাকে বলে ?

৫। কোন ডি-ফ্রস্টিং-এ টাইমার ব্যবহার হয় এবং কেন ?

৬। বৈদ্যুতিক ডি-ফ্রস্টিং-এ কত ওয়াটের হিটিং এলিমেন্ট ব্যবহার হয় ?

৭। হট গ্যাস বাইপাস লাইন কোথায় স্থাপন করা হয় ?

৮। থার্মো ব্যাংক কাকে বলে ?

৯। কোন প্রকার ডি-ফ্রস্টিং-এ সাইফন টিউব ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন:

১০। পানি দ্বারা ডি-ফ্রস্টিং কত প্রকার ও কী কী ?

১১। ইলেকট্রিক ডি-ফ্রস্টিং কাথায় ব্যবহার করা হয় ?

১২। চাপ নিয়ন্ত্রিত ডি-ফ্রস্টিংএ ব্যবহৃত বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

১৩। স্বয়ংক্রিয় হট গ্যাস ডি-ফ্রস্টিং-এর যন্ত্রাংশের তালিকা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১৪। ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতিটির কোনটি উত্তম এবং কেন ?

১৫। ফ্রস্টিং ও ডি-ফ্রস্টিং এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

১৬। ডিফ্রস্টিং কাকে বলে ? ডি-ফ্রস্টিংএ ব্যবহৃত পদ্ধতিগুলোর তালিকা প্রস্তুত কর।

১৭। ডি-ফ্রস্টিং কত প্রকারে করা হয় ? যে কোন একটির বর্ণনা দাও।

১৭। ডি-ফ্রস্টিং-এর ব্যবহার ক্ষেত্রের বিবরণ দাও।

১৯। তাপ নিয়ন্ত্রণ ডি-ফ্রস্টিং-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

সৃজনশীল প্রশ্নের উদাহরণ-১৮

উদ্দীপকটি পাঠ করার পর নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

হিমাংক বা তা অপেক্ষা কম উষ্ণতায় জলীয় কণা ঘনীভূত হয়ে তুষারে পরিণত হবার প্রক্রিয়াকে ফ্রস্টিং এবং হিমাংকের উর্ধ্ব উষ্ণতায় তুষার মুক্ত হবার প্রক্রিয়াকে ডি-ফ্রস্টিং বলে। ফলে ফ্রস্টিং ও ডি-ফ্রস্টিং একে অপরের বিপরীত। সিস্টেমে বেশিক্ষণ তুষার জমে থাকা ক্ষতিকর। কারণ তুষার তাপপ্রবাহের অন্তরক হিসাবে কাজ করে।

১। কী ঘনীভূত হয়ে তুষার সৃষ্টি হয় ?

২। ডি-ফ্রস্টিং বলতে কী বোঝায় ?

৩।'তুষার তাপ প্রবাহের অন্তরক হিসাবে কাজ করে'- বুঝিয়ে লিখ।

৪। বেশিক্ষণ তুষার জমে থাকা ক্ষতিকর কেন? আলোচনা কর।

২০২০

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং- ১

দ্বিতীয় পত্র (দশম শ্রেণি)

ব্যবহারিক- ২

২০২০

২.১. হাইপ্রেশার কাট-আউট পরীক্ষাকরণঃ

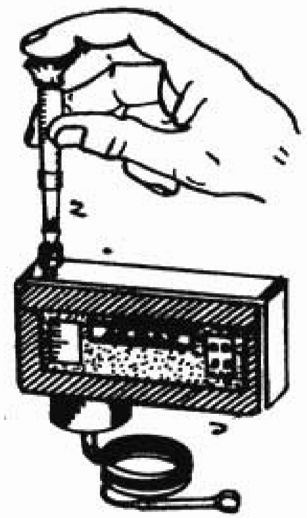
তথ্যঃ সিস্টেমের হাইপ্রেশার সাইডে যে কাট-আউট ব্যবহার করা হয় তাকে হাইপ্রেশার কাট-আউট বলে। নরম্যাল পজি নে এটি কন্ট্যাক্ট অবস্থায় থাকে। অতি উচ্চ চাপে ডিসকন্ট্রাকটর (Discontuct)

যন্ত্রপাতিঃ হাইপ্রেশার কাট-আউট, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্রেশার গেজ, গেজ মেনি ফোল্ড, অ্যাভোমিটার, ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ তার, বাল্ব, কমপ্রেশর এয়ার ইত্যাদি।

হাইপ্রেশার কাট-আউট পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার দিয়ে কাট-আউটে নির্দিষ্ট চাপ সেট করতে হবে। কাট-আউটের সাথে গেজ মেনিফোল্ড সংযোগ করতে হবে। কাট-আউটের সংযোগ স্থানে ওহম মিটারের প্রোব স্পর্শ করতে হবে। অথবা সিরিজ সার্কিটে বাল্ব স্থাপন করে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিত হবে। গেজ মেনিফোল্ডের মাধ্যমে বাতাসের চাপ প্রয়োগ করার পর অ্যাভোমিটারের কন্টিনিউটি বন্ধ হলে বা বাতি নিভে গেলে। আবার বাতাসের চাপ ছেড়ে দিলে আবার কন্টিনিউটি দেখালে বা বাতি পুনরায় জ্বললে। এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ। চিত্রে- ১. হাইপ্রেশার কাট আউট, ২. স্ক্রু-ড্রাইভার কমপ্রেশর এয়ার



চিত্র- ২.১ঃ হাই প্রেশার কাট আউট পরীক্ষা।

২.২. লো-প্রেশার কাট-আউট পরীক্ষাকরণঃ

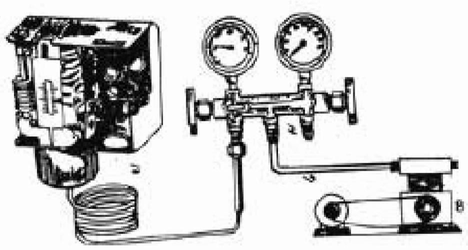
তথ্যঃ অতি নিম্নচাপে যে কাট আউট বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করে তাকে লো প্রেশার কাট আউট বলে। এটি সিস্টেমের লো প্রেশার সাইডে স্থাপন করা থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ লো প্রেশার কাট আউট, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্রেশার গেজ, গেজ মেনিফোল্ড, অ্যাভোমিটার, ভ্যাকিউয়াম পাম্প ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ তার, বাল্ব ইত্যাদি।

লো প্রেশার কাট আউট পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করা যায়ঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভারের সাহায্যে একে কাট আউট ও কাট-ইন প্রেশার সেট করতে হবে। অ্যাভোমিটারের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে। গেজ মেনিফোল্ড ভ্যাকিউয়াম পাম্প সংযোগ দিয়ে চালানোর পর নিম্নচাপে কন্টিনিউটি না দেখালে বা বাতি নিভে গেলে এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।



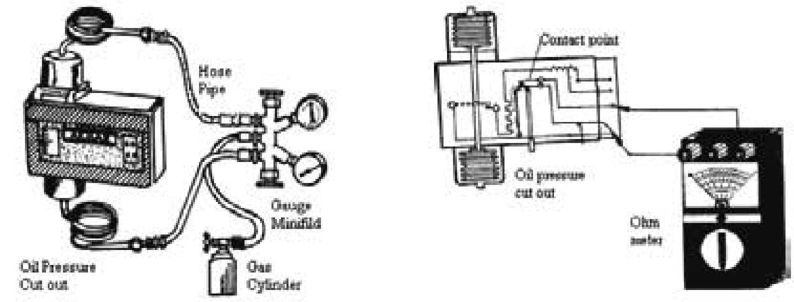
চিত্র- ২.২ঃ লো প্রেশার কাট আউট পরীক্ষা।

২.৩. অয়েল প্রেশার কাট আউট পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ কমপ্রেশরের ঘূর্ণনমান অংশে পরিমিত লুব অয়েল প্রবেশ নিশ্চিত করার জন্যে অয়েল প্রেশার কাট-আউট ব্যবহার করা হয়। নরম্যাল পজিশনে এটি কন্ট্যাক্ট অবস্থায় থাকে। ক্র্যাংকেইসে তেলের পরিমাণ কমে গেলে এটি কমপ্রেশরকে বন্ধ করে দেয় । তবে এ বন্ধ হবার টাইম ডিলে হলো দেড় থেকে দু' মিনিট।

যন্ত্রপাতিঃ অয়েল প্রেশার কাট আউট, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্রেশার গেজ, গেজ মেনিফোল্ড, অ্যাভোমিটার, ভ্যাকিউয়াম পাম্প ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ তার, বাল্ব, কম্প্রেসড এয়ার ইত্যাদি।



চিত্র- ২.৩: অয়েল প্রেশার কাট আউট পরীক্ষা।

অয়েল প্রেশার কাট আউট পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

স্ক্রু-ড্রাইভারের সাহায্যে নির্দিষ্ট চাপে কাট আউট সেট করতে হবে। ডিলে সুইচ ও কনট্যাক্ট পয়েন্টের কন্টিনিউটি দেখালে, ভালো। কাট আউটের সাথে গেজ মেনিফোল্ড সংযোগ করতে হবে। পরীক্ষার জন্য সার্কিট তৈরী করতে হবে। প্রয়োজনীয় গ্যাসের চাপ প্রয়োগ করে ডিফারেন্সিয়াল চাপ লক্ষ করতে হবে। যে চাপে কন্টিনিউটি ডিসকন্ট্যাক্ট দেখাবে, হাই ডিফারেন্সিয়াল চাপ। ভ্যাকিউয়াম পাম্প দিয়ে অপসারণের মাধ্যমে কাট আউটের কন্টিনিউটি পরীক্ষায় ডিসকন্ট্যাক্ট দেখালে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।

২.৪. টেম্পারেচার কাট আউট পরীক্ষাকরণঃ

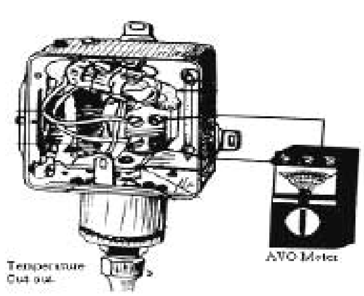
তথ্যঃ নিয়ন্ত্রিত অঞ্চলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য টেম্পারেচার কাট আউট ব্যবহার করা হয়। এটি নিয়ন্ত্রিত অঞ্চলের তাপমাত্রা অনুযায়ী সলিনয়েড ভ্যাল্‌ভকে বা কমপ্রেশর মোটরকে চালু ও বন্ধ করে।

যন্ত্রপাতিঃ টেম্পারেচার কাট আউট, স্ক্রু-ড্রাইভার, অ্যাভোমিটার, সলিনয়েড ভ্যাল্‌ভ ইত্যাদি।

উপকরণাদিঃ তার, বাল্ব ইত্যাদি।

টেম্পারেচার কাট আউট পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

নির্ধারিত তাপমাত্রার কাট আউট ও কাট-ইন স্কেল সেট করতে হবে। সাধারণ তাপমাত্রায় অ্যাভোমিটারের সাহায্যে কন্টিনিউটি দেখালে বা সার্কিটের বাতি জ্বললে, নির্ধারিত ঠাণ্ডার উপস্থিতিতে কন্টিনিউটি ডিসকানেক্ট হলে বা সার্কিটের বাতি নিভে গেলে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।



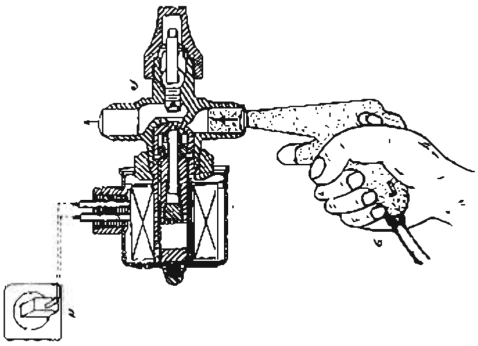
চিত্র- ২.৪: টেম্পারেচার কাট-আউট পরীক্ষা।

২.৫. সলিনয়েড ভ্যালভ পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত প্রবাহী নিয়ন্ত্রককে সলিনয়েড ভ্যাল্ব বলে। এতে কয়েল থাকে। কয়েল বিদ্যুতায়িত হলে এর প্লাঞ্জার প্রবাহ পোর্টকে খুলে দেয়। বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হলে প্রবাহ পোর্ট বন্ধ হয়।

যন্ত্রপাতি: সলিনয়েড ভ্যালভ, ওহম বা অ্যাভোমিটার ইত্যাদি।

উপকরণাদি: তার, বাল্ব, কমপ্রেশড এয়ার ইত্যাদি।



চিত্র- ২.৫: সলিনয়েড ভ্যালভ পরীক্ষা।

সলিনয়েড ভ্যালভ পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করার প্রয়োজন:-

ওহম বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে যদি ওহম দেখায়, তবে ভালো। ভ্যালভে লিপিবদ্ধ ভোল্টেজ অনুযায়ী কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে প্লাঞ্জার সশব্দে উঠা নামা করলে, ভালো। ভ্যালভের কার্যকারিতা পরীক্ষায় কমপ্রেশড এয়ার প্রয়োগ করার পর যদি প্রেশার কমে যায়, তবে এতে লীক আছে। অন্যথায় লীক নাই। চিত্রে- ১. সলিনয়েড ভ্যালভ, ২. প্লাগ, ৩. চাপযুক্ত বায়ু।

২.৬. থ্রি-ফেজ স্কুইরেল কেইস মোটর পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: তিন ফেজ দ্বারা চালিত মোটরকে থ্রি-ফেজ মোটর বলে। এ মোটরে প্রথক তিনটি তারের তিনটি ওয়্যাইন্ডিং থাকে। এর প্রতিটি ওয়্যাইন্ডিং বা কয়েলে সমান রেজিস্ট্যান্স থাকে। কয়েল তিনটি ডেল্টা বা স্টারে সংযোগ থাকে।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, থ্রি-ফেজ মোটর, অ্যাভোমিটার, অ্যাম্পিয়ার মিটার, বিয়ারিং টেস্টার ইত্যাদি।

থ্রি-ফেজ স্কুইরেল কেইস মোটর পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করা দরকার:-

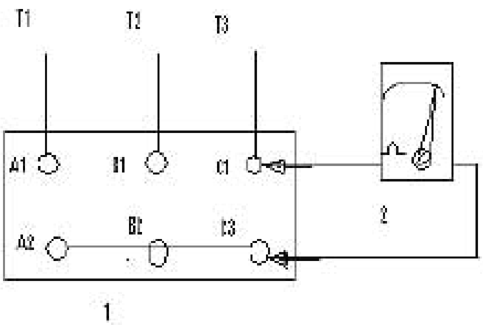
স্ক্রু-ড্রাইভার ও প্লায়ার্স দিয়ে মোটরের সংযোগ টার্মিন্যাল বক্স খুলে টার্মিন্যালগুলো পরীক্ষা করতে হবে। ওহম মিটারের সাহায্যে প্রতিটি ওয়াইন্ডিং এর রোধক পরিমাপ এবং কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। রোধগুলো তুলনা করতে হবে। সবগুলো কয়েল একই ওহম দেখালে, ভালো। অ্যাভো দিয়ে মোটরের গ্রাউন্ড বা বডি পরীক্ষায় অসীম ওহম দেখালে, ভালো। বিয়ারিং টেস্টার দিয়ে বিয়ারিং পরীক্ষায় শব্দহীন ও নিরবচ্ছিন্নভাবে ঘুরলে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।

চিত্র- ২.৬: থ্রি-ফেজ স্কুইরেল কেইস মোটর পরীক্ষা।

২.৭. থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর স্টার সংযোগ পরীক্ষাকরণঃ

তথ্য থ্রি-ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল স্টার ও ডেল্টা (দুই ধরনের) সংযোগ থাকে। তিন কয়েলের তিন প্রান্ত এক বিন্দুতে সংযোগ করে কয়েলের বাকি তিন প্রান্ত সংযোগ টার্মিন্যাল হিসেবে ব্যবহার করা হলে তা হবে স্টার কানেক্টেড মোটর।

যন্ত্রপাতিঃ স্টার সংযোগ বিশিষ্ট থ্রি-ফেজ মোটর, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যামোমিটার ইত্যাদি।



চিত্র- ২.৭ঃ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর স্টার সংযোগ পরীক্ষা।

থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর স্টার সংযোগ পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার ও প্লায়ার্স দিয়ে মোটরের টার্মিন্যাল বক্স খুলে মোটরের টার্মিনাল সংযোগগুলো শনাক্ত করতে হবে। টার্মিন্যালগুলোরও কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। ওহম মিটারের সাহায্যে প্রতিটি ওয়াইন্ডিং-এর রোধক পরিমাপে একই পরিমাণ ওহম দেখালে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ। পুনরায় স্টার সংযোগ করে পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্রে- ১. মোটর টার্মিনাল, ২. অ্যামোমিটার।

২.৮. থ্রিফেজ মোটর ডেল্টা সংযোগকরণঃ

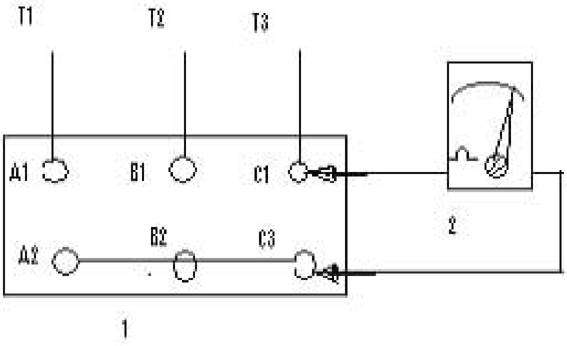
তথ্যঃ থ্রি-ফেজ মোটরের টার্মিন্যাল স্টার ও ডেল্টা (দুই ধরনের) সংযোগ হয়ে থাকে। তিন কয়েলের ছয় প্রান্তের একটি অপটির সাথে পর্যায়ক্রমে তিন জোড়া প্রান্ত নিয়ে তিনটি টার্মিন্যাল তৈরি করে যে সংযোগ দেওয়া হয় তাকে ডেল্টা সংযোগ বলে।

যন্ত্রপাতিঃ স্টার সংযোগ বিশিষ্ট থ্রি-ফেজ মোটর, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যামোমিটার ইত্যাদি।

থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ডেল্টা সংযোগ পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

স্ক্রু-ড্রাইভার ও প্লায়ার্স দিয়ে মোটরের টার্মিন্যাল বক্স খুলে মোটরের টার্মিনাল সংযোগগুলো চিহ্নিত করতে হবে। টার্মিন্যালগুলোর কন্টিনিউটি পরীক্ষায় একই পরিমাণ ওহম দেখালে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ। ওহম মিটারের সাহায্যে প্রতিটি ওয়াইন্ডিং-এর রোধক পরিমাণ করতে হবে। সংযোগ আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্রে- ১. মোটর টার্মিনাল, ২. অ্যামোমিটার।



চিত্র- ২.৮ঃ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ডেল্টা সংযোগ পরীক্ষা।

২০২০

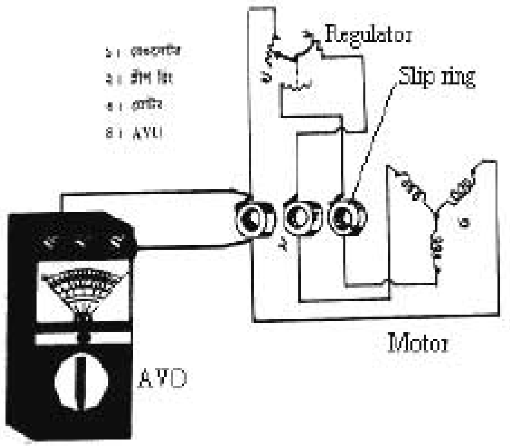
২.৯. স্লিপ রিং মোটর পরীক্ষাকরণ৷

তথ্যঃ যে থ্রি-ফেজ মোটরে স্লিপ রিং ও কার্বন.ব্রাশ স্থাপন করা থাকে তাকে স্লিপ রিং মোটর বলে।

যন্ত্রপাতিঃ থ্রি-ফেজ সস্লীপ রিং মোটর, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যাভোমিটার, ম্যাগনিফাইং গ্লাস, মেগার ইত্যাদি।

থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ডেল্টা সংযোগ পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে৷-

স্ক্রু-ড্রাইভার ও প্লায়ার্স দিয়ে মোটরের টার্মিন্যাল বক্স খুলে মোটরের টার্মিনাল সংযোগগুলো চিহ্নিত করতে হবে। টার্মিন্যালসগুলোর কন্টিনিউটি দেখাতে। Ohm মিটারের সাহায্যে প্রত্তিটি ওয়াইন্ডিং-এর রোধের পরিমাপ একই হলে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ। স্প্রিং ও কার্বন ব্রাশ অবস্থান ও অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে। ম্যাগার দ্বারা মোটরের গ্রাউন্ড বা বডি পরীক্ষা করতে হবে। Auxiliary সার্কিটও পরীক্ষা করতে হবে।

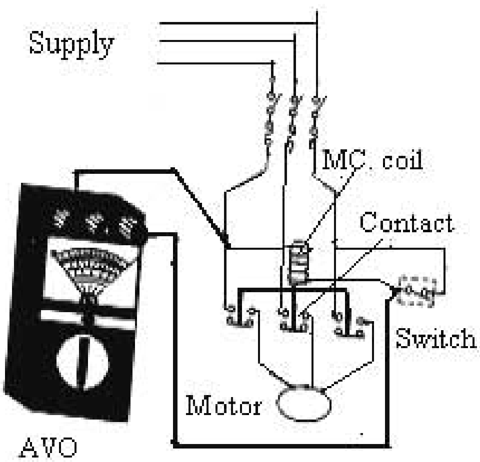


চিত্র- ২.৯: থ্রি-ফেজ স্লিপ রিং মোটর ডেল্টা সংযোগ পরীক্ষা।

২.১০. স্টার্টার পরীক্ষাকরণ:

তথ্যঃ থ্রি-ফেজ মোটরকে নিরাপদে স্টার্ট করার জন্য যে বৈদ্যুতিক যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে স্টার্টার বলে। বিভিন্ন প্রকার স্টার্টারের মধ্যে ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টার অন্যতম। এতে একটি ম্যাগনেটিক কয়েল থাকে। কয়েল ২২০ বা ৪৪০ ভোল্টের হতে পারে।

যন্ত্রপাতিঃ স্টার্টার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, ওহম মিটার, নিয়ন টেস্টার ইত্যাদি।



চিত্র- ২.১০: স্টার্টার পরীক্ষা।

স্টার্টার পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে৷-

অ্যাভোমিটার দিয়ে ম্যাগনেটিক কয়েলের এবং কন্ট্যাক্ট পয়েন্টগুলোর কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। কন্ট্যাক্ট পয়েন্টের স্প্রিং এর অবস্থা ও ক্ষমতা পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের সাথে স্টার্টারের সংযোগ দিতে হবে। অন অফ সুইচ চালু করে সংযোগ ও স্টার্টার পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্রে- ১. স্টার্টার, ২. ওহম মিটার, মোটর।

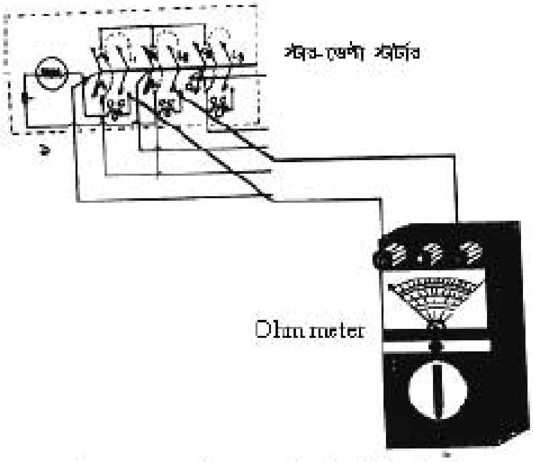
২.১১. স্টার ডেল্টা স্টার্টার পরীক্ষাকরণঃ

তথ্যঃ যে স্টার্টার কেজ ভোল্টেজের মাধ্যমে মোটরকে চালু করে লাইন ভোল্টেজের সাহায্যে পরিচালনা করে তাকে স্টার ডেল্টা স্টার্টার বলে। ম্যানুয়ালি বা তিনটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের মাধ্যমে স্টার ডেল্টায় মোটর চালানো যায়।

যন্ত্রপাতিঃ স্টার ডেল্টা স্টার্টার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, অ্যামোমিটার, টেস্টার ইত্যাদি।

স্টার-ডেল্টা স্টার্টার পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

স্ক্রু-ড্রাইভার দ্বারা স্টার্টারের কভার খুলে সংযোগগুলো পরীক্ষা করতে হবে। কন্ট্যাক্ট পয়েন্টগুলো পরীক্ষা করতে হবে। ওভারলোড সেটিং পরীক্ষা করতে হবে। অ্যামোমিটার দিয়ে ওভারলোড সেটিং কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। মোটরের সাথে (লোডের মাধ্যমে) স্টার্টার সংযোগ দিয়ে সরবরাহ প্রদান করে পরীক্ষা করতে হবে।

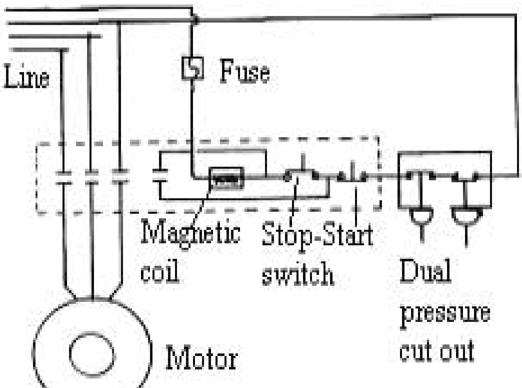


চিত্র- ২.১১: স্টার ডেল্টা স্টার্টার পরীক্ষা।

২.১২. থ্রি-ফেজ মোটরের অটো অফ-অন সুইচ সংযোগকরণঃ

তথ্যঃ থ্রি-ফেজ মোটরকে অটোমেটিক অন অফ বা স্বয়ংক্রিয় চালু বা বন্ধ করা যায়। এ স্বয়ংক্রিয় চালু বা বন্ধ করার জন্য নিচের যন্ত্রপাতি প্রয়োজন হয়।

যন্ত্রপাতিঃ তিন ফেজ মোটর, প্রেসার কাট-আউট, টেম্পারেচার কাট-আউট, স্টার্টার, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, ওহমমিটার, নিয়ন টেস্টার ইত্যাদি।



থ্রি-ফেজ মোটরের অটো অফ-অন সুইচ সংযোগ করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করা হয়:-

স্ক্রু-ড্রাইভারের সাহায্যে হাইপ্রেশার ও লো প্রেশার কাট আউট, টেম্পারেচার কাট আউট বা থার্মোস্ট্যাট ও সলিনয়েড সংযোগ দিতে হবে। অতঃপর থ্রি-ফেজ মোটর ও স্টার্টার সংযোগ দিয়ে অটোমেটিক অপারেশনের জন্য অফ অন সুইচ সংযোগ দিতে হবে। ওহম মিটারের সাহায্যে সংযোগ ও কন্ট্যাক্ট পয়েন্টসমূহ পরীক্ষা করতে হবে।

চিত্র- ২.১২: থ্রি-ফেজ মোটরের অটো অফ অন সুইচ সংযোগ।

২.১৩. মেটালিক ফিল্টার রক্ষণাবেক্ষণকরণ।

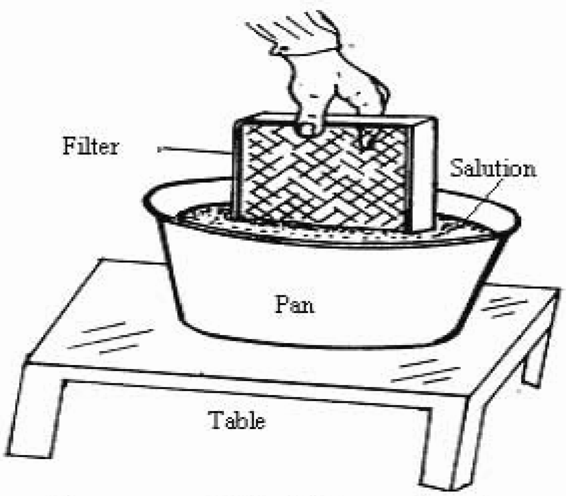
তথ্য: বাতাসের অপদ্রব্য পরিশ্রুত করার কারণে ফিল্টারে ময়লা আটকে যায় যা বিশেষ বিশেষ সময় পরিষ্কার করার প্রয়োজন হয়। নিয়মিতভাবে এর পরিচর্যা রক্ষণাবেক্ষণ না করলে নিয়ন্ত্রিত কক্ষে অবস্থা আরামদায়ক ও স্বাস্থ্যপ্রদ হবে না। এ জন্য ফিল্টারের পরিচর্যা অপরিহার্য।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু-ড্রাইভার, রেঞ্চ, ফিল্টার, স্প্রে গান, এয়ার কমপ্রেশর ইত্যাদি।

উপকরণাদি: পানির পাত্র ও পানি, কমপ্রেশড এয়ার, ইত্যাদি।

মেটালিক ফিল্টার রক্ষণাবেক্ষণ করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবে:-

ইউনিট বা প্ল্যান্ট হতে এয়ার ফিল্টার পৃথক করতে হবে। কমপ্রেশড এয়ার দ্বারা ফিল্টারের আলগা ময়লা পরিষ্কার করে স্যালিউশনে ভিজাতে হবে। পরিষ্কার পানি দিয়ে উত্তমরূপে ধৌত করতে হবে। প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে ফিল্টার এর উপর তেল স্প্রে করতে হবে। ফিল্টার পুনঃস্থাপন করতে হবে।



চিত্র- ২.১৩: মেটালিক ফিল্টার রক্ষণাবেক্ষণ।

২.১৪. পাম্প রক্ষণাবেক্ষণকরণ:

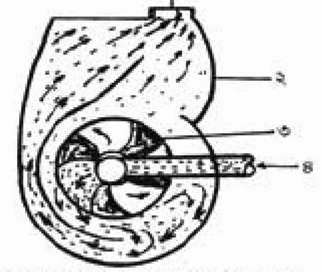
তথ্য: তরল প্রবাহী স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রের নাম পাম্প। এর থেকে ভালো ফল পাবার জন্য এর রক্ষণাবেক্ষণ বা পরিচর্যা প্রয়োজন। বিভিন্নভাবে ও বিভিন্ন মেয়াদে পাম্পের পরিচর্যা হয়ে থাকে।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু-ড্রাইভার, বিভিন্ন ধরনের রেঞ্চ, পাম্প, স্প্রে গান, এয়ার কমপ্রেশর ইত্যাদি।

উপকরণাদি: পানি, কেরোসিন, পাত্র, কাপড়ের টুকরা, স্পঞ্জ, কমপ্রেশড এয়ার ইত্যাদি।

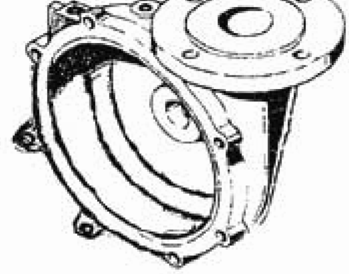
পাম্প রক্ষণাবেক্ষণ করার কাজ নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করা হয়:-

পাম্প প্ল্যান্টে লাগানো থাকলে প্রাইমিং (পানি) মুক্ত করে প্ল্যান্ট হতে অপসারণ করতে হবে। পাম্পে সমস্যা থাকলে কেসিং থেকে ইম্পেলার বের করতে হবে। স্টাফিং বক্সের বিভিন্ন অংশ পৃথক করতে হবে। প্রয়োজনীয় মেরামত বা সার্ভিসিং করে পাম্প পুনঃস্থাপন করে তা প্রাইমিং করতে হবে। পাম্প চালু করে পাম্পের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে হবে।



১. পানির বাহির
২. পাম্প বডি
৩. ইম্পেলার
৪. পানি প্রবেশ

চিত্র-২.১৪ (ক): সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প ইম্পেলার।



চিত্র-২.১৪ (খ): সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প কেসিং।

চিত্র- ২.১৪ পাম্প রক্ষণাবেক্ষণ।

২.১৫. অটো ডি-ফ্রোস্টিং পদ্ধতি তৈরিকরণ।

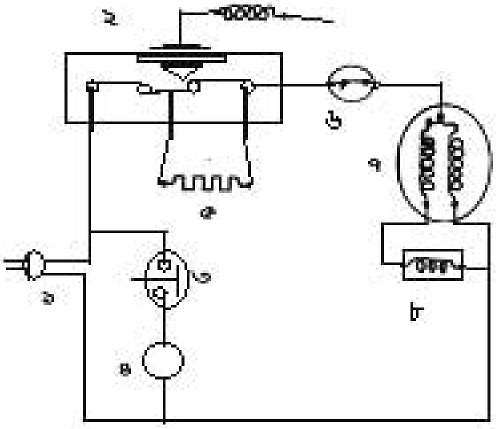
তথ্য। ইভাপোরেটরের অনাকাঙ্ক্ষিত বরফ স্বয়ংক্রিয়ভাবে মুক্ত করার প্রক্রিয়াকে অটো ডি-ফ্রোস্টিং বলে। ইভাপোরেটরের অংশের বরফ স্বয়ংক্রিয়ভাবে গলানোর জন্য অটো ডি-ফ্রোস্টিং ব্যবস্থা থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ হিমায়ন চক্র (অটো ডি-ফ্রোস্ট রিফ্রিজারেটর বা ফ্রিজার), কম্প্রেশর মোটর, রিলে, ওভার লোড প্রটেক্টর, তিন পিন থার্মোস্ট্যাট, ল্যাম্প, ডোর সুইচ, ডিফ্রস্ট হিটার, স্ক্রু-ড্রাইভার, প্লায়ার্স, ওহম মিটার, নিয়ন টেস্টার ইত্যাদি।

অটো-ডিফ্রস্টিং পদ্ধতি তৈরি করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

চিত্রানুযায়ী রিফ্রিজারেশন সিস্টেম তৈরি করতে হবে বা রিফ্রিজারেটর সংগ্রহ করতে হবে। চিত্রের ন্যায় বর্তনী তৈরি করে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে মোটরকে চালাতে হবে। বরফের সাহায্যে থার্মোস্ট্যাটের দ্বারা মোটর সংযোগ বন্ধ করিয়ে হিটারে সংযোগ দেবার ব্যবস্থা করতে হবে। হিটার গরম হলে বুঝতে হবে ডি-ফ্রস্টিং ব্যবস্থা সঠিক আছে।

চিত্র- ১.প্লাগ, ২. তিন পিন থার্মোস্ট্যাট, ৩. ডোর সুইচ, ৪. বাতি, ৫. হিটার, ৬. OLP, ৭. রিলে, ৮. মোটর।

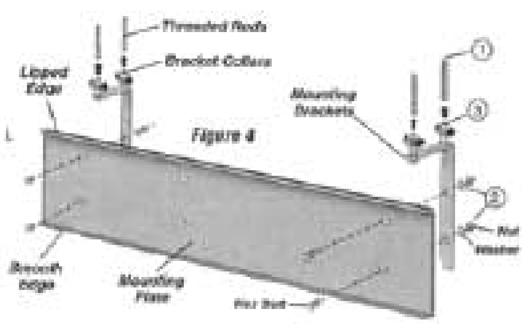


চিত্র- ২.১৫ঃ অটো ডি-ফ্রস্টিং পদ্ধতি তৈরি

২.১৬. এয়ার কারটেইন রক্ষণাবেক্ষণকরণ।

তথ্য। যে ডিভাইস এর মাধ্যমে দরজা বরাবর শক্তিশালী বাতাস প্রবাহ করে ভিতরের পরিবাহিত বাতাস ও বাইরের বাতাস পৃথক করা হয় তাকে এয়ার কারটেইন (Air Curtain) বলে। এর থেকে ভালো ফল পাবার জন্য এর রক্ষণাবেক্ষণ বা পরিচর্যা প্রয়োজন। বিভিন্নভাবে ও বিভিন্ন মেয়াদে এয়ার কার্টেনএর পরিচর্যা হয়ে থাকে।

যন্ত্রপাতিঃ নিয়ন টেস্টার, স্ক্রু-ড্রাইভার, বিভিন্ন ধরনের প্লায়ার্স, রেঞ্চ, ইত্যাদি।



চিত্র- ২.১৬ (ক): এয়ার কার্টিং এর মাউন্টিং প্লেট।

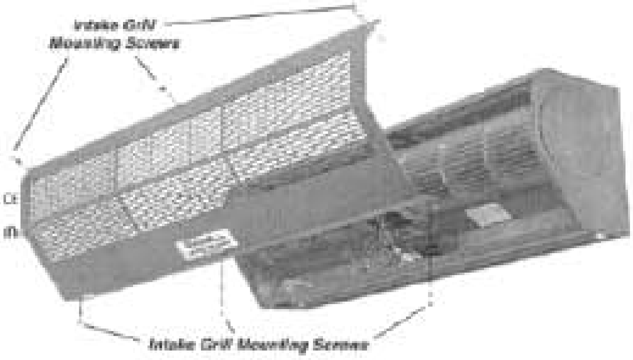
উপকরণসমূহঃ পানি, পাত্র, কাপড়ের টুকরা, স্পঞ্জ, ডিটারজেন্ট বা সাবান ইত্যাদি।

এয়ার কার্টিং রক্ষণাবেক্ষণ করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করা হয়ঃ-

সংযোগ কর্ডের প্লাগ খুলতে হবে। চিত্রের মাউন্টিং প্লেট হতে এয়ার মোটরটি নিচেই নামাতে হবে।

২০২০

মাউন্টিং স্ক্রু খুলে ইনটেক গ্রিলকে কেবিনেট বা ফ্যান বাস্কেট হতে পৃথক করতে হবে। ইনটেক গ্রিলসহ কেবিনেট বাস্কেটকে নেকড়া বা টুকরা কাপড় দিয়ে প্রাথমিকভাবে পরিষ্কার করতে হবে। অতঃপর হালকা সাবান দিয়ে এগুলো উত্তমরূপে পরিষ্কার করতে হবে। পানি ঝরিয়ে পুনঃস্থাপন করতে হবে।



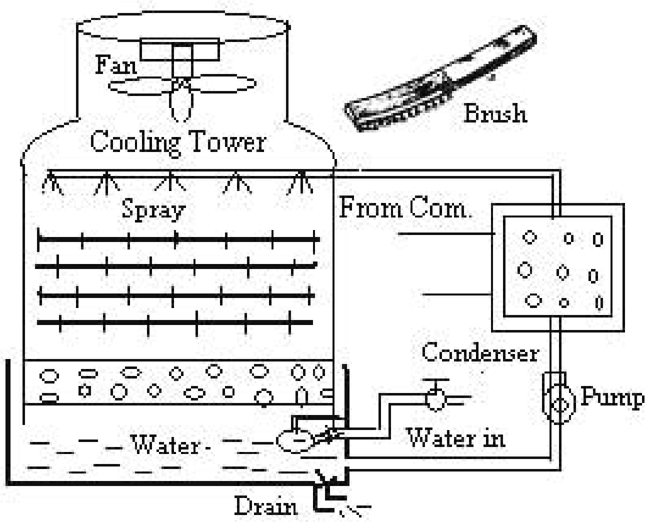
চিত্র- ২.১৬ (খ): এয়ার কার্টেন রক্ষণাবেক্ষণ।

২. ১৭. কুলিং টাওয়ার রক্ষণাবেক্ষণকরণ:

তথ্য: কন্ডেনসারে ব্যবহৃত পানিকে ঠান্ডা করার যন্ত্রের নাম কুলিং টাওয়ার। দীর্ঘদিন ব্যবহারের কারণে এর থেকে ভালো ফল পাওয়া যায় না। ভালো ফল পাবার জন্য এর রক্ষণাবেক্ষণ বা পরিচর্যা প্রয়োজন হয়। বিভিন্নভাবে ও বিভিন্ন মেয়াদে এর পরিচর্যা হয়ে থাকে।

যন্ত্রপাতি: স্ক্রু ড্রাইভার, বিভিন্ন ধরনের রেঞ্চ, কুলিং টাওয়ার, স্প্রে পাম, এয়ার কমপ্রেসার, ব্রাশ ইত্যাদি।

উপকরণাদি: পানি, কাপড়ের টুকরা, স্পঞ্জ, কমপ্রেসড এয়ার ইত্যাদি।



চিত্র- ২.১৭: কুলিং টাওয়ার রক্ষণাবেক্ষণ।

কুলিং টাওয়ার রক্ষণাবেক্ষণ করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

কুলিং টাওয়ার পানির ট্যাংকে পানি মুক্ত করতে হবে। ট্যাংক, পাইপ ও অন্যান্য যন্ত্রাংশের আলগা ময়লা পানি দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে। ব্রাশের সাহায্যে স্কেলিং বা সেডিম্যান্ট উঠিয়ে পরিষ্কার পানি দিয়ে উত্তমরূপে ধৌত করতে হবে। প্রয়োজনীয় মেরামত করে কুলিং টাওয়ার চালু করে কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে হবে।

২.১৮. পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার চালনাঃ

তথ্যঃ

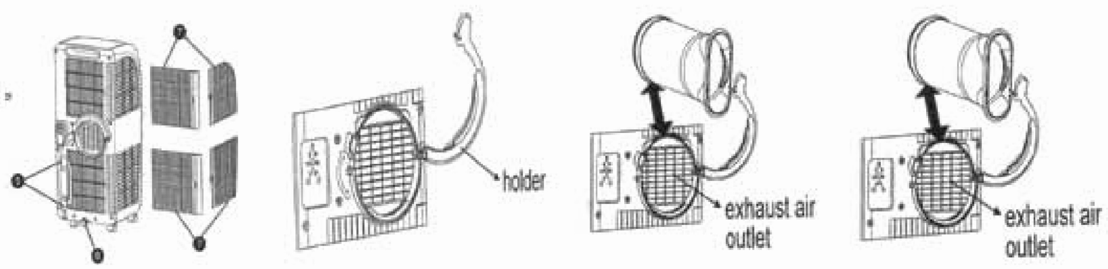
Portable Air-conditioner সর্বশেষ শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র। এর অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো একে তাৎক্ষণিক স্থানান্তর করে সুবিধাজনক স্থানে রেখে চালানো যায়। তাই একে Portable Air-conditioner বলে। এর পরিচালনা সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন প্রয়োজন।

যন্ত্রপাতিঃ

প্লায়ার্স, নিয়ন টেস্টার, অ্যাভোমিটার, স্ক্রু ড্রাইভার, বিভিন্ন ধরনের রেঞ্চ, পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার, থার্মোমিটার, স্লিং সাক্রোমিটার ইত্যাদি।

পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনার চালনা করার কাজ নিম্নোক্তভাবে সমাধান করতে হবেঃ-

অ্যাভোমিটার দিয়ে সরবরাহ লাইনের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে। আমাদের দেশের জন্য ইহা 200V থেকে 240V পর্যন্ত হতে হবে। পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের ক্ষমতা এবং কক্ষের পরিমাপ বিবেচনা করতে হবে যে, ইহা কক্ষের জন্য উপযোগী না অনুপযোগী। উপযোগী বা মানানসই মনে হলে একে চালাতে হবে এবং থার্মোমিটার ও স্লিং সাক্রোমিটার দিয়ে যথাক্রমে দেখতে হবে কক্ষের বাতাসের তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা আরামদায়ক মাত্রায় আছে কিনা। যদি থাকে, তাহলে পিএসি টা কক্ষের জন্যে উপযুক্ত।



চিত্র- ২.১৮ (ক) : পোর্টেবল এয়ার-কন্ডিশনারের বিভিন্ন অংশ।

অতঃপর এর ভিতরের যন্ত্র-যন্ত্রাংশগুলো বিয়োজন করে তালিকা প্রস্তুত করতে হবে এদের কাজ নিম্নরূপ :-

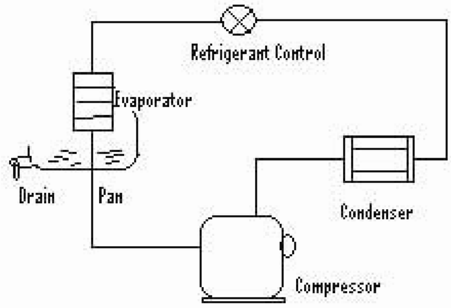
১. কমপ্রেশর: হিমায়ক পাম্পিং এর কাজ করে।

২. কন্ডেনার: হিমায়ককে ঘনীভূত করে।

৩. হিমায়ক নিয়ন্ত্রক: হিমায়কের চাপ কমিয়ে প্রয়োজনীয় চাপে নিয়ন্ত্রণ করে।

৪. ইভ্যাপরেটর: তাপ শোষণ ও ডি-হিউমিডিফিকেশনের কাজ করে।

৫. পানির পাত্র: ইভ্যাপরেটরের কন্ডেনড পানি পাত্রে জমা হয় এবং ড্রেইন দিয়ে বের হয়ে যায়।



চিত্র- ২.১৮ (খ)- পোর্টেবল এসির ভিতরের বিভিন্ন অংশ।

২.১৯. ডি-হিউমিডিফায়ারের বৈদ্যুতিক ও যান্ত্রিক বর্তনী পরীক্ষাকরণ:

তথ্য: পরিকল্পিত স্থানের আদ্রতা কমানোর যন্ত্রের নাম ডি-হিউমিডিফায়ার। এর বৈদ্যুতিক বর্তনী, যান্ত্রিক ডায়াগ্রাম ও ফ্যান মোটর পরীক্ষা পদ্ধতি জানা প্রয়োজন।

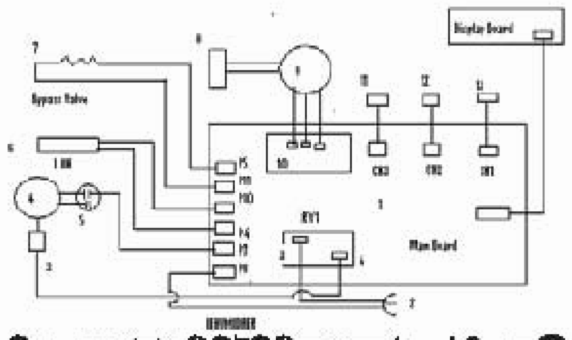
যন্ত্রপাতি: ডি-হিউমিডিফায়ার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, নিয়ন টেস্টার, অ্যাভোমিটার, প্রেশার গেজ ও মেনিফোল্ড, হোজ পাইপ, থার্মোমিটার, স্লিং সাক্রোমিটার ইত্যাদি।

ডি-হিউমিডিফায়ারের বৈদ্যুতিক ও যান্ত্রিক বর্তনী পরীক্ষা করার কাজ নিম্নোক্ত ভাবে সমাধান করা প্রয়োজন:-

বৈদ্যুতিক পরীক্ষা:

অ্যাভোমিটারের সাহায্যে সার্কিটের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। অতঃপর হিউমিডিস্ট্যাটের অ্যাডজাস্টেবল নব নিয়ন্ত্রণ করে সার্কিটের অবস্থা অবগত হতে হবে। কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট অফ অন করে নিশ্চিত হতে হবে সার্কিট বা হিউমিডিস্ট্যাট ভালো অথবা খারাপ।

ইলেকট্রনিক সার্কিটের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত হিসাবে মেইন বোর্ড, ডিসপ্লে বোর্ডর, বাইপাস ভ্যালভ, আই ল্যাম্প, ওয়াটার সুইচ, পাইপ টেম্পারেচার সেন্সর, হিউমিডিটি সেন্সর ইত্যাদি। অ্যাভোমিটার দিয়ে এগুলোর কন্টিনিউটি পরীক্ষা করে ভালো বা মন্দ নিশ্চিত হতে হবে। মেইন বোর্ডেও P2,3,9, P4,5,7,810,11 CN1,2,3 RY1 (3,4) পয়েন্টগুলো লক্ষ করে নিশ্চিত হতে হবে যে এদের সাথে কোন কোন ডিভাইসের সম্পর্ক রয়েছে।



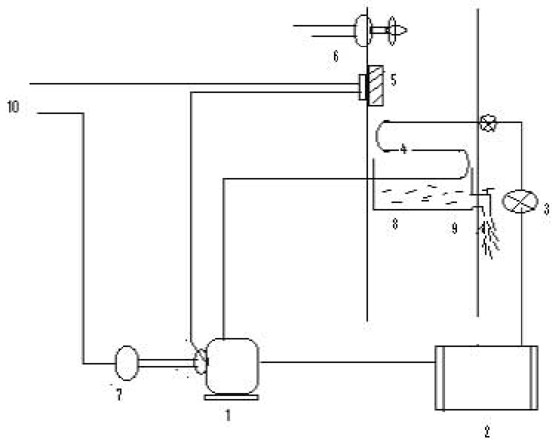
চিত্র- ২.১৯(ক)। ডিহিউমিডিফায়ারের ইলেকট্রনিক বর্তনী।

যান্ত্রিক বর্তনী পরীক্ষাঃ

চিত্র মোতাবেক যান্ত্রিক অংশে রয়েছে- ১. কমপ্রেশর, ২. কন্ডেন্সার, ৩. হিমায়ক নিয়ন্ত্রক, ৪. ইভ্যাপরেটর, হিউমিডিস্ট্যাট, ৬. ফ্যান ইত্যাদি।

যান্ত্রিক অংশে হোস (Hose) ও গেজ মেনিফোল্ড সংযুক্ত করে হিমায়ন পদ্ধতিটি চালু করতে হবে। তারপর প্রেশারের নির্ধারিত মান ও কুলিং ইফেক্ট পাওয়া গেলে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ।

একই সময় ফ্যানের লাইন অন করে ফ্যান বিভিন্ন গতিতে চললে, এটি ভালো। অন্যথায় খারাপ। হিউমিডিস্ট্যাটের ফ্যান নিয়ন্ত্রণ (হাই/ মিডিয়াম/ লো) নব পরিচালনা করে ফ্যানের কার্যকারিতা সম্পর্কে নিশ্চিত হতে হবে। যদি সেট আর্দ্রতায় ফ্যান বন্ধ হয়ে যায় তবে ফ্যানের কার্যকারিতা ভালো। অন্যথায় খারাপ।



চিত্র- ২. ১৯(খ): ডি-হিউমিডিফায়ারের যান্ত্রিক বর্তনী ।

রেফারেন্স বইসমূহঃ

১। আধুনিক হিমায়ন ও শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ।

- বিষ্ণু পদ পাল।

২। ইলেকট্রিক্যাল মেশিনস ইন রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং (RAT-544)

- মোঃ সোলায়মান।

৩। পাইপিং অ্যান্ড ডাক্ট ওয়ার্কস।

-মোঃ সোলায়মান।

৪। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সার্কিটস অ্যান্ড কন্ট্রোলস্ (RAT-433)।

-মোঃ সোলায়মান।

৫। রিফ্রিজারেশন সাইকলস অ্যান্ড কম্পোনেন্টস (RAT-212)।

- মোঃ সোলায়মান।

৬। রিফ্রিজারেশন সাইকলস অ্যান্ড কম্পোনেন্টস (RAT-212)

- মোঃ আকবর হোসেন।

৭। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার- কন্ডিশনিং-১ ও ২ (নবম ও দশম)।

- মোঃ আকবর হোসেন।

৮। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-১ (১ম ও ২য় পত্র, নবম ও দশম)।

- মোঃ আকবর হোসেন।

৯। রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং সার্কিটস অ্যান্ড কন্ট্রোলস (RAT-433)।

- মোঃ আকবর হোসেন।

১০। মডার্ন রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং।

- আলথাউস টার্নকুইস্ট অ্যান্ড ব্রাসিয়ানো।

-সমাপ্ত-

২০২০ শিক্ষাবর্ষ

রিফ্রিজারেশন অ্যান্ড এয়ার-কন্ডিশনিং-১

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারে ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

শিক্ষা নিয়ে গড়ব দেশ শেখ হাসিনার বাংলাদেশ

শিক্ষা মন্ত্রণালয়

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য