মেশিন টুলস অপারেশন-২

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

মেশিন টুলস অপারেশন-২
Machine Tools Operation-2

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম ও দশম শ্রেণি

লেখক

ড. প্রকৌশলী হরিপদ চন্দ্র পাল

অধ্যক্ষ

গাজীপুর সরকারি টেকনিক্যাল স্কুল এন্ড কলেজ

সম্পাদক

ড. মোঃ মুরাদ হোসেন মোল্লা

পরিচালক (আইটিসি)

বিটিইবি, 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

সূচিপত্র

(১ম পত্র) তাত্ত্বিক অংশ		
অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
১	বৈদ্যুতিক কারেন্ট	১–৪
২	বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি	৫–৩৬
৩	রেডিয়াল ড্রিল মেশিন	৩৭–৩৯
৪	লেদ মেশিন	৪০–৫৪
৫	সেন্টার লেদ মেশিন	৫৫–৬২
৬	সেন্টার লেদ মেশিনের বিভিন্ন অপারেশন	৬৩–৭৭
৭	লেদ মেশিনে টেপার টার্নিং	৭৮–৮৯
৮	সেন্টার লেদ মেশিনে বাহ্যিক থ্রেড কর্তন	৯০–৯৬
৯	প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার	৯৭–১০৯
১০	কুল্যান্ট	১১০–১১৩
১১	শেপার মেশিন	১১৪–১২০
১২	শেপিং প্রক্রিয়া	১২১–১৩৩
১৩	মিলিং মেশিন	১৩৪–১৪৬
১৪	মিলিং প্রক্রিয়া	১৪৭–১৫৬
	ব্যবহারিক কাজ	১৫৭–২৩০

(২য় পত্র) তাত্ত্বিক অংশ		
অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
১	যন্ত্রপাতির যত্ন গ্রহণে মৌলিক নীতি	২৩১–২৩৯
২	সেন্টার লেদে নার্লিং অপারেশন	২৪০–২৪৪
৩	জিগ ও ফিক্সচার	২৪৫–২৫৭
৪	বোরিং অপারেশন	২৫৮–২৬৪
৫	কি বা চাবি	২৬৫–২৬৯
৬	ইনডেক্সিং	২৭০–২৭৯
৭	গিয়ার	২৮০–২৮৫
৮	গিয়ার কাটার	২৮৬–২৮৮
৯	মিলিং কাটার	২৮৯–২৯৪
১০	মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইস	২৯৫–২৯৮
১১	মিলিং অ্যাটাচমেন্ট	২৯৯–৩০২
১২	স্পার গিয়ার	৩০৩–৩১০
১৩	হেলিক্যাল গিয়ার	৩১১–৩১৩
১৪	হেলিক্যাল গিয়ার তৈরি পদ্ধতি	৩১৪–৩২০
১৫	বিভেল গিয়ারের গঠন	৩২১–৩২৩
১৬	বিভেল গিয়ার তৈরি পদ্ধতি	৩২৪–৩২৮
১৭	স্প্লাইন	৩২৯–৩৩২
১৮	গ্রাইন্ডিং হুইল	৩৩৩–৩৪১
১৯	প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং	৩৪২–৩৪৫
২০	সারফেস গ্রাইন্ডার	৩৪৬–৩৫২
২১	সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার	৩৫৩–৩৫৮
২২	টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং মেশিন	৩৫৯–৩৬৩
২৩	মেশিন টুলের আধুনিক অগ্রগতি	৩৬৪–৩৬৫
২৪	প্লেনার	৩৬৬–৩৭০
	ব্যবহারিক কাজ	৩৭১–৪৪০

অধ্যায়-১

বৈদ্যুতিক কারেন্ট ও ভোল্টেজ
(Electric Current and Voltage)

১.১ বৈদ্যুতিক কারেন্ট (Electric Current) :

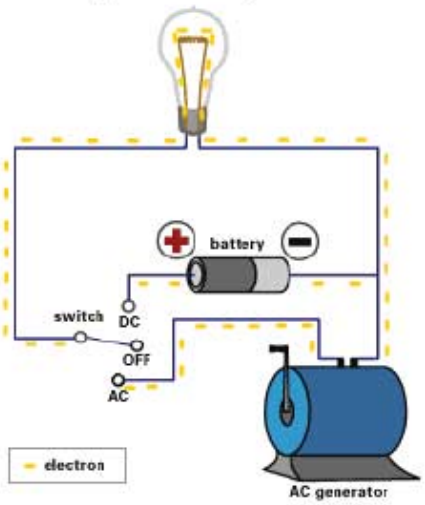
যদি কোনো বাহ্যিক কারণ যেমন- তাপ, চৌম্বকীয় আবেশ ইত্যাদি প্রয়োগের ফলে পরিবাহীর দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য (Potential Difference)-এর সৃষ্টি হয় তবে ঐ পরিবাহীর মধ্য দিয়ে চার্জ বা ইলেকট্রন নির্দিষ্ট অভিমুখে প্রবাহিত হয় এবং উক্ত পরিবাহীতে কারেন্ট বা বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে সুনিয়ন্ত্রিতভাবে ইলেকট্রন বা চার্জ প্রবাহের হারকে বৈদ্যুতিক কারেন্ট বলা হয়। বৈদ্যুতিক কারেন্টের ব্যবহারিক একক অ্যাম্পিয়ার (Ampere) এবং প্রতীক I

যদি পরিবাহীতে t সময়ে Q কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হয়, তাহলে সংজ্ঞানুসারে,

বৈদ্যুতিক কারেন্ট, $I = Q/t$ অ্যাম্পিয়ার।

প্রবাহ অনুসারে বৈদ্যুতিক কারেন্টকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

- ডাইরেক্ট কারেন্ট (Direct Current/DC)
- অলটারনেটিং কারেন্ট (Alternating Current/AC)



চিত্র-১.১: ইলেকট্রিক কারেন্ট (AC and DC)

১.২ ভোল্টেজ (Voltage) :

বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ একটি বস্তুর বৈদ্যুতিক অবস্থাকে প্রকাশ করে। যখন কোনো বস্তুতে চার্জ থাকে না, তখন সেটি স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে। কিন্তু চার্জিত হওয়া মাত্র ঐ বস্তুর স্বাভাবিকতা বিনষ্ট হয়। তখন বস্তুটির মধ্যে এক প্রকার চাপের উদ্ভব হয়। এর নামই বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ। এই চাপের কারণেই চার্জযুক্ত কোনো পরিবাহীর চার্জসমূহ উচ্চ চাপ থেকে নিম্ন চাপের দিকে ধাবিত হয়। ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। সুতরাং বলা যেতে পারে, যে চাপের কারণে পরিবাহীর চার্জ এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যায় বা যেতে চায়, তাকে বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ বলে। বৈদ্যুতিক চাপকে কখনো বিদ্যুৎ চালক বল (Electromotive Force or

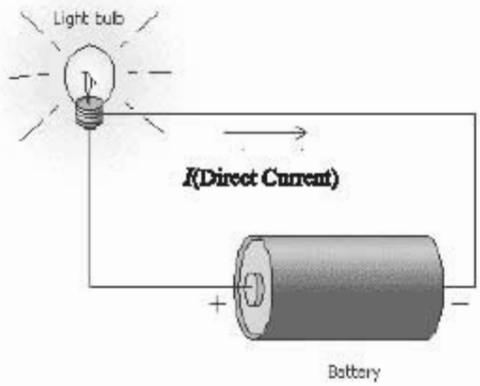
e.m.f), আবার কখনো বিদ্যুৎ বিভব (Electric Potential)ও বলা হয়। সংক্ষেপে বলা যায়, অসীম বিন্দু হতে বৈদ্যুতিক বলের বিরুদ্ধে যে কোনো বিন্দুতে একক +ve চার্জকে আনতে যে পরিমাণ কার্য সম্পন্ন করতে হয়, তাকে উক্ত বিন্দুর বৈদ্যুতিক চাপ বলে। বৈদ্যুতিক চাপের ব্যবহারিক একক ভোল্ট (Volt) এবং এর প্রতীক V।

যদি Q কুলম্ব চার্জ স্থানান্তরের জন্য W জুল কার্য সম্পাদিত হয়, তাহলে সংজ্ঞানুসারে,

বৈদ্যুতিক চাপ $V = \frac{W}{Q}$ জুল/কুলম্ব বা ভোল্ট।

১.৩ ডাইরেক্ট কারেন্ট (DC)

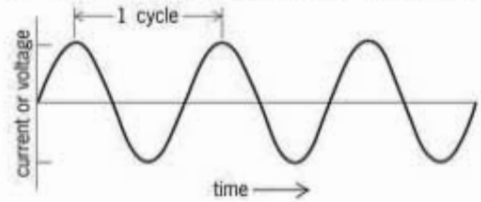
যে কারেন্ট সব সময় একই দিকে প্রবাহিত হয় এবং যার মান নির্দিষ্ট থাকে, তাকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে। এই কারেন্টের পজিটিভ ও নিগেটিভ পোলারিটি সব সময় অপরিবর্তিত থাকে। যেমন– ব্যাটারির কারেন্ট। একটি ব্যাটারির পজিটিভ ও নিগেটিভ প্রান্ত যদি চিত্রানুযায়ী একটি তামার তার দিয়ে সংযোগ করে দেয়া হয়, ইলেকট্রন ব্যাটারির নিগেটিভ প্রান্ত হতে তারের মধ্য দিয়ে পজিটিভ প্রান্তের দিকে ধাবিত হয়। ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহের গতি ব্যাটারির পজিটিভ প্রান্ত হতে তারের মধ্য দিয়ে নিগেটিভ প্রান্তের দিকে হবে কারণ বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক ইলেকট্রন প্রবাহের বিপরীত দিকে হয়ে থাকে।



চিত্র-১.২ : ইলেকট্রিক কারেন্ট (DC)

১.৪ অলটারনেটিং কারেন্ট (AC)

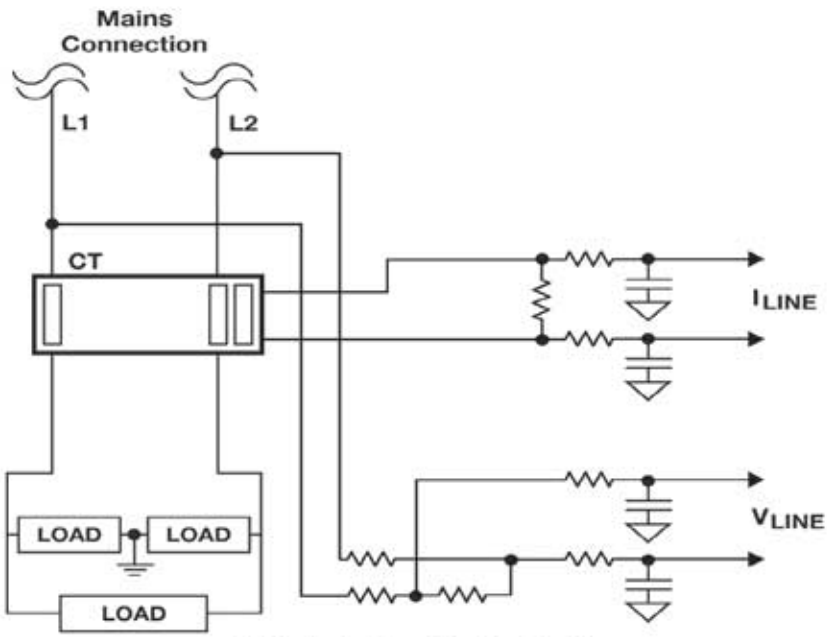
যে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট নিয়মমতো দিক পরিবর্তন করে এবং যার মান প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তনশীল থাকে, তাকে অলটারনেটিং কারেন্ট বলে। আমরা অলটারনেটর হতে অলটারনেটিং কারেন্ট পেতে পারি।



চিত্র-১.৩ : অলটারনেটিং কারেন্ট (AC)-এর ওয়েভ সাইকেল

১.৫ এক ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ :

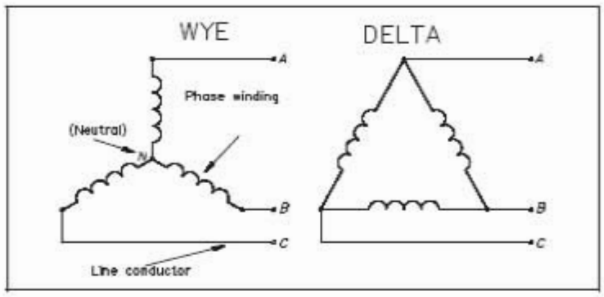
উপরের ১.৩ নং চিত্রে একটি অলটারনেটিং কারেন্টের চেউ (Wave Shape)আঁকা হয়েছে। এতে দেখা যাচ্ছে যে, অলটারনেটিং কারেন্টের দিক অনবরত পরিবর্তন হচ্ছে অর্থাৎ এসি লাইনে ঘন ঘন কারেন্ট একবার এদিক আর একবার ওদিকে বইতে থাকে বলে কখন লাইনে কারেন্ট থাকে আর কখন থাকে না তা বোঝা যায় না- সব সময়ই কারেন্ট পাওয়া যায়, আর এ জন্য কোন তার পজিটিভ আর কোন তার নিগেটিভ তা ঠিক রাখার দরকার হয় না। একেই সিঙ্গেল ফেজ কারেন্ট বলে। ফেজকে বাংলায় দশা বা কলা বলা যেতে পারে।



চিত্র-১.৪ : এক ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ

১.৬ তিন ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ :

সিঙ্গেল-ফেজ বা এক-ফেজ কারেন্ট এক সাইকেল বা পর্যায় বা চক্র সম্পূর্ণ করার সময়ের মধ্যে যদি কোনো সার্কিটে একই ক্রিকোয়েন্সির আরও দুটো আলাদা কারেন্ট ঢোকানো যায়, তবে সেই সার্কিটের নাম হয় থ্রি-ফেজ সার্কিট। থ্রি-ফেজ কারেন্ট মানে তিনটি সিঙ্গেল ফেজ কারেন্টেরই সমাবেশ। প্রথম ফেজকে A-ফেজ, দ্বিতীয় ফেজকে B-ফেজ এবং তৃতীয় ফেজকে C-ফেজ বলা হয়। এই তিনটি ফেজকে যথাক্রমে লাল, হলুদ ও নীল ফেজও বলা হয়। দ্বিতীয় ফেজটি প্রথম ফেজ আরম্ভ হওয়ার $\frac{1}{3}$ সাইকেল পিছনে এবং তৃতীয় ফেজ আবার দ্বিতীয় ফেজের $\frac{1}{3}$ সাইকেল পিছনে থাকে। যদি সাইকেল বা পর্যায়কে ৩৬০° বলে ধরা যায়, তবে থ্রি-ফেজ সার্কিটের একটি ফেজ তার আগেরটির ১২০° পিছনে থাকবে। একে ফেজ ডিফারেন্স বলে। থ্রি-ফেজ সার্কিটে তিনগাছা কিংবা চারগাছা তার লাগে।



চিত্র-১.৫ : তিন ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ

প্রশ্নমালা-১

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বৈদ্যুতিক কারেন্ট বলতে কী বোঝায়
২. ভোল্টেজের সংজ্ঞা কি কি
৩. বৈদ্যুতিক কারেন্ট কত প্রকার ও বোঝায়
৪. ডিসি বা ডাইরেক্ট কারেন্ট বলতে কী বোঝায়
৫. এসি বা অলটারনেটিং কারেন্ট বলতে কী বোঝায়
৬. এক ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ কী ?
৭. তিন ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগ কী ?
৮. ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বৈদ্যুতিক কারেন্টের সংজ্ঞা দাও। কারেন্টের একক কি ?
২. ভোল্টেজের সংজ্ঞা দাও। ভোল্টেজের একক কি ?
৩. এসি ও ডিসি-এর মধ্যে পার্থক্য দেখাও।
৪. এক ফেজ ও তিন ফেজ বৈদ্যুতিক সংযোগের পার্থক্য কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বৈদ্যুতিক কারেন্ট বলতে কী বোঝায় ? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।
২. ভোল্টেজ বলতে কী বোঝায় ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
৩. কারেন্ট কত প্রকার ও কি কি ? প্রত্যেক প্রকারের বর্ণনা দাও।
৪. এক ফেজ কারেন্টের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
৫. তিন ফেজ কারেন্টের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-২

বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি (Electrical Equipments)

২.১ বৈদ্যুতিক তার এবং ক্যাবল (Electrical Wires and Cables)

বৈদ্যুতিক স্থাপনার অন্যতম প্রধান উপকরণ হচ্ছে বৈদ্যুতিক তার এবং ক্যাবল। এগুলো মূলত কারেন্ট বহনের জন্য ব্যবহৃত হলেও ব্যবহার এবং ভোল্টেজ গ্রেড-এর ভিত্তিতে এদেরকে পার্থক্য করা যায়। বিভিন্ন কাজের গুরুত্ব অনুসারে সঠিক বা উপযুক্ত সাইজের তার এবং ক্যাবল ব্যবহার করা প্রয়োজন। ক্ষেত্রবিশেষে বিভিন্ন ধরনের তার এবং ক্যাবল সুনির্দিষ্ট করে ব্যবহার করা উচিত।

বৈদ্যুতিক তার : অল্প কারেন্ট পরিবহনের উপযোগী পরিবাহীকে ওয়্যার বা তার বলে। এর উপর সাধারণত হালকা ইনসুলেশন থাকে, আবার কখনো ইনসুলেশন থাকেও না।

চিত্র-২.১: বৈদ্যুতিক তার

বৈদ্যুতিক ক্যাবল : বেশি কারেন্ট বহনযোগ্য পরিবাহীকে ক্যাবল বলে। এর উপর যথোপযুক্ত মানের ইনসুলেশন থাকে। তার অপেক্ষা ক্যাবলের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ছাড়াও ভোল্টেজ গ্রেড বেশি হয়ে থাকে।

চিত্র-২.২: বৈদ্যুতিক ক্যাবল

তার এবং ক্যাবলের পার্থক্য :

	তার	ক্যাবল
১	তার নগ্ন অথবা হালকা ইনসুলেশন যুক্ত হয়।	ক্যাবল সব সময়ই ইনসুলেশন যুক্ত হয়।
২	তার সলিড অথবা স্ট্রান্ডেড উভয়ই হতে পারে।	এটি সব সময়েই স্ট্রান্ডেড হয়।
৩	তারের ইনসুলেশন রক্ষাকারী ধাতব আবরণ থাকে না।	উচ্চ ভোল্টেজ ক্যাবল ইনসুলেশনের উপর পুনরায় তারী ইনসুলেশন অথবা ইনসুলেশন রক্ষাকারী ধাতব আবরণ থাকে।
৪	নগ্ন তার ব্যতীত হালকা ইনসুলেশন যুক্ত তার সাধারণত নিম্ন এবং মাঝারি ভোল্টেজের (250 /400 V) জন্যে ব্যবহৃত হয়।	ক্যাবল মাঝারি এবং উচ্চ ভোল্টেজের (400 /11000 V/132 KV) জন্যে ব্যবহৃত হয়।

পিভিসি, ভিআইআর, টিআরএস/সিটিএস এবং ফ্লেক্সিবল ক্যাবলের গঠন ও ব্যবহার (Construction and uses of PVC, VIR, TRS/CTS and Flexible Cables)

পিভিসি ক্যাবল(PVC Cable): এতে পরিবাহী হিসাবে তামা অথবা অ্যালুমিনিয়াম আর ইনসুলেশন হিসেবে পলিভিনাইল ক্লোরাইড (Poly-Vinyl Chloride) বা পিভিসি কম্পাউন্ড ব্যবহৃত হয়। এই ক্যাবলে এক বা একাধিক খেই থাকে। একাধিক খেই ব্যবহারের কারণ হলো ক্যাবলকে ফ্লেক্সিবল বা নমনীয় করা ।
পিভিসি বিশেষ এক ধরনের নমনীয় প্লাস্টিক যা বাতাসের আর্দ্রতা, এসিড বা ক্ষার ধর্মী যে কোনো রাসায়নিক দ্রব্যের প্রভাব মুক্ত। এই ইনসুলেশন দাহ্য নয় তবে আগুনের সংস্পর্শে জ্বলে, আবার আগুন অপসারিত হলে নিভে যায়। এই ক্যাবল সাধারণত 250 ও 400 ভোল্টের জন্য তৈরি করা হয়।

চিত্র-২.৩: পিভিসি কেবল

ব্যবহার (Uses)

১. এই ক্যাবল বাড়ি-ঘর, কল-কারখানায় ওয়্যারিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়।
২. যে সকল স্থানে ক্যাবলের উপর ঘষা বা আঘাত লাগার সম্ভাবনা থাকে, সে সকল স্থানে এই তার ব্যবহার করা হয়।
৩. আর্দ্রতাপূর্ণ স্থানে এবং যে সকল স্থানে রাসায়নিক দ্রব্যাদির প্রভাব আসে, সে সকল স্থানে এই ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

ভিআইআর ক্যাবল (VIR Cable) : VIR এর পূর্ণ নাম Vulcanized India Rubber। গন্ধক মিশ্রিত রাবারের দৃঢ়তা বাড়ানোর প্রক্রিয়াকে Vulcanizing বলে। রাবারের সাথে খনিজ পদার্থ যেমন-গন্ধক, দস্তা, লিড (রেড) ইত্যাদি মিশিয়ে VIR তৈরি করা হয়।

ইনসুলেশন হিসেবে VIR বেশ ভালো। কারণ এটি বাতাস হতে আর্দ্রতা শোষণ করে না অন্যদিকে জল-নিরোধকও বটে। তবে এর একটা অসুবিধাও আছে, তা হলো ইনসুলেশনে মেশানো গন্ধক তামার সাথে বিক্রিয়া করে। সে কারণে কপার পরিবাহীর উপর টিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। এই ক্যাবলে সাধারণত একটি মাত্র কোর থাকে। কোরটি সলিড বা স্ট্রান্ডেড তারের হতে পারে। আগে তামার উপর টিনের প্রলেপ দেওয়া তার ব্যবহৃত হতো, কিন্তু এখন অ্যালুমিনিয়ামের তার ব্যবহৃত হয়। ক্যাবলের ভিআইআর ইনসুলেশনের উপর মোম মিশ্রিত সুতোর বুনানো কাপড়ের আবরণ দেওয়া হয়। এ তার 250/400 ভোল্ট এবং 650/1100 ভোল্টের জন্য ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৪: ভিআইআর ক্যাবল

ব্যবহার (Uses)

পিভিসি-এর প্রচলন শুরু হওয়ার পর হতে ভিআইআর ইনসুলেশনের ব্যবহার অত্যন্ত সীমিত হয়ে পড়েছে। তবে–

১. এই তার অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং এবং লো-ভোল্টেজ বিতরণ ব্যবস্থায় ব্যবহার হতে দেখা যায়।

২. জল-নিরোধক হওয়ায় এটি কেচ্ছা স্যাঁতসেঁতে স্থানেও ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

সিটিএস/টিআরএস ক্যাবল (CTS/TRS Cable) : CTS-এর পূর্ণ নাম ক্যাব টায়ার শিথেড (Cab Tyre Sheathed) আর TRS এর পূর্ণ নাম টাফ রাবার শিথেড (Tough Rubber Sheathed)। টিনের প্রলেপযুক্ত তামা বা অ্যালুমিনিয়াম তারের উপর ভিআইআর ইনসুলেশন দিয়ে তার উপর নিরাপত্তামূলক দুর্ভেদ্য ও কঠিন রাবারের আবরণ দেওয়া থাকে। এই আবরণ গাড়ির চাকার টায়ারের মতো শক্ত বলে এর নাম হয়েছে 'ক্যাব টায়ার শিথেড'। আর বহিরাবরণ শক্ত রাবারের বলে এর নাম হয়েছে ='টাফ রাবার শিথেড'। এই ক্যাবল সাধারণত 250/400 ভোল্টের উপযোগী করে তৈরি করা হয়।

চিত্র-২.৫: CTS ক্যাবল

ব্যবহার (Uses) :

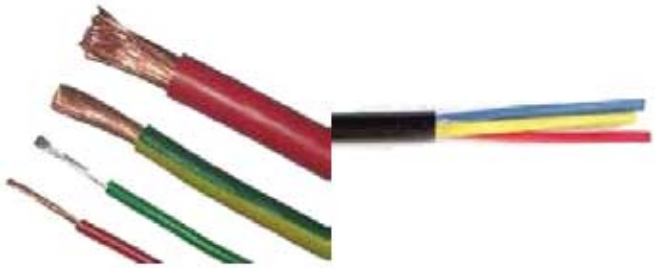
১. এই ক্যাবল সচরাচর বাড়ি-ঘর ও কল-কারখানার ওয়্যারিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়।

২. সার্ভিস কানেকশনে এটি কদাচিৎ ব্যবহৃত হয়।

৩. জল-নিরোধক হওয়ায় স্যাঁতসেঁতে স্থানেও এর ব্যবহার লক্ষ করা যায়।

ফ্লেক্সিবল ক্যাবল (Flexible Cable): একে সাধারণত ফ্লেক্সিবল ক্যাবল না বলে ফ্লেক্সিবল কর্ড কিংবা ফ্লেক্সিবল তার বলা হয়। এতে পরিবাহী হিসেবে তামা ব্যবহার করা। এক বা একাধিক খেই তারের উপরে থার্মো-প্লাস্টিক ইনসুলেটিং কম্পাউন্ড আবরণ দিয়ে ফ্লেক্সিবল কর্ড তৈরি করা হয়। তারের সাইজ এবং ভোল্টেজ

গ্রেড অনুসারে ইনসুলেশন মোটা বা পাতলা হয়ে থাকে। এই তারে সাধারণত দুটি কোর একত্রে পাকানো অবস্থায় থাকে এবং কোর দুটির ইনসুলেশন দুই রং-এর হয়।



চিত্র-২.৬: ফ্লেক্সিবল ক্যাবল

ব্যবহার (Uses)

১. অভ্যন্তরীণ ওয়ারিং-এ সিলিং হতে পেন্ডেন্ট হোল্ডারে এবং সিলিং ক্যানে সংযোগের জন্য এই তার ব্যবহৃত হয়।
২. টিউব লাইটের স্টার্টার ও ব্যালাস্ট সংযোগের ব্যাপক ব্যবহার লক্ষ করা যায়।
৩. অনেক স্থানে অস্থায়ীভাবে বাতি জ্বালানোর জন্যও এ তার ব্যবহৃত হয়।

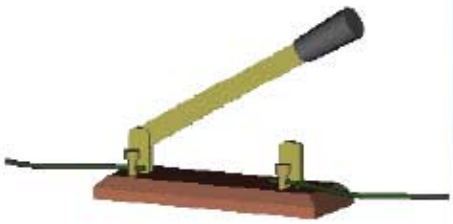
২.২ বৈদ্যুতিক সুইচ (Electrical Switches)

বাড়ি-ঘর, অফিস, আদালত, দোকান এবং শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে বাতি জ্বালানো, পাখা চালানো এবং বৈদ্যুতিক মোটর ওয়্যারিং-এ যদি কোনো নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র না লাগানো হয় তবে বাতি জ্বলতেই থাকবে, পাখা ঘুরতেই থাকবে এবং মোটর চলতেই থাকবে। যা কখনো কাম্য নয়। বস্তুত এ লোডগুলো সুষ্ঠুভাবে পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণের জন্যই বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং সার্কিটে বিভিন্ন ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়ে থাকে। যে যন্ত্রের সাহায্যে বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহের পথকে প্রয়োজনমতো খোলা ও বন্ধ করার ব্যবস্থা করা হয়, তাকে বৈদ্যুতিক সুইচ বলা হয়।

বৈদ্যুতিক সুইচের প্রকারভেদ

বৈদ্যুতিক সুইচকে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন-

ক) নাইফ সুইচ
খ) টাম্বলার সুইচ



চিত্র-২.৭: নাইফ সুইচ

চিত্র-২.৮: টাম্বলার সুইচ

নাইফ সুইচ : আকার-আকৃতি, কাজ এবং প্রয়োগ অনুসারে নাইফ সুইচ বিভিন্ন ভাগে বিভক্ত। যথা-

১. স্লো-ব্রেক (Slow Break)
২. কুইক-ব্রেক (Quick Break)

৩. সিঙ্গেল পোল (Single Pole)
৪. ডাবল পোল (Double Pole)
৫. ট্রিপল ব্রেক (Tripple Break)
৬. সিঙ্গেল ব্রেক (Single Break)
৭. ডাবল ব্রেক (Double Break)
৮. সিঙ্গেল থ্রো (Single Throw)
৯. মেইন সুইচ (আয়রন ক্ল্যাড সুইচ)

টাম্বলার সুইচের গঠন (Construction of Tumbler Switch)

Tumble শব্দের অর্থ হচ্ছে ডিগবাজি খাওয়া। এই সুইচগুলো হয়তো ON নতুবা OFF যে কোনো এক অবস্থানে থাকে। মাঝামাঝি অবস্থানে রাখতে চাইলেও যে কোনো এক দিকে ডিগবাজি খেয়ে ON বা OFF হয়। তাই সুইচটির এরূপ নামকরণ হয়েছে।

এই সুইচের প্রধান দুটি অংশ হলো–

১. উপরের অংশ (ঢাকনা বা Cover)
২. নিচের অংশ (তলা বা Base)

উপরের অংশ অর্থাৎ কভার সব সময় ব্যাকেলাইটের তৈরি কিন্তু নিচের অংশ অর্থাৎ বেস ব্যাকেলাইট বা চিনা মাটির তৈরি হয়। বেসে তামার দুটি কন্টাক্ট পয়েন্ট থাকে। একটি তামার পাত এবং একটি টগল (toggle) থাকে, যা স্ক্রু দিয়ে আটকানো হয়। বাইরে থেকে টগলটিতে চাপ দিলে ভিতরে স্প্রিং-এর টানে তামার পাতটি কনট্যাক্ট পয়েন্ট দুটির সাথে লেগে যায়। তখন কারেন্ট কন্টাক্ট পয়েন্টের ভিতর দিয়ে ঢুকে তামার পাত হয়ে অন্য কন্টাক্ট পয়েন্ট দিয়ে বের হয়ে যায়। টোগলটি নিচের দিকে চাপ দিলে 'অফ' বা বন্ধ (Close) এবং উপরের দিকে চাপ দিলে 'অন' বা খোলা (Open) হয়। এ সুইচের উল্লেখযোগ্য অংশগুলো হচ্ছে– সুইচ কভার, সুইচ বেস, টোগল, টার্মিনাল এবং সুইচের সংযোগস্থল। নিচে একটি এসপিএসটি সুইচ দেখানো হলো–

চিত্র-২.৯: টাম্বলার সুইচের গঠন

টাম্বলার সুইচের ব্যবহার : টাম্বলার সুইচ সাধারণত 220-250 ভোল্ট এবং 5,10, ও ১৫ অ্যাম্পিয়ারের হয়। লাইটিং সার্কিটে বাতি নিয়ন্ত্রণের জন্যে ৫ অ্যাম্পিয়ার এবং পাওয়ার সার্কিটে হিটার, ইস্ত্রি, ফ্রিজ ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণের জন্য ১০ ও ১৫ অ্যাম্পিয়ার-এর সুইচ-ব্যবহৃত হয়।

পুশ-বাটন সুইচের গঠন (Construction of Push Button Switch): বাটন সুইচ বলতে পুশ বাটন সুইচকে বোঝানো হয়। এই সুইচেরও দুটি অংশ থাকে- (১) একটি উপরের অংশ বা ঢাকনা, যার মাঝখানে

একটি বড় ছিদ্র থাকে এবং ছিদ্রের মধ্য দিয়ে একটি বোতামের (Button) অংশ বিশেষ বের হয়ে থাকে। (২) অপরটি নিচের অংশ বা Base, যাতে দুটি টার্মিনাল থাকে। একটি টার্মিনালের সাথে একটি তামার পাত থাকে, যা বেসের সাথে সেটে থাকে। অন্য টার্মিনালের সাথে আরেকটি পাত থাকে, যা স্প্রিং-এর কাজও করে। স্বাভাবিক অবস্থায় পাত দুটির মাঝখানে ফাঁক থাকে। ঢাকনার উপর যে বোতাম থাকে, তাতে চাপ দিলে উপরের পাতটির অগ্রভাগ নেমে গিয়ে নিচের পাতের সাথে যুক্ত হয়। ফলে কারেন্ট এক টার্মিনাল হতে পাতের ভিতর দিয়ে অন্য টার্মিনালে যায়।

চিত্র-২.৯: পুশ-বাটন সুইচ

পুশ-বাটন সুইচ দুই প্রকার হয়ে থাকে। এক প্রকার সুইচের বোতামে চাপ দিলে সার্কিট সংযোগ হয় এবং বোতাম ছেড়ে দিলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয়। অন্য প্রকার সুইচের বোতামে চাপ দিলে সার্কিটে সংযোগ হয় কিন্তু ছেড়ে দিলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয় না। বিচ্ছিন্ন করার জন্য বোতামে দ্বিতীয়বার চাপ দিতে হয়। কভারের নিচে এবং বোতামের মাঝে একটি গোলাকার স্প্রিং থাকে, যা বোতামকে উপরের দিকে ঠেলে উঠায়।

পুশ-বাটন সুইচের ব্যবহার (Uses) : পুশ-বাটন সুইচগুলো বৈদ্যুতিক মোটরের স্টার্টারের সাথে, কলিং বেলের সাথে এবং অনেক সময় ল্যাম্প সার্কিটে সাময়িক সরবরাহের কাজে ব্যবহার করা হয়। কলিং বেল সার্কিটে যে সুইচ ব্যবহার করা হয়, তাকে বেল পুশও বলে।

পিয়ানো কি সুইচ (Piano key switch): সাম্প্রতিক উদ্ভাবিত এই সুইচ পিয়ানোর মতো সুর না তুললেও বাজারে এটি পিয়ানো কি সুইচ বা সংক্ষেপে 'পিয়ানো সুইচ' হিসেবে সমধিক পরিচিত। কেননা পিয়ানোর চাবি টিপে টিপে যেমন বিভিন্ন সুর বের করা যায়, তেমনি এ সুইচ টিপে সার্কিটকে 'অন' বা 'অফ' করা হয়। একে রিড সুইচও বলা যেতে পারে, কারণ এর উপরের লিভারটির গঠনকৃতি হারমোনিয়াম বা পিয়ানো রিডের ন্যায়, যা খুব সহজে ওঠানামা করে। এই সুইচগুলি সচরাচর কনসিলড ওয়্যারিং-এ ব্যবহৃত হয় বিধায় এদের প্রস্তুতকারক প্রতিষ্ঠান এদেরকে 'কনসিলড সুইচ' হিসেবে উল্লেখ করে থাকে।

চিত্র-২.১০: পিয়ানো কী সুইচ

এর কাঠামো পিভিসির তৈরি এবং ভেতরে একটি লোহার পাত আছে। ঐ পাতের অপর পার্শ্বে একটি লিভার বসানো এবং দুই প্রান্তে দুটি ছিদ্র আছে। লিভারটির মাঝখানের ছিদ্র এবং পাতের অপর প্রান্তের ছিদ্র একটি স্প্রিং দিয়ে সংযুক্ত থাকে। সুইচটির উপরের কাঠামোর মাঝখানে স্থাপিত একটি পিভিসির লিভারকে ভেতরের লিভারের সাথে স্ক্রু দিয়ে দৃঢ়তার সাথে এমনভাবে আটকানো থাকে যাতে উপরের লিভারটিতে চাপ দিলে ভেতরের লিভারটি উল্টে গিয়ে এক প্রান্তের টার্মিনালের সাথে যুক্ত হয় এবং এভাবেই সুইটির কাজ করে। এটি সচরাচর 5A, 6A এবং সকেটসহ 15A রেটিং-এর হয়। একক ইউনিটের একটি সুইচের সাইজ 53.5 মি.মি. × 23.5 মি.মি. এবং ৪টির গ্যাং একত্রে 82.5 মি.মি. বর্গাকারের হয়।

আয়রন ক্ল্যাড সুইচ: নানাবিধ আয়রন ক্ল্যাড সুইচের মধ্যে এখানে দুই ধরনের সুইচের বর্ণনা দেওয়া হল। যথা–

আয়রন ক্ল্যাড ওয়াটার টাইট সুইচের গঠন (Construction of Iron clad water-tight switch)
ঢালাই লোহার তৈরি এ ধরনের সুইচগুলো অত্যন্ত শক্ত ও মজবুত। কেস ও কভারের মধ্যে কর্কের তৈরি গ্যাসকেট থাকে, যাতে সুইচের অভ্যন্তরে পানি প্রবেশ করতে না পারে। সুইচিং-এর জন্য টপে (top) নব বসানো ইনসুলেটেড স্পিন্ডল স্থাপিত থাকে। নব পজিশন (knob position) এদিক-ওদিক করে সুইচিং কনট্যাক্ট মেকিং ও ব্রেকিং-এর মাধ্যমে সরবরাহের সাথে সার্কিটের সংযোগ ঘটানো ও বিচ্ছিন্ন করা যায়।

চিত্র-২.১১: আয়রন ক্ল্যাড সুইচ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল আয়রন ক্ল্যাড সুইচের গঠন (Construction of industrial-iron clad switch)
শিল্প কারখানায় ব্যবহৃত এ সকল সুইচ অবশ্যই উচ্চ রেটিং সম্পন্ন হয়ে থাকে। ঢালাই লোহার তৈরি অত্যন্ত শক্ত ও মজবুত ধরনের সুইচগুলো যাতে ক্ষতিকর রাসায়নিক বিক্রিয়ায় নষ্ট না হয়, সেজন্য সুইচ বডিকে নিকেল প্লেটিং (Nickel plating) করা হয়। সর্বোপরি নিকেল প্লেটেড কভারগুলো নিরাপত্তার জন্য পুরো বডিটি একটি আয়রন বক্সের মধ্যে বসানো থাকে।

ব্যবহার (Uses) : শিল্প কারখানা বিশেষত সিমেন্ট ফ্যাক্টরি, ফার্টিলাইজার ফ্যাক্টরি, স্টিল ও রিং-রোলিং মিল, পেপার মিল, কেমিক্যাল ইন্ডাস্ট্রি প্রভৃতি স্থানে যেখানে তৈরি শিল্পের অপরিহার্য উপকরণ হিসাবে পানি ও রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হয়, সেখানে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং-এর উপর স্থান বিশেষে উভয় ধরনের সুইচই ব্যবহৃত হয়।

গ্যাং সুইচের গঠন ও ব্যবহার

গঠন (Construction) : রোটারি সুইচ (rotary switch) নামে খ্যাত গ্যাং অর্ডিনারি টামলার হতে সম্পূর্ণ আলাদা। এতে একটি পরিবর্তনশীল ইনসুলেটেড নব (insulated knob)-এর সাথে অভ্যন্তরীণ ব্লেডগুলো দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। নবের পর্যায়ক্রমিক ঘূর্ণনের ফলে ব্লেডগুলোরও ধাপে ধাপে সাপ্লাই টার্মিনালের সাথে কনট্যাক্ট পায়।

চিত্র-২.১২: গ্যাং সুইচ

নবের নিয়ন্ত্রণের জন্য কেস (case)-এর সাথে স্প্রিং বা ক্যাম (Spring or Cam) এমনভাবে সেট করা থাকে, যাতে নবের এক-চতুর্থাংশ ঘূর্ণনে দ্রুত ব্লেড অবস্থান পরিবর্তন করে সার্কিটের সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন ঘটায়। সিঙ্গেল/টু-ওয়ে গ্যাং সুইচগুলো বাজারে পর্যাপ্ত পাওয়া যায়।

ব্যবহার (Uses) : সাধারণ লাইটিং সার্কিটে এ সুইচ ব্যবহার হয় না। তবে বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্র যেমন-ছোট ছোট মোটরকে বিপরীত অভিমুখে ঘুরাতে ও গতি নিয়ন্ত্রণ করতে এবং একাধিক সার্কিট নিয়ন্ত্রণ তথা হিটারের ইলেকট্রিক রেঞ্জ নিয়ন্ত্রণে গ্যাং বা রোটারি সুইচের বিস্তর ব্যবহার লক্ষ করা যায়।

নিম্নলিখিত সুইচগুলোর অর্থ (Meaning of the following switches)

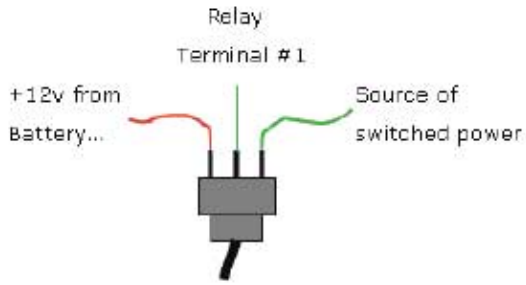
সিঙ্গেল পোল সিঙ্গেল থ্রো সুইচ (single pole Single Throw one-way switch: SPST)

সিঙ্গেল পোল সুইচ লাইনের একটি তারের সাথে সংযোগের উপযোগী করে তৈরি করা হয়। একে ওয়ান-ওয়ে সুইচও বলে। যে সকল সার্কিটে ৫ অ্যাম্পিয়ার-এর কম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, শুধু সে সকল সার্কিটে সিঙ্গেল পোল সুইচ ব্যবহার করা হয়। লক্ষ রাখতে হবে, এই সুইচ যেন ডিসি সার্কিটে সব সময় পজেটিভ লাইনে এবং এসি সার্কিটে ফেজ তারে বসানো হয়।

চিত্র-২.১৩: সিঙ্গেল পোল সিঙ্গেল থ্রো সুইচ

সিঙ্গেল পোল ডাবল থ্রো বা টু-ওয়ে সুইচ (Single Pole Double Throw Switch: SPDT or Two-Way Switch) : এই সুইচে চারটি টার্মিনাল থাকে। দুটি টার্মিনাল বডির ভেতরে একটি পাত দ্বারা শর্ট করা থাকে। এই দুটি টার্মিনালের যে কোনো একটিতে সরবরাহের পজিটিভ তার বা ফেজ তার সংযোগ করা হয়।

সুইচের টোগল যে দিকেই থাকুক না কেন এই টার্মিনাল দিয়ে কারেন্ট ঢুকলেই বিপরীত দিকের যে কোনো একটি টার্মিনাল দিয়ে কারেন্ট বের হয়ে যাবে। কাজেই এই সুইচের কোনো 'অন' বা 'অফ' অবস্থা নেই।

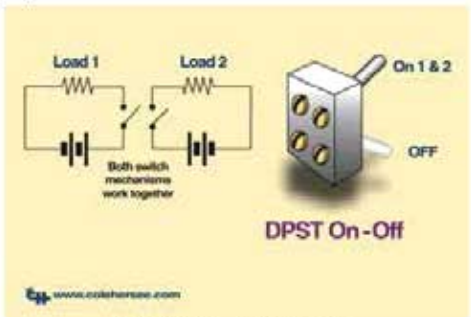


SPDT toggle switch

চিত্র-২.১৪: SPDT সুইচ

ব্যবহার (Uses) : SPDT সুইচ সিঁড়ি কোঠায় ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়াও দুটি কক্ষের মাঝখানে কোনো বাথ-রুম থাকলে এর বাতিও দুই পার্শ্বের কক্ষ হতে টু-ওয়ে সুইচ দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ডাবল পোল সিঙ্গেল থ্রো সুইচ (Double pole Single Throw Switch: DPST)
ডাবল পোল সুইচ লাইনের দুটি তারের সাথে সংযোগের উপযোগী করে তৈরি করা হয়।
যে সকল সার্কিটে ৫ অ্যাম্পিয়ারের বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সে সকল সার্কিটে ডাবল পোল সুইচ ব্যবহার করা হয়। দু'টি সিঙ্গেল পোল সুইচ পাশাপাশি রেখে এদের দুটি কন্টাক্ট পাতকে একট অপরিবাহী পদার্থ (যেমন- এবোনাইট) দিয়ে একসঙ্গে সংযুক্ত করে দিলেই এই সুইচ তৈরি হয়। উদাহরণস্বরূপ- সিঙ্গেল ফেজ মেইন সুইচ (আয়রন ক্লাড সুইচ)-এর কথা বলা যায়। এ সুইচের বহিস্থ হাতলটি উপরের দিকে উঠালেই দুটি পোল বা টার্মিনালের একসঙ্গে সংযোগ ঘটে।



চিত্র-২.১৫: DPST সুইচ

ব্যবহার (Uses) : DPST সুইচ সাধারণত আবাসিক ভবন বা বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠানে কমন সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

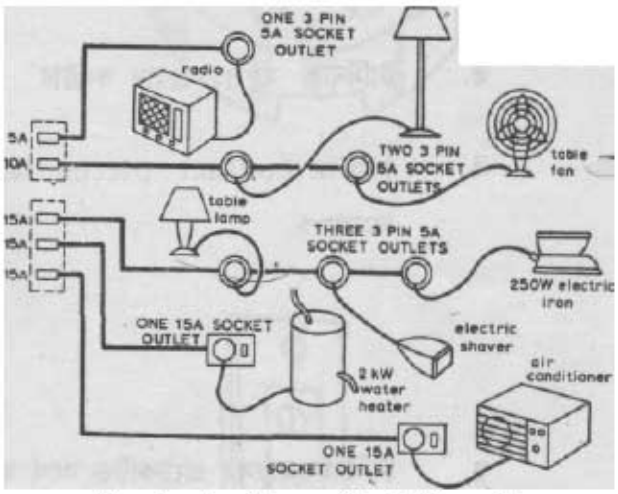
ট্রিপল পোল সিঙ্গেল থ্রো (Tripple Pole Single Throw Switch: TPST) : ট্রিপল পোল সুইচ লাইনের তিনটি তারের সাথে সংযোগের উপযোগী করে তৈরি করা হয়। এই সুইচ সাধারণত তিন-ফেজ সার্কিটে ব্যবহৃত

হয়। এই সুইচের সাহায্যে তিনটি লাইন দিয়ে সার্কিটের তিনটি ফেজে সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করা যায়। এটি ডাবল পোল সুইচেরই অনুরূপ। তিনটি সিঙ্গেল পোল সুইচ পাশাপাশি রেখে এদের তিনটি কন্টাক্ট পাতকে একটি অপরিবাহী (যেমন: এবোনাইট) দিয়ে একসঙ্গে সংযুক্ত করে এই সুইচ তৈরি করা হয়।

ব্যবহার (Uses): TPST সুইচ মেইন সুইচ হিসেবে থ্রি-ফেজ এসি সার্কিটে ব্যবহৃত হয়।

২.৩ বৈদ্যুতিক সকেট (Electrical Sockets)

টেবিল বাতি, টেবিল পাখা, বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি, রেডিও, টিভি, ভিসিডি প্লেয়ার, ডিভিডি প্লেয়ার, মোবাইল চার্জার এবং এক স্থান থেকে অন্য স্থানে বহন করা যায় এমন সরঞ্জামে ফাইনাল সাব-সার্কিট হতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করার জন্য সকেট ব্যবহার করা হয়। ইহাকে সকেট আউটলেটও বলা হয়। নিম্নের চিত্রের সাহায্যে ফাইনাল সাব-সার্কিটের ব্যবহার দেখানো হলো–

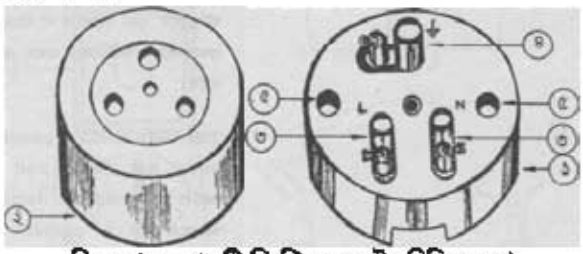


চিত্র-২.১৬: বৈদ্যুতিক সকেটের নানাবিধ ব্যবহার

সকেট আউটলেট দেয়ালে বোর্ডের উপর স্থায়ীভাবে লাগানো থাকে। এতে পোর্সেলাইনের, বেকেলাইটের বা প্লাস্টিকের তৈরি প্রধানত দুটি অংশ থাকে– (১) আধার বা সকেট বেস এবং (২) আবরণ বা কভার।

একটি বৈদ্যুতিক সকেটের বিভিন্ন অংশ হলো

১. সকেট বেস
২. সকেট কভার
৩. টার্মিনাল স্ক্রুসহ প্রধান কন্টাক্ট
৪. টার্মিনাল স্ক্রুসহ প্রটেকটিভ আর্থ কন্টাক্ট
৫. মাউন্টিং স্ট্রট



চিত্র-২.১৭। একটি থ্রি-পিন সকেটের বিভিন্ন অংশ

২.৪ বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সাধারণ যন্ত্রপাতি (General tools and equipment used in electrical works)

১) **স্ক্রু ড্রাইভার (Screw Dirver) :** স্ক্রু খোলা বা লাগানোর কাজে স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রিক্যাল কাজে স্ক্রু ড্রাইভার অত্যন্ত প্রয়োজনীয় একটি টুল। বিভিন্ন সাইজের ও আকৃতির স্ক্রু ড্রাইভার বাজারে পাওয়া যায়। যথা-

(ক) ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার (Philips Screw Driver) : এটি স্টার আকৃতি বিশিষ্ট যা স্ক্রু খুলতে ও লাগাতে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.১৮: ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার

(খ) অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার (Offset Screw Driver) : এই স্ক্রু আকৃতিতে L-এর মতো। যেখানে স্ক্রু-এর মাথার উপর জায়গা অত্যন্ত কম, সেখানে স্ক্রু আটকানোর জন্য এ ধরনের স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.১৮: অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার

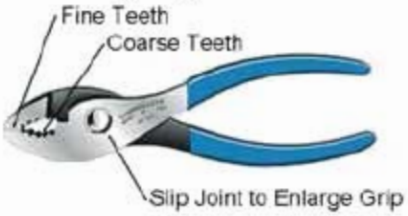
(গ) ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার (Flat Screw Driver) :

সাধারণ আকৃতির স্ক্রু খোলা বা লাগানোর কাজে ফ্ল্যাট স্ক্রু-ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন সাইজের ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.১৮: ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার

২) প্লায়ার্স (Pliers): বৈদ্যুতিক কাজে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয় প্লায়ার্স। বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল প্রয়োজনীয় আকারে কেটে খন্ড করা, ইনসুলেশন যুক্ত করা, খন্ডিত তার ও ক্যাবল জোড়া দেওয়া ইত্যাদি কাজে প্লায়ার ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন ধরনের প্লায়ারের চিত্রসহ বর্ণনা নিম্নে দেওয়া হলো-

(ক) স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স (Slip Joint Pliers): কব্জুইট ওয়্যারিংয়ের জন্য প্রধানত এই প্লায়ার্স ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-২.২০: স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স

(খ) লং নোজ প্লায়ার্স (Long Nose Pliers): এই প্লায়ার্সের সাহায্যে তারকে এবং ধাতব সিটকে বিভিন্ন আকৃতি দেওয়া হয়। অপ্রশস্ত জায়গায় কোনো কিছু ধরতে এটি বিশেষ উপযোগী।

চিত্র-২.২১: লং নোজ প্লায়ার্স

(গ) সাইড কাটিং প্লায়ার্স (Side Cutting Pliers) : এটি বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এই প্লায়ার্সের সাহায্যে তার কাটা ও পেঁচানো হয়। তাছাড়া তার এবং অল্প ডায়ামিটার পাইপ ধরা হয়।

চিত্র-২.২২: সাইড কাটিং প্লায়ার্স

(ঘ) ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স (Diagonal Cutting Pliers) : এ প্লায়ার্স প্রধানত জয়েন্টের তার পেঁচানোর পর এবং যন্ত্রাংশের টার্মিনাল সোল্ডারিং শেষে বাড়তি প্রান্ত কাটার কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৩: ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স

৩) **ইলেকট্রিশিয়ান চাকু (Electrician knife) :** এই চাকুর দুটি ব্লেড থাকে। ব্লেডগুলোর একটি ধারালো ও অপরটি ভোঁতা। ধারালো ব্লেড দিয়ে তারের ইনসুলেশন কাটা ও ভোঁতা ব্লেড দিয়ে তার পরিষ্কার করা হয়।

চিত্র-২.২৪: ইলেকট্রিশিয়ান চাকু

৪) **বলপিন হ্যামার (Ball Peen Hammer):** সাধারণত পাকা দেয়ালের ছিদ্রে উঁচুপিন এবং পেরেক লাগানোর জন্য বলপিন হ্যামার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৫: বলপিন হ্যামার

৫) **ক্লু হ্যামার (Claw Hammer) :** এর 'ক্লু'তে পেরেকের মাথা আটকিয়ে টান দিলে সেটি পূর্বের জায়গা থেকে উঠে আসে। ব্যাটেন, সুইচ বোর্ড ইত্যাদির মধ্যে পেরেক বসাতে 'ক্লু' হ্যামার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৬: ক্লু হ্যামার

৬) বাটালি (Chisels) : কাঠের ব্লক বা বাটেনের প্রয়োজনীয় অংশ কাটার জন্য এগুলো ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৭: বিভিন্ন সাইজের বাটালি

৭) পোকার বা স্ক্র্যাচ আউল (Poker or Scratch Awl) :
এই হাতিয়ার দিয়ে কাঠের কেবিং বা বাক্সে স্ক্রু ঢোকানোর জন্য প্রথমে ছোট একটি ছিদ্র করা হয়। তারপর ঐ ছিদ্রে স্ক্রু ঢোকানো সহজ হয়।

চিত্র-২.২৮: পোকার বা স্ক্র্যাচ আউল

৮) হ্যান্ড ড্রিল মেশিন (Hand Drill Machine) :
ধাতব পাতে ছোট ছিদ্র এবং কাঠের ব্লক বা বাটেনে ছিদ্র করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৯: হ্যান্ড ড্রিল মেশিন

৯) র‍্যাচেট বিট ব্রেস (Ratchet Bit Brace) : বেতি কর্তিত বিমকে ছিদ্র করার জন্য এই টুল ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৩০: র‍্যাচেট বিট ব্রেস

১০) অগার বিট (Auger Bits) : কাঠের ব্লকে অপেক্ষাকৃত বড় ড্রিল করার কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৩১: অগার বিট

১১) রাওল প্লাগ টুল (Rawl Plug Tool) : দেয়ালের মধ্যে রাওল প্লাগ বসানোর জন্য দেয়াল ছিদ্র করতে রাওল প্লাগ টুল ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩২: রাউল প্লাগ টুল

১২) হ্যাক-স (Hack-Saw) : কন্ডুইট পাইপ, জিআই পাইপ ও লোহার জিনিসপত্র কাটার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। ওয়্যারিং কাজে ব্যাটেন এবং সুইচ বোর্ডের পার্শ্বদেশ কাটার জন্যও ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩৩ : হ্যাকস

১৩) **ফাইল (File) :** কন্ডুইট বা কাঠের প্রান্তকে সমান ও মসৃণ করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩৪ : হ্যান্ড ফাইল

১৪) **প্লাম্ব বব (Plumb bob) :** দেয়ালের উপর লাইনকে খাড়াভাবে সোজা করে টানার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩৫ : প্লাম বব

১৫) **পাইপ রেঞ্চ (Pipe Wrench) :** এই রেঞ্চ কন্ডুইট আটকানো, জিআই পাইপ ধরা ও আটকানো ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩৬ : পাইপ রেঞ্চ

১৬) **অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ (Adjustable Wrench) :** এই রেঞ্চ বিভিন্ন সাইজের নাট, পাইপ, বোল্ট ইত্যাদি খোলা ও আটকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়। অপেক্ষাকৃত ভারী অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চকে মাঙ্কি রেঞ্চ বলে। কতিপয় অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চের চিত্র নিম্নে দেওয়া হলো।

চিত্র-২.৩৭ : অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ

১৭) **ম্যালেট (Mallet) :** তামার তার অথবা পাতকে সোজা করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। মেশিনের কভার খোলা ও লাগানোর কাজেও এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৩৮ : ম্যালেট

১৮) **নিয়ন টেস্টার (Neon Tester) :** এ হাতিয়ারের সাহায্যে বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সাপ্লাই আছে কিনা তা দেখা যায়। বৈদ্যুতিক যে কোনো কাজ করতে গেলে এটি সর্বপ্রথম দরকার হয়।

চিত্র-২.৩৯ : নিয়ন টেস্টার

১৯) **সোল্ডারিং আয়রন (Soldering Iron) :** এটি জয়েন্ট বা অন্য কোনো টার্মিনালকে গরম করে জোড়া দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৪০ । সোল্ডারিং আয়রন

২০) বিয়ারিং ও পুলি পুলার (Bearing and Pulley Puller) : মোটর ফ্যান ও বিভিন্ন মেশিনের বিয়ারিং ও পুলি খোলার কাজে এটি ব্যবহার করা হয়। মেশিন বা যন্ত্রাংশের শ্যাফট থেকে পুলি, বিয়ারিং অথবা কাপলার খুলতে পুলি পুলার ব্যবহার করা হয়। পুলারের স্ক্রু শ্যাফটের মাথা শ্যাফটের প্রান্তে বসিয়ে এর পা (Leg) দিয়ে পুলি অথবা বিয়ারিংকে আঁকড়ে ধরা হয়। এরপর পুলারের স্ক্রু শ্যাফটকে রেঞ্চ দিয়ে অথবা এর সাথে আটকানো হাতল দিয়ে ঘুরালে পুলি অথবা বিয়ারিংটি পা (Leg)-এর টানে সহজে খুলে আসে।

চিত্র-২.৪১ : বিয়ারিং পুলার

২০) পাওয়ার ড্রিল মেশিন (Power Dirll Machine) : মেটালিক শিট এবং কনক্রিটের দেয়াল ছিদ্র করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৪২ : পাওয়ার ড্রিল মেশিন

২১) মেজারিং টেপ (Measuring tape) : এর সাহায্যে দেয়ালের, চ্যানেলের, তারের বা ক্যাবলের ইত্যাদির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা মাপা হয়। ইলেকট্রিক্যাল হাউজ ওয়্যারিং-এর কাজে মেজারিং টেপ খুবই দরকারি একটি মেজারিং টুল।

চিত্র-২.৪৩ : মেজারিং টেপ

বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত বিশেষ টুলসের ব্যবহার :

ওয়্যারিং স্ট্রিপিং প্লায়ার্স ও ওয়্যার স্ট্রিপার (Wire Stripping Pliers & Wire Stripper) : তারের ইনসুলেশন ছাড়ানোর কাজে ব্যবহার করা হয়। বাজারে বিভিন্ন আকার ও সাইজের ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স ও ওয়্যার স্ট্রিপার পাওয়া যায়। অ্যাডজাস্টিং স্ক্রু-এর মাধ্যমে কন্ডাকটরের সাইজ এবং অ্যাডজাস্টমেন্ট স্ট্রিপের মাধ্যমে দৈর্ঘ্য ঠিক করে নিয়ে খুব দ্রুত তারের ইনসুলেশন ছাড়ানো যায় এবং সর্বক্ষেত্রে তা একই রকম হয়।

চিত্র-২.৪৪ : ওয়্যার স্ট্রিপার

ক্রিম্পিং প্লায়ার্স (Crimping Pliers) : ক্যাবল, লাগ, টার্মিনাল ক্লিপ, জয়েন্টিং ক্লিপ ইত্যাদি চাপ দিয়ে শক্তভাবে কন্ডাক্টরের সাথে আটকে দেওয়ার জন্য ক্রিম্পিং প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। ওভারহেড লাইনের ক্ল্যাম্প আটকাতেও অনেক ক্ষেত্রে ক্রিম্পিং প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। টার্মিনাল ক্লিপ, ক্যাবল লাগ অথবা জয়েন্টিং স্লিভে কন্ডাক্টরের প্রান্ত ঢুকিয়ে দিয়ে ঐ প্লায়ার্স নিয়ে চাপ দিয়ে কন্ডাক্টরকে শক্তভাবে আটকে দেওয়া হয়।

চিত্র-২.৪৫ : ক্রিম্পিং প্লায়ার

সারক্লিপ প্লায়ার্স (Circlip Pliers) : বিভিন্ন মেশিন ও যন্ত্রপাতির শ্যাফট হতে সারক্লিপ খুলতে অথবা শ্যাফটে সারক্লিপ আটকাতে সারক্লিপ প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। এগুলো দেখতে অনেকটা রাউন্ড নং নোজ প্লায়ার্সের মতো এবং এদের মাথা সুঁচালো হয়। ঐ সুঁচালো মাথা সারক্লিপের প্রান্তের ছিদ্রে ঢুকিয়ে প্লায়ার্সের মতো চাপ দিয়ে সারক্লিপটি শ্যাফটের খাঁজ থেকে খুলে যায়। ভিতরের দিকের সারক্লিপ খুলতে ও লাগাতে ইনসাইড সারক্লিপ প্লায়ার্স এবং বাইরের দিকের সারক্লিপ খুলতে ও লাগাতে আউট সাইড সারক্লিপ প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৪৬ : সারক্লিপ প্লায়ার্স

স্ক্রু কাটিং প্লায়ার্স (Screw Cutting Pliers) : লম্বা স্ক্রু কেটে ছোট করার জন্য স্ক্রু কাটিং প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। এর একটি ফেসপ্লেটে স্ক্রু বসানোর মতো প্যাঁচ বিশিষ্ট ছিদ্র আছে এবং অন্য ফেসপ্লেটটি সুঁচের মতো ধারালো। স্ক্রু কাটিং প্লায়ার্সের ফেসপ্লেট হা করা অবস্থায় নির্দিষ্ট ছিদ্রে স্ক্রু কে নির্দিষ্ট পরিমাণ বসিয়ে সাধারণ প্লায়ার্সের মতো হাতলে চাপ দিলে স্ক্রুটি কেটে যায়। এতে স্ক্রু-এর প্যাঁচ নষ্ট হয় না। পরে স্ক্রুটিকে খুলে নিয়ে কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৪৭ : স্ক্রু কাটিং প্লায়ার

সোল্ডারিং গান (Soldering Gun) : সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড, ট্রানজিস্টর, আইসি ইত্যাদির প্রান্ত সোল্ডারিং করতে সোল্ডারিং গান ব্যবহার করা হয়। যে স্থানে সোল্ডারিং করতে হবে, সেখানে লিড স্থাপন করে এর উপর সোল্ডারিং গানের মাথা স্থাপন করা হয়। এবার গানের সুইচ 'অন' করার সাথে সাথে সোল্ডার গলে গিয়ে সোল্ডারিং সম্পন্ন হয়ে যায়। এতে যন্ত্রাংশটি উত্তপ্ত হয়ে নষ্ট হওয়ার আশঙ্কা থাকে না। প্রিন্টেড বোর্ডে সোল্ডারিং করার জন্য এটি অত্যন্ত উপযোগী।

চিত্র-২.৪৮ । সোল্ডারিং গান

ডি-সোল্ডার গান (De-Solder Gun) : এটি প্রকৃতপক্ষে শোষক নল। প্রিন্টেড বোর্ড থেকে সোল্ডারিং করা কোনো কম্পোনেন্ট খুলতে এটি ব্যবহার করা হয়। সোল্ডারকে সোল্ডারিং আয়রন দিয়ে গরম করে গলানোর পর এই গান দিয়ে গলিত সোল্ডার শোষণ করে নেওয়া হয়।

চিত্র-২.৪৯ : ডি-সোল্ডার গান

ফিউজ পুলার (Fuse Puller) : হাই ভোল্টেজ সার্কিট থেকে কার্তুজ টাইপ ফিউজ টেনে খোলার জন্য ফিউজ পুলার ব্যবহার করা হয়। এটি এবোনাইটের তৈরি এবং আকারে প্রায় প্লায়ার্সের মতো।

চিত্র-২.৫০ : ফিউজ পুলার

ড্র টং (Draw Tong) : ওভারহেড লাইনে কন্ডাক্টরের প্রান্তকে টেনে শ্যাকল ইনসুলেটরে অথবা স্ট্রেইন ইনসুলেটরের ক্ল্যাম্পে আটকানোর জন্য ড্র টং ব্যবহার করা হয়। এটি দেখতে অনেকটা চেইন রেঞ্চের মতো যার মাথাকে ক্রস আর্মের সাথে আটকানো হয়। এবার টং-এ হাতল এপাশ ওপাশ দোলালে চেইনটি এগিয়ে আসে এবং কন্ডাক্টরকে ক্রস আর্মের কাছে নিয়ে আসে। এখানে রেচেট প্রক্রিয়ার চেইনটি এক পাশ হতে অন্য পাশে সরে আসে। বাঁধা শেষে রেচেট নব ঘুরিয়ে আবার চেইনকে সহজে টেনে সরানো যায়।

চিত্র-২.৫১ : ড্র টং

টি-সকেট রেঞ্চ (T-socket Wrench) : 'T' আকৃতির এই রেঞ্চ স্ক্রার, হেক্সাগন অক্টাগন ইত্যাদি আকৃতির নাটকে খোলা বা লাগানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৫২ : টি-সকেট রেঞ্চ

অফসেট রেঞ্চ (Offset Wrench) : যেখানে টি-সকেট রেঞ্চ ব্যবহার করা যায় না, সেখানে মূলত এই রেঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৫৩ : অফসেট রেঞ্চ

এলেন রেঞ্চ (Allen Wrench) : এদেরকে সাধারণভাবে এলেন কি বলা হয়। এলেন হেডযুক্ত হেক্সাগন আকৃতির নাট বা স্ক্রু খোলা ও লাগানোর কাজে এ জাতীয় রেঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৫৪ : এলেন রেঞ্চ

স্ক্র্যাপার (Scraper) : কর্তিত কন্ডুইটের ধারালো অংশকে (sharp edge) মসৃণ করার জন্য সাধারণত ফ্ল্যাট বা থ্রি-কর্ণার স্ক্র্যাপার ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৫৫ : স্ক্র্যাপার

হ্যামার ড্রিল মেশিন (Hammer Drill machine) : ঘরের মেঝে, দেয়াল ও ছাদকে ছিদ্র করার জন্য হ্যামার ড্রিল মেশিন ব্যবহার করা হয়। এটি দেখতে সাধারণ বৈদ্যুতিক ড্রিল মেশিনের মতো হলেও গঠন এবং কাজে বেশ পার্থক্য আছে। এই ড্রিল মেশিনের চাক ঘুরার সাথে সাথে সামনে ও পিছনে আসা-যাওয়া করে এবং হাতুড়ির মতো দেয়ালে ঘা মারে। ফলে হ্যামারিং এবং ড্রিলিং উভয় ক্রিয়া এক সাথে চলতে থাকে।

চিত্র-২.৫৬। হ্যামার ড্রিল মেশিন

ব্লো টর্চ (Blow Torch) : সোল্ডারিং কাজে আয়রন গরম করার জন্য এবং কোনো মেশিনের অংশবিশেষ উত্তপ্ত করা অথবা মোটর ওয়াইন্ডিং-এর কয়েল পেরিয়ে বার্নিশের আঠালো ক্রিয়া ধ্বংস করার জন্য ব্লো টর্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৫৭ : ব্লো টর্চ

পাইপ ভাইস (Pipe Vice) : কন্ডুইট পাইপ কাটার জন্য পাইপ ভাইস ব্যবহৃত হয়। পাইপ, রড ইত্যাদি গোলাকার কার্যবস্তুকে ধারণ করার জন্য এতে V-এর ন্যায় কোণ বিশিষ্ট 'জ' থাকে।

চিত্র-২.৫৮ : পাইপ ভাইস

কন্ডুইট পাইপ কাটার (conduit Pipe Cutter) : কন্ডুইট পাইপ কর্তনের জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৫৯ : কন্ডুইট পাইপ কাটার

কন্ডুইট বেন্ডার (Conduit Bender) : কন্ডুইট পাইপকে বিভিন্ন কোণে বাঁকানোর জন্য কন্ডুইট বেন্ডার ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৬০ : কন্ডুইট বেন্ডার

ট্যাপ অ্যান্ড ডাই (Tap and Die) : ধাতব কন্ডুইটের অভ্যন্তরে নাট-বোল্ট ফুইংয়ের জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। কন্ডুইট জিআই পাইপ-এর বাইরে ও ভিতরে থ্রেড কাটার জন্য যথাক্রমে ডাই ও ট্যাপ ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ছোট ছোট বোল্ট ও নাট-এর থ্রেড কাটতে ডাই ও ট্যাপ ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-২.৬১ : বিভিন্ন প্রকার ট্যাপ অ্যান্ড ডাই (হ্যান্ডলসহ)

স্টোন ড্রিল বিট (Stone Drill bit) : পাথরের দেয়াল ছিদ্র করার জন্য এ জাতীয় ড্রিল ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬২ : স্টোন ড্রিল বিট

কনক্রিট ড্রিল বিট (Concrete Dirll Bit) : ইটের গাঁথুনি অথবা ঢালাই করা মেঝে, দেয়াল ও ছাদ ছিদ্র করার জন্য এই ড্রিল বিট ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৩ : কনক্রিট ড্রিল বিট

ড্রিফট পাঞ্চ (Drift Punch) : বিভিন্ন মেশিনের লক-পিন, হিঞ্জ, শ্যাফট ইত্যাদি খোলার জন্য এই পাঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৪ : ড্রিফট পাঞ্চ

প্রিক পাঞ্চ (Prick Punch) : ধাতব শীট বিশেষত মার্কিংয়ের জন্য এই পাঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৫ : প্রিক পাঞ্চ

সেন্টার পাঞ্চ (Centre Punch) : ধাতব শীট কোথায় কোথায় ছিদ্র করতে হবে, তা মার্ক করার জন্য সেন্টার পাঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৬ : সেন্টার পাঞ্চ

রিভেটিং গান (Riveting Gun) : ধাতব শীট জোড়া দেওয়ার জন্য রিভেট আটকানোর কাজে রিভেট গান ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৭ : রিভেটিং গান

শিথ কাটিং স্নিপস (Sheath Cutting Snips) : ক্যাবলের ধাতব শীথ কাটার জন্য শিথ কাটিং স্নিপস ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৮ : শিথ কাটিং স্নিপস

সি-ক্ল্যাম্প (C-clamp) : ফিটিং কাজের সময় দুটো অংশকে শক্তভাবে চেপে ধরে রাখার জন্য C আকৃতির এই ক্ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৯ : সি-ক্ল্যাম্প

ইলেকট্রিসিয়ানস টুল বক্স (Tool Box): একজন টেকনিশিয়ান ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিংয়ের কাজে ব্যবহৃত যাবতীয় টুলগুলো উপযুক্ত টুল বক্সে যথাযথভাবে সংরক্ষণ করেন। নিচে একটি ইলেকট্রিসিয়ানস টুল বক্সের নমুনা দেখানো হলো।

চিত্র-২.৭০ : ইলেকট্রিসিয়ানস টুল বক্স

২.৫ বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং টেস্টিং :

একটি ওয়্যারিং-এর কাজ অথবা বর্তমান ওয়্যারিং-এ বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম সংযোজনের পর কয়েকটি টেস্ট করা প্রয়োজন। শিল্পকারখানা বা ব্যবসায়ী প্রতিষ্ঠানে রক্ষণাবেক্ষণ কাজের অংশ হিসাবে অন্তর্বর্তীকালে নিয়মিতভাবে ওয়্যারিং টেস্ট করা প্রয়োজন।

একটি ওয়্যারিং কাজের শেষে নিম্নোবর্ণিত টেস্টসমূহ সম্পাদন করা উচিত :

১. কন্টিনিউইটি টেস্ট :

সার্কিটের প্রতিটি পরিবাহী লাইনের কন্টিনিউইটি ঠিক আছে কি না এই টেস্টের মাধ্যমে নিশ্চিত হওয়া যায়। বৈদ্যুতিক সাপ্লাই না দিয়ে কন্টিনিউইটি টেস্টার বা মাল্টিমিটার (অ্যাভোমিটার) এর সাহায্যে সিলেক্টর সুইচটি Ω অথবা KΩ অবস্থানে রেখে কন্টিনিউইটি টেস্ট সম্পন্ন করা হয়।

কন্টিনিউইটি টেস্টার : এটি একটি ছোট প্লাস্টিক, কাঠ বা ধাতব পদার্থের তৈরি যার মধ্যে একটি বাতি একটি ৬ ভোল্ট ব্যাটারির সাথে সিরিজে সংযোগ করা রয়েছে। কোনো কোনো সময় একটি বাজার (Bazar) বাতির সাথে প্যারালালে সংযোগ করা থাকে।

কন্টিনিউইটি টেস্টারের সাহায্যে তিন প্রকারের ফল পাওয়া যায়-

(১) বাতিটি উজ্জ্বলভাবে জ্বলছে, যা ভালো কন্টিনিউইটি আছে বোঝায়।
(২) বাতিটি দুর্বলভাবে জ্বলছে, যা কোন স্থানে উচ্চ রেজিস্ট্যান্স আছে বোঝায়।
(৩) বাতিটি মোটেই জ্বলে না, যা খুব উচ্চ রেজিস্ট্যান্স বা সার্কিট বিচ্ছিন্ন বোঝায়।

২. পোলারিটি টেস্ট :

সাপ্লাই-এর আর্থ করা নিউট্রাল তারে কিংবা সেই তারের যে কোনো শাখায় সুইচ বা কাট আউট ব্যবহার করা চলবে না। বিদ্যুৎ সাপ্লাই পাওয়া গেলে সহজে পোলারিটি টেস্ট করা যায়। টেস্ট সম্পাদন করতে একটি ইলেকট্রিশিয়ান ল্যাম্প প্রয়োজন হয়। ফেজ এবং নিউট্রাল বা আর্থের মধ্যে সংযোগ দিলে ল্যাম্প জ্বলবে এবং নিউট্রাল ও আর্থের মধ্যে জ্বলবে না। সকল সুইচ এবং ফিউজ সরবরাহ লাইনের ফেজের সাথে সংযোগ হয়েছে কি না, এই টেস্টের মাধ্যমে নিশ্চিত হওয়া যায়। বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে ইলেকট্রিশিয়ান ল্যাম্পের পরিবর্তে কন্টিনিউইটি টেস্টার ব্যবহার করা যায়। বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকলে নিয়ন টেস্টারের সাহায্যেও ফেজ কন্ডাক্টর শনাক্ত করা যায়।

২.৬ অ্যাভোমিটার (AVOMETER) :

অ্যাভোমিটার এক ধরনের মাল্টিমিটার যা ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং রেজিস্ট্যান্স এই তিন ধরনের ইলেকট্রিক্যাল রাশি পরিমাপ করতে পারে।

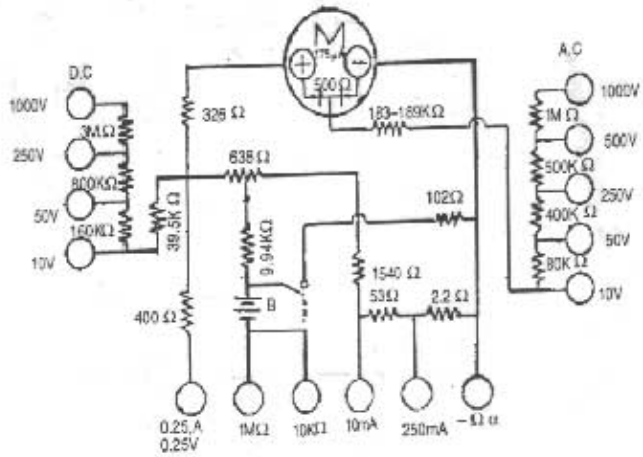
চিত্র-২.৭১ : অ্যাভোমিটার

একটি পারমানেন্ট ম্যাগনেট মুভিং কয়েল গ্যালভানোমিটারের সাথে কিছু কন্ট্রোল সার্কিট ব্যবহার করে মূলত অ্যাভোমিটার তৈরি করা যায়। আমরা পূর্বেই উল্লেখ করেছি যে, অ্যাভোমিটার দ্বারা কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়। এ তিনটি রাশির এককের আদ্যক্ষর (অ্যাম্পিয়ারের A, ভোল্টের V এবং ওহমের O) নিয়ে গঠিত শব্দ হলো অ্যাভো AVO এবং এ থেকেই এসেছে অ্যাভোমিটার। অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ভোল্টেজ (এসি/ডিসি), কারেন্ট (এসি/ডিসি) এবং রেজিস্ট্যান্স ছাড়াও, বাইরের উৎস ব্যবহার করে অতি উচ্চ মানের রেজিস্ট্যান্স (1MΩএর উপরে), ইন্ডাকটেন্স এবং ক্যাপাসিটেন্স পরিমাপ করা যায়।

অ্যাভোমিটার সার্কিট (AVOMETER Circuit) :

পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে মাল্টিমিটার মূলত কন্ট্রোল সার্কিটসহ একটি পারমানেন্ট ম্যাগনেট মুভিং কয়েল গ্যালভানোমিটার। মাল্টিমিটারের এ গ্যালভানোমিটারটি ইহার হৃৎপিণ্ড নামে পরিচিত। নির্দিষ্ট কোনো রাশি

পরিমাপ করার জন্য মিটারকে একটি ফাংশন সুইচের বা রোটারি সুইচের মাধ্যমে সেট করা হয়। এ সুইচ একই সাথে বিভিন্ন রেঞ্জও নির্ধারিত করে। নিম্নের চিত্রে একটি মাল্টিমিটার (অ্যাভোমিটার)-এর সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হলো।



চিত্র-২.৭২ : অ্যাভোমিটার-এর সার্কিট ডায়াগ্রাম

ডিসিতে কারেন্ট পরিমাপের জন্য একট টেপড করা ইউনিভার্সাল শান্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপের জন্য একটি টেপড সিরিজ রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়। এসি পরিমাপ করার জন্য প্রথমে ইহাকে রেকটিফায়ার সার্কিটের মাধ্যমে ডিসিতে রূপান্তরিত করে গ্যালভানোমিটারে পাঠানো হয়। ফলে একই স্কেল এসি ও ডিসি উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায়। রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের সময় অভ্যন্তরীণ ব্যাটারি হতে একটি সেট ভোল্টেজ (নির্দিষ্ট মানের ভোল্টেজ) পরীক্ষাধীন রেজিস্ট্যান্সে প্রবেশের মাধ্যমে এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করা হয়। ওহমের সূত্রানুযায়ী স্থির ভোল্টেজে (যা সেট ভোল্টেজ) কারেন্ট রেজিস্ট্যান্সের উল্টানুপাতিক। সুতরাং স্কেলকে উল্টানিক থেকে সরাসরি ওহম, কিলোওহম এবং মেগাওহম ক্রমাংকিত করা হয়। অর্থাৎ স্কেল থেকে সরাসরি পরীক্ষাধীন রেজিস্ট্যান্সের মান জানা যায়।

২.৭ অ্যাভোমিটারের ব্যবহার :

এ্যাভোমিটার একটি গুরুত্বপূর্ণ ইনস্ট্রুমেন্ট যা ইলেকট্রনিক ও ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটসমূহের বিভিন্ন প্রকার টেস্টের জন্য এবং পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। নিম্নে অ্যাভোমিটারের কতিপয় ব্যবহার উল্লেখ করা হলো :

- ভোল্টেজ (এসি/ডিসি), কারেন্ট (এসি/ডিসি) ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের জন্য।
- সার্কিটের কন্টিনিউইটি টেস্ট করার জন্য।
- সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড, ট্রানজিস্টর পরীক্ষা করার জন্য।
- বাইরের উৎস ব্যবহার করে অতি উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স, ইনডাকটেন্স ও ক্যাপাসিটেন্স পরিমাপ করার জন্য।

এ্যাভোমিটার ব্যবহারে সাবধানতা (Precautions)

১. প্রতিবার পরিমাপ করার পূর্বেই সঠিক রেঞ্জ সিলেকশনের ব্যাপারে নিশ্চিত হতে হবে। ভোল্টেজ পরিমাপ করতে গিয়ে সিলেক্টর সুইচটি যদি ভুলক্রমে রেজিস্ট্যান্স অথবা কারেন্ট রেঞ্জে স্থাপন করা হয় তবে শান্ট পুড়ে যাবে অথবা রেকটিফায়ার ক্ষতিগ্রস্ত হবে এবং মিটারটি অকেজো হয়ে পড়বে।

২. ডিসচার্জড ব্যাটারি মিটার থেকে যত তাড়াতাড়ি সম্ভব সরিয়ে ফেলতে হবে, তা না হলে চুইয়ে পড়া ইলেকট্রোলাইটের কারণে ভিতরের কম্পোনেন্ট ক্ষয়প্রাপ্ত হবে।
৩. যে রাশি পরিমাপ করতে হবে তার রেঞ্জ যদি জানা না থাকে তবে সিলেক্টর সুইচ সর্বোচ্চ রেঞ্জে রেখে পরিমাপ শুরু করতে হবে এবং রেঞ্জ সম্পর্কে অবগত হয়ে উপযুক্ত রেঞ্জ নির্ধারণ করে রাশি পরিমাপ করতে হবে।
৪. উচ্চ তাপমাত্রা এবং আর্দ্রতায় মিটারকে অধিক সময় খোলা রাখা উচিত নয়।

২.৮ বৈদ্যুতিক মোটর :

বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরের জন্য মোটর ব্যবহার করা হয়। মোটর প্রধানত দুই প্রকার- ডিসি মোটর ও এসি মোটর।

ডিসি মোটর : ডিসি মোটর এমন একটি মেশিন বা সাহায্যে ডিসি বিদ্যুৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। ডিসি মোটরকে অন্য মেশিনের সাথে সরাসরি কাপলিং করা যায়। আবার বেল্ট অথবা গিয়ারের সাহায্যেও কাপলিং করা যায়।

চিত্র-২.৭৩ : ডিসি মোটরের বিভিন্ন অংশ

ডিসি মোটরের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা

১. **ইয়ক বা ফ্রেম :** এটি মোটরের বাইরের অংশ। এটি ঢালাই লোহা বা ঢালাই ইস্পাতের তৈরি হয়।

২. **সাইড কভার বা এন্ড শিল্ড :** সাইড কভার বা এন্ড শিল্ড ঢালাই লোহা বা ঢালাই ইস্পাতের তৈরি, বোল্টের সাহায্যে একে ইয়কের সাথে আটকানো হয়। ইয়কের দুই পাশে দুটি এন্ড শিল্ড থাকে। এন্ড শিল্ডের খাঁজে বিয়ারিং আটকানো থাকে এবং বিয়ারিং-এর সাথে আর্মেচার শ্যাফট আটকানো হয়।

চিত্র-২.৭৪ : ডিসি মোটরের ইয়ক ও সাইড কভার।

৩. **পোল কোর :** এটি ইস্পাতের শিট বা পাত দিয়ে স্ট্যাম্পিং প্রক্রিয়ায় তৈরি করা হয় এবং পাতসমূহ বার্নিশ করে পরস্পর হতে ইনসুলেটেড করা হয়। এর মুখের প্রশস্ত অংশকে পোল-সু বলা হয়। সম্পূর্ণ পোল কোরটি বোল্টের সাহায্যে ইয়কে আটকানো থাকে।

৪. **ফিল্ড কয়েল পোল কয়েল :** এ টি এনামেল ইনসুলেশন বিশিষ্ট তামার তারের কুণ্ডলী। কুণ্ডলীটি পোল কোরের উপর বসানো থাকে। পোল কোরের উপর ফিল্ড কয়েল বসিয়ে কোরকে ইয়কের সাথে আটকানো হয়।

৫. **আর্মেচার শ্যাফ্‌ট :** এটি আর্মেচার কেন্দ্রস্থলের ইস্পাতের রড। এই শ্যাফ্‌টের উপরেই আর্মেচার কোর বসানো থাকে। আর্মেচার কোরের পাশে এর শ্যাফ্‌টে বসানো থাকে হাব এবং এর পাশে কমিউটেটর।

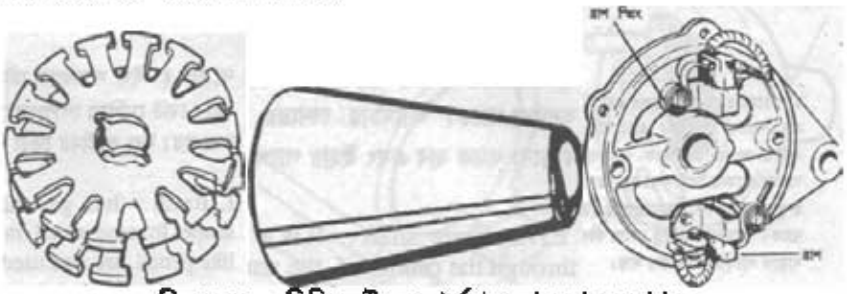
চিত্র-২.৭৫ : ডিসি মোটরের পোল কোর, ফিল্ড কয়েল ও আর্মেচার শ্যাফট।

৬. **আর্মেচার কোর :** এর আকৃতি দাঁতকাটা চাকার মতো। পাতলা ইস্পাতের শিট হতে দাঁত কাটা চাকতি কেটে অনেক চাকতিকে পাশাপাশি স্ট্যাম্পিং করে আর্মেচার কোর তৈরি করা হয়। কোরের প্রতিটি চাকতিতে ইনসুলেশন বার্নিশ দিয়ে পরস্পর হতে ইনসুলেটেড করা থাকে। আর্মেচার কোরের কেন্দ্রে কি-ওয়ে বিশিষ্ট ছিদ্র থাকে যাতে শ্যাফ্‌ট আটকানো যায়।

৭. **কমুটেটর :** এটি অনেকগুলি আলাদা সেগমেন্ট বা খন্ডের সমন্বয়ে গঠিত একটি রিং বিশেষ। একটি ইনসুলেটর পদার্থের তৈরি রিং-এর উপর তামার তৈরি সেগমেন্ট বা খন্ডগুলিকে দৃঢ়ভাবে একত্রে বসানো হয়। প্রতিটি খন্ড অন্যান্য খন্ড হতে ইনসুলেটেড করা।

৮. **হাব :** আর্মেচার কোর ও কমুটেটরের মাঝখানে একই শ্যাফ্‌টে ইনসুলেটর পদার্থের তৈরি একটি রিং বসানো হয়। এটিকে হাব বলা হয়।

৯. **ব্রাশ :** এটি সাধারণত চৌক আকৃতির হয়। কোনো কোনো ছোট মেশিনে পেন্সিলের মতো গোল ব্রাশও ব্যবহার করা হয়। এটি কার্বনের তৈরি হয়।

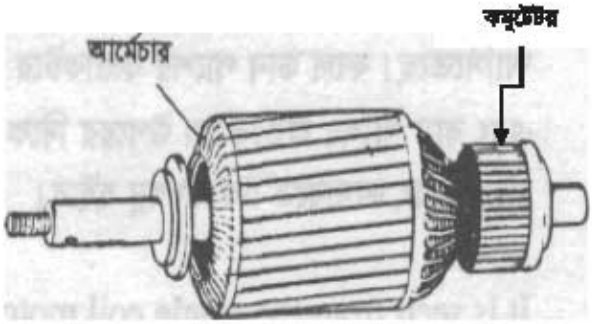


চিত্র-২.৭৬ : ডিসি মোটরের আর্মেচার কোর, হাব ও ব্রাশ।

১০. ব্রাশ হোল্ডার বা ব্রাশ পকেট : এটি তামা বা ইস্পাতের তৈরি উভয় দিক খোলা ছোট একটি বাক্স। এর আকৃতি এমন হয় যাতে ব্রাশটি এর গা ঘেঁষে সহজে এর ভিতর দিয়ে চলাফেরা করতে পারে, কিন্তু খুব ঢিলা না হয়। এটিকে ব্রাশ স্টাডের সাথে আটকিয়ে রাখা হয় এবং এর ভিতরেই ব্রাশটি থাকে। ব্রাশ বক্স কমুটেটরের সাথে সামান্য ফাঁক রেখে কমুটেটরের উপর স্থাপন করা হয়।

চিত্র-২.৭৭ : ডিসি মোটরের ব্রাশ হোল্ডার।

১১. আর্মেচার ওয়াইন্ডিং : মোটরের আর্মেচার কোরে যে তামার পরিবাহীর কয়েল বসানো হয় তাকে আর্মেচার ওয়াইন্ডিং বলে।



চিত্র-২.৭৮ : ডিসি মোটরের আর্মেচার ও কমুটেটর।

২.৯ ম্যাগনেটিক স্টার্টার

ডিসি মোটর চালু করার সময় এর রোটার স্থির অবস্থায় থাকে। তাই এর আর্মেচারে বিপরীতমুখী ভোল্টেজ বা কাউন্টার ইএমএফ উৎপন্ন হতে পারে না। ফলে মোটরে অত্যন্ত বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহের ফলে মোটর পুড়ে যাওয়ার আশঙ্কা থাকে। চালু করার সময় নির্দিষ্ট মাত্রার মধ্যে মোটরের কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ রেখে একে ক্ষয়ক্ষতি হতে রক্ষার জন্য ম্যাগনেটিক স্টার্টার ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বৈদ্যুতিক তার কাকে বলে ?
২. বৈদ্যুতিক ক্যাবল কাকে বলে ?
৩. বৈদ্যুতিক সুইচ কেন ব্যবহার করা হয় ?
৪. টাম্বল সুইচ কী ?
৫. নিয়ন টেস্টারের কাজ কী ?
৬. কন্ডুইট বেন্ডার কী কাজে ব্যবহার করা হয় ?
৭. ক্রিম্পিং প্লায়ার্স কী কাজে ব্যবহার করা হয়।
৮. ডি-সোল্ডার গান কেন ব্যবহার করা হয় ?
৯. অ্যাভোমিটার কী?
১০. অ্যাভোমিটার দ্বারা কী কী রাশি পরিমাপ করা যায় ?
১১. অ্যাভোমিটারকে মাল্টিমিটার বলা হয় কেন?
১২. ব্যাটারি উৎস কী পরিমাপের সময় মাল্টিমিটারের প্রয়োজন হয় ?
১৩. অ্যাভো (AVO)-এর অর্থ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১. ড্র টং-এর ব্যবহার বর্ণনা কর।
২. ফিউজ পুলার কেন ব্যবহার করা হয় ?
৩. মাল্টিমিটার কীভাবে কাজ করে ?
৪. মাল্টিমিটারের ব্যবহার উল্লেখ কর।
৫. অ্যাভোমিটার এক ধরনের মাল্টিমিটার, ব্যাখ্যা কর।
৬. মাল্টিমিটার ব্যবহারের সময় গৃহীত সাবধানতাগুলো লেখ।
৭. ডিসি মোটরে ম্যাগনেটিক স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয় ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. অ্যাভোমিটার এর বিভিন্ন সেকশনের সার্কিট অঙ্কন করে বর্ণনা কর।
২. ইলেকট্রিক মোটর কী কাজে ব্যবহার করা হয়? একটি ডিসি মোটরের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-৩

রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিন

৩.১ রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিন (Radial Drilling Machine)

এটা খাড়াভাবে অবস্থিত কলাম (Column)। এটাতে আর্ম অনুভূমিকভাবে অবস্থিত থাকায় এই আর্মে স্পিন্ডল হেড স্থাপিত হয়। আর্ম কলামের দৈর্ঘ্য বরাবরভাবে উঠানো নামানো যায় এবং কলামকে কেন্দ্রে ধরে ঘুরানো যায়। আর স্পিন্ডল হেড আর্মের দৈর্ঘ্য বরাবর চালানো যায়। সেই জন্য জব টেবিলের উপরে স্থাপন করে স্পিন্ডল হেড চালিয়ে যে কোন স্থানে ড্রিলিং করা যায়। ঐ কারণে বড় ও ভারী জবে ড্রিলিং করা এবং একটি জবে বহু সংখ্যক ছিদ্র ড্রিলিং করার জন্য সুবিধাজনক। এটা শুধু খাড়া দিকে ড্রিলিং, ট্যাপিং ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়। এই সাধারণ রূপের রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিন ছাড়াও যা স্পিন্ডল হেড বিভিন্ন দিকে ঘুরান যায় তাকে ইউনিভার্সাল রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিন (Universal Radial Drilling Machine) বলা হয়। এটা স্পিন্ডল হেড ও আর্ম ঘুরার ফলে যে কোনো দিকে ড্রিলিং-এর কাজ করা যায়।

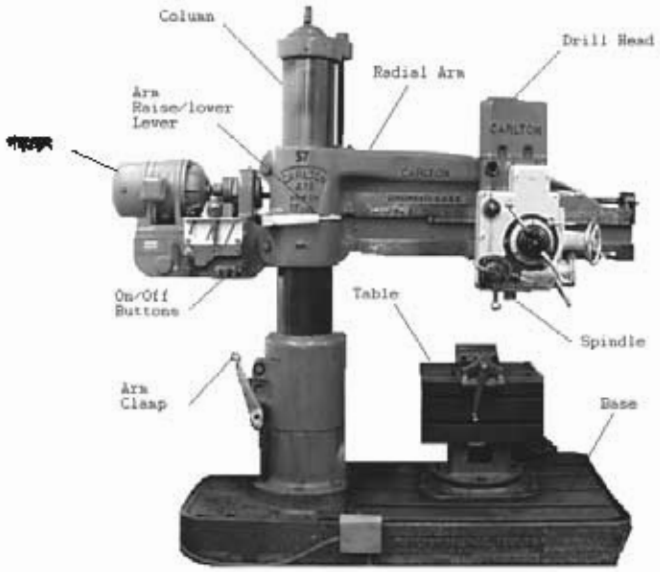
চিত্র-৩.১ : রেডিয়াল ড্রিল মেশিন

৩.২ রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের ব্যবহার (Use of Radial Drill Machine)

বড় ও ভারী কাজে বিভিন্ন জায়গায় অনেকগুলো ড্রিল করার জন্য রেডিয়াল ড্রিল মেশিন আদর্শস্থানীয়। এ মেশিনে কাজ করা সহজ এবং কাজও তাড়াতাড়ি হয় । অর্থাৎ এ মেশিনে বেশি প্রডাকশন করা সম্ভব হয়। এ মেশিনের সাহায্যে আর্মকে কলামের চারদিকে ঘুরানো যায় এবং যে কোনো স্থানে দৃঢ়ভাবে আটকানো যায়। রেডিয়াল ড্রিল মেশিন দ্বারা ড্রিল বিটকে হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফিড দেওয়া যায় এবং মেশিনের ড্রিলিং হেডকে আর্ম-এর যে

কোনো জায়গায় প্রয়োজনীয় স্থানে আটকানো যায়। ফলে ওয়ার্কপিসের উপর নির্দিষ্ট স্থানে ড্রিল বিটকে তাড়াতাড়ি বসানো যায় ।

৩.৩ রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের বিভিন্ন অংশ



চিত্র-৩.২ : রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের বিভিন্ন অংশ

রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের বিভিন্ন অংশ হলো

১. বেইস (Base)
২. কলাম (Column)
৩. টেবিল (Table)
৪. ড্রিল হেড (Drill Head)
৫. স্পিন্ডল (Spindle)
৬. রেডিয়াল আর্ম (Radial Arm)
৭. মোটর (Motor)

১) **বেইস (Base) ঃ** ড্রিলিং মেশিনের ফাউন্ডেশন এবং সর্বনিম্ন অংশ হলো বেইস। ফাউন্ডেশন বোল্টের সাহায্যে মেঝেতে আটকানোর জন্য বা ফাউন্ডেশন বোল্ট সেট করার জন্য এতে তিনটি বা ততোধিক ছিদ্র থাকে এবং মেশিনকে দৃঢ়ভাবে নিজ অবস্থানে ধরে রাখতে সাহায্য করে।

২) **কলাম (Column):** বেইসের ওপর খাড়াভাবে সংযুক্ত সিলিন্ড্রিক্যাল অংশটা হলো কলাম। কলামের সাথে ওয়ার্ক টেবিল এবং ড্রিল হেড সেট করা থাকে।

৩) **টেবিল (Table) :** ড্রিলিং মেশিনের টেবিল গোলাকার, বর্গাকার বা আয়তাকার হয়ে থাকে। টি-হেডেড বোল্টের সাহায্যে ভাইস আটকানোর জন্য এতে টি-স্লট কাটা থাকে। টেবিলকে কলাম বরাবর বিভিন্ন উচ্চতায় উঠানো-নামানো যায় এবং প্রয়োজনীয় উচ্চতায় দৃঢ়ভাবে সেট করা যায়।

৪) **ড্রিল হেড (Drill Head) :** এটা স্পিন্ডল ড্রাইভিং মেকানিজমকে আশ্রয় দিয়ে থাকে। একে কলাম বরাবর বিভিন্ন উচ্চতায় উঠানো- নামানো যায় এবং প্রয়োজনীয় উচ্চতায় দৃঢ়ভাবে সেট করা যায়। এতে স্পিন্ডলের গতি নিয়ন্ত্রণ বা নির্দিষ্ট আরপিএম-এ স্পিন্ডলকে চালানোর জন্য গিয়ারবক্স মেকানিজম বা বেল্ট ও পুলির ব্যবস্থা থাকে যা মোটর থেকে নির্দিষ্ট গতি স্পিন্ডলে স্থানান্তরিত করে।

৫) **স্পিন্ডল (Spindle) :** ড্রিল হেডের মধ্যে স্পিন্ডল বিয়ারিং-এর মাধ্যমে আটকানো থাকে। স্পিন্ডলের মধ্যে ড্রিল চাক লাগানো থাকে। স্পিন্ডল হেডসহ সামনে-পিছনে নড়াচড়া করানো যায় ও প্রয়োজনীয় লোকেশনে জবের মধ্যে ড্রিল করার জন্য এগিয়ে নেওয়া যায়।

৬) **রেডিয়াল আর্ম (Radial Arm) :** ভার্টিকেল কলামের সাথে রেডিয়াল আর্মটি যুক্ত থাকে এবং এটি কলামের চারদিকে ড্রিল হেড সহ ঘুরানো যায় আবার উপরে-নিচে উঠানামা করানো যায়। এলিভেটিং মেকানিজমের সাহায্যে এই উঠানামা করানো হয়। ভার্টিকেল কলামের গা ঘেঁষে উঠানো বা নামানো বন্ধ করলে রেডিয়াল আর্ম অটোমেটিক কলামের সাথে দৃঢ়ভাবে ক্লাম্পড হয়ে যায়।

৭) **মোটর (Motor) :** বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে স্পিন্ডলকে ঘূর্ণন গতি দেওয়ার জন্য রেডিয়াল ড্রিল মেশিনে মোটর ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেডিয়াল ড্রিল মেশিন কাকে বলে ?
২. রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের ৫টি অংশের নাম লেখ।
৩. রেডিয়াল আর্মের কাজ কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. রেডিয়াল ড্রিলের ব্যবহার উল্লেখ কর।
২. রেডিয়াল ড্রিলের প্রধান অংশগুলির নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের গঠন বর্ণনা কর।
২. রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের প্রধান অংশগুলোর বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-৪
লেদ মেশিন (Lathe Machine)

৪.১ লেদ মেশিন

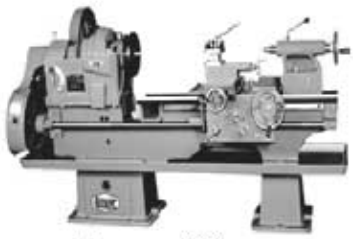
যে সকল মেশিন টুল বর্তমানে ব্যবহৃত হচ্ছে, এদের মধ্যে লেদ মেশিনই প্রাচীনতম। অতি পুরাকাল থেকেই লেদের ব্যবহার চলে আসছে। তখন লেদ হাত দিয়ে চালানো হতো এবং কাঠের চেয়ার, টেবিল প্রভৃতির পায়া তৈরি করতে লেদ ব্যবহার করা হতো। Lathe একটি গ্রিক শব্দ যার অর্থ তক্তা। কাঠের তক্তা দিয়ে তৈরি পৃথিবীর প্রথম কুদ যন্ত্র যা আধুনিক লেদ মেশিনের ক্রমবিকাশের প্রথম ধাপ এবং পৃথিবীর প্রাচীনতম যন্ত্র। এখন লেদের ব্যবহার শুধু কাঠের কাজের মধ্যে সীমাবদ্ধ নেই। বর্তমানে দৈহিক শক্তির পরিবর্তে বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা লেদ পরিচালিত হচ্ছে এবং ধাতব বস্তু টার্নিং করে জটিল আকৃতি বিশিষ্ট যন্ত্রাংশ তৈরি করতে ব্যবহৃত হচ্ছে। ইংল্যান্ডেই প্রথম লেদের উন্নতি সাধিত হয়। আজকাল নানারকম কাজের জন্য বিভিন্ন প্রকার লেদের উদ্ভব হয়েছে। লেদ মেশিন হচ্ছে এক প্রকার মেশিন টুলস (Machine Tools), যা দ্বারা সাধারণত একটি একমুখো কাটিং টুল (Single Point Cutting Tool)-এর সাহায্যে স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত চাকে বাঁধা অবস্থায় ঘূরন্ত কার্যবস্তুকে কাটিং টুল দ্বারা কেটে প্রধানত বেলনাকার (Cylindrical), মোচাকার (Conical), চেপ্টা (Flat) ইত্যাদি আকৃতির জব ও স্ক্রু-থ্রেড তৈরি করা যায়।

৪.২ লেদ মেশিনের প্রকারভেদ

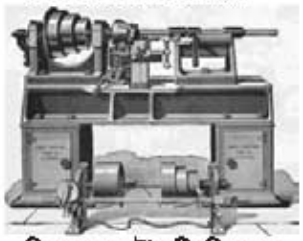
লেদ মেশিনের প্রকারভেদ নিম্নরূপ

১) স্পিড লেদ (Speed Lathe)
- (ক) উড ওয়ার্কিং লেদ (Wood Working Lathe)
- (খ) সেন্টারিং লেদ (Centering Lathe)
- (গ) মেটাল স্পিনিং লেদ (Metal Spinning Lathe)
- (ঘ) পলিশিং লেদ (Polishing Lathe)

চিত্র-৪.১: উড ওয়ার্কিং লেদ



চিত্র-৪.২: সেন্টারিং লেদ



চিত্র-৪.৩: মেটাল স্পিনিং লেদ

চিত্র-৪.৪: পলিশিং লেদ

২) বেঞ্চ লেদ (Bench Lathe)

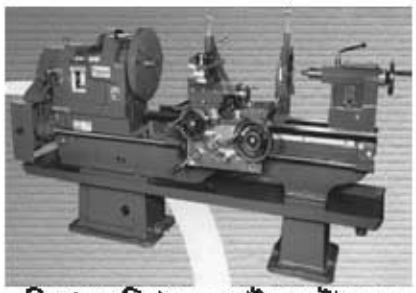
চিত্র-৪.৫: বেঞ্চ লেদ

৩) সেন্টার লেদ

(ক) কোণ পুলি ড্রাইভ সেন্টার লেদ (Cone Pulley Drive Centre Lathe)

(খ) গিয়ার হেড ড্রাইভ সেন্টার লেদ (Gear Head Drive Centre Lathe)

চিত্র-৪.৬: কোণ পুলি ড্রাইভ সেন্টার লেদ



চিত্র-৪.৭। গিয়ার হেড ড্রাইভ সেন্টার লেদ

৪) টুল রুম লেদ (Tool Room Lathe)

৫) টারেট লেদ (Turret Lathe)

৬) ক্যাপস্টেন লেদ (Capstan Lathe)

৭) ইনডেক্সিং লেদ (Indexing Lathe)

চিত্র-৪.৮: টুল রুম লেদ

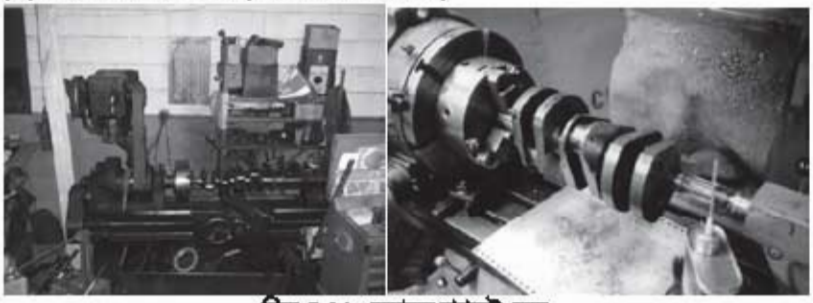
চিত্র-৪.৯: টারেট লেদ

চিত্র-৪.১০: ক্যাপস্টেন লেদ

চিত্র-৪.১১: ইনডেক্সিং লেদ

৮) বিশেষ কাজে ব্যবহৃত লেদ

(ক) ক্র্যাংকশ্যাফট লেদ (Crankshaft Lathe)



চিত্র-৪.১২: ক্র্যাংক শ্যাফট লেদ

(খ) ক্যামশ্যাফট লেদ (Camshaft Lathe)

(গ) হুইল লেদ (Wheel Lathe)

(ঘ) গ্যাপ বেড লেদ (Gap Bed Lathe)

(ঙ) মাল্টি-কাট লেদ (Multi-cut Lathe)

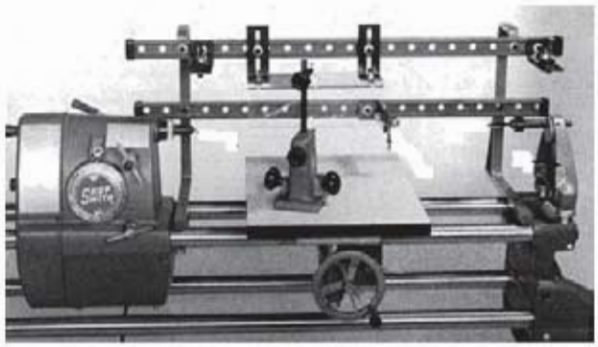
(চ) ডুপ্লিকেটিং লেদ (Duplicating Lathe

চিত্র-৪.১৩: ক্যামশ্যাফট লেদ

চিত্র-৪.১৪: হুইল লেদ

চিত্র-৪.১৫: গ্যাপ বেড লেদ

চিত্র-৪.১৬: মাল্টিকাট লেদ



চিত্র-৪.১৭: ডুপ্লিকেটিং লেদ

৯) প্রিসিশন লেদ (Precision Lathe)

১০) প্রডাকশন লেদ (Production Lathe)

চিত্র-৪.১৮: প্রিসিশন লেদ

চিত্র-৪.১৯: প্রডাকশন লেদ

১১) কপিং লেদ (Copying Lathe)
১২) ভার্টিকেল লেদ (Vertical Lathe)

চিত্র-৪.২০: কপিং লেদ

চিত্র-৪.২১: ভার্টিকেল লেদ

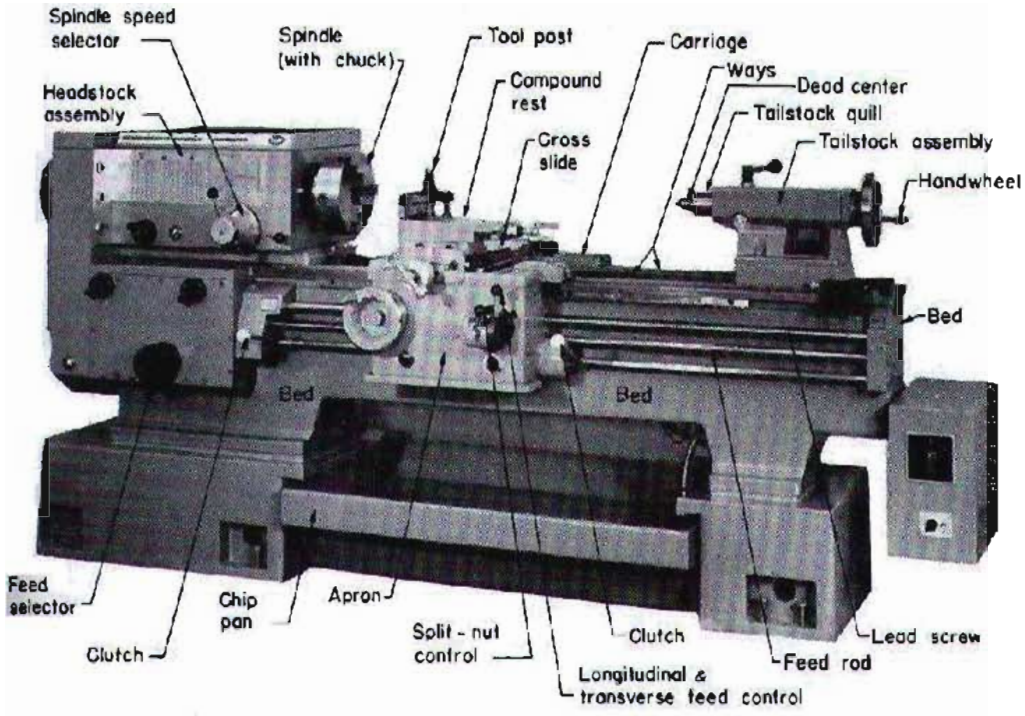
১৩) অটোমেটিক লেদ (Automatic Lathe)
১৪) নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ (Numerical Control Lathe)
১৫) কম্পিউটার নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ (C.N.C Lathe)

চিত্র-৪.২২: অটোমেটিক লেদ

চিত্র-৪.২৩: নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ

চিত্র-৪.২৪: সিএনসি লেদ

৪.৩ লেদের প্রধান প্রধান অংশসমূহের নাম ও এদের কার্যাবলি



চিত্র-৪.২৫ : লেদ মেশিনের প্রধান অংশসমূহ

একটি লেদের প্রধান অংশগুলো হলো

১) বেড (Bed)
২) হেডস্টক (Headstock)
৩) স্পিন্ডল (Spindle)
৪) টেইলস্টক (Tailstock)
৫) ফিড রড (Feed Rod)
৬) লিড স্ক্রু (Lead Screw)
৭) কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)
৮) ক্যারেজ (Carriage)–
   (ক) স্যাডল (Saddle)
   (খ) ক্রস স্লাইড (Cross Slide)
   (গ) কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest)
   (ঘ) কম্পাউন্ড স্লাইড (Compound Slide)
   (ঙ) টুল পোস্ট (Tool Post)
   (চ) অ্যাপ্রোন (Apron)
৯) মোটর (Motor)

বেড (Bed)

লেদ মেশিনের বেড, মেশিনের বেসের ওপর প্রয়োজনমতো উচ্চতায় থেকে মেশিনের প্রধান কাঠামো তৈরি করে। মূলত বেড হলো লেদ মেশিনের ফাউন্ডেশন। এর বাম প্রান্তে হেডস্টক, ডান প্রান্তে টেইলস্টক এবং মাঝখানে ক্যারেজ অবস্থান করে। হেডস্টক, ক্যারেজ ও টেইলস্টককে এক লাইনে ধরে রাখা এবং দরকারমতো লেদের স্পিন্ডলের অক্ষরেখা বরাবর ক্যারেজ ও টেইলস্টক সরানোর বন্দোবস্ত করাই বেডের প্রধান কাজ। বেডের সূক্ষ্মতা, দৃঢ়তা ও সঠিক অ্যালাইনমেন্টের ওপর লেদের সঠিকতা দৃঢ়তা ও সূক্ষ্মতা নির্ভর করে। বেডের উপরিভাগ উত্তমরূপে মেশিনিং ও মসৃণ করা থাকে। আঘাতজনিত কারণে এর তল মসৃণতা যাতে বিনষ্ট না হয় তার জন্য যত্নবান হওয়া উচিত। বেড সাধারণত ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরি করা হয়। পূর্বে উচ্চ শ্রেণির ঢালাই লোহা বা মিশ্র ঢালাই লোহা ব্যবহৃত হতো। বর্তমানে বিশেষ ঢালাই পদ্ধতি দ্বারা নির্মিত বিশেষ দুচ্ছেদ্য ঢালাই লোহা বেশি ব্যবহার করা হয়। আর ক্যারেজের গতিশীল তলে ঘর্ষণ রোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্য হার্ডেনিং করা হয়।

হেডস্টক (Headstock)

হেডস্টক লেদ মেশিনের একটি প্রধান ও গুরুত্বপূর্ণ অংশ। বেডের ওপর বাম প্রান্তে দৃঢ়ভাবে হেডস্টক স্থাপন করা থাকে এবং স্পিন্ডল ড্রাইভ মেকানিজমকে আশ্রয় দিয়ে থাকে। স্পিন্ডল ড্রাইভ মেকানিজম দুই ধরনের হয়ে থাকে। গিয়ার ড্রাইভ ও কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজম। গিয়ার ড্রাইভ মেকানিজমে বাইরে থেকে লিভারের সাহায্যে হেডস্টকের মধ্যস্থিত গিয়ারের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পিড পরিবর্তন করা হয়, এবং কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজমে পুলির বিভিন্ন স্টেপে বা গ্রুভে বেল্টের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পিড পরিবর্তন করা হয়।

স্পিন্ডল (Spindle)

স্পিন্ডল লেদ মেশিনের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর সঠিকতার উপর লেদ মেশিনের সঠিকতা নির্ভর করে। ক্ষয়রোধী বিয়ারিং-এর সাহায্যে স্পিন্ডল হেডস্টকের মধ্যে সংযোজন করা থাকে। স্পিন্ডল মোটর থেকে গিয়ার বা পুলির সাহায্যে ঘূর্ণন গতি প্রাপ্ত হয়। স্পিন্ডলের প্রান্তকে নোজ বলা হয়। এই নোজ এক্সটারনাল থ্রেডযুক্ত এবং এ অংশে ফেস প্লেট, লেদ চাক, ড্রাইভ প্লেট ইত্যাদি সেট করা থাকে। লেদ স্পিন্ডল ফাঁপা হওয়াতে এর মধ্য দিয়ে লম্বা ওয়ার্কপিসকে অতিক্রম করিয়ে চাকে বাঁধা সম্ভব হয়। লেদ স্পিন্ডলের নোজের দিকে ছিদ্র টেপার হয়ে থাকে। ফলে নোজের সাথে লাইভ সেন্টারসহ সকেট সেট করা যায়। স্পিন্ডল নিকেল-ক্রোমিয়াম ইস্পাতের মতো বিশেষ ইস্পাত, সিমেন্টেশন ইস্পাত ইত্যাদি দ্বারা নির্মিত হয়।

টেইলস্টক (Tailstock)

ইহা বেডের উপরিভাগের হেডস্টকের উল্টো দিকে থাকে। সেন্টার দ্বারা বস্তুর একটি প্রান্ত ধরা হয় এবং ড্রিল, রিমার ইত্যাদি কাটিং টুল স্থাপন করার অংশকে টেইলস্টক বলে। টেইলস্টক স্পিন্ডলের সম্মুখে মোরস টেপার থাকে, তার ভিতরে সেন্টার-ড্রিল, রিমার, ডাই ইত্যাদি ঢুকিয়ে হ্যান্ডল ঘুরানো হয় এবং উপযুক্ত স্থানে টেইলস্টক স্পিন্ডল স্থাপন করা হয়। আর টেইলস্টক স্পিন্ডল আড়াআড়িভাবে সরানোর ফলে টেপার টার্নিং করা যায়, কাজেই সরল বেলনাকার কাটবার জন্য মাঝে মাঝে টেইলস্টক স্পিন্ডলের কেন্দ্র নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন।

ফিড রড (Feed Rod)

লিড স্ক্রু-এর নিচে ফিড রডের অবস্থান। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স থেকে অ্যাপ্রোন মেকানিজমে শক্তি স্থানান্তর করার জন্য ফিড রড ব্যবহৃত হয়। ফিড মেকানিজম শক্তিপ্রাপ্ত হলে লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি পাওয়ার ফিড ব্যবহার করা সম্ভব হয়। ফিড রডের প্রায় সমস্ত দৈর্ঘ্যব্যাপী চাবির ঘাট (Key Way) কাটা থাকে এবং এতে চাবির সাহায্যে

একটি গিয়ার সেট করা থাকে। অপারেশনের সময় ফিড রডের ঘূর্ণনের সাথে গিয়ারটি ঘুরে প্রয়োজনীয় কাটিং ফিড প্রদান করে থাকে।

লিড স্ক্রু (Lead Screw)

থ্রেড কাটার দরকার হলে লিড স্ক্রু ব্যবহৃত হয়। এটির দৈর্ঘ্য বেডের দৈর্ঘ্যের চেয়ে সামান্য বেশি এবং বেডের সামনের দিকে ফিড রডের পরে সেট করা থাকে (যদি ফিড রড থাকে)।

কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)

সামনের দিকে হেডস্টকের ঠিক নিচে কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স অবস্থিত। এটি হেডস্টক থেকে গতিপ্রাপ্ত হয়ে নিয়ন্ত্রিত উপায়ে ফিড রড এবং লিড স্ক্রুকে চালায়। এটি স্পিন্ডলের সঙ্গে আটকানো ওয়ার্কপিসের সাথে একটি নির্দিষ্ট অনুপাতে কাটিং টুলকে চালাতে ব্যবহৃত হয়। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মাধ্যমে ফিড রড গতিপ্রাপ্ত হয়ে রাফ কাট বা ফিনিশ কাটের জন্য প্রয়োজনীয় গতিতে কাটিং টুলকে চালায় এবং লীড স্ক্রু গতি প্রাপ্ত হয়ে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচে স্ক্রু থ্রেড উৎপন্ন করে। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের গায়ে চার্টে উল্লিখিত ফিড এবং থ্রেড পিচ পাওয়ার জন্য এর মধ্যস্থিত গিয়ারগুলিকে দ্রুত নাড়ানো ও নির্দিষ্ট অবস্থানে একটি লিভারের সাহায্যে সেট করা যায়।

ক্যারেজ (Carriage)

ক্যারেজের উপরিভাগে টুলপোস্ট, স্যাডল, অ্যাপ্রোন, ক্রস-স্লাইড, কম্পাউন্ড রেস্ট এবং কম্পাউন্ড স্লাইড স্থাপিত হয়। বেডের লম্বালম্বি দিকে লিড স্ক্রু, ফিড রড ও ক্যারেজ হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে এটি হেডস্টক ও টেইলস্টকের মাঝে চলাচল করে। এটি টার্নিং টুল বহন করে এবং ওয়ের সাথে সমান্তরাল অথবা সমকোণে টুলের গতিপথ নিয়ন্ত্রণ করে।

(ক) স্যাডল (Saddle)

স্যাডল দেখতে ইংরেজি H অক্ষরের ন্যায় যা বেডের উপর অবস্থান করে। স্যাডল বেডের উপরে আড়াআড়িভাবে থাকে। স্যাডলের আড়াআড়ি অংশ বা ক্রসপিস (Crosspiece)-এর উপর ক্রস স্লাইড চলাচলের জন্য ডাভটেইল স্লট কাটা থাকে। স্যাডলের উপরে ক্রস স্লাইড ও টুল পোস্ট স্থাপিত হয়।

(খ) ক্রস স্লাইড (Cross Slide)

ক্রস স্লাইড স্যাডলের উপর ডাভটেইল স্লট বারবার আড়াআড়ি স্লাইড করে চলাচল করে। এটি একটি স্ক্রুর সাহায্যে ইন্টারনাল থ্রেড যুক্ত ব্লকের সাথে সংযুক্ত থাকে। ব্লকটির মধ্যে ক্রস স্লাইড বা ক্রস ফিড বা ফিড স্ক্রুকে ঘুরানো হলে এটি চলাচল করে। ফলে ক্রস স্লাইডও চলাচল করে।

(গ) কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest)

কম্পাউন্ড রেস্টকে সুইভেল স্লাইড বা সুইভেল প্লেটও বলা হয়। কম্পাউন্ড রেস্টের গোলাকার সারফেস ডিগ্রিতে ভাগ করা থাকে এবং একে প্রয়োজনীয় ডিগ্রিতে ঘুরিয়ে সেট করা যায়। এ ব্যবস্থা টেপার টার্নিং করার জন্য উপযোগী।

(ঘ) টুল পোস্ট (Tool Post) ক্যারেজের সর্বোচ্চ অংশ হলো টুল পোস্ট। টুল ধারণের জন্য টুল পোস্ট ব্যবহৃত হয়। টুল পোস্ট বিভিন্ন আকৃতি ও গঠনের হয়ে থাকে।

(ঙ) অ্যাপ্রোন (Apron)

ক্যারেজের নিচের দিকে সামনের অংশকে অ্যাপ্রোন বলা হয়। অ্যাপ্রোনের মধ্যে একটি গিয়ার ট্রেইন ও ক্লাচ কাজ করে এবং ক্যারেজ ও ক্রস স্লাইডকে অটোমেটিক ফিড পেতে সাহায্য করে। অ্যাপ্রোনের সামনে অবস্থিত লিভার অটো ফিড নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। অ্যাপ্রোনের মধ্যে হাফনাট কাজ করে এবং বাইরে থেকে হাফনাট লিভারের সাহায্যে এটিকে লিড স্ক্রুর সাথে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করা হয়। কাটিং টুলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন লিভার অ্যাপ্রনের মধ্যে থাকে। তাছাড়া এটিকে হাতে চালানোরও ব্যবস্থা থাকে।

মোটর (Motor)

মোটরকেও লেদ মেশিনের প্রধান অংশ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। মোটর সকল প্রকার মেশিন টুলের জন্য বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং ঐ যান্ত্রিক শক্তি দ্বারাই লেদ মেশিন চালিত হয়।

৪.৪ লেদের কন্ট্রোল ও সেটিং ও সেফটি ডিভাইস

(ক) লেদের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহ

১) মেশিন সুইচ (Machine switch)
২) ফিড রিভার্স লিভার (Feed reverse lever)
৩) ফিড রড অ্যান্ড লিড স্ক্রু এনগেজিং লিভার (Feed rod and Lead screw engaging lever)
৪) নরটন ব্র্যাকেট লিভার (Norton bracket lever)
৫) অটোমেটিক ফিড চেঞ্জিং লিভার (Automatic feed changing lever)
৬) ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল (Carriage hand wheel)
৭) অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফিড লিভার (Autometic longitudinal feed lever)
৮) ফিড রড ও লিড স্ক্রু-এর গতি স্থানান্তর লিভার (Feed rod and lead screw motion transfer lever)
৯) অটোমেটিক ক্রস স্লাইড লিভার (Automatic cross slide lever)
১০) হাফ নাট লিভার (Half nut lever)
১১) টেইলস্টক অফসেট স্ক্রু (Tailstock offset screw)
১২) টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল (Tailstock hand wheel)
১৩) টেইলস্টক লকিং লিভার (Tailstock locking lever)
১৪) টেইল স্টক স্পিন্ডল লকিং লিভার (Tailstock spindle locking lever)
১৫) টপ/কম্পাউন্ড স্লাইড লিভার (Top/compound slide lever)
১৬) ক্রস স্লাইড লিভার (Cross slide lever)
১৭) স্পিন্ডল স্পিড সেটিং লিভার (Spindle speed setting lever)
১৮) স্টার্টিং অ্যান্ড স্টপিং লিভার (Starting and stopping lever)

(খ) লেদের সেটিংসমূহ

১) চাক সেটিং (Chuck setting)
২) সেন্টার হাইটে টুল সেটিং (Setting of tool at center height)
৩) কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং (Compound rest setting)
৪) টেইলস্টক অফসেট সেটিং (Tailstock offset setting)
৫) টপ স্লাইড সেটিং (Top slide setting)

৬) স্যাডল ট্র্যাভার্স ইন্ডিকেটর সেটিং (Saddle traverse indicator setting)
৭) থ্রেড চেসিং ডায়াল সেটিং (Thread chasing dial setting)
৮) স্লাইড ফিড স্টপ সেটিং (Slide feed stop setting)
৯) কাটিং ডেটা সেটিং (Cutting data setting)
১০) কুল্যান্ট সিস্টেম সেটিং (Setting of coolant system)

(গ) লেদের সেফটি ডিভাইসমূহ

১) বেল্ট গার্ড (Belt Guard)
২) চেঞ্জ গিয়ার কভার (Change gear cover)
৩) চিপ ট্রে (Chip tray)
৪) স্প্ল্যাশ গার্ড (Splash Guard)

লেদ মেশিনের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহের কাজ

মেশিন সুইচ : এই সুইচের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের সাথে লেদ মেশিনের সাথে বিদ্যুৎ সংযোগ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ফিড রিভার্স লিভার : স্বয়ংক্রিয় ফিডের দিক পরিবর্তন করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

ফিড রড অ্যান্ড লিড স্ক্রু এনগেজিং লিভার : এই অংশটি কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মধ্যে অবস্থিত এবং লিড রডকে পৃথকভাবে গতি প্রদান করতে ব্যবহৃত হয়।

নরটন ব্র্যাকেট লিভার : স্বয়ংক্রিয় ফিডের হার নির্ণয় এবং থ্রেড কাটতে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচ নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ফিড চেঞ্জিং লিভার : এই লিভার স্বয়ংক্রিয় ফিডের গতি বাড়াতে ও কমাতে ব্যবহৃত হয়।

ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল : ক্যারেজকে বেডের ওপর হাতে চালানোর জন্য ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফিড লিভার : বেডের ওপর ক্যারেজকে লম্বালম্বি অর্থাৎ স্পিন্ডলের অক্ষের সমান্তরালভাবে চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। উল্লেখ্য ফিড রড চালু থাকলেই শুধু এই লিভার কাজ করে।

ফিড রড ও লিড স্ক্রুর গতি স্থানান্তর লিভার : এই অংশটি অ্যাপ্রোনের মধ্যে অবস্থিত। ঘুরন্ত ফিড রড ও লিড স্ক্রুর গতি স্থানান্তর অর্থাৎ কাটিং টুলকে শুধু ফিড দেওয়া হবে নাকি থ্রেড কাটতে ব্যবহার করা হবে তা নির্দিষ্ট করে পরবর্তীতে স্বয়ংক্রিয় ফিড লিভার অথবা হাফ নাট সংযোগের মাধ্যমে কাজ সম্পাদন করতে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ক্রস স্লাইড লিভার : এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্রস ফিড দেওয়ার কাজে ব্যবহৃত হয়।

হাফ নাট লিভার : থ্রেড কাটার জন্য হাফ নাটকে লিড স্ক্রু-এর সাথে সংযুক্ত বা বিযুক্ত করতে এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক স্ক্রু : টেইলস্টক-এর বেস বেডের কি-ওয়ের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে। টেইলস্টকের ওপরের অংশের দুই পার্শ্বে অবস্থিত দুটি স্ক্রু-এর সাহায্যে টেইলস্টক ও বেডের সংযোগ প্রয়োজন অনুযায়ী ঢিলা বা টাইট করা হয়। এই দুটি স্ক্রুকে টেইলস্টক অফসেট স্ক্রু বলে এবং টেইলস্টক হেডস্টকের স্পিন্ডলের অক্ষ থেকে বেডের সমান্তরাল সমতলে সরানোর জন্য এই স্ক্রুদ্বয় ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল : এটা চাবি ও নাটের সাহায্যে টেইলস্টক স্ক্রুর প্রান্তে সেট করা থাকে এবং টেইলস্টক স্ক্রুকে ঘুরাতে ব্যবহৃত হয়। যার ফলে টেইলস্টক স্পিন্ডল আগে-পিছে আসা- যাওয়া করে।

টেইলস্টক স্পিন্ডল লকিং লিভার : এটা টেইলস্টক স্পিন্ডলের চলাচল লক বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক লকিং লিভার : টেইলস্টককে নির্দিষ্ট স্থানে লক করতে বা আটকিয়ে রাখতে টেইলস্টক লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

কম্পাউন্ড স্লাইড লিভার : কম্পাউন্ড স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে কম্পাউন্ড স্লাইড আগে পিছে আসা যাওয়া করে।

ক্রস স্লাইড লিভার : ক্রস স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে ক্রস স্লাইড স্যাডলের আড়াআড়ি অংশের ওপর সামনে পিছনে আসা যাওয়া করে।

স্পিন্ডল স্পিড সেটিং লিভার : মেশিনে প্রয়োজনীয় ঘূর্ণন গতি (R P M) সেট করতে স্পিন্ডল স্পিড সেটিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্টার্টিং লিভার : মেশিন স্পিন্ডল চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

৪.৫ লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ ও তাদের ব্যবহার ঃ

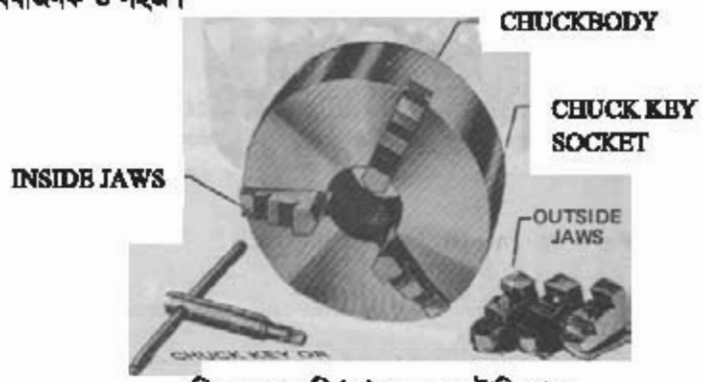
লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ

১. থ্রি 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক (Three jaw self centering chuck)
২. ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক (Four jaw independent chuck)
৩. ফেসপ্লেট (Faceplate)
৪. ড্রাইভ প্লেট (Drive plate)
৫. কলেট চাক (ড্র-বারসহ) (Collet chuck with draw bar)
৬. ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic chuck)
৭. স্টেডি রেস্ট (Steady rest)
৮. ফলোয়ার রেস্ট (Follower rest)
৯. লেদ ডগ (Lathe dog)

লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার

থ্রি 'জ' সেলফ সেন্টারিং চাক : এ চাক লেদ মেশিনে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। এটি থ্রি জ চাক চাক নামে বেশি পরিচিত। যখন চাক কী ঘুরানো হয় তখন এই চাকের তিনটি 'জ' ই একত্রে চাকের কেন্দ্রের দিকে বা বিপরীত দিকে অগ্রসর হয়। স্বয়ংক্রিয়ভাবে চাকের 'জ' তিনটি এর কেন্দ্রের সাথে সব সময় সমান দূরত্ব বজায়

রাখে এবং এক সাথে কেন্দ্রে এসে মিলিত হয়। এ জন্য এ চাককে থ্রি 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক বলা হয়। বেলনাকৃতি (Cylindrical) ও ষড়ভুজাকার কার্যবস্তুকে টার্নিং-এর জন্য লেদ মেশিনে আটকাতে এরূপ চাকের ব্যবহার খুবই সুবিধাজনক ও সহজ।



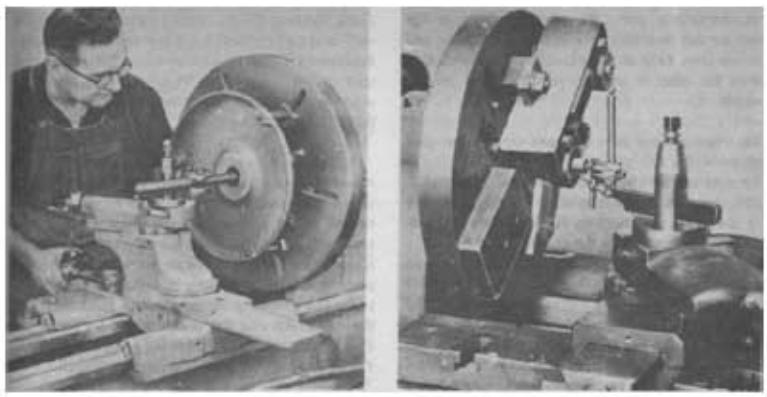
চিত্র-৪.২৬ : থ্রি 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক

ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক : সংক্ষেপে একে ফোর 'জ' চাক বলা হয়। এরূপ চাকের চারটি 'জ'কেই চাক কি দ্বারা আলাদা আলাদাভাবে চালনা করা যায়। এ জন্য একে ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক বলা হয়। প্রতিটি 'জ' স্বাধীন ও স্বনিয়ন্ত্রিত বলে এই চাক অসম আকৃতির কার্যবস্তুকে বাঁধার জন্য ব্যবহার করা হয়। এই চাকে বেঁধে কোনো কার্যবস্তুকে বিকেন্দ্রিকভাবে টার্নিং করা যায়। এ ছাড়া গোলাকার, বর্গাকার ও আয়তাকার প্রভৃতি বিভিন্ন আকৃতির কার্যবস্তুকে ধরতে এ চাক ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-৪.২৭ : ফোর-'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক

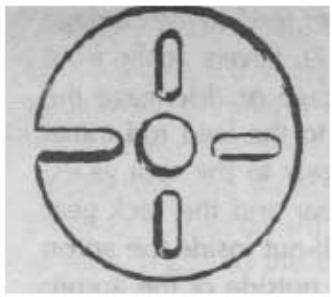
লেদ ফেসপ্লেট : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যাতে কতিপয় স্লট কাটা থাকে। এই স্লটগুলো আবার আবদ্ধ থাকে। যে সকল অনিয়মিত আকারের কার্যবস্তুকে ফোর 'জ' চাকে বাঁধা সুবিধাজনক হয় না, তাদেরকে ফেসপ্লেটে ক্ল্যাম্পের সাহায্যে আটকিয়ে লেদে মেশিনিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়।

চিত্র-৪.২৮ : ফেসপ্লেট



চিত্র-৪.২৯ : লেদে ফেসপ্লেটের ব্যবহার

লেদ ড্রাইভ প্লেট : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যাতে কতিপয় স্লট কাটা থাকে এবং স্লটগুলোর মধ্যে একটি খোলামুখ বিশিষ্ট হয়ে থাকে। যখন কার্যবস্তুকে বাঁধতে লেদ ডগ ব্যবহৃত হয়, তখন ড্রাইভ প্লেট ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৪.৩০ : লেদ ড্রাইভ প্লেট

কলেট চাক : এটি একটি ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যার সাহায্যে ক্ষুদ্র এবং মসৃণ তল বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিস বাঁধতে ব্যবহৃত হয়। ভিন্ন ভিন্ন সাইজের ওয়ার্কপিসের জন্য ভিন্ন ভিন্ন সাইজের কলেট ব্যবহৃত হয়। কলেট চাক ব্যবহার করতে হলে একটি ড্র বার এবং লেদ স্পিন্ডল বোরে একটি রিডিউসিং সকেটের প্রয়োজন হয়। ওয়ার্কপিসসহ কলেটকে রিডিউসিং সকেটে স্থাপন করে স্পিন্ডলের পিছনের দিক থেকে ড্র বার টাইট দিলেই ওয়ার্কপিস দৃঢ়ভাবে আটকে যায়।

চিত্র-৪.৩১ : কলেট চাক

ম্যাগনেটিক চাক : যে সকল লৌহজাত ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম ওয়ার্কপিসকে চাকে বাঁধা সুবিধাজনক হয় না, সেক্ষেত্রে ওয়ার্কপিস ধরতে ম্যাগনেটিক চাক ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৪.৩২ : ম্যাগনেটিক চাক

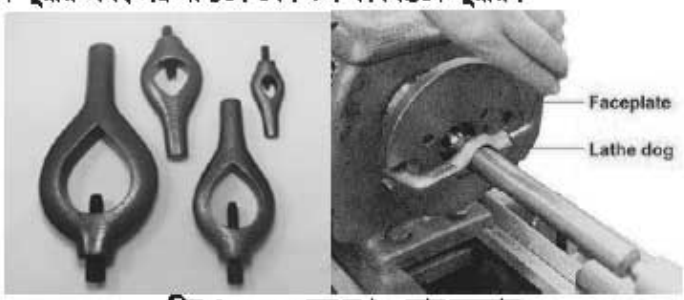
স্টেডি রেস্ট : যখন লম্বা ও মোটা গ্রন্থচ্ছেদ বিশিষ্ট হেডস্টক স্পিন্ডল বোরের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে না কিন্তু এর তলে বা প্রান্তে লেদ অপারেশনের প্রয়োজন হয় তখন ওয়ার্কপিস বাঁধতে স্টেডি রেস্ট ব্যবহৃত হয়। এতে তিনটি সমন্বয়যোগ্য বা অ্যাডজাস্টেবল 'জ' থাকে। ওয়ার্কপিসকে সেন্টারিং করার পর 'জ'গুলোকে পূর্ণভাবে টাইট দেওয়া যায়।

চিত্র-৪.৩৩ : স্টেডি রেস্ট

ফলোয়ার রেস্ট : লম্বা ও কম ব্যাস বিশিষ্ট ওয়ার্কপিস টার্নিং করতে কাটিং টুলের চাপে ওয়ার্কপিস যাতে বাঁকা হয়ে না যায় তার জন্য ফলোয়ার রেস্ট ব্যবহৃত হয়। ফলোয়ার রেস্টকে কাটিং টুলের বিপরীতে ক্যারেজের সাথে সেট করা হয় এবং যত্ন সহকারে এর সমন্বয়যোগ্য 'জ' দুটিকে সমন্বয় করার পর পূর্ণভাবে টাইট দেওয়া হয়।

চিত্র-৪.৩৪ : ফলোয়ার রেস্ট

লেদ ডগ : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস এবং যখন লাইভ সেন্টার ও ডেড সেন্টারের মাঝে ওয়ার্কপিস রেখে টার্নিং করা হয় তখন লেদ ডগ ব্যবহৃত হয়। কার্যবস্তুকে লেদ ডগের ছিদ্র বা স্লটের মধ্যে ঢুকিয়ে সেট স্ক্রু দ্বারা আটকানো হয়। লেদ ডগের মাধ্যমে কার্যবস্তুকে ঘুরানোর জন্য এর টেইলকে ড্রাইভ প্লেটের মধ্যে স্থাপন করে আটকাতে হয়। ড্রাইভ প্লেট স্পিন্ডলের মুখে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। ফলে মেশিন চালু করলে স্পিন্ডল ড্রাইভ প্লেটকে ঘুরায় এবং এর মাধ্যমে লেদ ডগ কার্যবস্তুকে ঘুরায়।



চিত্র-৪.৩৫ ঃ লেদ ডগ ও তার ব্যবহার

৪.৬ লেদ মেশিনের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ

লেদ মেশিনকে অতি সূক্ষ্ম মাত্রা বজায় রেখে যন্ত্রাংশ উৎপাদনের জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা হয়ে থাকে। লেদের চলন্ত এবং স্থির অংশগুলো তাই সব সময় যত্ন সহকারে ব্যবহার করা উচিত। নিম্নে লেদ মেশিনের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য কতিপয় দিকনির্দেশনা দেওয়া হলো–

১. যে সকল লেদ মেশিন প্রতিদিন ব্যবহার করা হয় সেগুলোর নিম্নলিখিত অংশগুলোকে প্রতিদিন লুব্রিকেটিং অয়েল দিতে হবে। যথা–
   (ক) হেডস্টক বিয়ারিং
   (খ) স্পিন্ডল হতে লিড স্ক্রু পর্যন্ত সংশ্লিষ্ট সকল গিয়ার ও বিয়ারিং
   (গ) মোটর বিয়ারিং
   (ঘ) টেইলস্টক স্পিন্ডল
   (ঙ) লিড স্ক্রু
   (চ) স্লিড রড বিয়ারিং
   (ছ) অ্যাপ্রোন এবং স্যাডল
   (জ) ক্রস স্লিড এবং কম্পাউন্ড স্লাইড
২. লুব্রিকেটিং অয়েল দেওয়ার পূর্বে অবশ্যই লেদ মেশিন জুট কটন দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে।
৩. মেশিন স্টার্ট দেওয়ার পূর্বে হেড স্টকে জব দৃঢ়ভাবে বেঁধে নিতে হবে।
৪. লেদ বেড-ভাজটেইলস এবং ওয়েজ ভালোভাবে পরিষ্কার করার পর লুব্রিকেটিং করতে হবে।
৫. Felt pads মাঝে মাঝে চিপস সরিয়ে কেরোসিন দিয়ে ধৌত করতে হবে।
৬. বেডের মধ্যে কোনো টুলস রাখা যাবে না।
৭. প্রতিদিন লিড স্ক্রু-এর মধ্যে আটকে থাকা চিপস সাবধানতার সাথে পরিষ্কার করতে হবে যাতে লিড স্ক্রু-এর থ্রেড কোনোভাবে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।
৮. চিপস ব্রেকার ব্যবহার করা উচিত।
৯. কাটিং টুল হোল্ডারে সঠিক কোণ সহকারে দৃঢ়ভাবে বাঁধা উচিত।
১০. দীর্ঘ ওয়ার্কপিসে কাজ করতে হলে টেইলস্টক ব্যবহার করা উচিত।

প্রশ্নমালা-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. লেদ মেশিন কাকে বলে ?
২. স্পিড লেদ কত প্রকার ও কি কি ?
৩. সেন্টার লেদ কত প্রকার ও কী কী ?
৪. বিশেষকাজে ব্যবহৃত ৫টি লেদের নাম লেখ।
৫. লেদের সেফটি ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।
৬. লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।
৭. লেদ ড্রাইভ প্লেটের ব্যবহার লেখ।
৮. লেদে কলেট চাক কেন ব্যবহার করা হয় ?
৯. লেদে ম্যাগনেটিক চাক কেন ব্যবহার করা হয় ?
১০. স্টেডি রেস্টের ব্যবহার লেখ।
১১. ফলোয়ার রেস্টের ব্যবহার লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. লেদ মেশিন কী কী কাজে ব্যবহার করা হয় সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২. লেদ বেডের বর্ণনা দাও।
৩. হেডস্টকের বর্ণনা দাও।
৪. লেদ স্পিন্ডলের কাজ কি কি ?
৫. লেদে টেইলস্টক কেন ব্যবহার করা হয় ?
৬. লেদে ফিড রড কী কাজ করে ?
৭. লেদে লিড স্ক্রু কেন ব্যবহার করা হয় ?
৮. কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স বলতে কী বোঝায় ?
৯. স্যাডল কী ?
১০. লেদ মেশিনের সেটিংসমূহের নাম লেখ।
১১. থ্রি-'জ' সেলফ সেন্টারিং চাকের ব্যবহার লেখ।
১২. ফোর-'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাকের ব্যবহার লেখ।
১৩. লেদে ফেসপ্লেট কেন ব্যবহার করা হয় ?
১৪. লেদে ড্রাইভ প্লেট কেন ব্যবহার করা হয় ?
১৫. লেদ ডগের ব্যবহার বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. লেদ বলতে কী বোঝায় ? লেদ সাধারণত কত প্রকার ও কি কি ?
২. একটি সেন্টার লেদের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।
৩. ক্যারেজ কী ? ক্যারেজের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।
৪. লেদের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহের কাজ বর্ণনা কর।
৫. লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৬. লেদের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ বর্ণনা কর।

অধ্যায়-৫
সেন্টার লেদ (Centre Lathe)

৫.১ সেন্টার লেদ

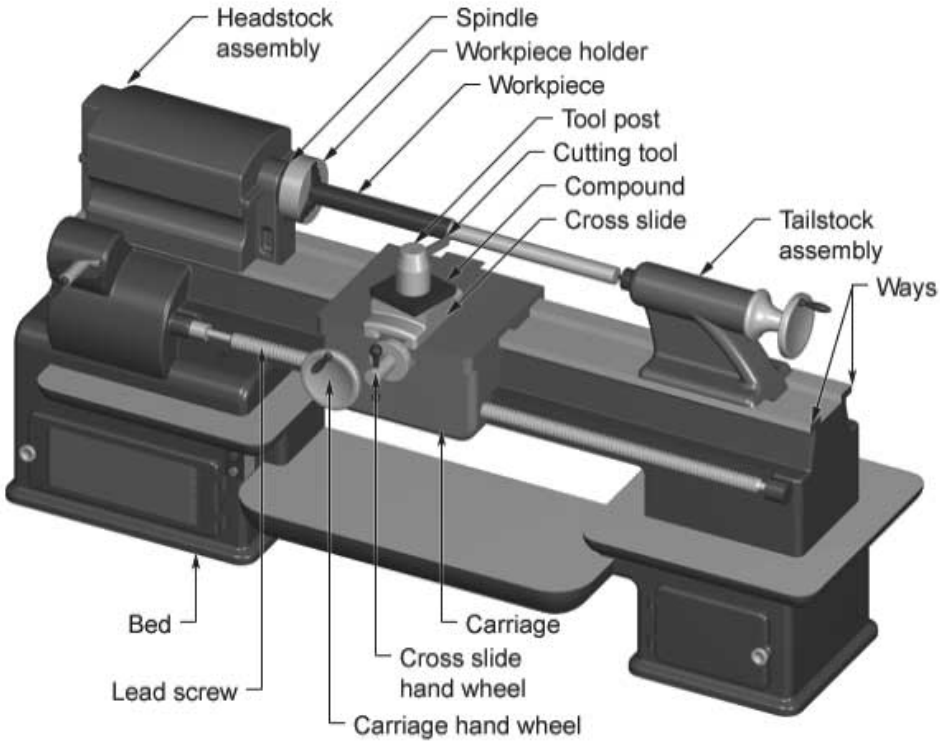
সেন্টার লেদ হলো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি মেশিন টুল। অতীতে ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হতো বলেই এই মেশিনকে ইঞ্জিন লেদ বলা হতো। এ লেদের উভয় সেন্টার (লাইভ অথবা ডেড)-এর মধ্যে ওয়ার্কপিসকে বেঁধে কাজ করা হয় বলে একে সেন্টার লেদ বলা হয়। সেন্টার লেদ দুই ধরনের হয়ে থাকে। যথা- (১) কোন পুলি ড্রাইভ, (২) গিয়ার ড্রাইভ। কোন পুলি ড্রাইভ লেদের গঠন সরল এবং এর হেডস্টকের মধ্যে যে স্টেপ কোন পুলি ড্রাইভ থাকে তার বিভিন্ন গ্রুভে বেল্ট সেট করে। আধুনিক মেশিনশপে এটি অতি প্রয়োজনীয় মেশিন টুল এবং নলাকার জব তৈরি করতে এটি ব্যবহৃত হয়। যখন ওয়ার্কপিস ঘুরতে থাকে তখন একটি সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলকে ওয়ার্কপিসের ব্যাসার্ধ বরাবর নির্দিষ্ট গভীরতায় এগিয়ে দিয়ে ওয়ার্কপিসের অক্ষ বরাবর লম্বালম্বি চালনা করা হয়। এতে ম্যাটারিয়াল চিপের আকারে অপসারিত হয়। সেন্টার লেদে অভ্যন্তরীণ এবং বাহ্যিক উভয় সারফেস বা তলই মেশিনিং করা যায়। উপকরণ এবং অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করে সেন্টার লেদে টার্নিং, টেপার টার্নিং, ড্রিলিং, বোরিং, রিমিং, ফর্ম টার্নিং, নার্লিং, স্ক্রু-কাটিং, মিলিং, গ্রাইন্ডিং, পলিশিং ইত্যাদি কাজ করা যায়।

চিত্র-৫.১ : সেন্টার লেদ

৫.২ সেন্টার লেদের প্রধান প্রধান অংশসমূহের নাম ও এগুলোর কার্যাবলি

(ক) লেদ বেড (Lathe Bed)
(খ) স্পিন্ডল (Spindle)
(গ) হেডস্টক (Headstock)
(ঘ) টেইলস্টক (Tailstock)
(ঙ) ফিড রড (Feed Rod)
(চ) লিড স্ক্রু (Lead Screw)
(ছ) কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)
(জ) মোটর (Motor)

(ঝ) ক্যারেজ (Carriage)–
১) স্যাডল (Saddle)
২) ক্রস স্লাইড (Cross Slide)
৩) কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest)
৪) কম্পাউন্ড স্লাইড (Compound Slide)
৫) টুল পোস্ট (Tool Post)
৬) অ্যাপ্রোন (Apron)



চিত্র-৫.২ : সেন্টার লেদের বিভিন্ন অংশ।

(ক) লেদ বেড (Lathe Bed)

লেদ মেশিনের বেড, মেশিনের বেসের ওপর প্রয়োজনমতো উচ্চতায় থেকে মেশিনের প্রধান কাঠামো তৈরি করে। মূলত বেড হলো লেদ মেশিনের ফাউন্ডেশন। এর বাম প্রান্তে হেডস্টক, ডান প্রান্তে টেইলস্টক এবং মাঝখানে ক্যারেজ অবস্থান করে। হেডস্টক, ক্যারেজ ও টেইলস্টককে এক লাইনে ধরে রাখা এবং দরকারমতো লেদের স্পিন্ডলের অক্ষরেখা বরাবর ক্যারেজ ও টেইলস্টক সরানোর বন্দোবস্ত করাই বেডের প্রধান কাজ। বেডের সূক্ষ্মতা, দৃঢ়তা ও সঠিক অ্যালাইনমেন্টের ওপর লেদের সঠিকতা দৃঢ়তা ও সূক্ষ্মতা নির্ভর করে। বেডের উপরিভাগ উত্তমরূপে মেশিনিং ও মসৃণ করা থাকে। আঘাতজনিত কারণে এর তল মসৃণতা যাতে বিনষ্ট না হয় তার জন্য যত্নবান হওয়া উচিত। বেড সাধারণত ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরি করা হয়। পূর্বে উচ্চ শ্রেণির ঢালাই লোহা বা মিশ্র ঢালাই লোহা ব্যবহৃত হতো। বর্তমানে বিশেষ ঢালাই পদ্ধতি দ্বারা নির্মিত বিশেষ দুচ্ছেদ্য ঢালাই লোহা বেশি ব্যবহার করা হয়। আর ক্যারেজের গতিশীল তলে ঘর্ষণ রোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্য হার্ডেনিং করা হয়।

(খ) স্পিন্ডল (Spindle)

স্পিন্ডল লেদ মেশিনের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর সঠিকতার উপর লেদ মেশিনের সঠিকতা নির্ভর করে। ক্ষয়রোধী বিয়ারিং-এর সাহায্যে স্পিন্ডল হেডস্টকের মধ্যে সংযোজন করা থাকে। স্পিন্ডল মোটর থেকে পিয়ার বা

পুলির সাহায্যে ঘূর্ণন গতি প্রাপ্ত হয়। স্পিন্ডলের প্রান্তকে নোজ বলা হয়। এই নোজ এক্সটারনাল থ্রেডযুক্ত এবং এ অংশে ফেসপ্লেট, লেদ চাক, ড্রাইভ প্লেট ইত্যাদি সেট করা থাকে। লেদ স্পিন্ডল ফাঁপা হওয়াতে এর মধ্য দিয়ে লম্বা ওয়ার্কপিসকে অতিক্রম করিয়ে চাকে বাঁধা সম্ভব হয়। লেদ স্পিন্ডলের নোজের দিকে ছিদ্র টেপার হয়ে থাকে। ফলে নোজের সাথে লাইভ সেন্টারসহ সকেট সেট করা যায়। স্পিন্ডল নিকেল-ক্রোমিয়াম ইস্পাতের মতো বিশেষ ইস্পাত, সিমেন্টেশন ইস্পাত ইত্যাদি দ্বারা নির্মিত হয়।

(গ) হেডস্টক (Headstock)

হেডস্টক লেদ মেশিনের একটি প্রধান ও গুরুত্বপূর্ণ অংশ। বেডের ওপর বাম প্রান্তে দৃঢ়ভাবে হেডস্টক স্থাপন করা থাকে এবং স্পিন্ডল ড্রাইভ মেকানিজমকে আশ্রয় দিয়ে থাকে। স্পিন্ডল ড্রাইভ মেকানিজম দুই ধরনের হয়ে থাকে। গিয়ার ড্রাইভ ও কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজম। গিয়ার ড্রাইভ মেকানিজমে বাইরে থেকে লিভারের সাহায্যে হেডস্টকের মধ্যস্থিত গিয়ারের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পিড পরিবর্তন করা হয়, এবং কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজমে পুলির বিভিন্ন স্টেপে বা গ্রুভে বেল্টের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পিড পরিবর্তন করা হয়।

(ঘ) টেইলস্টক (Tailstock)

ইহা বেডের উপরিভাগের হেডস্টকের উল্টো দিকে থাকে। সেন্টার দ্বারা বস্তুর একটি প্রান্ত ধরা হয় এবং ড্রিল, রিমার ইত্যাদি কাটিং টুল স্থাপন করার অংশকে টেইলস্টক বলে। টেইলস্টক স্পিন্ডলের সম্মুখে মোরস টেপার থাকে, তার ভিতরে সেন্টার-ড্রিল, রিমার, ডাই ইত্যাদি ঢুকিয়ে হ্যান্ডল ঘুরানো হয় এবং উপযুক্ত স্থানে টেইলস্টক স্পিন্ডল স্থাপন করা হয়। আর টেইলস্টক স্পিন্ডল আড়াআড়িভাবে সরানোর ফলে টেপার টার্নিং করা যায়, কাজেই সরল বেলনাকার কাটবার জন্য মাঝে মাঝে টেইলস্টক স্পিন্ডলের কেন্দ্র নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন।

(ঙ) ফিড রড (Feed Rod)

লিড স্ক্রু-এর নিচে ফিড রডের অবস্থান। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স থেকে অ্যাপ্রোন মেকানিজমে শক্তি (Power) স্থানান্তর করার জন্য ফিড রড ব্যবহৃত হয়। ফিড মেকানিজম শক্তি প্রাপ্ত হলে লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি পাওয়ার ফিড ব্যবহার করা সম্ভব হয়। ফিড রডের প্রায় সমস্ত দৈর্ঘ্যব্যাপী চাবির ঘাট (Key Way) কাটা থাকে এবং এতে চাবির সাহায্যে একটি গিয়ার সেট করা থাকে। অপারেশনের সময় ফিড রডের ঘূর্ণনের সাথে গিয়ারটি ঘুরে প্রয়োজনীয় কাটিং ফিড প্রদান করে থাকে।

(চ) লিড স্ক্রু (Lead Screw)

থ্রেড কাটার দরকার হলে লিড স্ক্রু ব্যবহৃত হয়। এটির দৈর্ঘ্য বেডের দৈর্ঘ্যের চেয়ে সামান্য বেশি এবং বেডের সামনের দিকে ফিড রডের পরে সেট করা থাকে (যদি ফিড রড থাকে)।

(ছ) কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)

সামনের দিকে হেডস্টকের ঠিক নিচে কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স অবস্থিত। এটি হেডস্টক থেকে গতিপ্রাপ্ত হয়ে নিয়ন্ত্রিত উপায়ে ফিড রড এবং লিড স্ক্রুকে চালায়। এটি স্পিন্ডলের সঙ্গে আটকানো ওয়ার্কপিসের সাথে একটি নির্দিষ্ট অনুপাতে কাটিং টুলকে চালাতে ব্যবহৃত হয়। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মাধ্যমে ফিড রড গতিপ্রাপ্ত হয়ে রাফ কাট বা ফিনিশ কাটের জন্য প্রয়োজনীয় গতিতে কাটিং টুলকে চালায় এবং লিড স্ক্রু গতিপ্রাপ্ত হয়ে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচে স্ক্রু থ্রেড উৎপন্ন করে। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের গায়ে চার্টে উল্লেখিত ফিড এবং থ্রেড পিচ পাওয়ার জন্য এর মধ্যস্থিত গিয়ারগুলিকে দ্রুত নাড়ানো ও নির্দিষ্ট অবস্থানে একটি লিভারের সাহায্যে সেট করা যায়।

(জ) ক্যারেজ (Carriage)

ক্যারেজের উপরিভাগে টুল পোস্ট, স্যাডল, অ্যাপ্রোন, ক্রস-স্লাইড, কম্পাউন্ড রেস্ট এবং কম্পাউন্ড-স্লাইড স্থাপিত হয়। বেডের লম্বালম্বি দিকে লিড স্ক্রু, ফিড রড ও ক্যারেজ হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে এটি হেডস্টক ও টেইলস্টকের মাঝে চলাচল করে। এটি টার্নিং টুল বহন করে এবং বেড-ওয়ের সাথে সমান্তরাল অথবা সমকোণে টুলের গতিপথ নিয়ন্ত্রণ করে।

১) **স্যাডল (Saddle) :** স্যাডল দেখতে ইংরেজি H অক্ষরের ন্যায় যা বেডের উপর অবস্থান করে। স্যাডল বেডের উপরে আড়াআড়িভাবে থাকে। স্যাডলের আড়াআড়ি অংশ বা ক্রসপিস (Crosspiece)-এর উপর ক্রস স্লাইড চলাচলের জন্য ডাভটেইল স্লট কাটা থাকে। স্যাডলের উপরে ক্রসস্লাইড ও টুল পোস্ট স্থাপিত হয়।

২) **ক্রস স্লাইড (Cross Slide) :** ক্রস স্লাইড স্যাডলের উপর ডাভটেইল স্লট বার বার আড়াআড়ি স্লাইড করে চলাচল করে। এটি একটি স্ক্রুর সাহায্যে ইন্টারনাল থ্রেড যুক্ত ব্লকের সাথে সংযুক্ত থাকে। ব্লকটির মধ্যে ক্রস স্লাইড বা ক্রস ফিড বা ফিড স্ক্রুকে ঘুরানো হলে এটি চলাচল করে। ফলে ক্রস স্লাইডও চলাচল করে।

৩) **কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest) :** কমপাউন্ড রেস্টকে সুইভেল স্লাইড বা সুইভেল প্লেট ও বলা হয়। কম্পাউন্ড রেস্টের গোলাকার সারফেস ডিগ্রিতে ভাগ করা থাকে এবং একে প্রয়োজনীয় ডিগ্রিতে ঘুরিয়ে সেট করা যায়। এ ব্যবস্থা টেপার টার্নিং করার জন্য উপযোগী।

৪) **টুল পোস্ট (Tool Post) :** ক্যারেজের সর্বোচ্চ অংশ হলো টুল পোস্ট। টুল ধারণের জন্য টুল পোস্ট ব্যবহৃত হয়। টুল পোস্ট বিভিন্ন আকৃতি ও গঠনের হয়ে থাকে।

৫) **অ্যাপ্রোন(Apron):** ক্যারেজের নিচের দিকে সামনের অংশকে অ্যাপ্রোন বলা হয়। অ্যাপ্রোনের মধ্যে একটি গিয়ার ট্রেইন ও ক্লাচ কাজ করে এবং ক্যারেজ ও ক্রস স্লাইডকে অটোমেটিক ফিড পেতে সাহায্য করে। অ্যাপ্রোনের সামনে অবস্থিত লিভার অটো ফিড নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। অ্যাপ্রোনের মধ্যে হাফনাট কাজ করে এবং বাইরে থেকে হাফনাট লিভারের সাহায্যে এটিকে লিড স্ক্রুর সাথে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করা হয়। কাটিং টুলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন লিভার অ্যাপ্রোনের মধ্যে থাকে। তাছাড়া এটিকে হাতে চালানোরও ব্যবস্থা থাকে।

(ঝ) মোটর (Motor) ঃ

মোটরকেও লেদ মেশিনের প্রধান অংশ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। মোটর সকল প্রকার মেশিন টুলের জন্য বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং ঐ যান্ত্রিক শক্তি দ্বারাই লেদ মেশিন চালিত হয়।

৫.৩ সেন্টার লেদের কন্ট্রোল ও সেটিংসমূহের কাজ

লেদ মেশিনের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহের কাজ

মেশিন সুইচ : এই সুইচের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের সাথে লেদ মেশিনের সাথে বিদ্যুৎ সংযোগ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ফিড রিভার্স লিভার : স্বয়ংক্রিয় ফিডের দিক পরিবর্তন করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

ফিড রড অ্যান্ড লিড স্ক্রু এনগেজিং লিভার : এই অংশটি কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মধ্যে অবস্থিত এবং লিড রডকে পৃথকভাবে গতি প্রদান করতে ব্যবহৃত হয়।

নরটন ব্র্যাকেট লিভার : স্বয়ংক্রিয় ফিডের হার নির্ণয় এবং থ্রেড কাটতে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচ নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ফীড চেঞ্জিং লিভার : এই লিভার স্বয়ংক্রিয় ফিডের গতি বাড়াতে ও কমাতে ব্যবহৃত হয়।

ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল : ক্যারেজকে বেডের ওপর হাতে চালানোর জন্য ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফিড লিভার : বেডের ওপর ক্যারেজকে লম্বালম্বি অর্থাৎ স্পিন্ডলের অক্ষের সমান্তরালভাবে চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। উল্লেখ্য, ফিড রড চালু থাকলেই শুধু এই লিভার কাজ করে।

ফিড রড ও লিড স্ক্রুর গতি স্থানান্তর লিভার : এই অংশটি অ্যাপ্রনের মধ্যে অবস্থিত। ঘুরন্ত ফিড রড ও লিড স্ক্রুর গতি স্থানান্তর অর্থাৎ কাটিং টুলকে শুধু ফিড দেওয়া হবে নাকি থ্রেড কাটতে ব্যবহার করা হবে তা নির্দিষ্ট করে পরবর্তীতে স্বয়ংক্রিয় ফিড লিভার অথবা হাফ নাট সংযোগের মাধ্যমে কাজ সম্পাদন করতে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ক্রস স্লাইড লিভার : এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্রস ফিড দেওয়ার কাজে ব্যবহৃত হয়।

হাফ নাট লিভার : থ্রেড কাটার জন্য হাফ নাটকে লিড স্ক্রু-এর সাথে সংযুক্ত বা বিযুক্ত করতে এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক স্ক্রু : টেইলস্টক এর বেস বেডের কি-ওয়ের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে। টেইলস্টকের ওপরের অংশের দুই পার্শ্বে অবস্থিত দুটি স্ক্রু এর সাহায্যে টেইলস্টক ও বেডের সংযোগ প্রয়োজন অনুযায়ী ঢিলা বা টাইট করা হয়। এই দুটি স্ক্রুকে টেইলস্টক অফসেট স্ক্রু বলে এবং টেইলস্টক হেডস্টকের স্পিন্ডলের অক্ষ থেকে বেডের সমান্তরাল সমতলে সরানোর জন্য এই স্ক্রুদ্বয় ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল : এটা চাবি ও নাটের সাহায্যে টেইলস্টক স্ক্রুর প্রান্তে সেট করা থাকে এবং টেইলস্টক স্ক্রুকে ঘুরাতে ব্যবহৃত হয়। যার ফলে টেইলস্টক স্পিন্ডল আগে পিছে আসা যাওয়া করে।

টেইলস্টক স্পিন্ডল লকিং লিভার : এটা টেইলস্টক স্পিন্ডলের চলাচল লক বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক লকিং লিভার : টেইলস্টককে নির্দিষ্ট স্থানে লক করতে বা আটকিয়ে রাখতে টেইলস্টক লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

কম্পাউন্ড স্লাইড লিভার : কম্পাউন্ড স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে কম্পাউন্ড স্লাইড আগে পিছে আসা যাওয়া করে।

ক্রস স্লাইড লিভার : ক্রস স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে ক্রস স্লাইড স্যাডলের আড়াআড়ি অংশের ওপর সামনে পিছনে আসা যাওয়া করে।

স্পিন্ডল স্পিড সেটিং লিভার : মেশিনে প্রয়োজনীয় ঘূর্ণন গতি (R P M) সেট করতে স্পিন্ডল স্পিড সেটিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্টার্টিং লিভার : মেশিন স্পিন্ডল চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

লেদের সেটিংসমূহ

১) চাক সেটিং
২) সেন্টার হাইটে টুল সেটিং
৩) কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং
৪) টেইলস্টক অফসেট সেটিং
৫) টপ স্লাইড সেটিং
৬) স্যাডল ট্র্যাভার্স ইন্ডিকেটর সেটিং
৭) থ্রেড চেসিং ডায়াল সেটিং
৮) স্লাইড ফিড স্টপ সেটিং
৯) কাটিং ডেটা সেটিং
১০) কুল্যান্ট সেটিং সিস্টেম

৫.৪ লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ ও সেগুলোর ব্যবহার

লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসগুলো হলো–

১. থ্রি 'জ' সেলফ সেন্টারিং চাক (Three jaw self centering chuck)
২. ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক (Four jaw independent chuck)
৩. ফেসপ্লেট (Faceplate)
৪. ড্রাইভ প্লেট (Drive plate)
৫. কলেট চাক (ড্র-বারসহ) (Collet chuck with draw bar)
৬. ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic chuck)
৭. স্টেডি রেস্ট (Steady rest)
৮. ফলোয়ার রেস্ট (Follower rest)
৯. লেদ ডগ (Lathe dog)

লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার

থ্রি 'জ' সেলফ সেন্টারিং চাক ঃ এ চাক লেদ মেশিনে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। এটি থ্রি জ চাক নামে বেশি পরিচিত। যখন চাক কি ঘুরানো হয় তখন এই চাকের তিনটি 'জ'-ই একত্রে চাকের কেন্দ্রের দিকে বা বিপরীত দিকে অগ্রসর হয়। স্বয়ংক্রিয়ভাবে চাকের 'জ' তিনটি এর কেন্দ্রের সাথে সব সময় সমান দূরত্ব বজায় রাখে এবং এক সাথে কেন্দ্রে এসে মিলিত হয়। এ জন্য এ চাককে থ্রি 'জ' সেলফ সেন্টারিং চাক বলা হয়। বেলনাকৃতি (Cylindrical) ও ষড়ভুজাকার কার্যবস্তুকে টার্নিং-এর জন্য লেদ মেশিনে আটকাতে এরূপ চাকের ব্যবহার খুবই সুবিধাজনক ও সহজ।

ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক : সংক্ষেপে একে ফোর 'জ' চাক বলা হয়। এরূপ চাকের চারটি 'জ'কেই চাক কি দ্বারা আলাদা আলাদাভাবে চালনা করা যায়। এ জন্য একে ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক বলা হয়। প্রতিটি 'জ' স্বাধীন ও স্বনিয়ন্ত্রিত বলে এই চাক অসম আকৃতির কার্যবস্তুকে বাঁধার জন্য ব্যবহার করা হয়। এই চাকে বেঁধে কোনো কার্যবস্তুকে বিকেন্দ্রিকভাবে টার্নিং করা যায়। এ ছাড়া গোলাকার, বর্গাকার ও আয়তাকার প্রভৃতি বিভিন্ন আকৃতির কার্যবস্তুকে ধরতে এ চাক ব্যবহার করা হয়।

লেদ ফেসপ্লেট : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যাতে কতিপয় স্লট কাটা থাকে। এই স্লটগুলো আবার আবদ্ধ থাকে। যে সকল অনিয়মিত আকারের কার্যবস্তুকে ফোর 'জ' চাকে বাঁধা সুবিধাজনক হয় না, তাদেরকে ফেসপ্লেটে ক্ল্যাম্পের সাহায্যে আটকিয়ে লেদে মেশিনিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়।

লেদ ড্রাইভ প্লেট : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যাতে কতিপয় স্লট কাটা থাকে এবং স্লটগুলোর মধ্যে একটি খোলা মুখবিশিষ্ট হয়ে থাকে। যখন কার্যবস্তুকে বাঁধতে লেদ ডগ ব্যবহৃত হয়, তখন ড্রাইভ প্লেট ব্যবহার করা হয়।

কলেট চাক : এটি একটি ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস যার সাহায্যে ক্ষুদ্র এবং মসৃণ তল বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিস বাঁধতে ব্যবহৃত হয়। ভিন্ন ভিন্ন সাইজের ওয়ার্কপিসের জন্য ভিন্ন ভিন্ন সাইজের কলেট ব্যবহৃত হয়। কলেট চাক ব্যবহার করতে হলে একটি ড্র বার এবং লেদ স্পিন্ডল বোরে একটি রিডিউসিং সকেটের প্রয়োজন হয়। ওয়ার্কপিসসহ কলেটকে রিডিউসিং সকেটে স্থাপন করে স্পিন্ডলের পিছনের দিক থেকে ড্র বার টাইট দিলেই ওয়ার্কপিস দৃঢ়ভাবে আটকে যায়।

ম্যাগনেটিক চাক : যে সকল লৌহজাত ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম ওয়ার্কপিসকে চাকে বাঁধা সুবিধাজনক হয় না, সেক্ষেত্রে ওয়ার্কপিস ধরতে ম্যাগনেটিক চাক ব্যবহৃত হয়।

স্টেডি রেস্ট : যখন লম্বা ও মোটা প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট হেডস্টক স্পিন্ডল বোরের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে না কিন্তু এর তলে বা প্রান্তে লেদ অপারেশনের প্রয়োজন হয় তখন ওয়ার্কপিস বাঁধতে স্টেডি রেস্ট ব্যবহৃত হয়। এতে তিনটি সমন্বয়যোগ্য বা অ্যাডজাস্টেবল 'জ' থাকে। ওয়ার্কপিসকে সেন্টারিং করার পর 'জ'গুলোকে পূর্ণভাবে টাইট দেওয়া যায়।

ফলোয়ার রেস্ট : লম্বা ও কম ব্যাস বিশিষ্ট ওয়ার্কপিস টার্নিং করতে কাটিং টুলের চাপে ওয়ার্কপিস যাতে বাঁকা হয়ে না যায় তার জন্য ফলোয়ার রেস্ট ব্যবহৃত হয়। ফলোয়ার রেস্টকে কাটিং টুলের বিপরীতে ক্যারেজের সাথে সেট করা হয় এবং যত্ন সহকারে এর সমন্বয়যোগ্য 'জ' দুটিকে সমন্বয় করার পর পূর্ণভাবে টাইট দেওয়া হয়।

লেদ ডগ : এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস এবং যখন লাইভ সেন্টার ও ডেড সেন্টারের মাঝে ওয়ার্কপিস বেঁধে টার্নিং করা হয় তখন লেদ ডগ ব্যবহৃত হয়। কার্যবস্তুকে লেদ ডগের ছিদ্র বা স্লটের মধ্যে ঢুকিয়ে সেট স্ক্রু দ্বারা আটকানো হয়। লেদ ডগের মাধ্যমে কার্যবস্তুকে ঘুরানোর জন্য এর টেইলকে ড্রাইভ প্লেটের মধ্যে স্থাপন করে আটকাতে হয়। ড্রাইভ প্লেট স্পিন্ডলের মুখে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। ফলে মেশিন চালু করলে স্পিন্ডল ড্রাইভ প্লেটকে ঘুরায় এবং এর মাধ্যমে লেদ ডগ কার্যবস্তুকে ঘুরায়।

প্রশ্নমালা-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদ মেশিন কাকে বলে ?
২. সেন্টার লেদের সেফটি ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।
৩. সেন্টার লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।
৪. ড্রাইভ প্লেটের ব্যবহার লেখ।
৫. কলেট চাক কেন ব্যবহার করা হয় ?
৬. ম্যাগনেটিক চাক কেন ব্যবহার করা হয় ?
৭. স্টেডি রেস্টের ব্যবহার লেখ।
৮. ফলোয়ার রেস্টের ব্যবহার লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদ মেশিন কী কী কাজে ব্যবহার করা হয় সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২. লেদ বেডের বর্ণনা দাও।
৩. হেডস্টকের বর্ণনা দাও।
৪. লেদ স্পিন্ডলের কাজ কী বুঝিয়ে লেখ।
৫. লেদে টেইলস্টক কেন ব্যবহার করা হয় ?
৬. লেদে ফিড রড কী কাজ করে ?
৭. লেদে লিড স্ক্রু কেন ব্যবহার করা হয় ?
৮. কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স বলতে কী বোঝায় ?
৯. স্যাডল কী ?
১০. লেদ মেশিনের সেটিং সমূহের নাম লেখ।
১১. থ্রি-'জ' সেলফ সেন্টারিং চাকের ব্যবহার লেখ।
১২. ফোর-'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাকের ব্যবহার লেখ।
১৩. লেদে ফেসপ্লেট কেন ব্যবহার করা হয় ?
১৪. লেদে ড্রাইভ প্লেট কেন ব্যবহার করা হয় ?
১৫. লেদ ডগের ব্যবহার বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদ বলতে কী বোঝায় ? লেদ সাধারণত কত প্রকার ও কী কী ?
২. একটি সেন্টার লেদের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।
৩. ক্যারেজ কী ? ক্যারেজের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।
৪. লেদের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহের কাজ বর্ণনা কর।
৫. লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।

অধ্যায়-৬

সেন্টার লেদ মেশিনের বিভিন্ন অপারেশন
(Different Operations in Centre Lathe Machine)

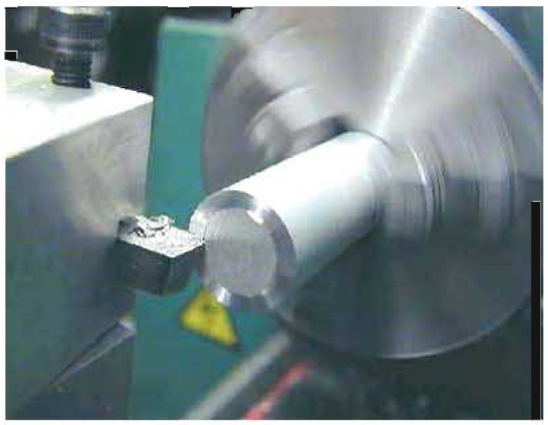
৬.১ সেন্টার লেদ মেশিনের বিভিন্ন অপারেশন

ফেসিং বা ফেস টার্নিং (Facing or Face Turning)

ওয়ার্কপিসের প্রান্তকে এর অক্ষের সাথে সমকোণে সমতল করার জন্য মেশিনিং পদ্ধতি হলো ফেসিং বা ফেস টার্নিং। চাকে, উভয় সেন্টারের মাঝে, ফেসপ্লেটে, কলেটে বাঁধা অবস্থায় অথবা স্টেডি রেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া অবস্থায় ফেসিং করা হয়। ফেসিং করার উদ্দেশ্য হলো ওয়ার্কপিসের প্রান্তকে এর অক্ষের সাথে স্কয়ার ও মসৃণ করা এবং এর দৈর্ঘ্যকে সঠিক মাপে আনা।

দুটি পদ্ধতিতে ফেসিং করা হয়। ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র হতে বাইরের দিকে এবং বাইরে থেকে কেন্দ্রের দিকে। কেন্দ্র হতে বাইরের দিকে ফেসিং করা অধিক মসৃণ হয়; কিন্তু এই নিয়মে ফেসিং করা কঠিন, কারণ কাটিং টুল পিছলিয়ে যায়। বাইরে থেকে কেন্দ্রের দিকে ফেসিং করা অধিক সুবিধাজনক, এবং এতে হেভি কাট দেওয়া যায়।

ফেসিং করার জন্য কাটিং টুলকে অবশ্যই ৩°–৫° এন্টারিং অ্যাঙ্গেলসহ সেন্টার হাইটে বেঁধে নিতে হয়। যদি কাটিং টুলকে ওয়ার্কপিসের সেন্টার হতে নিচে অথবা উপরে বাঁধা হয় তবে পিপ থেকে যায়। ওয়ার্কপিসের কেন্দ্রের পূর্বে এবং কেন্দ্র পর্যন্ত কাটিং টুল দ্বারা ফেসিং সম্ভব। যদি কাটিং টুল ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র অতিক্রম করে যায় তবে ফেসিং নষ্ট হয়ে যাবে।

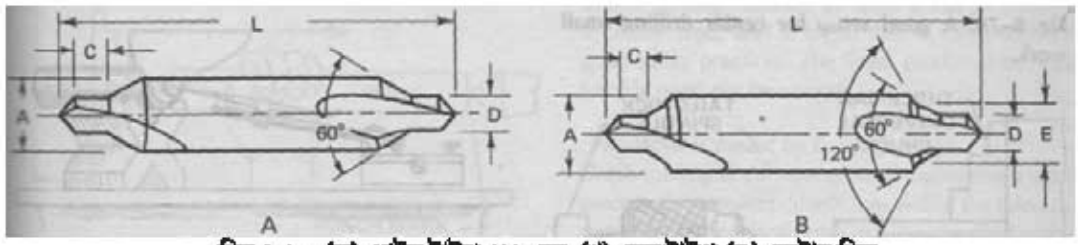


চিত্র-৬.১ : ফেসিং বা ফেস টার্নিং

লেদে সেন্টার ড্রিলিং (Centre Drilling on Lathe)

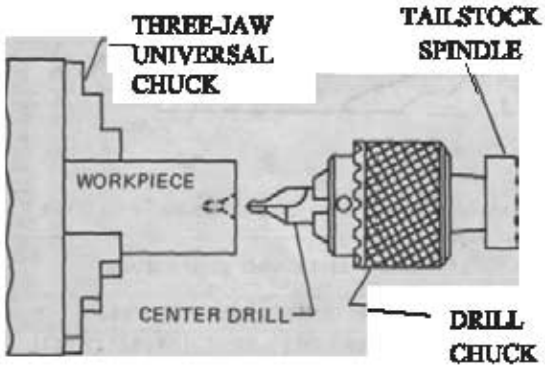
সেন্টার ড্রিলিং হলো একই অপারেশনে ওয়ার্কপিসের প্রান্তে ড্রিলিং এবং কাউন্টার সিংকিং। এর জন্য যে কাটিং টুল ব্যবহৃত হয় তাকে সেন্টার ড্রিল বলা হয়। অল্প পরিমাণ বাইরে রেখে খাট ওয়ার্কপিসকে তিন 'জ' বিশিষ্ট চাকে বেঁধে সেন্টার ড্রিলিং করা হয়। সেন্টার ড্রিলকে ড্রিল চাকে ধরে টেইলস্টক স্পিন্ডলে সেট করা হয়। টেইলস্টক স্পিন্ডলকে হাতে অগ্রসর করিয়ে ওয়ার্কপিসের মধ্যে সেন্টার ড্রিলকে ঢুকানো হয়। যখন লম্বা ওয়ার্কপিস সেন্টার ড্রিলিং করা হয় তখন এর এক প্রান্ত চাকে বাঁধা হয় এবং অপর প্রান্ত স্টেডি রেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া হয়।

সেন্টার ড্রিলিং-এর জন্য দুই ধরনের সেন্টার ড্রিল ব্যবহৃত হয়– (ক) প্লেইন টাইপ (A) এবং (খ) বেল টাইপ (B)। সেন্টার ড্রিলের ড্রিল এবং কাউন্টারসিঙ্ক অংশের ইনক্লুডেড অ্যাঙ্গেল ৬০°। বেল টাইপ সেন্টার ড্রিলের একটি অতিরিক্ত কাউন্টার সিঙ্ক অংশ থাকে যার কোণের পরিমাণ ১২০°। এটি একটি প্রোটেকটিভ বা রক্ষণাত্মক কাউন্টারসিঙ্ক উৎপন্ন করে যা আদি কাউন্টার সিঙ্ককে ক্ষতি হতে রক্ষা করে। সেন্টার ড্রিলের কাটিং এজ ধারাল হওয়া উচিত।



চিত্র-৬.২ : (ক) প্লেইন টাইপ (A) এবং (খ) বেল টাইপ (B) সেন্টার ড্রিল

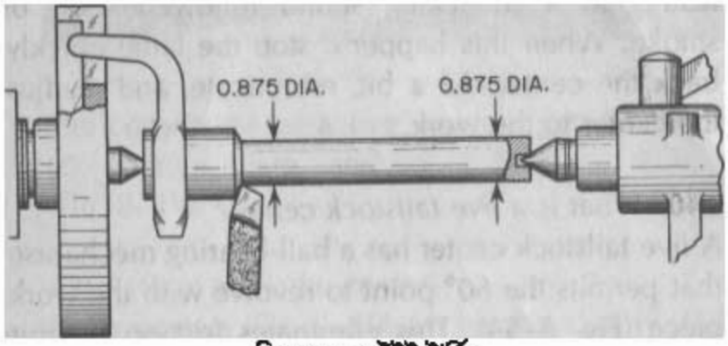
সেন্টার ড্রিলিং-এর জন্য ওয়ার্কপিসের প্রান্ত অবশ্যই সমতল হতে হয়। প্রান্ত অসমান বা ঢালু হলে অথবা পিপ যুক্ত হলে সেন্টার ড্রিল একদিকে সরে যায়। সেন্টার ড্রিলিং লেদ সেন্টারের জন্য বিয়ারিং সারফেস তৈরি করে। অপর্যাপ্ত সেন্টার ড্রিলিং সেন্টারের জন্য অপর্যাপ্ত বিয়ারিং সারফেস তৈরি করে। এতে সেন্টারের পয়েন্ট সেন্টার ড্রিলিং করা গর্তের বটমে স্পর্শ করে, ঘর্ষণের জন্য সেন্টারের পয়েন্ট বিনষ্ট হয় এবং ওয়ার্কপিস একদিকে সরে যায়। কাউন্টার সিংকি অধিক পরিমাণে গভীর হলে একটি মলাকার গর্তের সৃষ্টি হয়। গর্তের কিনারা সেন্টারের সাথে স্পর্শ করে, সেন্টারের অগ্রভাগ বিয়ারিং সারফেস পায় না এবং ওয়ার্কপিস ঢিলা হয়ে যায়।



চিত্র-৬.৩ : সেন্টার ড্রিলিং

স্ট্রেইট টার্নিং (Straight Turning)

স্ট্রেইট টার্নিং হলো একটি সাধারণ লেদ অপারেশন যাতে সম-ব্যাস বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল বা মলাকার ওয়ার্কপিস তৈরি করা যায়। নির্দিষ্ট ডেপথ অব কাটসহ ঘূরন্ত ওয়ার্কপিসের সারফেস বরাবর নির্দিষ্ট হারে কাটিং টুলকে এগিয়ে স্ট্রেইট টার্নিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। চাকে, উভয় সেন্টারের মাঝে এবং কলেটে বাঁধা অবস্থায় অথবা স্টেডিরেস্ট এবং কলোয়ার রেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া অবস্থায় স্ট্রেইট টার্নিং করা হয়।



চিত্র-৬.৪ : স্ট্রেইট টার্নিং

লম্বা দৈর্ঘ্যের উপর টার্নিং করতে যদি চাকে বাঁধা অংশে খাটো হয়, তাহলে ওয়ার্কপিস একদিকে সরে যেতে পারে। এ ধরনের সরে যাওয়া এড়াতে হলে ওয়ার্কপিসকে ডেড সেন্টার দিয়ে সাপোর্ট দিতে হয়। উভয় সেন্টারের মাঝে টার্নিং করতে সেন্টারদ্বয় একই রেখায় আছে কি না তা পরীক্ষা করে নিতে হয়। যদি ডেড সেন্টার অফসেট অবস্থায় থাকে তবে ওয়ার্কপিস টেপার হয়।

স্ট্রেইট টার্নিং দুই ভাগে বিভক্ত– (ক) রাফ টার্নিং এবং (খ) ফিনিশিং টার্নিং। রাফ টার্নিং-এ অল্প সময়ে ওয়ার্কপিস হতে অধিক পরিমাণে ম্যাটারিয়াল অপসারণ করা হয়। রাফ টার্নিং-এর জন্য সারফেস ফিনিশ এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ নয়। এতে পতীর ডেপথ অব কাট এবং মোটা ফিড প্রয়োজন।

রাফ টার্নিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো

- ওয়ার্কপিসকে সুদৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে।
- সঠিক কাটিং ডাটা অবশ্যই সেট করতে হবে।
- কাটিং টুলকে অবশ্যই সঠিক সেন্টার হাইটে সেট করতে হবে।
- ওয়ার্কপিসের সারফেস পরিষ্কার করতে হ্যান্ড ফিড দ্বারা একটি পরীক্ষামূলক কাট ব্যবহার করতে হবে।
- সঠিক ফিড (০.৫–০.৭) মি মি ব্যবহার করতে হবে।
- ওয়ার্কপিসের ব্যাস পরীক্ষা করে কাটিং স্পিড নির্ধারণ করতে হবে।
- ডেপথ অব কাট অনুযায়ী সঠিক কাটের সংখ্যা নির্বাচন করতে হবে।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করতে হবে।

রাফ টার্নিং-এর পর ফিনিশিং টার্নিং করা হয়। এক্ষেত্রে সারফেস ফিনিশ এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ।

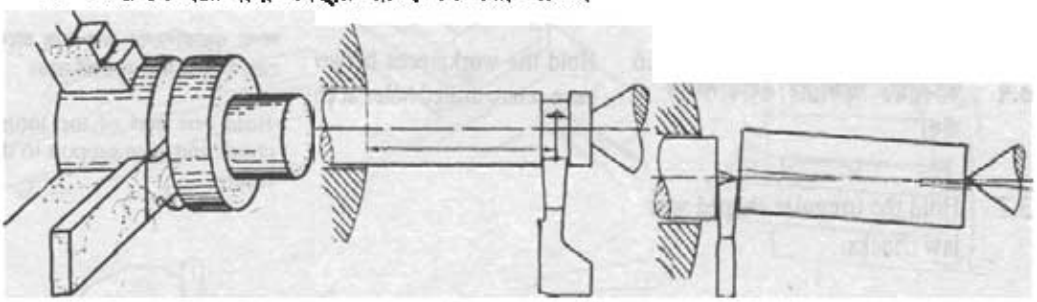
ফিনিশিং টার্নিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো

- কাটিং টুলের কাটিং এজ সঠিকভাবে ধারালো হওয়া উচিত।
- সঠিক কাটিং স্পিডে টার্নিং করা উচিত।
- সঠিক ফিড এবং ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা উচিত।
- মাঝে মাঝে মাইক্রোমিটার/স্লাইড ক্যালিপার দ্বারা ওয়ার্কপিসের ব্যাস পরীক্ষা করা উচিত।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা অবশ্যই উচিত।

পার্টিং অফ (Parting off)

মেশিনিং অপারেশন করার পর কোনো নির্দিষ্ট স্থানে ওয়ার্কপিস কেটে বেলাকে পার্টিং অফ বলে। পার্টিং এর বিবেচ্য বিষয় হলো–

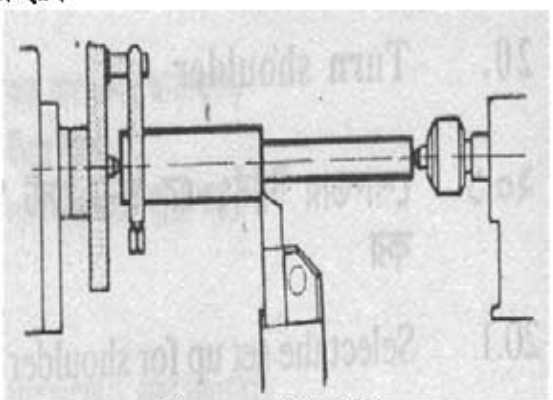
- পার্টিং অফ করার স্থানটি যথাসম্ভব চাকের নিকট হওয়া উচিত।
- নিম্নমানের স্পিড অর্থাৎ টার্নিং-এর প্রায় অর্ধেক কাটিং স্পিড ব্যবহার করা উচিত।
- সমহারে ফিড (০.০৫–০.১৫) মি মি/রিভল্যুশন ব্যবহার করা উচিত।
- ফলপ্রসূ পার্টিং-এর জন্য কিছুটা র‍্যাক অ্যাঙ্গেল বিশিষ্ট কাটিং টুল ব্যবহার করা উচিত।
- পার্টিং টুলের কাটিং অ্যাঙ্গেল অবশ্যই সেন্টার হাইটে হওয়া উচিত।
- পার্টিং টুলের উপর অধিক চাপ রেখে পার্টিং করা উচিত।
- কাটিং টুল ওয়ার্কপিসের অক্ষের ৯০° কোণে সেট করা উচিত।
- কাটিং টুলের প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য বাইরে রেখে টুল হোল্ডার/টুলপোস্টে বাঁধা উচিত।
- উত্তম সেন্টারে বাঁধা অবস্থায় পার্টিং অফ করা উচিত।



চিত্র-৬.৫ : পার্টিং অফ

শোল্ডার টার্নিং (Shoulder turning)

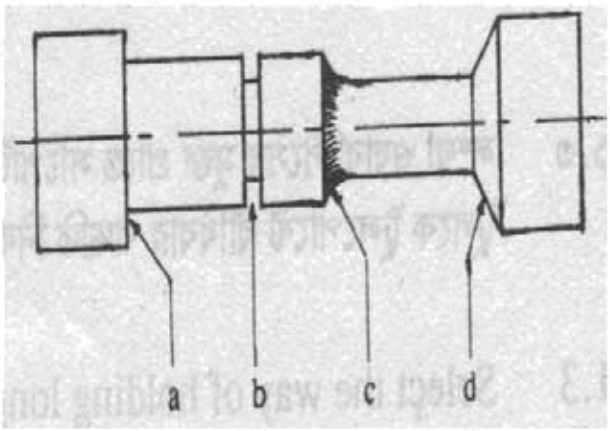
শোল্ডার টার্নিং হলো এক প্রকার টার্নিং পদ্ধতি যাতে ওয়ার্কপিসের গায়ে আকাঙ্ক্ষিত স্থানে নির্দিষ্ট আকৃতির শোল্ডার দ্বারা খাঁজ তৈরি করা হয়।



চিত্র-৬.৬ : শোল্ডার টার্নিং

নিম্নে বিভিন্ন প্রকার (Shoulder Turning) শোল্ডার টার্নিং-এর নাম দেওয়া হলো

১. স্কয়ার শোল্ডার টার্নিং (a)।
২. আন্ডার কাটিং/নেকিং শোল্ডার টার্নিং (b)
৩. রেডিয়াস/ফিলেট শোল্ডার টার্নিং (c)।
৪. বিভেলড/অ্যাঙ্গুলার শোল্ডার টার্নিং (d)।



চিত্র-৬.৭ : বিভিন্ন প্রকার শোল্ডার টার্নিং

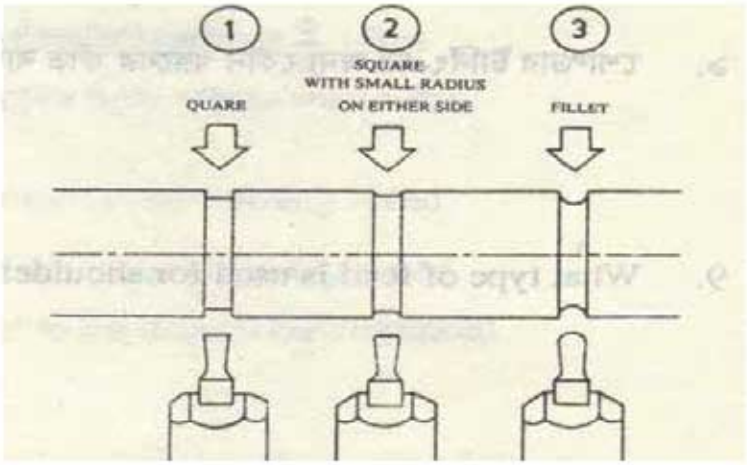
শোল্ডার টার্নিং-এর বিবেচ্য বিষয়সমূহ :

- টুল বিটকে সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং করতে হবে।
- টুলকে সঠিক সেন্টার হাইটে বাঁধতে হবে।
- প্লেইন টার্নিং-এর প্রায় অর্ধেক কাটিং স্পিড ব্যবহার করতে হবে।
- হ্যান্ড ফিড ব্যবহার করতে হবে।
- টুলের আকৃতি গেজ দ্বারা পরীক্ষা করা বাঞ্ছনীয়।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করতে হবে।

গ্রুভ টার্নিং :

এটি এক প্রকার টার্নিং পদ্ধতি যাতে ওয়ার্কপিসের গায়ে আকাঙ্খিত স্থানে নির্দিষ্ট আকৃতির গ্রুভ বা খাঁজ কাটা হয়। নিচে গ্রুভ টার্নিং-এর প্রকারভেদ দেখানো হলো–

১. স্কয়ার গ্রুভিং (Square Grooving)
২. উভয় দিকে ক্ষুদ্র রেডিয়াসসহ স্কয়ার গ্রুভিং (Square Grooving with small radius on either sides)
৩. ফিলেট গ্রুভিং (Fillet Grooving)
৪. বিভেল্ড গ্রুভিং (Beveled Grooving)
৫. ফেস গ্রুভিং (Face Grooving)
৬. সারক্লিপের জন্য গ্রুভিং (Grooving for Circlip)
৭. কম্বিনেশন ফেস ও প্লেইন গ্রুভিং (Combination Face and Plain Grooving)



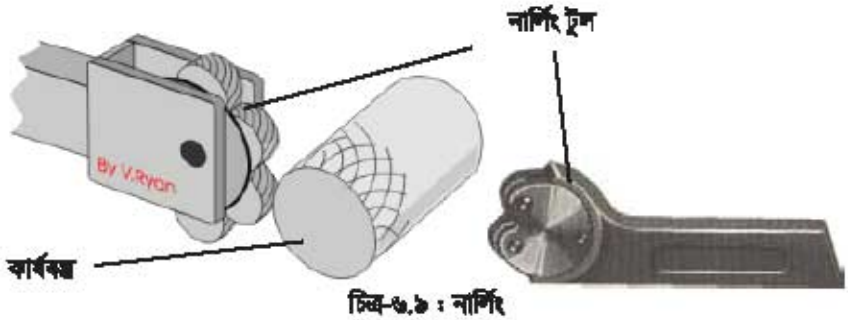
চিত্র-৬.৮ । বিভিন্ন প্রকার গ্রুভ টার্নিং

গ্রুভিং এর জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- প্লেইন টার্নিং-এর অর্ধেক কাটিং স্পিড ব্যবহার করা।
- গ্রুভের আকৃতি অনুসারে কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করা।
- টুল বিটকে সঠিকভাবে সেন্টার হাইটে সেট করা।
- সব সময় হ্যান্ড ফিড ব্যবহার করা।
- গ্রুভিং-এর সময় ক্যারেজকে সামান্য পরিমাণে ডানে এবং বামে নড়াচড়া করা।
- যন্ত্রসহকারে পরিমাপ পরীক্ষা করা।
- গ্রুভিং-এর জন্য কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা।

নার্লিং (Knurling)

নার্লিং হলো সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিসের সারফেসে খাঁজ তৈরি করার পদ্ধতি। নার্লিং খাঁজ কাটার পদ্ধতি নয় বরং এমবোসিং পদ্ধতি যাতে ওয়ার্কপিসের সারফেসের মধ্যে নার্লিং রোলস চেপে দেওয়া হয়। স্থানচ্যুত ম্যাটেরিয়াল নার্লিং রোলের দাঁতের ফাঁকে সরে যায়। এ কারণে নার্লিং-এর বাইরের ব্যাস আদি ব্যাস অপেক্ষা বৃহত্তর হয়। স্ক্রু হেড, নাট, হ্যান্ডেল ইত্যাদি ধরার জন্য নার্লিং করা হয়।



চিত্র-৬.৯ : নার্লিং

চিত্র-৬.১০ : সেন্টার লেদে নার্লিং

বিভিন্ন প্যাটার্নের নার্লিং

১. ডায়মন্ড প্যাটার্ন নার্লিং
২. স্ট্রেইট প্যাটার্ন নার্লিং
৩. ক্রস প্যাটার্ন নার্লিং

নার্লিং-এর গ্রেড

১. কোর্স নার্লিং
২. মিডিয়াম নার্লিং
৩. ফাইন নার্লিং

চিত্র-৬.১১ : বিভিন্ন প্রকার নার্লিং-এর গ্রেড

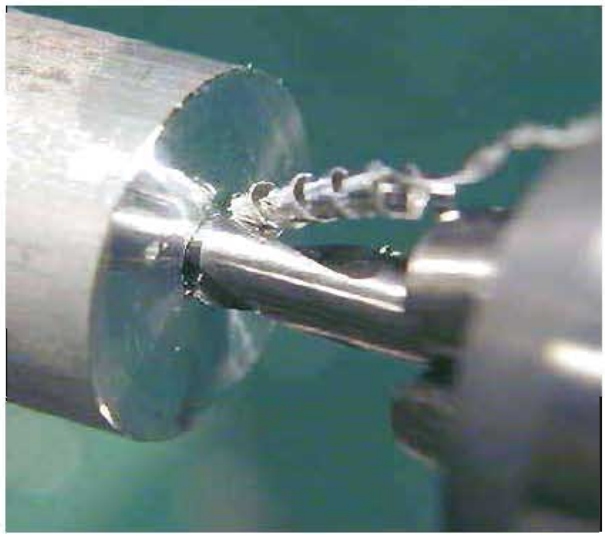
নার্লিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- প্লেইন টার্নিং-এর প্রায় অর্ধেক স্পিড ব্যবহার করা।
- ওয়ার্কপিসের সারফেসের সাথে সেন্টার হাইটে নার্লিং রোল সেট করা।
- নার্লিং শুরুর সময় নার্লিং রোলের ফেসের অর্ধেক ওয়ার্কপিসের সংস্পর্শে রাখতে হবে।
- হেডস্টকের অভিমুখে ফিড দিতে হবে।
- নার্লিং-এর পূর্ণ গভীরতা না আসা পর্যন্ত ওয়ার্কপিস হতে নার্লিং রোল ওঠানো উচিত নয়।
- নার্লিং রোলকে আদি অবস্থায় আনার জন্য প্রতিবার অগ্রসর শেষে স্পিন্ডলকে বিপরীত দিকে ঘুরানো হয়।
- নার্লিং রোলের প্রতিবার অগ্রসরের পূর্বে চেপথ অব কাট দেওয়া হয়।
- অটোমেটিক লংগিটুডিনাল ফিড ব্যবহার করা হয়।

- নার্লিং রোলের উপর সর্বদা সমান চাপ রাখা হয়।
- ফিডের পরিমাণ = নার্লিং পিস × ০.৫ রাখা হয়।
- কাটিং ফ্লুইড অবশ্যই ব্যবহার করা হয়।

সেন্টার লেদে ড্রিলিং (Drilling on centre lathe)

সলিড ওয়ার্কপিস লেদ চাকে বেঁধে ড্রিল বিট দ্বারা গর্ত করা বা ছিদ্র করাকে লেদ ড্রিলিং বলা হয়। ড্রিল যদি বড় হয় তবে তা সরাসরি টেইলস্টক স্পিন্ডলে বাঁধতে হয়। ছোট ড্রিল বিট ড্রিল চাকে বাঁধা হয় ও ড্রিল চাককে টেইলস্টক স্পিন্ডলে সেট করা হয়। অনবরত ধীরে ধীরে ড্রিলকে ঘুরন্ত ওয়ার্কপিসের মধ্যে এগিয়ে দিয়ে প্রবেশ করানো হয়।



চিত্র-৬.১২ : সেন্টার লেদে ড্রিলিং

ড্রিলিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- ওয়ার্কপিসের প্রান্ত অবশ্যই সমান হতে হবে।
- সঠিক কাটিং স্পিড ব্যবহার করতে হবে।
- সেন্টার ড্রিলিং করে নিতে হবে যাতে ড্রিল শুরু করতে সুবিধা হয় এবং ড্রিল বিপথগামী না হয়।
- বড় ড্রিল বিটের ওয়েভ যাতে অতি সহজেই কার্যবস্তুর মধ্যে প্রবেশ করতে পারে তার জন্য পাইলট ড্রিলিং করে নিতে হবে।
- সঠিক সাইজের ড্রিল বিট ব্যবহার করা।
- ড্রিলিং-এর পর চেম্ফারিং করা।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা।

৬.২ বিভিন্ন অপারেশনের জন্য কাটিং স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট

কাটিং স্পিড (Cutting Speed) :

ঘুরন্ত কার্যবস্তুর পরিধির উপর একটি বিন্দু প্রতি মিনিটে সরলরেখায় যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে কাটিং স্পিড বলা হয়। অর্থাৎ কার্যবস্তুটির বাইরের পরিধির একটি বিন্দু এক মিনিটে যত পাক ঘুরে, সেই কয়েক পাক যদি একটি সমতল ভূমির উপর গড়ায়, তাহলে কার্যবস্তুটির উপরের একটি বিন্দু একটি সরলরেখায় যত মিটার দূরত্ব এগিয়ে যায়, তাকে কাটিং স্পিড বলে। একে অন্যভাবেও বলা যায় যে, যদি চিপস না কেটে একটানা টার্নিং করা সম্ভব হয়, তাহলে এক মিনিটে যত মিটার লম্বা চিপস কাটবে, তাকে কাটিং স্পিড বলে। মূলত কাটিং স্পিড হলো কার্যবস্তুর সারফেস স্পিড যা প্রতি মিনিটে কাটিং টুলকে অতিক্রম করে। কাটিং স্পিডের একক মেট্রিক পদ্ধতিতে মিটার/মিনিট এবং ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ফুট/মিনিট।

কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্র হলো

কাটিং স্পিড, $CS = \frac{\pi DN}{1000}$

অর্থাৎ, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$

যখন, D = কার্যবস্তুর ব্যাস (মি মি)
N = R.P.M= প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা
$\pi = 3.1416$

উদাহরণ :

25 মি মি ব্যাস বিশিষ্ট একটি শ্যাফটকে লেদ মেশিনে প্রতি মিনিটে 50 মিটার কাটিং স্পিড দ্বারা টার্নিং করতে শ্যাফটকে প্রতি মিনিটে কতবার ঘুরাতে হবে ?

সমাধান :

এখানে, কাটিং স্পিড, CS =50 মিটার/মিনিট
শ্যাফট-এর ব্যাস, D = 25 মি.মি.
উপরের সূত্রানুযায়ী,

প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$

$$= \frac{1000 \times 50}{3.1416 \times 25}$$

$$= 637$$

উত্তর : নির্ণেয় প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা বা R.P.M = 637 (উত্তর)।

সাধারণত বিভিন্ন অপারেশনের জন্য ব্যবহৃত কাটিং টুলের পদার্থ এবং কার্যবস্তুর ধাতু এ দুটি বিষয় বিবেচনা করে চার্ট কাটিং স্পিড নির্ধারণ করতে হয়। পরবর্তীতে কার্যবস্তুর ব্যাস বিবেচনা করে প্রতি মিনিটের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্ণয় করতে হয়।

ফিড (Feed)

ওয়ার্কপিসের সারফেস বরাবর এর প্রতি ঘূর্ণনে কাটিং টুলের অগ্রসরের হারকে ফিড বলা হয়। ইহা ওয়ার্কপিসের প্রতি পাকের জন্য মিলিমিটারে প্রকাশিত হয়। কার্যবস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কাটিং টুল যেদিকে সরে উহা অনুসারে ফিড তিন প্রকারের হয়। যথা–

১. লম্বালম্বি ফিড (Longitudinal Feed)– অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সমান্তরাল ফিড।
২. আড়াআড়ি ফিড (Crosswise Feed)– অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সমকোণে ফিড।
৩. কৌণিক ফিড (Angular Feed)– অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সাথে স্বল্প কোণে ফিড।

কাটিং ফিড

লেদ-এর স্পিন্ডল একবার ঘূর্ণনে কাটিং টুল বাম বা ডানদিকে যে পরিমাণ সরে ঐ দৈর্ঘ্যকে ইহার কাটিং ফিড বলে।

গাণিতিকভাবে, কাটিং ফিড, $F = \frac{L}{N}$,

যখন L = কাটিং টুলের প্রতি মিনিটের দৈর্ঘ্য অতিক্রমণ এবং N = স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা বা R P M।

উদাহরণ

একটি লেদ-এর স্পিন্ডল প্রতি মিনিটে 260 বার ঘোরে। কোনো একটি কার্যবস্তুকে টার্নিং করার সময় কাটিং টুলটি যদি প্রতি মিনিটে 4.2 মি মি সরে তাহলে কাটিং ফিড কত ?

সমাধান

উপরের সূত্রানুসারে, কাটিং ফিড, $F = \frac{L}{N}$

এখানে কাটিং টুলের প্রতি মিনিটের দৈর্ঘ্য অতিক্রমণ, L = 4.2 মি মি

স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা, N = 260

$\therefore$ কাটিং ফিড, $F = \frac{4.2}{260} = 0.016$ মি মি (উত্তর)।

উদাহরণ

২৪ সে মি দীর্ঘ একটি শ্যাফটকে ০.৪ মি মি কাটিং ফিড প্রয়োগ দ্বারা ৬ মিনিটে টার্নিং করতে হলে, প্রতি মিনিটে লেদ স্পিন্ডলকে কতবার ঘুরাতে হবে ?

সমাধান

এখানে, কাটিং টুলের প্রতি মিনিটের দৈর্ঘ্য অতিক্রমণ, $L = \frac{24 \times 10}{6}$ মি মি = 40 মি মি

কাটিং ফিড, F = 0.4 মি মি/ঘূর্ণন

আমরা জানি,

কাটিং ফিড, $F = \frac{L}{N}$

$\therefore$ স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা, $N = \frac{L}{F} = \frac{40}{0.4} = 100$

বা, **R P M = 100 (উত্তর)**।

ডেপথ অব কাট (Depth of Cut)

টার্নিং-এর ক্ষেত্রে ডেপথ অব কাট বলতে টার্নিং এর ফলে উৎপন্ন তল এবং পূর্ববর্তী তলের লম্ব দূরত্বকে বোঝায়। অর্থাৎ কার্যবস্তুর ব্যাস এবং একটি সিঙ্গেল কাট টার্নিং এর ফলে সৃষ্ট ব্যাসের পার্থক্যের অর্ধেককে ডেপথ অব কাট হিসাবে বিবেচনা করা হয়। ডেপথ অব কাটকে কোপের গভীরতা বলা হয়।

৬.৩ বিভিন্ন অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় R P M নির্ণয়

উল্লেখিত নিয়মে R P M নির্ণয় শুধু স্ট্রেইট টার্নিং-এর জন্য প্রযোজ্য। এই R P M কে স্বাভাবিক R P M হিসেবে বিবেচনা করা হয় এবং নিম্নলিখিত উপায়ে অন্যান্য অপারেশনের R P M নির্ণয়ে ইহা ব্যবহৃত হয়।

- থ্রেড কাটতে স্বাভাবিক R P M এর এক/ চতুর্থাংশ ব্যবহৃত হয়।
- নার্লিং-এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক R P M এর অর্ধেক ব্যবহৃত হয়।
- ফেসিং-এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক R P M এর ১.৫ গুণ ব্যবহৃত হয়।
- সেন্টার ড্রিলিং-এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক R P M এর ১.৩৩ গুণ ব্যবহৃত হয়।
- পার্টিং, সোল্ডারিং, গ্রুভিং প্রভৃতি অপারেশনের জন্য স্বাভাবিক R P M এর অর্ধেক ব্যবহৃত হয়।

উদাহরণ

হাই স্পিড স্টিলের কাটিং টুলের সাহায্যে ৬৬ মি মি ব্যাসের কপার রডকে ফেসিং করতে কত R P M প্রয়োজন হবে ?

সমাধান

আমরা জানি,

$$\text{R.P.M} = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$$

$$= \frac{1000 \times 50}{3.1415 \times 66}$$

$= 241.266 = 241$

এখন ফেসিং অপারেশনের জন্য R P M = স্বাভাবিক R P M এর দেড়গুণ $= 241 \times 1.5$

$= 361.5 = 362$ (উত্তর)

৬.৪ সেন্টার লেদে রাফিং কাট ও ফিনিশিং কাট

রাফিং কাট

যখন কোনো কার্যবস্তু বা জব হতে বেশি ধাতু বা পদার্থ কেটে ফেলা দরকার তখন তাড়াতাড়ি জব হতে ধাতু অপসারণের জন্য ডেপথ অব কাট বেশি দিয়ে কাটা হয়, তাকে রাফিং কাট বলে। রাফিং কাটে ফিনিশিং ভালো হয় না। এক্ষেত্রে স্পিন্ডলের আরপিএম কম দিতে হয়।

ফিনিশিং কাট

যখন কোনো কার্যবস্তু বা জবের মাপের চেয়ে সামান্য পদার্থ বেশি আছে অর্থাৎ ডেপথ অব কাট অল্প দিয়ে কাটলে সঠিক মাপ আসবে। এ অল্প ডেপথ অব কাট দিয়ে ধাতু কাটাকে ফিনিশিং কাট বলা হয়। এক্ষেত্রে আরপিএম বেশি দিতে হয় এবং এতে জবের তল অপেক্ষাকৃত বেশি মসৃণ হয়।

৬.৫ বিভিন্ন লেদ অপারেশনের জন্য ব্যবহৃত কাটিং ফ্লুইডসমূহ

ধাতুর নাম	রাফ টার্নিং	ফিনিশ টার্নিং	থ্রেড কাটিং	নার্লিং	ড্রিলিং
মাইল্ড স্টিল	যে কোনো কুল্যান্ট অথবা শুষ্ক	ইমালশন, লার্ড অয়েল মিশ্রিত তেল, সালফিউরাইজড অয়েল।	খনিজ মিশ্রিত তেল, তারপিন তেল, সালফিউরাইজড অয়েল।	খনিজ তেল, লার্ড অয়েল মিশ্রিত তেল, সালফিউরাইজড অয়েল।	যে কোনো কুল্যান্ট
টুল স্টিল	যে কোনো কুল্যান্ট অথবা শুষ্ক	শুষ্ক, তারপিন তেল	মিশ্রিত তেল, তারপিন তেল, সালফিউরাইজড অয়েল।	খনিজ তেল, মিশ্রিত তেল, সালফিউরাইজড অয়েল	তারপিন তেল, কেরোসিন অয়েল।
কাস্ট আয়রন	শুষ্ক	শুষ্ক	শুষ্ক, ইমালশন, সালফিউরাইজড অয়েল।	শুষ্ক, লার্ড অয়েল।	শুষ্ক
রট আয়রন	যে কোনো কুল্যান্ট	লার্ড অয়েল, খনিজ অয়েল।	লার্ড অয়েল, খনিজ অয়েল।	লার্ড অয়েল, খনিজ অয়েল।	কেরোসিন অয়েল, সাবান মিশ্রিত পানি।
অ্যালুমিনিয়াম	শুষ্ক, যে কোনো কুল্যান্ট।	শুষ্ক, কেরোসিন অয়েল।	কেরোসিন অয়েল, তারপিন তেল।	কেরোসিন অয়েল, তারপিন তেল।	শুষ্ক
ব্রাস, ব্রোঞ্জ ও কপার	শুষ্ক, লার্ড অয়েল, খনিজ তেল	খনিজ তেল, লার্ড অয়েল	খনিজ তেল, লার্ড অয়েল	খনিজ তেল, লার্ড অয়েল	শুষ্ক, ইমালশন, প্যারাপিন

৬.৬ কার্যবস্তুর গুণাগুণ অনুযায়ী কাটিং স্পিড, ফিড, ডেপথ অব কাট ও উপযুক্ত টুল নির্বাচন

কাটিং স্পিড ও ফিড

ওয়ার্কপিস ম্যাটারিয়াল	কাটিং স্পীড (মিটার/মিনিট)		
	রাফিং কাট ফিড=(০.০২৫-০.০৫) মি.মি.	ফিনিশিং কাট ফিড=(০.০০৫-০.০২৫) মি.মি.	ক্রু-থ্রেড কাটিং
মাইল্ড স্টিল	১৫–৩০	৬০–৯০	১০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	১০–২০	৩৫–৬০	৮
হাই কার্বন স্টিল	১০–১৫	২৫–৪৫	৬
গ্রে কাস্ট আয়রন	১৫–৩০	৪০–৬৫	৮
শক্ত কাস্ট আয়রন	১০–২০	৩৫–৬০	
ব্রাস	১৫–৩০	৫০–৮০	১৫
ব্রোঞ্জ	১৫–৩০	৫০–৮০	৮
কপার	১৫–৩০	৫০–৮০	৮
অ্যালুমিনিয়াম	১৩০	২৩০	১৫

ফিড এবং ডেপথ অব কাট		
কাটের প্রকৃতি	রাফিং কাট	ফিনিশিং কাট
ফিড (মি মি/ঘূর্ণন)	০.০২৫-০.০৫	০.০০৫-০.০২৫)
ডেপথ অব কাট	ফিডের ৫ গুণ	ফিডের ৫ গুণ

উপযুক্ত কাটিং টুল নির্বাচন

জব ম্যাটারিয়াল	ব্যাক রেক অ্যাঙ্গেল	সাইড রেক অ্যাঙ্গেল	সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল	ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল	সাইড এজ অ্যাঙ্গেল	ফ্রন্ট কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল
স্টিল, শক্ত	১০-১৫	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
স্টিল, নরম	১৫-২০	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কাস্ট আয়রন, শক্ত	০-৬	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কাস্ট আয়রন, নরম	০-৮	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
ব্রাস, ব্রোঞ্জ	০-১০	০-১০	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কপার	২০-১৫	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
অ্যালুমিনিয়াম	১০-৩০	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০

৬.৭ লেদের বিভিন্ন অপারেশনের জন্য সতর্কতা

লেদ মেশিনে নিরাপদে কাজ করার জন্য নিম্নে উল্লেখিত বিষয়াদি সতর্কতার সাথে মেনে চলা উচিত–

১) চাদর, পায়জামা, পাঞ্জাবি, টাই, কোট ইত্যাদি ঢিলা পোষাক পরিহার করা।
২) লেদে কাজ করার সময় সেফটি গগলস পরিধান করা।
৩) শক্ত তলা বিশিষ্ট পা মোড়ানো চামড়ার জুতা পরিধান করা।
৪) অ্যাপ্রোন পরিধান করা।
৫) লেদ মেশিন পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখা ও নিয়মিত তেল প্রদান করা।
৬) গার্ডসমূহ যথাস্থানে লাগিয়ে রাখা।
৭) চাক পরিবর্তন করার সময় যাতে পড়ে না যায় তার জন্য সতর্ক থাকা।
৮) ত্রুটিপূর্ণ বৈদ্যুতিক সুইচ পরিহার করা।
৯) ওয়ার্কপিস ও কাটিং টুল উত্তমরূপে টাইট দেওয়া।
১০) লেদ চাক টাইট দেওয়ার পর চাক কি সরিয়ে নিরাপদ স্থানে রাখা।
১১) হেডস্টকের উপর যন্ত্রপাতি না রাখা।
১২) ওয়ার্কপিস বেঁধে নির্ধারিত স্পিন্ডল স্পিডে লেদ চালানো।
১৩) মেশিন চালু অবস্থায় স্পিড পরিবর্তন না করা।
১৪) চাক কি হ্যান্ডেল বা অন্য কোনো লিভার বা হাতুড়ির আঘাতে টাইট না দেওয়া।
১৫) লেদ সম্পূর্ণভাবে স্থির হওয়ার পূর্বে হাতে ধরে চাক স্থির করার চেষ্টা না করা।
১৬) লেদে ফাইলিং করার জন্য বাম হাতে ফাইল ধরা।
১৭) বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে সাথে সাথে মেশিন সুইচ অফ করা।
১৮) কাজের শেষে মেইন সুইচ অফ করা।
১৯) কোনো কিছু নষ্ট হয়ে গেলে গোপন না করে অনতিবিলম্বে শপ ইনচার্জ বা শিক্ষককে জ্ঞাত করা।
২০) কাজের প্রতি যত্নশীল ও মনোযোগী হওয়া।
২১) কাজের সময় প্রয়োজনে কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা।
২২) কাটিং টুলের সেন্টার হাইট ঠিক আছে কি না, এ ব্যাপারে নিশ্চিত হয়ে কাজ করা।

প্রশ্নমালা-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদের ৫টি অপারেশনের নাম লেখ।
২. স্ট্রেইট টার্নিং কাকে বলে ?
৩. ফেসিং কাকে বলে ?
৪. নার্লিং কাকে বলে ?
৫. ড্রিলিং কাকে বলে ?
৬. কাটিং স্পিড কাকে বলে ?

৭. ফিড বলতে কী বোঝায় ?
৮. ডেপথ অব কাট কাকে বলে ?
৯. রাফ কাট কাকে বলে ?
১০. ফিনিশ কাট কাকে বলে ?
১১. নার্লিং-এর গ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
১২. ডেপথ অব কাট সাধারণত ফিডের কতগুণ হওয়া উচিত ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সেন্টার ড্রিলিং বলতে কী বোঝায় ?
২. কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্রটি বুঝিয়ে লেখ।
৩. লেদ মেশিনের কাটিং স্পিড ও ফিড কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে উল্লেখ কর।
৪. রাফ টার্নিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
৫. শোল্ডার টার্নিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
৬. গ্রুভিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
৭. নার্লিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
৮. ড্রিলিং-এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
৯. রাফ কাট ও ফিনিশ কাট বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
১০. বিভিন্ন অপারেশনে ব্যবহৃত কাটিং ফ্লুইডগুলোর নাম লেখ।
১১. নার্লিং করার উদ্দেশ্য বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

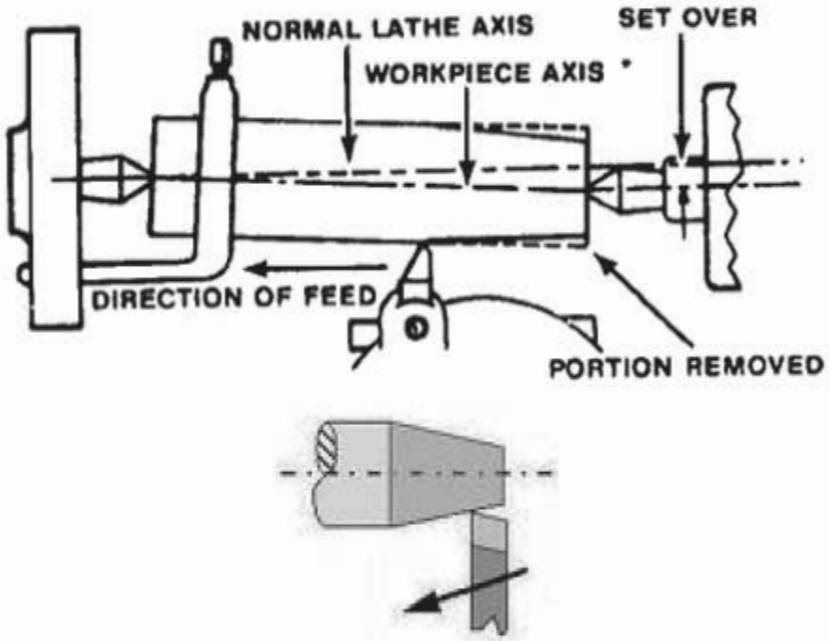
১. বিভিন্ন প্রকার লেদ অপারেশনের সংজ্ঞা উল্লেখ কর।
২. কাটিং স্পিড কাকে বলে ? কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর।
৩. স্ট্রেইট টার্নিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৪. ফেসিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৫. নার্লিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৬. পার্টিং অফ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৭. শোল্ডার টার্নিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৮. গ্রুভ টার্নিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৯. ড্রিলিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
১০. ১০০ মি মি ব্যাসের একটি ব্রাস রডকে ১২ মি মি ব্যাসের একটি সেন্টার ড্রিল দ্বারা ড্রিলিং করতে কত আর পি এম-এ ঘুরাতে হবে ? (ধর, কাটিং স্পিড ৩০ মিটার/মিনিট) **উত্তর : ১০৬২**
১১. হাই স্পিড স্টীলের টুলের সাহায্যে ৪০ মি মি ব্যাসের মাইল্ড স্টীলের জবে থ্রেড কাটতে কত আর পি এম লেদে সেট করা উচিত ?

অধ্যায়-৭

লেদ মেশিনে টেপার টার্নিং
(Taper Turning in Lathe Machine)

৭.১ টেপার টার্নিং (Taper Turning)

যদি কোনো কার্যবস্তুর প্রস্থ বা ব্যাস অথবা পরিমাপ সমহারে কমে বা বাড়ে তখন তাকে টেপার বলে। লেদ মেশিনের সাহায্যে মেশিনিং করে কার্যবস্তুর ব্যাস বা প্রস্থ সমহারে কেটে কমানোর পদ্ধতিকে টেপার টার্নিং বলা হয়। একটি সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুকে টার্নিং করে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তের দিকে এর ব্যাস ক্রমান্বয়ে ও সমভাবে পরিবর্তন করাই টেপার টার্নিং। লেদে টেপার কাটতে হলে কাটিং টুলের এজ কার্যবস্তুর অক্ষের সাথে ঠিকমতো স্থাপন করতে হয়। অন্যথায় নির্ভুলভাবে টেপার পাওয়া যায় না।



চিত্র-৭.১ : টেপার টার্নিং (টেইলস্টক সেট ওভার পদ্ধতি)

৭.২ টেপার টার্নিং-এর প্রকারভেদ

লেদ মেশিনে নিম্নলিখিত পদ্ধতিসমূহ অনুসরণ করে টেপার টার্নিং করা যায়। যথা-

- ফর্ম টুলের সাহায্যে (By a Form Tool)
- টেইলস্টক সরিয়ে (By Setting off the TailstockCenter)
- কম্পাউন্ড রেস্টকে ঘুরিয়ে (By Swiveling the Compound Rest)
- টেপার অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে (By Taper Attachment)

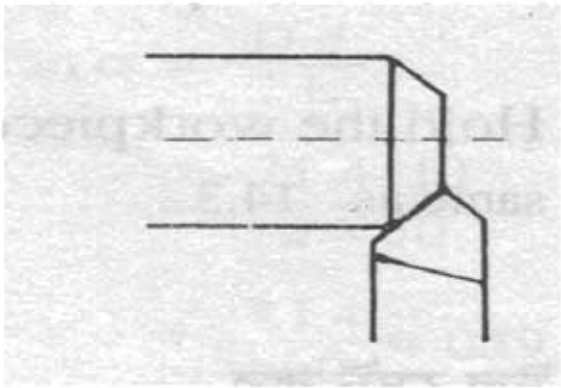
টেপার টার্নিং পদ্ধতি নির্বাচন

- অতিশয় সীমিত দৈর্ঘ্যের উপর টেপার কাটতে ফর্ম টুল পদ্ধতি নির্বাচন করা হয়।
- সীমিত দৈর্ঘ্যের উপর (এক্সটার্নাল ও ইন্টারনাল) শার্প (Sharp) টেপার টার্নিং করতে কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি নির্বাচন করা হয় ।
- কম টেপার অ্যাঙ্গেল বিশিষ্ট স্লো (Slow) টেপার (এক্সটার্নাল) টার্নিং করতে টেইল স্টক অফসেটিং পদ্ধতি নির্বাচন করা হয় ।
- কম টেপার অ্যাঙ্গেল বিশিষ্ট স্লো টেপার সূক্ষ্মভাবে টার্নিং করতে টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট পদ্ধতি নির্বাচন করা হয় ।

৭.৩ বিভিন্ন প্রকার টেপার টার্নিং সেট আপের ব্যবহার

ফর্ম টুল পদ্ধতি

একটি চওড়া কাটিং টুলকে প্রয়োজনীয় সঠিক কোণে বেঁধে টেপার কাটা যায়। ঠিকমতো টেপার কাটতে হলে কাটিং টুলের মুখ (Cutting Edge) সোজা হওয়া একান্ত বাঞ্ছনীয়, তবে কাটিং টুলকে এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন তা কার্যবস্তুর অক্ষের সাথে অর্ধ টেপার কোণ α উৎপন্ন করে। অর্ধ টেপার কোণ অর্থাৎ α কোণে কাটিং টুল স্থাপন করার সময় ৯০° থেকে সাইড কাটিং এঙ্গ কোণ বাদ দিতে হবে। এ ছাড়া কাটিং টুলকে একটি নির্দিষ্ট কোণে গ্রাইন্ডিং করে কার্যবস্তুর অক্ষের সাথে ৯০° কোণে অর্থাৎ লম্বভাবে একে অগ্রসর করিয়ে টার্নিং করলে তা কার্যবস্তুতে ঈপ্সিত টেপার কোণের সৃষ্টি করে। এ ক্ষেত্রে কার্যবস্তুর অক্ষের সাথে সৃষ্ট কোণের পরিমাণ ৯০° থেকে কাটিং টুলের কোণের অর্ধেক বিয়োগ করলে পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিতে শুধু অল্প দৈর্ঘ্যের টেপার কাটা সম্ভব কারণ এই পদ্ধতিতে লম্বা দৈর্ঘ্যের টেপার কাটলে কার্যবস্তুটি কাঁপতে থাকবে এবং তা অমসৃণভাবে টেপার কাটা হবে।



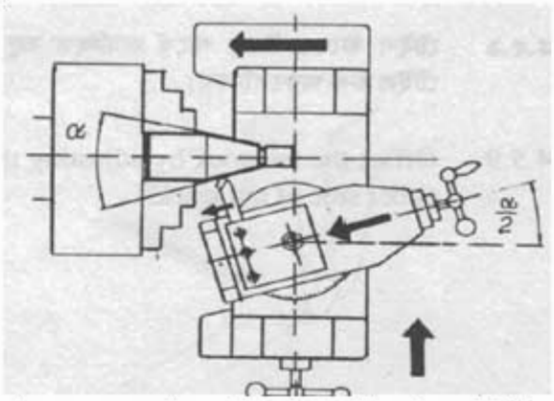
চিত্র-৭.২ : ফর্ম টুল পদ্ধতিতে টেপার টার্নিং

কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতিতে টেপার কাটিং

এই পদ্ধতিতে যত ডিগ্রিতে টেপার কাটতে হবে টুল স্লাইডকে ঠিক তত ডিগ্রি কোণে বেঁধে টুল স্লাইডের সাহায্যে কাটিং টুলকে পরিচালিত করে টেপার কাটতে হয়। এই পদ্ধতিতে বাইরের সারফেসের টেপার ও ছিদ্রের মধ্যে টেপার উভই কাটা যায়। এই পদ্ধতিতে বেশি লম্বা কোন টেপার কাটা যায় না অথচ বৃহৎ টেপার কোন কাটার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। টুল স্লাইড যতটা পথ যাতায়াত করতে পারে সর্বাধিক ততটা দৈর্ঘ্যের টেপারই এই পদ্ধতিতে কাটা সম্ভব। এছাড়া এই পদ্ধতির আর একটি অসুবিধা হলো টুল স্লাইডিং হাতে চালাতে হয় বিধায়

টেপার উৎপাদনের গতি অত্যন্ত মন্থর হয় এবং তলের মসৃণতা (Surface Finish) ভালো হয় না। ইহা ছাড়াও মেশিন চালকের হাত শিঘ্র ক্লান্ত হয়ে যায়। কম্পাউন্ড রেস্টের ওপর চিহ্নিত স্কেল থেকে পড়ে নির্দিষ্ট কোণে এটি সেট করতে হয় ।

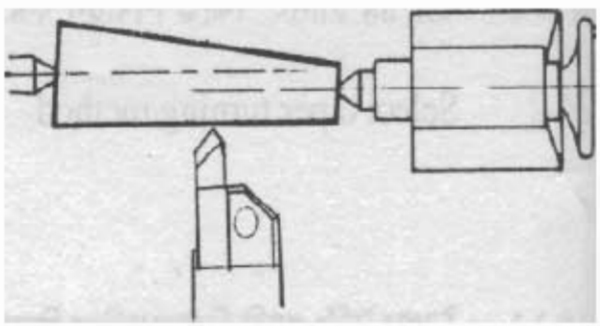
যদি ড্রয়িং-এর মধ্যে অর্ধ টেপার কোণের পরিমাণ না দেওয়া থাকে তবে $\text{Tan}\ \alpha = \frac{D-d}{2L}$ এর সাহায্যে অর্ধ টেপার কোণ নির্ণয় করতে হবে।



চিত্র-৭.৩ : কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতিতে টেপার টার্নিং।

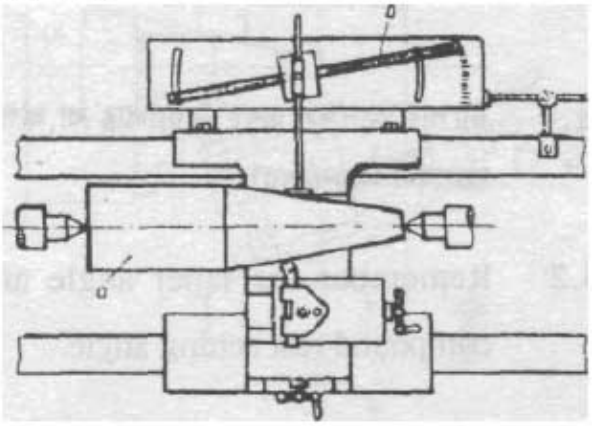
টেইলস্টক অফসেটিং পদ্ধতিতে টেপার টার্নিং

যে সমস্ত কার্যবস্তুকে দুই সেন্টারের মধ্যে আটকানো যায়, সেসব কার্যবস্তুকে এই পদ্ধতিতে টেপার কাটা যায়। এই পদ্ধতিতে কাটিং টুলকে বেডের সাথে সমান্তরালভাবে তার স্বাভাবিক পথে চালিত করা হয় আর কার্যবস্তুর অক্ষকে বেডের সাথে কোণ করে বেঁধে কার্যবস্তুকে ঘুরানো হয়। টেপার কাটার জন্য সেন্টারদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা কাটিং টুলকে যে দিকে ফিড দেওয়া হয়, সেই পথের সাথে α কোণে বাঁধতে হবে। সেজন্য টেইলস্টককে আড়াআড়ি সরাতে হয়। যেহেতু কার্যবস্তুটিকে লেদ বেডের সাথে কোণ করে ঘুরানো হয় এবং কাটিং টুল লেদ স্পিন্ডলের অক্ষের সাথে সমান্তরালভাবে চালানো হয় সেজন্য কার্যবস্তুর উপর টেপার উৎপন্ন হবে। সেন্টারদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা লেদ স্পিন্ডলের অক্ষের সাথে যত ভিন্নি কোণ সৃষ্টি করবে, কার্যবস্তুটির ওপর তার দ্বিগুণ টেপার কোণ উৎপন্ন হবে।



চিত্র-৭.৪ : টেইলস্টক অফসেটিং পদ্ধতিতে টেপার টার্নিং

টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট পদ্ধতি

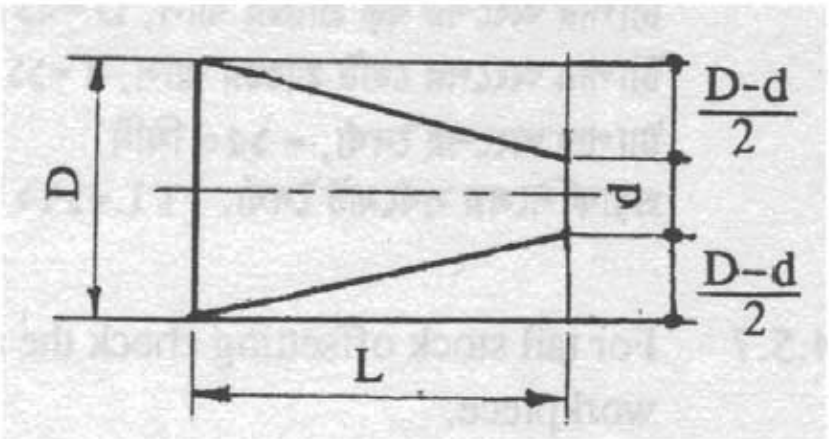


চিত্র-৭.৫ : টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট

টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে টেপার টার্নিং ও টেপার বোরিং উভয় কাজই নিখুঁতভাবে করা যায়। এই পদ্ধতিতে টেইলস্টক সরানোর কোনো প্রয়োজন হয় না এবং বস্তুর দৈর্ঘ্যের তফাৎ হলেও সেটিং বদলাতে হয় না। এ ছাড়া টেইলস্টক সেন্টার সরিয়ে যত ডিগ্রি পর্যন্ত টেপার কাটা যায় তা অপেক্ষা বেশি কোণে টেপার কাটা সম্ভব। টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করে প্রায় ১২ ডিগ্রি পর্যন্ত টেপার টার্নিং করা যায়। এর গাইড রেইলকে ফ্রেমের কেন্দ্র বিন্দুতে দুই পার্শ্বেই সেট করা যায় (চিত্র-৭.৫)।

৭.৪ টেপার টার্নিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় কোণের পরিমাণ নির্ধারণ

যদি ড্রয়িং-এর মধ্যে অর্ধ টেপার কোণের পরিমান না দেওয়া থাকে তবে,
নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে অর্ধ টেপার কোণ α বের করা হয়

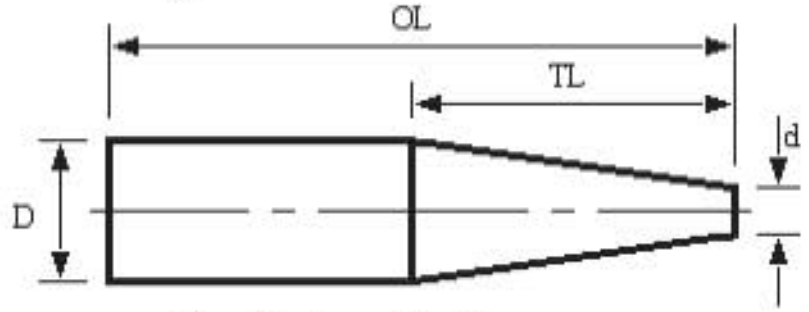


$\text{Tan}\alpha = \frac{D-d}{2L}$ এর সাহায্যে টেপার কোণ নির্ণয় করা হয়।

এখানে,
D = টেপার অংশের বৃহত্তর ব্যাস
d = টেপার অংশের ক্ষুদ্রতর ব্যাস
L = যেকোন একটি টেপার অংশের দৈর্ঘ্য
α = অর্ধ টেপার অ্যাঙ্গেল (কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং অ্যাঙ্গেল)

সুতরাং কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং, $\alpha = \text{Tan}^{-1}\frac{D-d}{2L}$

টেইলস্টক অফসেট করার সূত্র :



$$OFFSET = \frac{OL}{TL} \times \frac{(D-d)}{2} = \frac{tpf \times OL}{24}$$

OL = overall length
TL = taper length
D = the large taper diameter
d = the small taper diameter
tpf = taper per foot (in.)
OFFSET = the distance to move the tailstock from the zero setting

৭.৫ স্ট্যান্ডার্ড টেপারসমূহ

ব্যবহারের সুবিধার্থে এবং মেশিনের যন্ত্রাংশের প্রস্তুত করার খরচ কমানোর জন্য টেপার বিশিষ্ট যন্ত্রাংশগুলো একই স্ট্যান্ডার্ডে তৈরি করা হয়। অর্থাৎ আলাদা টেপার টেস্ট না করে স্ট্যান্ডার্ড দেখে বিভিন্ন মেশিনে ব্যবহার করা যায়। মেশিনশপে যে সব টেপার ব্যবহৃত হয় তা সাধারণত দুই প্রকারের হয়ে থাকে–

১. সেলফ হোল্ডিং টাইপ টেপার (Self holding type taper)
২. সেলফ রিলিজিং টাইপ টেপার (Self releasing type taper)

১. সেলফ হোল্ডিং টেপার

অল্প টেপার অর্থাৎ ২ বা ৩ ডিগ্রি বিশিষ্ট টেপারকে সাধারণত সেলফ হোল্ডিং টেপার বলা হয়। এই ধরনের টেপার বস্তু সকেটের মধ্যে সহজে এবং দৃঢ়ভাবে এমনভাবে আটকিয়ে যায় যে, এটি সাধারণ কাজের সময় আদৌ ঘুরে বা খুলে যেতে পারে না।

TABLE Self-holding tapers basic dimensions

NO. OF TAPER	TAPER PER FT.	DIA. AT GAGE LINE A	ORIGIN OF SERIES
0.239	0.50200	0.23922	Brown & Sharpe taper series
0.299	0.50200	0.29968	
0.375	0.50200	0.37525	
1	0.59858	0.47500	Morse taper series
2	0.59941	0.70000	
3	0.60235	0.93800	
4	0.62326	1.23100	
4-1/2	0.62400	1.50000	
5	0.63151	1.74800	
6*	0.62565	2.49400	
7*	0.62400	3.27000	
200	0.750	2.000	3/4 in. per ft. taper series
250	0.750	2.500	
300	0.750	3.000	
350	0.750	3.500	
400	0.750	4.000	
450	0.750	4.500	
500	0.750	5.000	
600	0.750	6.000	
800	0.750	8.000	
1000	0.750	10.000	
1200	0.750	12.000	

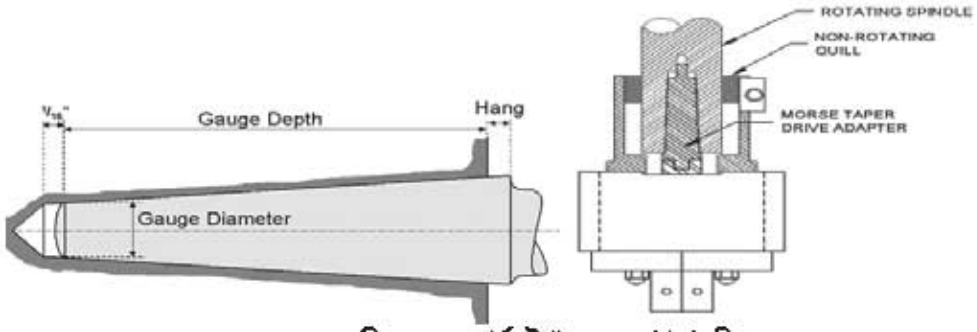
* These sizes are continued in the tang drive series for the present to meet special needs.

মেশিনশপে সাধারণত নিম্নলিখিত চার প্রকারের সেলফ হোল্ডিং টেপার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। যথা–

(ক) মোর্স টেপার (Morse Taper)
(খ) ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার (Brown and Sharpe Taper)
(গ) জার্নো টেপার (Jarno Taper)
(ঘ) মেট্রিক টেপার (Metric Taper)

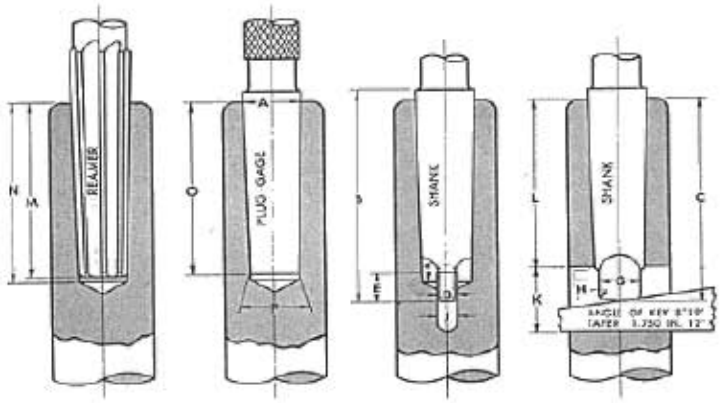
মোর্স টেপার

মোর্স টেপার সাধারণত ড্রিল, রিমার, মিলিং কাটার শ্যাংক এবং লেদ সেন্টার প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়। এই প্রকার টেপার সর্বাপেক্ষা ছোট ০ নম্বর থেকে সর্বাপেক্ষা বড় ৭ নম্বর পর্যন্ত মোট ৮ সাইজের হয়। এই পদ্ধতিতে সব সাইজের টেপার প্রতি ফুটে প্রায় $\frac{৫}{৮}$ ইঞ্চি হয়ে থাকে কিন্তু কোনো সাইজই সঠিক $\frac{৫}{৮}$ নয়। এটিই স্ট্যান্ডার্ড টেপারের বিশেষ অসুবিধা। তাই সঠিক টেপার মাপ নির্ণয়ের জন্য নিম্নের তালিকা (চিত্র-৬.৩) অনুসরণ করা হয়।



চিত্র-৭.৬ : মোর্স টেপারের সংযোগ পদ্ধতি

Morse Taper Shanks



Standard Dimensions

Number of Taper	Diam. of Plug at Small End	Diam. at End of Socket	SHANK		Depth of Drilled Hole	Depth of Reamed Hole	Standard Plug Depth	TONGUE					KEYWAY		End of Socket to Keyway	Taper per foot	Taper per foot	Number of Key
			Whole Length	Depth				Thickness	Length	Radius	Diameter	Radius	Width	Length				
	P	A	B	C	M	N	O	D	E	F	G	H	J	K	L			
*0	.252	.356	2 11/32	2 3/32	2 1/16	2 1/32	2	.1562	1/4	3/32	.235	.04	.160	5/16	1 5/16	.052050	.62460	0
1	.369	.475	2 3/4	2 3/16	2 3/16	2 1/32	2 1/8	.2031	3/8	3/16	.343	.05	.213	3/4	2 1/16	.049882	.59858	1
2	.572	.700	3 1/2	2 15/16	2 31/32	2 29/32	2 5/8	.250	5/8	1/4	17/32	.06	.260	7/8	2 1/2	.049951	.59941	2
3	.778	.938	3 3/4	3 1/16	3 3/16	3 1/4	3 1/8	.3125	7/8	5/16	29/32	.08	.322	1 1/16	3 1/16	.050196	.60235	3
4	1.020	1.231	4 3/4	4 3/8	4 3/16	4 1/8	4 1/16	.4687	1 1/8	5/16	31/32	.10	.478	1 1/4	3 3/8	.051938	.62326	4
5	1.475	1.748	6 1/4	5 3/8	5 5/16	5 1/4	5 1/16	.6250	1 1/4	3/8	1 11/32	.12	.635	1 1/2	4 15/16	.052626	.63151	5
6	2.116	2.494	8 5/8	8 1/4	7 15/32	7 21/64	7 1/4	.750	1 1/8	1/2	2	.15	.760	1 3/4	7	.052137	.62565	6
7	2.750	3.270	11 1/8	11 1/4	10 1/32	10 1/64	10	1.1250	1 1/8	3/4	2 3/8	.18	1.135	2 5/8	9 1/2	.052000	.62400	7

*The Size "0" Taper is not listed in the American Standard on Machine Tapers.

The dimensions agree essentially with dimensions of the American Standard on Machine tapers.

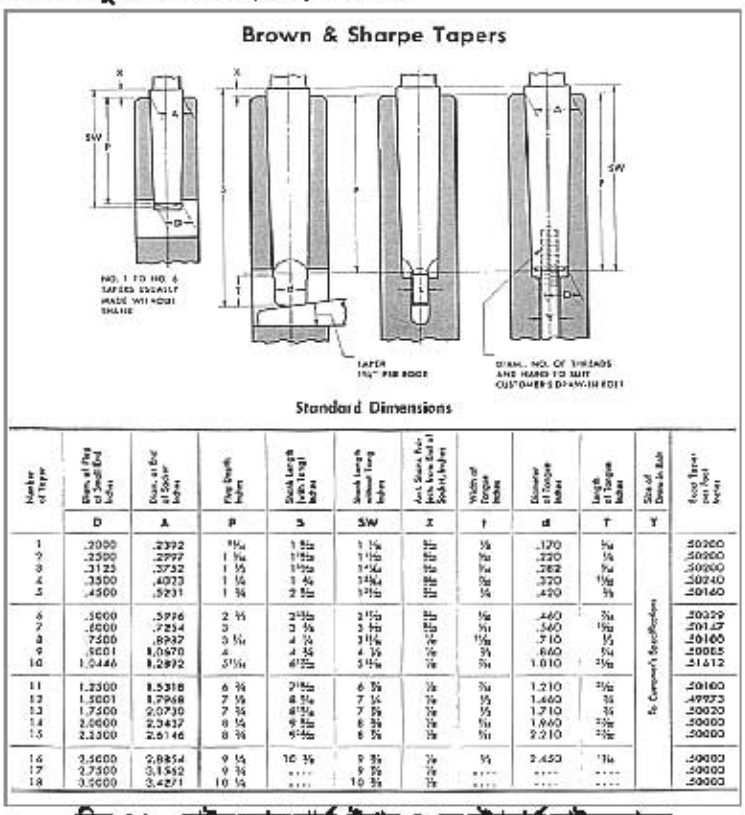
The undercut shown on the tang having diameter G, and length E, may be eliminated at the option of the manufacturer provided the tang is heat-treated to a minimum Rockwell of C30 with 150Kg load.

চিত্র-৭.৭ : মোর্স টেপার ও এর স্ট্যান্ডার্ড ডাইমেনশনস

মোর্স টেপার নম্বর	প্রতি ফুটে টেপার ইঞ্চি	টেপার কোণ (অঙ্কের সাথে)
০	০.৬২৪৬	১° ৩০′
১	০.৫৯৪৬	১° ২৬′
২	০.৫৯৪৯	১° ২৬′
৩	০.৬০২৩	১° ২৬′
৪	০.৬২৩৩	১° ২৯′
৫	০.৬৩১৫	১° ৩১′
৬	০.৬২৫৯	১° ৩০′
৭	০.৬২৪০	১° ৩০′

ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার

এই ধরনের টেপার সাধারণত মিলিং এবং গ্রাইন্ডিং মেশিন ও তাদের আনুষঙ্গিক যন্ত্রাংশে ব্যবহৃত হয়। এই প্রকারের টেপার ১৮টি সাইজের হয়ে থাকে এবং এদের ১ নম্বর থেকে ১৮ নম্বর পর্যন্ত চিহ্নিত করা হয়। এদের মধ্যে ১ নম্বর ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার সর্বাপেক্ষা ছোট এবং ১৮ নম্বর সর্বাপেক্ষা বড় সাইজের হয়ে থাকে। ১০ নম্বর ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার বাদে বাকি সব নম্বরের প্রতি ফুটে টেপার প্রায় ০.৫০০ ইঞ্চি হয়ে থাকে। তবে ১০ নম্বর সাইজের টেপার প্রতি ফুটে ০.৫১৬১ ইঞ্চি হয়ে থাকে।



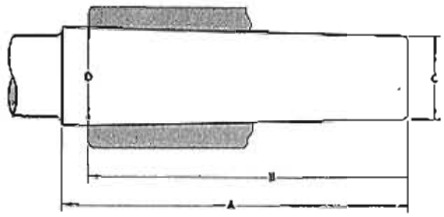
Number of Taper	Diam. at Plug of Small End Inches	Diam. at End of Socket Inches	Plug Depth Inches	Shank Length Plug Taper Inches	Shank Length without Tang Inches	Axial Distance from Back Face End of Shank Inches	Width of Tongue Inches	Diameter of Tongue Inches	Length of Tongue Inches	Size of Drive in Inch	Taper Per Foot Inches
	D	A	P	S	SW	X	t	d	T	Y	
1	.2000	.2392	1 15/16	1 15/16	1 1/16	3/16	3/16	.120	3/16		.50200
2	.2500	.2997	1 15/16	1 15/16	1 1/16	3/16	3/16	.220	1/4		.50200
3	.3125	.3732	1 15/16	1 15/16	1 1/16	3/16	3/16	.282	5/16		.50200
4	.3500	.4073	1 1/4	1 1/4	1 1/16	3/16	3/16	.320	11/32		.50240
5	.4500	.5231	1 3/4	2 1/16	1 1/16	3/16	3/16	.420	3/8		.50160
6	.5000	.5976	2 1/2	2 1/16	1 1/16	3/16	3/16	.460	3/8		.50329
7	.6000	.7254	3	3 1/16	1 1/16	3/16	3/16	.560	15/32		.501.27
8	.7500	.8937	3 1/2	4 1/16	1 1/16	3/16	3/16	.710	1/2		.50160
9	.8001	1.0670	4	4 1/16	1 1/16	3/16	3/16	.860	5/8		.50065
10	1.0446	1.2972	5 1/16	4 1/16	1 1/16	3/16	3/16	1.010	3/4		.51612
11	1.2300	1.5318	6 1/16	2 1/16	1 1/16	3/16	3/16	1.210	3/4	As Customer's Specifications	.50160
12	1.5001	1.7968	7 1/16	8 1/16	7 1/16	1/16	3/16	1.460	3/4		.49973
13	1.7500	2.0730	7 1/16	8 1/16	7 1/16	1/16	3/16	1.710	3/4		.50020
14	2.0000	2.3437	8 1/16	8 1/16	8 1/16	1/16	3/16	1.960	7/8		.50000
15	2.2500	2.6146	8 1/16	8 1/16	8 1/16	1/16	3/16	2.210	7/8		.50000
16	2.5000	2.8854	9 1/16	10 1/16	9 1/16	1/16	3/16	2.460	7/8		.50000
17	2.7500	3.1562	9 1/16	....	9 1/16	1/16	....	....	....		.50000
18	3.0000	3.4271	10 1/16	....	10 1/16	1/16	....	....	....		.50000

চিত্র-৭.৮ : ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার ও এর স্ট্যান্ডার্ড ডাইমেনশনস

জার্নো টেপার

সকল প্রকার টেপারের মধ্যে এই প্রকার টেপারের মাপ মনে রাখা ও হিসাব করা সর্বপেক্ষা সহজ। এই প্রকার টেপার ২০টি সাইজের হয় এবং ইহা ১ থেকে ২০ পর্যন্ত ভিন্ন সংখ্যায় চিহ্নিত হয়ে থাকে। এই প্রকারের টেপারের মাপ বের করার জন্য কোনোরূপ তালিকার সাহায্য নিতে হয় না।

Jarno Taper Shanks



D = Dia. of large end = $\frac{\text{No. of taper}}{8}$

C = Dia. of small end = $\frac{\text{No. of taper}}{10}$

B = Length of taper = $\frac{\text{No. of taper}}{2}$

General Dimensions

Number	A	B	C	D	Taper per foot
2	1 1/8	1	.20	.250	.600
3	1 1/8	1 1/2	.30	.375	.600
4	2 3/16	2	.40	.500	.600
5	2 1/16	2 1/2	.50	.625	.600
6	3 3/16	3	.60	.750	.600
7	3 13/16	3 1/2	.70	.875	.600
8	4 3/16	4	.80	1.000	.600
9	4 13/16	4 1/2	.90	1.125	.600
10	5 1/4	5	1.00	1.250	.600
11	5 1/4	5 1/2	1.10	1.375	.600
12	6 1/4	6	1.20	1.500	.600
13	6 3/8	6 1/2	1.30	1.625	.600
14	7 1/4	7	1.40	1.750	.600
15	7 3/8	7 1/2	1.50	1.875	.600
16	8 1/16	8	1.60	2.000	.600
17	8 13/16	8 1/2	1.70	2.125	.600
18	9 1/16	9	1.80	2.250	.600
19	9 13/16	9 1/2	1.90	2.375	.600
20	10 1/16	10	2.00	2.500	.600

চিত্র-৭.৯ ঃ জার্নো টেপার ও এর জেনারেল ডাইমেনশনস

জার্নো টেপারের মাপ বের করার সূত্রগুলি নিম্নরূপ

টেপার প্রতি ফুট = ০.৬০০ ইঞ্চি।

বৃহত্তর ব্যাস = $\frac{\text{টেপার নম্বর}}{৮}$

ক্ষুদ্রতর ব্যাস = $\frac{\text{টেপার নম্বর}}{১০}$

$$\text{টেপারের দৈর্ঘ্য} = \frac{\text{টেপার নম্বর}}{২}$$

যেমন– ৫ নং জার্নো টেপারের বৃহত্তম ব্যাস = $\frac{৫}{৮}$ ইঞ্চি

ক্ষুদ্রতম ব্যাস = $\frac{৫}{১০}$ বা $\frac{১}{২}$ ইঞ্চি

দৈর্ঘ্য = $\frac{৫}{২}$ বা $২\frac{১}{২}$ ইঞ্চি

মেট্রিক টেপার

মেট্রিক টেপার ৭টি সাইজের হয়ে থাকে। এদেরকে ৪, ৬, ৮০, ১০০, ১২০, ১৬০, ২০০ নম্বর দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। টেপার নম্বর বস্তুটির বৃহত্তর ব্যাসের নির্দেশক এবং মাপগুলি মিলিমিটারে মাপা হয়ে থাকে। সকল মেট্রিক টেপারের টেপার কোণ সমান। ফলে এই জাতীয় টেপারের প্রয়োগ বা নির্মাণের ক্ষেত্রে এক বিশেষ সুবিধা আছে। সকল মেট্রিক টেপারের পরিমাণ বা Conicity (K) ১ : ২০ এবং পূর্ণ কোণ (২α) ২° ৫১′ ৫১″ অর্থাৎ অক্ষের সাথে টেপার কোণ ১°২৬′। টেপারের পরিমাণ বা Conicity, $K = \frac{D-d}{L}$

যেখানে,

D = টেপারের বৃহত্তম ব্যাস

d = টেপারের ক্ষুদ্রতম ব্যাস

L = টেপারের দৈর্ঘ্য

২α = পূর্ণ টেপার কোণ অর্থাৎ অন্তর্ভুক্ত কোণ।

উদাহরণস্বরূপ যদি D = ৮০ মি মি, d= ৭৫ মি মি এবং খ = ১০০ মি মি হয় তবে,

$K = \frac{৮০ - ৭৫}{১০০} = \frac{১}{২০} = ০.০৫$

টেপার $\frac{১}{২০}$ এর অর্থ প্রতি ২০ মি মি দৈর্ঘ্যে ১ মি মি করে বস্তুর ব্যাস কমে বা বাড়ে।

২. সেলফ রিলিজিং টেপার

এই জাতীয় টেপারের টেপার কোণ বেশি হওয়ায় ইহা সহজেই খুলে যায়। আধুনিক মিলিং মেশিনগুলোর স্পিন্ডল, আরবার ও অ্যাডাপটার প্রভৃতিতে সেলফ সেন্টারিং টেপার ব্যবহৃত হয়। এজন্য এই টেপারের অপর নাম মিলিং মেশিন স্ট্যান্ডার্ড টেপার। ইহার প্রতি ফুটে ৩.৫ ইঞ্চি টেপার থাকে। এই প্রকার স্ট্যান্ডার্ড টেপার দ্বারা বস্তুটিকে যথাযথ নির্দিষ্ট জায়গায় বসানো যায়, কিন্তু ইহাকে আটকানো যায় না। সেজন্য ড্র-ইন বোল্ট (Draw-in bolt) এর সাহায্যে মিলিং মেশিনের আরবার বা অ্যাডাপটারকে পেছন দিক থেকে শক্ত করে স্পিন্ডলে আটকানো হয়।

উদাহরণ–১

একটি টেপার কাটার জন্য কার্যবস্তুর বৃহত্তম ব্যাস ২৫ মি মি, ক্ষুদ্রতম ব্যাস ১৫ মি মি, টেপার দৈর্ঘ্য ৫০ মি মি। টেপার কাটতে কম্পাউন্ড রেস্ট কত ডিগ্রি কোণে বাঁধতে হবে ?

সমাধান

এখানে দেওয়া আছে,

বৃহত্তম ব্যাস, D = ২৫ মি মি, ক্ষুদ্রতম ব্যাস, d = ১৫ মি মি, টেপার দৈর্ঘ্য, L = ৫০ মি মি

আমরা জানি,

কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং, $\alpha = \mathbf{Tan}^{-1}\frac{D-d}{2L} = \mathbf{Tan}^{-1}\frac{২৫ - ১৫}{২ \times ১০} = \mathbf{Tan}^{-1}$ ০.১ = ৫.৭১ ডিগ্রি **(উত্তর)**।

উদাহরণ-২

একটি টেপারড কার্যবস্তুর মোট দৈর্ঘ্য ১৫০ মি মি, বৃহত্তম ব্যাস ৫০ মি মি, ক্ষুদ্রতম ব্যাস ৩০ মি মি এবং টেপারের দৈর্ঘ্য ১০০ মি মি। টেইলস্টক কতটা অফসেট করতে হবে নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

আমার জানি,

$$\text{টেইলস্টক অফসেট} = \frac{\text{বড় ব্যাস} - \text{ছোট ব্যাস}}{২ \times \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}} \times \text{সম্পূর্ণ জবের দৈর্ঘ্য}$$

এখানে দেওয়া আছে,

বৃহত্তম ব্যাস, D = ৫০মি মি

ক্ষুদ্রতম ব্যাস, d = ৩০ মি মি

টেপার অংশের দৈর্ঘ্য, L = ৫০ মি মি

সম্পূর্ণ জবের দৈর্ঘ্য = ১৫০ মি মি

সুতরাং, টেইলস্টক অফসেট $= \frac{৫০-৩০}{২ \times ১০০} \times ১৫০ =$ ১৫ মি মি

উত্তর : নির্ণেয় টেইলস্টক অফসেট = ১৫ মি মি

প্রশ্নমালা-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. টেপার কাকে বলে ?

২. টেপার প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?

৩. টেপার টার্নিং কাকে বলে ?

৪. সেলফ হোল্ডিং টেপার কাকে বলে ?

৫. মোর্স টেপার কাকে বলে ?

৬. মোর্স টেপার কয়টি সাইজের হয় ?

৭. ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার কয়টি সাইজের হয় ?

৮. মেট্রিক টেপার কয়টি সাইজের হয় ?
৯. কনিসিটি বলতে কী বোঝায় ?
১০. সেলফ রিলিজিং টেপার কোথায় ব্যবহৃত হয় ?
১১. বৃহৎ টেপার কোণ কাটার জন্য কোন টেপারিং পদ্ধতি উপযোগী ?
১২. ফর্ম টুল সেটিং পদ্ধতি কোথায় ব্যবহৃত হয় ?
১৩. টেইলস্টক অফসেট পদ্ধতি কোথায় ব্যবহৃত হয় ?
১৪. কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি ব্যবহারের অসুবিধা কী ?
১৫. কী ধরনের বস্তুতে টেইলস্টক অফসেট পদ্ধতিতে টেপার কাটা হয় ?
১৬. টেপার ব্যবহারের প্রধান উদ্দেশ্য কী ?
১৭. স্ট্যান্ডার্ড টেপার কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. টেপার বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. টেপারের শ্রেণি বিভাগ উল্লেখ কর।
৩. মোর্স টেপার সংক্ষেপে বর্ণনা কর ।
৪. ব্রাউন অ্যান্ড শার্প টেপার সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৫. জার্নো টেপার সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৬. মেট্রিক টেপার সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৭. লেদে টেপার কাটার পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।
৮. ফর্ম টুল পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৯. কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
১০. টেইলস্টক অফসেট পদ্ধতিতে টেপারিং সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
১১. টেপার অ্যাটাচমেন্ট পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
১২. বৃহত্তম ব্যাস ৮০ মি মি, ক্ষুদ্রতম ব্যাস ৬৫ মি মি, টেপার দৈর্ঘ্য ১৪০ মি মি। টেপার কাটতে কম্পাউন্ড রেস্ট কত ডিগ্রি কোণে বাঁধতে হবে ?
১৩. একটি টেপারড কার্যবস্তুর মোট দৈর্ঘ্য ৪০০ মি মি, বৃহত্তম ব্যাস ৭০ মি মি, ক্ষুদ্রতম ব্যাস ৫৫ মি মি এবং টেপারের দৈর্ঘ্য ২৫০ মি মি। টেইলস্টক কতটা অফসেট করতে হবে নির্ণয় কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. টেপারের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা কর।
২. বিভিন্ন প্রকার টেপারের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর।
৩. জার্নো টেপার ব্যাখ্যা কর এবং মাপ নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৪. মেট্রিক টেপার ব্যাখ্যা কর এবং মাপ নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৫. বিভিন্ন প্রকার টেপার পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৬. কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।
৭. টেইলস্টক অফসেট পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।
৮. বিভিন্ন প্রকার টেপার টার্নিং সেট আপ পদ্ধতির ব্যবহার বর্ণনা কর।

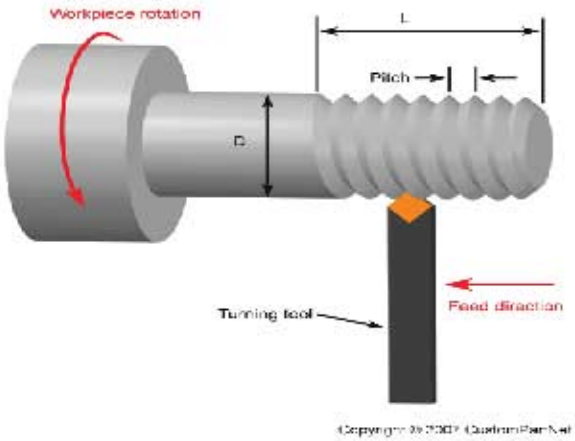
অধ্যায়-৮

সেন্টার লেদ মেশিনে বাহ্যিক থ্রেড কর্তন

(Cutting of External Threads by Centre Lathes)

৮.১ সেন্টার লেদে বাহ্যিক থ্রেড কাটিং

একটি সিলিন্ড্রিক্যাল বা বেলনাকৃতি, কোনাকৃতি বা মোচাকৃতি বস্তুর উপর একই রকম আকৃতি বিশিষ্ট শিরা যদি এরূপভাবে জড়ানো থাকে যে, এটি দৈর্ঘ্য বরাবর একই হারে এগিয়ে যায়, তাহলে একে স্ক্রু বলে এবং জড়ানো শিরাকে থ্রেড বা প্যাঁচ বলে । সেন্টার লেদ মেশিনের সাহায্যে এরূপ প্যাঁচ বা থ্রেড কাটার পদ্ধতিকে বাহ্যিক থ্রেড কাটিং বা থ্রেড টার্নিং বলা হয়। মূলত প্যাঁচ বা থ্রেড টার্নিং হলো হেলিক্স আকারের নির্দিষ্ট আকৃতি বিশিষ্ট থ্রেড কাটার পদ্ধতি। লেদ মেশিনের সাহায্যে থ্রেড কাটার জন্য থ্রেড কাটার নীতি এবং কার্যপ্রণালি সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। থ্রেড কাটার জন্য লেদ স্পিন্ডল এবং লিড স্ক্রুর ঘূর্ণনের মধ্যে অবশ্যই একটি সম্পর্ক তৈরি করতে হবে। স্পিন্ডলের প্রত্যেক ঘূর্ণনের জন্য কাটিং টুলসহ ক্যারেজটি সমভাবে এবং সমহারে কার্যবস্তুর উপরের তলে প্রয়োজনীয় থ্রেডের লিডের সমান দূরত্ব অবশ্যই অতিক্রম করবে। এই জন্য স্পিন্ডলকে গিয়ার ট্রেইন দ্বারা লিড স্ক্রুর সাথে সংযুক্ত করা হয়ে থাকে।



চিত্র-৮.১: থ্রেড টার্নিং

বাহ্যিক থ্রেড টার্নিং-এর জন্য নিম্নলিখিত বিষয়াদি বিবেচনা করতে হয়

১. সঠিক আকৃতি ও কোণসহ টুলবিট গ্রাইন্ডিং করা।
২. টুলবিটকে সঠিক সেন্টার হাইটে সেট করা।
৩. কার্যবস্তুর সারফেসের সাথে টুলবিট লম্বভাবে বাঁধা।
৪. থ্রেড টার্নিং স্পিড, প্লেইন টার্নিং স্পিড-এর এক/চতুর্থাংশ হওয়া বাঞ্ছনীয়।
৫. ০.১০ – ০.২০ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা উচিত।
৬. ফি-থ্রেডের পিচ ২ মি মি বা তার বেশি হলে কম্পাউন্ড স্লাইডকে থ্রেডের কোণের অর্ধেক কোণে সেট করা প্রয়োজন।

৭. সঠিক গিয়ার ট্রেইন ব্যবহার করা উচিত।
৮. কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা উচিত।

৮.২ বাহ্যিক থ্রেড কাটিং টুল

লেদ মেশিনে থ্রেড টার্নিং করার জন্য কার্যবস্তু ঘুরে এবং কাটিং টুল নির্দিষ্ট হারে বেডের সমান্তরালে এগিয়ে গিয়ে কার্যবস্তুকে কেটে থ্রেড বা প্যাঁচ তৈরি করে। কাটিং টুল সম্পূর্ণ গভীরতা পর্যন্ত কার্যবস্তুর মধ্যে ঢুকে এটি কাটে এবং প্রয়োজনীয় থ্রেড আকৃতির সৃষ্টি করে। কাটিং টুলের বাহ্যিক আকৃতির বিপরীত আকৃতি বিশিষ্ট খাঁজ বা গ্রুভ কার্যবস্তুর ওপর তৈরি হয়ে প্রয়োজনীয় থ্রেড স্ট্যান্ডার্ডবিশিষ্ট স্ক্রু থ্রেড উৎপন্ন হয়। থ্রেড কাটিং টুলকে প্রয়োজনীয় থ্রেড স্ট্যান্ডার্ড-এর সাথে মিলিয়ে গ্রাইন্ডিং করতে হয়। এই কাজে সেন্টার গেজের সাহায্যে কাটিং টুলের কোণ এবং আকৃতি পরীক্ষা করে গ্রাইন্ডিং এবং থ্রেড কাটার জন্য লেদ মেশিনে সেট করা হয়।

বিভিন্ন প্রকার থ্রেড কাটিং টুলগুলো হলো–

১. মেট্রিক থ্রেড কাটিং টুল (৬০° কোণ বিশিষ্ট)
২. ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড কাটিং টুল (৫৫° ও ৪৭.৫° কোণ বিশিষ্ট)
৩. স্কয়ার থ্রেড কাটিং টুল
৪. একমি থ্রেড কাটিং টুল (২৯° কোণ বিশিষ্ট)
৫. ওয়ার্ম থ্রেড কাটিং টুল (২৯° কোণ বিশিষ্ট)
৬. বাটরেস থ্রেড কাটিং টুল (৪৫° কোণ বিশিষ্ট)
৭. নাক্‌ল থ্রেড কাটিং টুল

৮.৩ বাহ্যিক থ্রেড কাটিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় ডাটা নির্বাচন

নিম্নে উল্লেখিত চার্ট থেকে থ্রেড কাটিং-এর জন্য কাটিং ডাটা নির্বাচন করা হয়–

থ্রেড কাটিং এর জন্য স্পিন্ডল স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট নির্ণয়ের ছক

স্পিন্ডল স্পিড	ফীড (মি মি /রিভল্যুশন)	ডেপথ অব কাট (মি মি)
প্লেইন টার্নিং এর ০.২৫ গুণ।	প্রাথমিক কাটের জন্য ০.০২ থেকে ০.০৫ মি মি। মধ্যম পর্যায়ের কাটের জন্য ০.১২ থেকে ০.০৬ মি মি। চূড়ান্ত পর্যায়ের কাটের জন্য ০.৩৮ থেকে ০.৫০ মি মি	প্রাথমিক পর্যায়ে ০.২ মি মি এবং শেষ পর্যায়ে ০.১ মি মি।

এখন উপরোক্ত চার্ট অনুসরণ করে মেশিন স্পিন্ডল স্পিড ও ফিড লিভার সেট করা হয়।

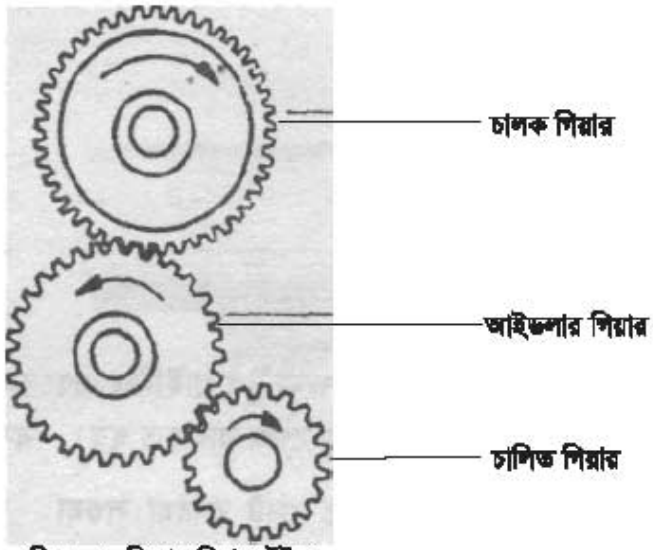
৮.৪ সেন্টার লেদ মেশিনে বাহ্যিক থ্রেড কাটার জন্য গিয়ার ট্রেইন নির্ধারণ :

থ্রেড কাটার জন্য দুই প্রকার গিয়ার সেটিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যেমন–

১. সরল গিয়ার ট্রেইন (Simple Gear Train)
২. যৌগিক গিয়ার ট্রেইন (Compound Gear Train)

সরল গিয়ার ট্রেইন (Simple Gear Train)

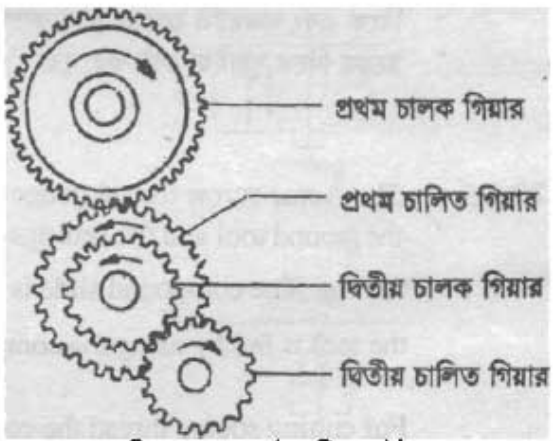
সরল গিয়ার ট্রেইন-এ গিয়ারগুলোকে একই সারিতে বাঁধা হয়। চালক গিয়ারকে স্পিন্ডলে বাঁধা হয় ও চালিত গিয়ারকে লিড স্ক্রুতে বাঁধা হয়। প্রয়োজন অনুসারে এক বা একাধিক আইডলার গিয়ারকে চালক ও চালিত গিয়ারের মাঝে বাঁধা হয়।



চিত্র-৮.২: সিম্পল গিয়ার ট্রেইন

যৌগিক গিয়ার ট্রেইন (Compound Gear Train)

কম্পাউন্ড গিয়ার ট্রেইনে সাধারণত চারটি গিয়ারকে দুইটি লাইনে বাঁধা হয়। চারটি গিয়ারের মধ্যে প্রথম চালক গিয়ারটি স্পিন্ডলে বাঁধা হয় এবং দ্বিতীয় চালিত গিয়ারটিকে লিড স্ক্রুতে বাঁধা হয়। প্রথম চালিত গিয়ার এবং দ্বিতীয় চালক গিয়ারকে একই স্টাডে বাঁধা হয় এবং প্রয়োজনে এক বা একাধিক আইডলার গিয়ারকে দ্বিতীয় চালক এবং চালিত গিয়ারের মাঝে বাঁধা হয়। আইডলার গিয়ারের কাজ হলো চালক এবং চালিত গিয়ারের গতির দিক পরিবর্তন করা।



চিত্র-৮.৩: কম্পাউন্ড গিয়ার ট্রেইন

লেদ মেশিনের গিয়ার রেশিও স্পিন্ডল ও লিড স্ক্রু-এর মধ্যে সংযোগকারী গিয়ারগুলোর উপর নির্ভর করে এবং সেই অনুপাতে কার্যবস্তুর উপর থ্রেড উৎপন্ন হয়।

ব্রিটিশ পদ্ধতির মেশিনে গিয়ার রেশিও নির্ণয় পদ্ধতি নিম্নরূপ

$$\text{গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{চালক গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}}{\text{চালিত গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}}$$

$$= \frac{\text{লিড স্ক্রু-এর টি পি আই}}{\text{জবের টি পি আই}}$$

$$= \frac{১}{\text{লিড স্ক্রু-এর পিচ}} \div \frac{১}{\text{জবের পিচ}}$$

$$= \frac{১}{\text{লিড স্ক্রু-এর পিচ}} \times \frac{\text{জবের পিচ}}{১}$$

$$= \frac{\text{জবের পিচ}}{\text{লিড স্ক্রু-এর পিচ}}$$

$$= \frac{\text{জবের লিড}}{\text{লিড স্ক্রু-এর লিড}}$$

$$= \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}}$$

উদাহরণ-১

লিড স্ক্রুতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে। ঐ মেশিনের সাহায্যে প্রতি ইঞ্চিতে ১০টি থ্রেড কাটতে হবে। গিয়ার রেশিও নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি,

$$\text{গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{লিড স্ক্রু-এর টি পি আই}}{\text{জবের টি পি আই}} = \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}}$$

$$= \frac{৪}{১০} = \frac{৪ \times ৫}{১০ \times ৫} = \frac{২০}{৫০}$$

অতএব, ২০ দাঁত বিশিষ্ট গিয়ার স্পিন্ডলে ও ৫০ দাঁত বিশিষ্ট গিয়ার লিড স্ক্রুতে সেট করতে হবে।

ব্রিটিশ পদ্ধতির মেশিনে মেট্রিক পদ্ধতির থ্রেডের জন্য গিয়ার রেশিও নির্ণয় পদ্ধতি নিম্নরূপ

ধরা যাক, একটি লেদ মেশিনের লিড স্ক্রু-এর টি.পি.আই n (প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা)। ঐ লেদ মেশিনে P পিচ বিশিষ্ট থ্রেড কাটতে হলে গিয়ার রেশিও কত নিতে হবে ।
আমরা জানি,

$$\text{গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{\text{লিড স্ক্রু-এর টি পি আই}}{\text{জবের টি পি আই}} = \frac{\frac{n}{25.4}}{P} = \frac{p \times n}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{5pn}{127}$$

$$\therefore \text{ গিয়ার রেশিও} = \frac{5pn}{127}$$

যখন, P = কার্যবস্তুর থ্রেডের পিচ মিলিমিটারে
n = লেদের লিড স্ক্রু-এর প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেড সংখ্যা।

উদাহরণ-২

প্রতি ইঞ্চিতে ৮ থ্রেড বিশিষ্ট লিড স্ক্রু সম্পন্ন একটি লেদ মেশিনে ২ মি মি পিচের স্ক্রু থ্রেড কাটার প্রয়োজন। গিয়ার অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি,

$$\text{এ ক্ষেত্রে, গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{\text{লিড স্ক্রু-এর টি পি আই}}{\text{জবের টি পি আই}} = \frac{৫Pn}{১২৭} = \frac{৫ \times ২ \times ৮}{১২৭}$$

$$\text{অতএব, গিয়ার রেশিও} = \frac{৮০}{১২৭}$$

সুতরাং, স্পিন্ডল গিয়ার ট্রেইনে ৮০ দাঁতের একটি গিয়ারকে চালক হিসাবে স্পিন্ডলে বাঁধতে হবে এবং ১২৭ দাঁতের একটি গিয়ারকে অবশ্যই চালিত গিয়ার হিসাবে লিড স্ক্রুতে বাঁধতে হবে।
কম্পাউন্ড গিয়ার ট্রেইন অনুসারে–

$$\text{গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{৮০}{১২৭}$$

$$= \frac{৮০ \times ৪০}{১২৭ \times ৪০} \text{ (লব ও হরকে ৪০ দ্বারা গুণ করে)।}$$

এক্ষেত্রে ৮০ ও ৪০ দাঁতের গিয়ারদ্বয় চালক গিয়ার হিসাবে ব্যবহৃত হবে এবং ১২৭ ও ৪০ দাঁতের গিয়ারদ্বয় চালিত গিয়ার হিসাবে ব্যবহৃত হবে।

মেট্রিক পদ্ধতির মেশিনে মেট্রিক থ্রেডের জন্য গিয়ার রেশিও নির্ণয় পদ্ধতি নিম্নরূপ

$$\text{গিয়ার রেশিও} = \frac{\text{চালক গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}}{\text{চালিত গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}} = \frac{\text{জবের পিচ}}{\text{লিড স্ক্রু-এর পিচ}}$$

উদাহরণ-৩

একটি মেট্রিক পদ্ধতির লেদ মেশিনে লিড স্ক্রুর পিচ ৫ মি মি। ৬ মি মি পিচ বিশিষ্ট থ্রেড কাটতে হলে গিয়ার রেশিও নির্ণয় কর।

সমাধান

আমরা জানি, গিয়ার রেশিও $= \frac{\text{চালক গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}}{\text{চালিত গিয়ারের দাঁত সংখ্যা}}$

$$= \frac{\text{জবের পিচ}}{\text{লিড স্ক্রু-এর পিচ}}$$

$$= \frac{৬}{৫}$$

$$= \frac{৬ \times ৫}{৫ \times ৫}$$

$$= \frac{৩০}{২৫}$$

সুতরাং ৩০ দাঁতের গিয়ার স্পিন্ডলে এবং ২৫ দাঁতের গিয়ার লিড স্ক্রুতে সেট করতে হবে।

প্রশ্নমালা-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. থ্রেড কাকে বলে ?
২. বাহ্যিক থ্রেড টার্নিং কাকে বলে ?
৩. থ্রেড টার্নিং স্পিড প্লেইন টার্নিং স্পিডের কত গুণ হয় ?
৪. থ্রেডিং-এর ক্ষেত্রে ডেপথ অব কাট সাধারণত কত মিলিমিটার ব্যবহার করা উচিত ?
৫. মেট্রিক থ্রেডের কোণের পরিমাণ কত ডিগ্রি ?
৬. একমি থ্রেডের কোণের পরিমাণ কত ডিগ্রি ?
৭. বাটরেস থ্রেডের কোণের পরিমাণ কত ডিগ্রি ?
৮. অনিয়মিত আকৃতির ওয়ার্কপিস বাঁধতে কী 'জ' ব্যবহার করা উচিত ?
৯. আইডলার গিয়ারের কাজ কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদে বাহ্যিক থ্রেড কাটিং বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. বাহ্যিক থ্রেড কাটিং-এর জন্য কী কী বিষয় বিবেচনা করা উচিত ?
৩. বিভিন্ন প্রকার থ্রেড কাটিং টুলগুলোর নাম লেখ।
৪. বাহ্যিক থ্রেড কাটিং সেটআপগুলোর নাম লেখ।
৫. কাটিং ডাটা নির্বাচন ও সেটিং বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
৬. সিম্পল গিয়ার ট্রেইন বলতে কী বোঝায় ?
৭. কম্পাউন্ড গিয়ার ট্রেইন বলতে কী বোঝায় ?
৮. গিয়ার রেশিও বলতে কী বোঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. সেন্টার লেদে বাহ্যিক থ্রেড কাটিং প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
২. থেড কাটিং-এর জন্য কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয় ব্যাখ্যা কর।
৩. বাহ্যিক থ্রেড কাটিং টুলের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৪. বাহ্যিক থ্রেড কাটিং সেটআপ ব্যাখ্যা কর।
৫. গিয়ার রেশিও নির্ণয় পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর
৬. গিয়ার ট্রেইন কত প্রকার ও কী কী ? এগুলোর বর্ণনা দাও।

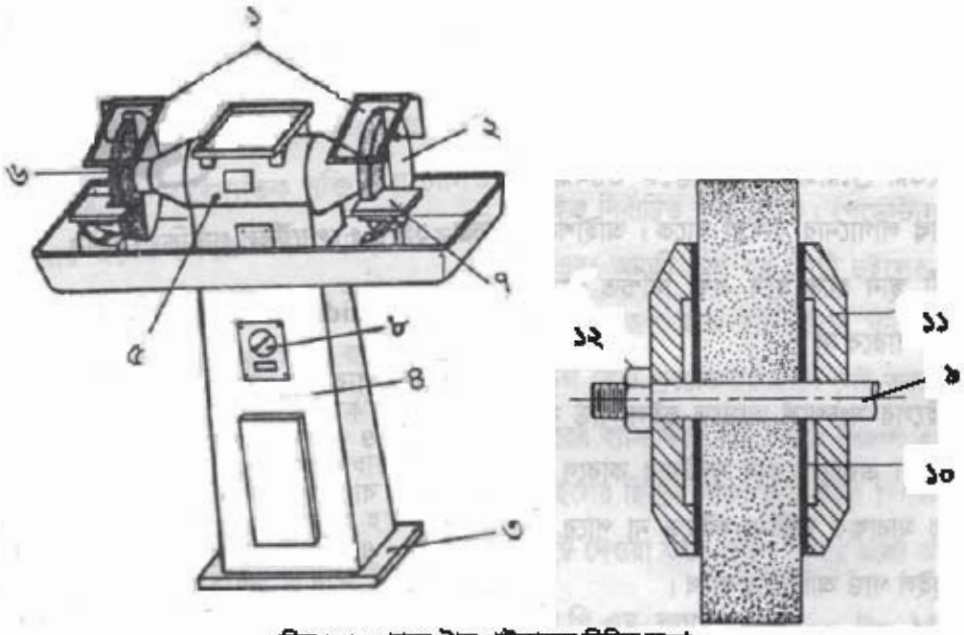
অধ্যায়-৯
প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার (Pedastal Grinder)

৯.১ প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার

বিভিন্ন যান্ত্রিক কারখানায় অধিকাংশ স্থলে প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এটিতে একটি বিদ্যুৎচালিত মোটর স্বতন্ত্র পাদস্তম্ভের উপর বসানো থাকে এবং এর শ্যাফটের উভয় প্রান্তে গ্রাইন্ডিং হুইল দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থেকে ঘোরে। এ মেশিনের উপরের অংশের গঠন এবং ব্যবহার প্রায় বেঞ্চ গ্রাইন্ডারের মতোই। এর নিচের দিকের স্ট্যান্ড বিভিন্ন ডিজাইনের হয় এবং নাট ও বোল্টের সাহায্যে স্থায়ীভাবে ওয়ার্কশপের মেঝেতে সুবিধামতো স্থানে বসানো হয়। এটি একটি খাড়া দণ্ড বা পিলার বিশিষ্ট মেশিন এবং এর উচ্চতা এমন আকারের হয় যাতে কারিগরগণ দাঁড়িয়ে গ্রাইন্ডিং-এর কাজ করতে পারে। প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারে প্রয়োজনবোধে বাফিং হুইল (Buffing wheel) এবং পলিশিং হুইল (Polishing Wheel) লাগিয়ে বাফিং ও পলিশিং-এর কাজ করা যায়। ওয়ার্কশপে চিজেল, ড্রিলবিট, ক্রাইবার, পাঞ্চ, লেদ কাটিং টুলস, সেপার কাটিং টুলস গ্রাইন্ডিং করা, চিপিং, সয়িং, ওয়েল্ডিং ইত্যাদি কার্যক্রমের পর গ্রাইন্ডিং করা এবং রাফ সারফেস ফিনিশিং করার জন্য পেডেস্টাল গ্রাইন্ডার সব সময় ব্যবহৃত হয়। এ প্রকারের গ্রাইন্ডিং মেশিনকে অফ হ্যান্ড গ্রাইন্ডার (Off hand grinder)ও বলা হয়।

চিত্র-৯.১ : প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার

৯.২ প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশ, কন্ট্রোল ও সেটিং-এর ব্যবহার



চিত্র-৯.২: প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ

একটি প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশ, কন্ট্রোল ও সেটিংসমূহ হলো

১. অ্যাডজাস্টেবল আইশিল্ড (Adjustable Eye Shield)
২. হুইল গার্ড (Wheel Guard)
৩. বেস (Base)
৪. কলাম (Column)
৫. মোটর (Motor)
৬. গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)

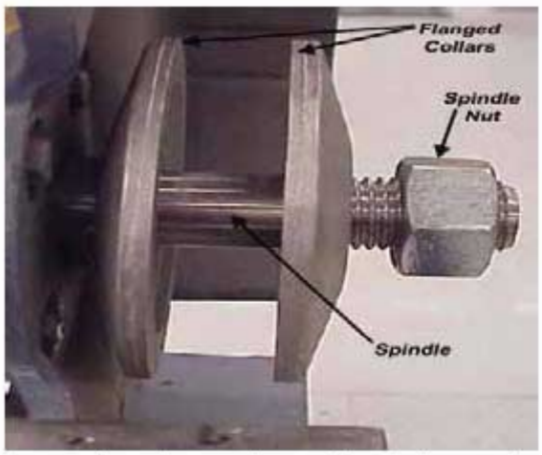
৭. টুল রেস্ট (Tool Rest)
৮. সুইচ (Switch)
৯. হুইল স্পিন্ডল (Wheel Spindle)
১০. ব্লটিং পেপার বা গ্যাসকেট (Blotting Paper or Gasket)
১১. সেফটি ফ্ল্যাঞ্জ (Safety Flange)
১২. নাট (Nut)

বেস (Base)
বেস প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিনের সর্বনিম্ন অংশ এবং এটা মেশিনের সমস্ত ভার বহন করে। বেসে তিনটি বা চারটি ছিদ্র থাকে যার মাধ্যমে নাট ও বোল্টের সাহায্যে মেশিনকে শক্তভাবে মেঝের সাথে আটকানো হয়।

কলাম (Column)
বেসের উপরের অংশ হলো কলাম। কোনো কোনো প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের কলাম ওয়েল্ডিং করে বেসের সাথে আটকানো হয়। আবার কলাম ও বেস একসাথে ঢালাই করেও তৈরি করা হয়। কলাম, বেসের উপর প্রয়োজনীয় উচ্চতায় মূল মেশিনটিকে স্থাপন করতে সাহায্য করে। কলাম সাধারণত বর্গাকার বা আয়তাকার আকৃতি বিশিষ্ট এবং ফাঁপাভাবে তৈরি করা হয়।

মোটর (Motor)
এটি প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশ এবং বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ঘুরানোর মাধ্যমে গ্রাইন্ডিং-এর কাজ সম্পাদন করে। মোটরের মধ্যস্থিত রোটারের শ্যাফট দুই প্রান্তে বর্ধিত করা থাকে এবং এতেই হুইল লাগানো হয়।

হুইল স্পিন্ডল (Wheel Spindle):
মোটরের শ্যাফটের উভয় প্রান্তকে হুইল স্পিন্ডল বলা হয়। হুইল স্পিন্ডলে গ্রাইন্ডিং হুইল আটকানো হয়। মেশিনের সামনে দাঁড়ালে বাম দিকের স্পিন্ডলে বাম হাতি থ্রেড এবং ডান দিকের স্পিন্ডলে ডান হাতি থ্রেড কাটা থাকে।



চিত্র-৯.৩: প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের স্পিন্ডল, স্পিন্ডল নাট ও সেফটি ফ্ল্যাঞ্জ।

গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)
এটি গ্রাইন্ডিং মেশিনের অ্যাব্রাসিভ কাটার বা কাটিং টুল। গ্রাইন্ডিং হুইল সিলিকন কার্বাইড বা অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড জাতীয় শক্ত পদার্থের তৈরি হয়। গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার তিনটি প্রধান পরিমাপ– বাহ্যিক ব্যাস, পুরুত্ব বা প্রস্থ এবং ছিদ্রের ব্যাস দ্বারা উল্লেখ করা হয়। যেমন– গ্রাইন্ডিং হুইলের সাইজ ১৫০×২৫×৩০ মি মি বলতে বড় ব্যাস = ১৫০ মি মি, প্রস্থ = ২৫ মি মি এবং ছিদ্রের ব্যাস = ৩০ মি মি। প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারে সাধারণত স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল ব্যবহৃত হয়।

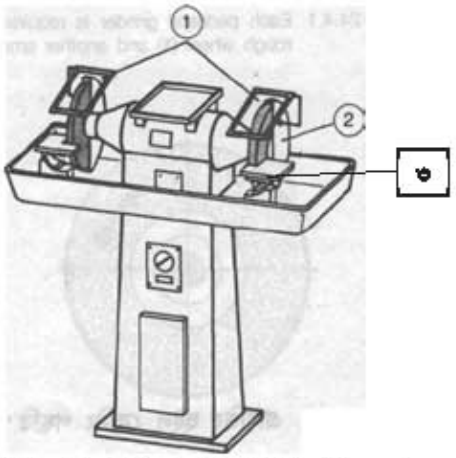
ব্লটিং পেপার বা গ্যাসকেট (Blotting Paper or Gasket)
সেফটি ফ্ল্যাঞ্জ এবং হুইলের মাঝে ব্লটিং পেপার স্থাপন করা হয়। নাট টাইট দেওয়া হলে ইহা হুইলের চারদিকে সমভাবে চাপ বিতরণ করে এবং হুইলের কণার সাথে আবদ্ধ হয়ে হুইলকে ধরে রাখতে সাহায্য করে। এটির ব্যাস সেফটি ফ্ল্যাঞ্জের ব্যাসের অধিক হতে হবে এবং হুইলের উভয় দিকে লাগানো হয়।

সেফটি ফ্ল্যাঞ্জ (Safety Flange): গ্রাইন্ডিং হুইল স্পিন্ডলের সঙ্গে এমনভাবে সংযোগ করতে হবে যাতে বেশি টাইট বা ঢিলা না হয়। অতিরিক্ত টাইট হলে হুইল ভেঙে যাবার আশঙ্কা থাকে। স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত করার সময় হুইলের দুই দিকে দুটি স্টিলের ফ্ল্যাঞ্জ দিতে হয়। নাট টাইট দেওয়া হলে সেফটি ফ্ল্যাঞ্জ কেবল হুইলের বাইরের কিনারায় চাপ প্রয়োগ করে। সেফটি ফ্ল্যাঞ্জের ব্যাস হুইলের ব্যাসের প্রায় অর্ধেক হওয়া প্রয়োজন।

নাট (Nut): নাট (২) গ্রাইন্ডিং হুইলকে দৃঢ়ভাবে হুইল স্পিন্ডলে ধরে রাখে। বাম দিকের স্পিন্ডলে বাম হ্যান্ড নাট এবং ডান দিকের স্পিন্ডলে ডান হ্যান্ড নাট ব্যবহার করতে হয়। অনেক ক্ষেত্রে নাট এবং ফ্ল্যাঞ্জের মধ্যবর্তী স্থানে ওয়াশার ব্যবহার করা হয়।

টুল রেস্ট (Tool Rest) : গ্রাইন্ডিং-এর সময় কাটিং টুলস বা অন্য বস্তুকে রেস্টের উপর সাপোর্ট দিয়ে রেখে গ্রাইন্ডিং করা হয়।

৯.৩ সেফটি ডিভাইসগুলির অবস্থান নির্ণয়
প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের সেফটি ডিভাইসগুলো হলো–



চিত্র-৯.৪: প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের সেফটি ডিভাইসসমূহ

(১) আই শিল্ড (Eye Shield)
(২) হুইল গার্ড (Wheel Guard)
(৩) টুল রেস্ট (Tool Rest)

আই শিল্ড (Eye Shield) : আই শিল্ড অপারেটরের চক্ষুকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অ্যাব্রাসিভ কণা এবং ধাতুচূর্ণ হতে রক্ষা করে। আই শিল্ড স্বচ্ছ এবং নিখুঁত হওয়া প্রয়োজন। কার্যবস্তুকে উত্তমরূপে দেখার জন্য অনেক ক্ষেত্রে আই শিল্ডের নিচের দিকে বৈদ্যুতিক বাল্ব লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। আই শিল্ডের অবস্থান সব সময় কার্যবস্তু এবং অপারেটরের চক্ষুর মধ্যবর্তী স্থানে হতে হবে এবং নিশ্চিত থাকতে হবে যে, ছুটন্ত কণা কোনো অবস্থাতেই চোখে আঘাত করতে পারবে না।

হুইল গার্ড (Wheel Guard) : কোনো বস্তুকে ঘুরন্ত গ্রাইন্ডিং হুইলের সংস্পর্শে আসতে হুইল গার্ড বাধা দেয় এবং হুইলকে বাহ্যিক আঘাত পাওয়া থেকে রক্ষা করে। এ ছাড়া কোনো দুর্ঘটনার কারণে ঘুরন্ত হুইল ভেঙে গেলে এর ভগ্নাংশ যাতে চারদিকে ছিটিয়ে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটাতে না পারে সে ব্যাপারে হুইল গার্ড সাহায্য করে। অর্থাৎ ছুটন্ত খণ্ডাংশকে হুইল গার্ড আটকিয়ে রাখে।

টুল রেস্ট (Tool Rest) : টুল রেস্ট এবং হুইলের মধ্যে সম্ভাব্য সবচেয়ে কম ফাঁক রাখতে হবে। হুইল টুল রেস্টকে স্পর্শ করে ঘুরবে কিন্তু একে ক্ষয় করবে না এরূপ দূরত্ব থাকবে।

৯.৪ বিভিন্ন কাজের জন্য প্রয়োজনীয় গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন

প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কাজ করার জন্য প্রয়োজনীয় গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচনের ক্ষেত্রে নিম্নে উল্লেখিত বিভিন্ন বিষয় বিশেষভাবে বিবেচনা করতে হবে এবং এর আলোকে সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণের উপর এই মেশিন ব্যবহারের সার্থকতা এবং কাজের গুণগত মান বহুলাংশে নির্ভর করে।

গ্রাইন্ডিং হুইলের আকৃতি (Shape of the grinding wheel) :

প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিনে সাধারণত স্ট্যান্ডার্ড আকৃতির স্ট্রেইট গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহার করা হয়। একে প্লেইন গ্রাইন্ডিং হুইলও বলা হয়। শুধু বিশেষ কাজের ক্ষেত্রে এক পার্শ্ব রিসেস হুইল (Recessed one side wheel) ব্যবহৃত হয়। রিসেসের ব্যাস অবশ্যই ফ্ল্যাঞ্জ-এর ব্যাসের অধিক হবে।

গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার (Size of the grinding wheel)

গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার বা সাইজ হুইল স্পিন্ডলের ব্যাস এবং হুইলের জন্য নির্দিষ্ট মেশিন হাউজিং-এর উপর নির্ভর করে। তবে হুইলের সাইজ নির্ধারণের ক্ষেত্রে মেশিন নির্মাতা প্রতিষ্ঠান কর্তৃক সরবরাহকৃত হুইলের সাইজের সমান অথবা ক্যাটালগ বা মেশিন ম্যানুয়াল থেকে সংগৃহীত নির্দেশিত সাইজ নির্বাচিত করা উচিত। প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিনে দুটি হুইল থাকে এবং এর মধ্যে একটি রাফ এবং অন্যটি স্মুথ হয়। দুটি হুইলের সাইজ অবশ্যই সমান হতে হবে। হুইলের বাইরের ব্যাস সর্বাধিক এরূপ হতে হবে যাতে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় এটি মেশিনের কোনো অংশকে স্পর্শ না করে এবং টুল রেস্ট প্রয়োজনীয় স্থানে সেট করা সম্ভব হয়। পর্যায়ক্রমে ড্রেসিং এবং ব্যবহারের ফলে হুইলের বাইরের ব্যাস কমে যায়। তবে খেয়াল রাখতে হবে তা যেন ব্লটারের ব্যাস থেকে ছোট হয়ে না যায়। হুইলের ছিদ্রের ব্যাস হবে হুইল স্পিন্ডলের ব্যাসের সমান। প্রস্থের মাপ, ফ্ল্যাঞ্জসহ নাটের সাহায্যে টাইট দেওয়া যাবে এরূপ সীমার মধ্যে অবশ্যই থাকতে হবে।

আরপিএম (R P M)

আর পি এম বলতে Rotation Per Minute বা প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যাকে বোঝায়। প্রতিটি হুইলের উপরে নির্মাতা প্রতিষ্ঠান কর্তৃক উক্ত হুইলের জন্য প্রযোজ্য আর পি এম উল্লেখ করা থাকে। নির্দিষ্ট আর পি এম এর অধিক আর পি এম-এ হুইল ঘুরালে এটি ফেটে যায় আবার কম আর পি এম-এ ঘুরালে হুইল ক্ষয় হয় এবং কার্যবস্তুকে সমানভাবে ক্ষয় করে না। এজন্য প্রত্যেক প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের ওপর লিখিত আর পি এম-এর সাথে সামঞ্জস্য রেখে উক্ত মেশিনের জন্য গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন করতে হবে।

অ্যাব্রাসিভ ম্যাটেরিয়াল (Abrasive Material)

সমস্ত অ্যাব্রাসিভ ম্যাটারিয়ালকে মোটামুটি তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা–

১. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Aluminum Oxide)
২. সিলিকন কার্বাইড (Silicon Carbide)
৩. ডায়মন্ড (Diamond)

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Aluminum Oxide)

এটা একটি শক্তিশালী ধার বিশিষ্ট অ্যাব্রাসিভ যা তৈরি গ্রাইন্ডিং হুইল উচ্চ টেনসাইল স্ট্রেংথ (Tensile Strength) বিশিষ্ট ধাতুকে ক্ষয় করতে ব্যবহৃত হয়। ইহা কার্বন স্টিল, অ্যালয় স্টিল, শক্ত ও নরম স্টিল, রট আয়রন ও ব্রোঞ্জ গ্রাইন্ডিং করতে ব্যবহৃত হয়। উৎপন্ন হুইলের প্রায় ৭৫% (শতকরা ৭৫ ভাগ) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের তৈরি হয়। অ্যাব্রাসিভ-এর আকার বড় হলে ধাতুকে দ্রুত এবং বেশি কাটে আর ছোট হলে ধীরে কাটে এবং জবের পৃষ্ঠ অপেক্ষাকৃত বেশি মসৃণ ও সুন্দর হয়।

অ্যাব্রাসিভ-এর আকার বা গ্রেইন সাইজ (Grain Size)

মোটা (Course)	মধ্যম (Medium)	মিহি (Fine)	অতি মিহি (Very Fine)
১০	৩০	৭০	২২০
১২	৩৬	৮০	২৪০
১৪	৪৬	৯০	২৮০
১৬	৫৪	১০০	৩২০
২০	৬০	১২০	৪০০
২৪		১৫০	৫০০
		১৮০	৬০০

সাধারণত মোটা কাজের জন্য ২০–৩০, সাধারণ মসৃণ কাজে ৪৬–৮০ এবং অধিক মসৃণ কাজের জন্য ১০০–৫০০ গ্রেইন সাইজ ব্যবহৃত হয়। এ ধাতুর হুইল ৩৬ ইঞ্চি ব্যাস পর্যন্ত তৈরি হয়। গ্রেইন সাইজ ১০ বলতে বোঝায় ১ ইঞ্চি জায়গায় উভয় দিক থেকে ১০টি করে তার দিয়ে তৈরি চালুনির ফাঁক দিয়ে অতিক্রান্ত হয়েছে কিন্তু পরবর্তী চালুনিতে আটকিয়ে গেছে। ১০ নম্বর গ্রেইন সাইজ (১/১০ ইঞ্চি) প্রায় ২.৫ মি মি আকারের হয়।

সিলিকন কার্বাইড (Silicon Carbide)

সিলিকন কার্বাইড, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড থেকে অনেক শক্ত এবং ভঙ্গুর হয়। এর সাহায্যে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডকেও কাটা যায়। ইহা কম টানা বল বা লো টেনসাইল স্ট্রেংথ বিশিষ্ট ধাতু যেমন– ঢালাই লোহা,

অ্যালুমিনিয়াম, তামা, রাবার, টাংস্টেন কার্বাইড, মার্বেল, গ্লাস, সিরামিক, ম্যাগনেসিয়াম, প্লাস্টিক এবং ফাইবার গ্রাইন্ডিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড অতি সহজেই প্রস্তুত করা যায় বিধায় সিলিকন কার্বাইড থেকে অনেক বেশি ব্যবহৃত হয়। সিলিকন কার্বাইডের স্ফটিকের আকৃতি গঠনে দুটি মৌলিক পদার্থ সিলিকন এবং কার্বাইডের সাথে কাঠের গুঁড়া ও লবণ মিশ্রিত করে ইলেকট্রিক কার্নেসে উত্তপ্ত করে তৈরি করতে হয়।

চিত্র-৯.৫: সিলিকন কার্বাইড গ্রাইন্ডিং হুইল

ডায়মন্ড (Diamond)

ডায়মন্ড দুই প্রকারের হয়– (১) কৃত্রিম ডায়মন্ড (Artificial Diamond), (২) প্রাকৃতিক ডায়মন্ড (Natural Diamond)। প্রাকৃতিক ডায়মন্ড খনি থেকে পাওয়া যায় এবং ইহার মূল্য খুব বেশি হয়। এর সাহায্যে বিভিন্ন প্রকার মূল্যবান এবং আকর্ষণীয় অলঙ্কার সামগ্রী প্রস্তুত করা হয়। কৃত্রিম ডায়মন্ড শিল্পকারখানায় তৈরি করা হয় এবং এর মূল্য কম। এর গুণগত মান একই রূপ বিধায় গ্রাইন্ডিং হুইল উৎপাদন শিল্পে প্রাকৃতিক ডায়মন্ডের তুলনায় কৃত্রিম ডায়মন্ডের ব্যবহার দিন দিন বাড়ছে এবং বেশি সমাদৃত হচ্ছে। ডায়মন্ড সবচেয়ে শক্ত পদার্থ। মিতব্যয়িতার জন্য ডায়মন্ড হুইল সম্পূর্ণরূপে কৃত্রিম ডায়মন্ড কণা ও বন্ডিং ম্যাটারিয়ালের সাহায্যে তৈরি করা হয় না। সাধারণত অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি হুইলের ফেইসে কৃত্রিম ডায়মন্ডের কণা ও বন্ডিং ম্যাটারিয়ালের সূক্ষ্ম স্তর দেওয়া থাকে।

ডায়মন্ড হুইল সাধারণত তিনটি আকৃতির পাওয়া যায়, যথা–

(১) প্লেইন কাপ (Plain Cup),
(২) ডিশ (Dish Cup) এবং
(৩) ফ্লারিং কাপ (Flaring Cup)।

চিত্র-৯.৬: ডায়মন্ড গ্রাইন্ডিং হুইল

গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রেড (Grade of Grinding Wheels)

অ্যাব্রাসিভ গ্রেইন ও বন্ডিং ম্যাটেরিয়াল মিশ্রিত করে তাপ ও চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে গ্রাইন্ডিং হুইলের আকৃতি গঠন করা হয়। বন্ডিং ম্যাটারিয়াল গ্রেইনগুলিকে ধরে রাখে। গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রেড বলতে এর গ্রেইনকে ধরে রাখার শক্তিকে বোঝায়। বন্ডিং ম্যাটারিয়াল প্রতিটি গ্রেইনকে চতুর্দিকে বেষ্টন করে থাকে। গ্রেইনকে ধরে রাখার শক্তির পরিমাণ নির্ভর করে বন্ডিং ম্যাটারিয়ালের প্রকার ও পরিমাণের উপর। গ্রাইন্ডিং-এর সময় অ্যাব্রাসিভ কণা যদি দ্রুত খসে পড়ে তাহলে গ্রাইন্ডিং হুইলকে নরম গ্রেডের অন্তর্ভুক্ত করা হয়। আর যদি দ্রুত খসে না পড়ে তাহলে উক্ত গ্রাইন্ডিং হুইলকে শক্ত গ্রেডের অন্তর্ভুক্ত করা হয়। কারিগর ও প্রশিক্ষণার্থীদের স্মরণ রাখতে হবে যে, শক্ত ধাতু ক্ষয় করার জন্য নরম গ্রেডের হুইল এবং নরম ধাতু ক্ষয় করার জন্য শক্ত গ্রেডের হুইল ব্যবহার করতে হবে। গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রেড A থেকে Z পর্যন্ত ইংরেজি বর্ণমালা দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এক এক প্রকার ধাতুর গ্রেইন দিয়ে বিভিন্ন গ্রেডের যেমন– হার্ড, মিডিয়াম ও সফট হুইল তৈরি করা হয়।

হুইল গ্রেডের শ্রেণিবিভাগ

চূড়ান্ত নরম (Extremely Soft)	অতি নরম (Very Soft)	নরম (Soft)	মধ্যম (Medium)	শক্ত (Hard)	অতি শক্ত (Very Hard)	চূড়ান্ত শক্ত (Extremely Hard)
A	E	H	L	P	T	X
B	F	I	M	Q	U	Y
C	G	J	N	R	V	Z
D		K	O	S	W	

৯.৫ গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং টুলসমূহ ও তাদের প্রয়োগক্ষেত্র

গ্রাইন্ডিং হুইলকে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং করার জন্য বিভিন্ন প্রকারের যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। যেমন–

১. ইস্পাত বা আয়রন পাইপ (Steel or Iron Pipe)
২. পুরাতন গ্রাইন্ডিং হুইলের ভাঙা অংশ (Broken part of a Grinding Wheel)
৩. অ্যাব্রাসিভ স্টিক (Abrasive Stick)
৪. স্টার হুইল ড্রেসার (Star Wheel Dresser)
৫. ডায়মন্ড ড্রেসার (Diamond Dresser)

ইস্পাত বা আয়রন পাইপ (Steel or Iron Pipe)
গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং করার জন্য ১ ইঞ্চি ব্যাস, বেধ ১.৫ মি মি এবং লম্বা ৩০০ মি মি থেকে ৪৫০ মি মি সাইজের স্টিল বা আয়রন পাইপ ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসার দ্বারা হালকা ড্রেসিং-এর কাজ করা যায়। এটি হুইল ড্রেসিং করার একটি সহজ উপায় এবং খরচ খুব কম পড়ে।

পুরাতন গ্রাইন্ডিং হুইলের ভাঙা অংশ (Broken part of a Grinding Wheel)
একই প্রকারের হুইল অথবা তুলনামুলকভাবে শক্ত গ্রাইন্ডিং হুইলের ভাঙা অংশের সাহায্যে এটি অপেক্ষা নরম গ্রাইন্ডিং হুইল অতি সহজেই ড্রেসিং করা যায়। তবে হুইলের ভাঙা অংশকে ধরার ব্যাপারে নিরাপত্তার বিষয়টি সর্বাগ্রে বিবেচনা করতে হয়।

অ্যাব্রাসিভ স্টিক (Abrasive Stick) : এটি শক্ত ধাতুর অর্থাৎ অ্যাব্রাসিভ ম্যাটারিয়ালের তৈরি বিভিন্ন আকার এবং আকৃতির দণ্ড বা টুকরা বিশেষ যার সাহায্যে গ্রাইন্ডিং হুইলকে হালকাভাবে ড্রেসিং করা যায়। টুল অ্যান্ড কাটার গ্রাইন্ডারের ড্রেসিং করার জন্য এ প্রকারের স্টিক বেশি ব্যবহৃত হয়।

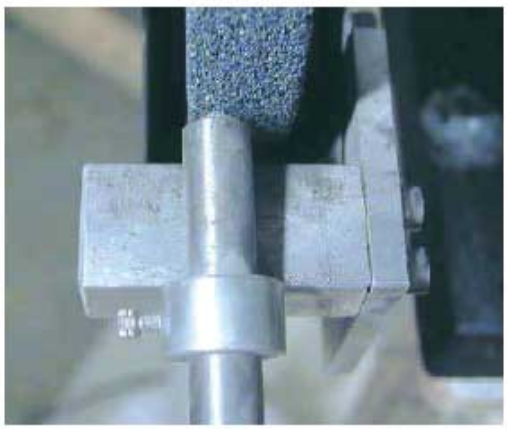
চিত্র-৯.৭: অ্যাব্রাসিভ স্টিক

স্টার হুইল ড্রেসার (Star Wheel Dresser)
এ প্রকার ড্রেসারে মাইল্ড স্টিল পাতের গোলাকার টুকরায় যার পরিধিতে ছোট ছোট কৌণিক আকৃতির দাঁত থাকে। এর সাহায্যে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ড্রেসিং করা হয়। ঢালাই লোহার নির্মিত হাতলের মধ্যে চার থেকে ছয়টি দাঁত কাটা গোলাকার পাতলা টুকরা হাতলের মুখে পরপর ওয়াসার বা স্পেসার (Spacer) দিয়ে মেশিন স্ক্রুর মধ্যে ঢিলাভাবে সংযোগ করতে হয়। এ প্রকার ড্রেসারকে গ্রাইন্ডিং হুইলের মুখের উপর দুই হাতে সোজাভাবে চেপে ধরলে দাঁত কাটা চাকাগুলো ঘুরতে ঘুরতে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ক্ষয় করে থাকে। হাতে ধারণ করে ড্রেসিং করার সময় ড্রেসারের মুখের নিচের অংশকে গ্রাইন্ডিং মেশিনের হুইলের সম্মুখে যে টুল রেস্ট আছে এতে স্থাপন করে বাম হাতে ড্রেসারের সম্মুখ দিকে এবং ডান হাতে পিছনে শক্ত হাতে ধরে আস্তে আস্তে চাপ প্রয়োগে বাম দিকে ও ডান দিকে চালনা করতে হয়। ফলে হুইলে পরিধিতে সমতল ও সমান্তরাল উপরিভাগের সৃষ্টি হয়।

চিত্র-৯.৮: স্টার হুইল ড্রেসার

ডায়মন্ড হুইল ড্রেসার (Diamond Wheel Dresser)

প্রিসিশন গ্রাইন্ডারের হুইল ড্রেসিং করার জন্য প্রধানত ডায়মন্ড ড্রেসার ব্যবহৃত হয়। ডায়মন্ড ড্রেসারে একটি ধাতব দণ্ডের কোণাকৃতি প্রান্তের মাথায় পয়েন্টেড ডায়মন্ড বসানো থাকে। এ ড্রেসার সাধারণত আলাদা আনুষঙ্গিক যন্ত্রের সাহায্যে আবদ্ধ করে ব্যবহার করতে হয়। বিভিন্ন গ্রাইন্ডিং মেশিনে এ প্রকার ড্রেসারের সাহায্যে গ্রাইন্ডিং হুইলের পরিধির উপর বিভিন্ন আকৃতি তুলতে বা তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৯.৯: ডায়মন্ড হুইল ড্রেসার

৯.৬ গ্রাইন্ডিং হুইলের প্রয়োগক্ষেত্র ও নিরাপদে গ্রাইন্ডিং করার জন্য সতর্কতার বিষয়াদি

৯.৬.১ গ্রাইন্ডিং হুইলের প্রয়োগক্ষেত্র

- স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইলের ব্যবহার-
  1) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল (সেন্টার টাইপ) গ্রাইন্ডিং
  2) এক্সটারনাল সেন্টারলেস গ্রাইন্ডিং
  3) ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং
  4) টুল অ্যান্ড কাটার গ্রাইন্ডিং

৫) সারফেস গ্রাইন্ডিং
৬) অফহ্যান্ড গ্রাইন্ডিং

- **সিলিন্ডার হুইলের ব্যবহার-**
  ১) সারফেস গ্রাইন্ডিং
  ২) হরাইজন্টাল গ্রাইন্ডিং
  ৩) ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল গ্রাইন্ডিং
- **স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল, একপার্শ্বে রিসেসবিশিষ্ট গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যবহার-**
  ১) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল (সেন্টার টাইপ) গ্রাইন্ডিং
  ২) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল সেন্টারলেস গ্রাইন্ডিং
  ৩) ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং
  ৪) সারফেস গ্রাইন্ডিং
- **স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল, উভয় পার্শ্বে রিসেসবিশিষ্ট গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যবহার-**
  ১) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল (সেন্টার টাইপ) গ্রাইন্ডিং
  ২) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল সেন্টারলেস গ্রাইন্ডিং
  ৩) সারফেস গ্রাইন্ডিং
- **উভয় পার্শ্বে টেপার বিশিষ্ট হুইলের ব্যবহার-**
  ১) স্ল্যাগিং অপারেশন
- **স্ট্রেইট কাপ হুইলের ব্যবহার-**
  ১) টুল ও কাটার গ্রাইন্ডিং
  ২) সারফেস গ্রাইন্ডিং (ভার্টিক্যাল ও হরাইজন্টাল স্পিন্ডল মেশিন উভয় ক্ষেত্রে)
- **ডিস হুইলের ব্যবহার-**
  ১) টুল ও কাটার গ্রাইন্ডিং
- **সসার হুইলের ব্যবহার-**
  ১) স্ল্যাগিং অপারেশন
  ২) মিলিং কাটারের দাঁত গ্যাশিং।

৯.৬.২ নিরাপদে গ্রাইন্ডিং করার জন্য সতর্কতার বিষয়াদি

বিভিন্ন কারণে গ্রাইন্ডিং মেশিনে কাজ করার সময় দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। দুর্ঘটনা কারো জন্যই কাম্য নয়। দুর্ঘটনার মাধ্যমে ব্যক্তি বা সম্পদের ক্ষতি সাধিত হয়। দুর্ঘটনা এড়ানো এবং নিরাপদ কর্মপরিবেশ সৃষ্টির জন্য গ্রাইন্ডিং মেশিনে কাজ করার সময় নিম্নলিখিত সতর্কতার বিষয়াদি মেনে চলা উচিত–

১. গ্রাইন্ডিং ডাস্ট চোখের জন্য ভীষণ ক্ষতিকর। গ্রাইন্ডিং ডাস্ট যাতে চোখে প্রবেশ করতে না পারে সেজন্য গ্রাইন্ডিং-এর সময় সেফটি গগলস পরিধান করা।

২. গ্রাইন্ডিং শুরু করার পূর্বে সেফটি ডিভাইসগুলো যথাস্থানে সেট করা।

৩. অসমান হুইলে গ্রাইন্ডিং না করা। প্রয়োজনে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং-এর মাধ্যমে হুইলের পরিধি সমান ও সমান্তরাল করে নেওয়া।

৪. ওয়ার্কপিসকে দ্রুত প্রয়োজনীয় আকৃতির কাছাকাছি আনার জন্য রাফ গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহার করা।

৫. গ্রাইন্ডিং-এর সময় সঠিক গ্রাইন্ডিং হুইলসহ সঠিক গ্রাইন্ডার নির্বাচন করা।

৬. ফিনিশ গ্রাইন্ডিং করার জন্য রাফ গ্রাইন্ডিং হুইল এবং রাফ গ্রাইন্ডিং করার জন্য স্মুথ গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহার করা।

৭. গ্রাইন্ডিং করার সময় অন্যমনস্ক না হওয়া।

৮. গ্রাইন্ডিং মেশিনের ভিত্তি মজবুত রাখা অর্থাৎ মেশিন যেন কম্পনবিহীনভাবে চলে সে ব্যবস্থা করা।

৯. গ্রাইন্ডিং করার সময় হাত এবং আঙুল যেন কোনো অবস্থাতেই হুইলকে স্পর্শ না করে সেদিকে খেয়াল রাখা।

প্রশ্নমালা-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং কাকে বলে ?
২. গ্রাইন্ডিং হুইল কাকে বলে ?
৩. গ্রাইন্ডিং কয় প্রকার ও কি কি ?
৪. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার কাকে বলে ?
৫. বেস কী কাজে ব্যবহৃত হয় ?
৬. একটি গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার উল্লেখ কর।
৭. টুল রেস্টের কাজ কী ?
৮. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের সেফ্‌টি ডিভাইসগুলোর নাম লেখ।
৯. গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরিতে ব্যবহৃত অ্যাব্রাসিভ ম্যাটারিয়ালের নাম লেখ।
১০. গ্রাইন্ডিং হুইল ট্রুয়িং কাকে বলে ?
১১. হুইল ড্রেসিং কাকে বলে ?
১২. বিভিন্ন প্রকার হুইল ড্রেসারগুলির নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. নন প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং বোলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং বোলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
৩. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।
৪. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।
৫. গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার বোলতে কী বোঝায় ?
৬. গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রেড বলতে কী বোঝায় ?
৭. হুইলের বন্ডিং ম্যাটারিয়ালগুলির নাম লিখ এবং এগুলোর প্রতীক উল্লেখ কর।
৮. গ্রাইন্ডিং হুইলের স্ট্রাকচার বলতে কী বোঝায় ?
৯. গ্রাইন্ডিং হুইলের ট্রুয়িং করার প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
১০. গ্রাইন্ডিং হুইলের ড্রেসিং করার প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
১১. স্টার হুইল ড্রেসারের গঠন ব্যাখ্যা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশগুলির নাম লেখ এবং এগুলোর ব্যবহার সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২. গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যবহার উপযোগিতা নির্ধারণের জন্য কী কী বিষয় পরীক্ষা করার প্রয়োজন ব্যাখ্যা কর।
৩. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের সেফটি ডিভাইসগুলির সঠিক অবস্থান ব্যাখ্যা কর।
৪. বিভিন্ন কাজের জন্য প্রয়োজনীয় গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচনের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।
৫. গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরিতে ব্যবহৃত বন্ডিং ম্যাটারিয়ালগুলির বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৬. গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যবহার উপযোগিতা নির্ধারণের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি বর্ণনা কর।
৭. গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং টুলগুলির বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৮. গ্রাইন্ডিং মেশিনে নিরাপদে কাজ করার জন্য সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১০

কুল্যান্ট (Coolant)

১০.১ বিভিন্ন মেশিনিং অপারেশনে ব্যবহৃত কুল্যান্ট বা কাটিং ফ্লুইড

এটি দ্রবণীয় তেল, খনিজ তেল এবং তেল ও জলের সংমিশ্রণ ইত্যাদির যে কোনো একটি হতে পারে। কার্যবস্তুতে মেশিনিং অপারেশন করার সময় জব ও কাটিং টুলের ঘর্ষণ, চিপ ও কাটিং টুলের ঘর্ষণ ইত্যাদির কারণে উত্তাপ বৃদ্ধি পায়। উক্ত তাপে কাটিং টুলের ঘর্ষণে ক্ষয় বেশি হয়, ভালো ফিনিশিং তল পাওয়া যায় না এবং কাটিং টুলের টুল লাইফ কমে যায়। এ ধরনের অসুবিধা হতে রক্ষার জন্য কাটিং টুল ও কার্যবস্তুর সংযোগস্থলে কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়। সাধারণত মেশিনে কাজ করার সময় অত্যন্ত গরম হয়ে কাটিং টুলের হার্ডনেস যাতে নষ্ট হয়ে না যায়, সেই জন্য কুল্যান্ট-এর ব্যবহার হয়। লেদ, মিলিং, সেপার, গ্রাইন্ডিং ও পাওয়ার হ্যাকস মেশিনে কাজ করার সময় প্রধানত কুল্যান্ট ব্যবহৃত হয়। এছাড়া বিভিন্ন পদার্থের তৈরি কার্যবস্তু যদিও শুষ্ক অবস্থায় কাটা যায়, তথাপি, কুল্যান্ট ব্যবহার করলে কাটিং টুল এবং কার্যবস্তু ঠান্ডা, মসৃণ ও দীর্ঘস্থায়ী হয়।

নিম্নে বিভিন্ন প্রকার বহুল ব্যবহৃত কুল্যান্টের/কাটিং ফ্লুইডের নাম উল্লেখ করা হলো–

১. **কাটিং অয়েল–**
   - (ক) স্ট্রেইট মিনারেল অয়েল (Straight mineral oil)
   - (খ) ফ্যাটি লার্ড অয়েল (Fatty lard oil)
   - (গ) মিনারেল লার্ড অয়েল (Mineral lard oil)
   - (ঘ) সালফিউরাইজড মিনারেল অয়েল (Sulphurized mineral oil)
   - (ঙ) সালফো ক্লোরিনেটেড মিনারেল অয়েল (Sulpho-chlorinated mineral oil)
   - (চ) সালফো ক্লোরিনেটেড ফ্যাটি অয়েল (Sulpho-chlorinated fatty oil)

২. **সল্যুবল অয়েল–**
   - (ক) সল্যুবল মিনারেল অয়েল (Soluble mineral oil)
   - (খ) সুপার ফ্যাটেড সল্যুবল অয়েল (Super-fatted soluble oil)
   - (গ) এক্সট্রিম প্রেসার সল্যুবল অয়েল (Extreme-pressure soluble oil)

৩. **কেমিক্যাল কাটিং ফ্লুইড (সিনথেটিক ফ্লুইড)**
   - (ক) ট্রু সল্যুশন ফ্লুইড (True solution fluid)
   - (খ) ওয়েটিং এজেন্ট টাইপ ফ্লুইড (Wetting agent type fluid)
   - (গ) ওয়েটিং এজেন্ট টাইপ উইথ এক্সট্রিম প্রেসার লুব্রিকেন্ট (Wetting agent type with extreme pressure lubricant)

৪. **বায়বীয় পদার্থের কাটিং ফ্লুইড**

   ইহা প্রবল চাপ সম্পন্ন বা কার্বন-ডাই অক্সাইড গ্যাস (Carbon Dioxide Gas) কাটিং এজে প্রবাহিত করার পদ্ধতি। তৈলাক্ত হয় না, শীতলীকরণ ও ধৌত ক্রিয়ার উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়।

দ্রবণীয় কাটিং ফ্লুইড : ইহা পানি দ্বারা ১০ গুণ হতে ১০০ গুণে মিশ্রিত করে ব্যবহৃত হয়। পানি ও তেল সাধারণ অবস্থায় মিশ্রিত করা যায় না তবে মিশ্রিত করার জন্য অনুঘটক (Interface Active) দিলে পানির ভিতরে তেল ভালোভাবে মিশ্রিত হয়। প্রধানত খনিজ তেল ও অনুঘটকের সাথে পদার্থ মিশ্রিত করে ইমালসন তেল

(Emulsion Oil) তৈরি করা হয়। ইহা কাজের ধরন অনুযায়ী ১০ গুণ হতে ৩০ গুণে মিশ্রিত করা হয়, মিশ্রিত করলে সাদা রং হয়। মিশ্রিত পানির মধ্যে ক্লোরিন (Chlorine), সালফেট (Sulphate), হাইড্রক্লোরাইড (Hydrochloride) থাকলে মরিচা উঠার সম্ভাবনা থাকে। প্রধানত ইন্টারফেস একটিভ অনুঘটক মূল দ্রাবক হিসাবে খনিজ তেল মিশ্রিত কাটিং ফ্লুইডকে ২০ গুণ হতে ৬০ গুণ পানি দ্বারা মিশ্রিত করা হয়। ইন্টারফেস একটিভ অনুঘটকের ক্রিয়ায় তেল অত্যন্ত মিহি দানা হয়ে পানির ভিতরে মিশ্রিত হওয়ার কারণে অধিক স্বচ্ছ হয়।

অদ্রাব্য কাটিং ফ্লুইড

(ক) **খনিজ তেল (Mineral Oil) :** ইহা কেরোসিন, মেশিন তেল (Machine Oil), স্পিন্ডল তেল ইত্যাদি খনিজ তেল। শীতলীকরণ ক্ষমতা কম, তৈলাক্তকরণের ক্ষমতা বেশি। অল্প ডেপথ অব কাট দিয়ে কাটবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(খ) **উদ্ভিজ্জ তেল (Fat Oil) :** চর্বিজাত তেল (Lard Oil) তিমির তেল (Whale Oil), রেড়ির তেল (Castor Oil), জলপাই-এর তেল (Olive Oil), সয়াবিন তেল (Soyabean Oil) ইত্যাদি তেলকে উদ্ভিজ্জ তেল বলে। শীতলীকরণ ক্ষমতা কম, তৈলাক্ত ক্ষমতা বেশি। ফিনিসিং কাট এবং কাটিং গিয়ার কাটিং, ব্রাচিং ইত্যাদি কম কাটিং স্পিডে গুরুভার মেশিনিং-এ ব্যবহার করা হয়। কাটিং এজের ঘর্ষণে ক্ষয় প্রতিরোধ হয়।

(গ) **মিশ্রিত তেল ঃ** ইহা খনিজ তেল ও উদ্ভিজ্জ তেলের মিশ্রিত অবস্থা। গুরুভার মেশিনিং-এ ব্যবহৃত হয়। উপরে উল্লেখিত (ক), (খ) ও (গ) নং এর কাটিং ফ্লুইডকে ইনএকটিভ কাটিং ফ্লুইড (Inactive Cutting Fluid) বলা হয়। অতি উচ্চ চাপ অনুঘঠক হিসাবে গন্ধক, ক্লোরিন, ফসফরাস, মিশ্রিত কাটিং ফ্লুইডকে একটিভ কাটিং ফ্লুইড বলা হয়। অতি উচ্চ চাপ অনুঘটকে তৈলাক্ত ক্ষমতা থাকে না, কিন্তু কাটবার তাপমাত্রায় রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া ঘটে ঘর্ষণ গুনাঙ্ক কম হওয়ায় কাটিং টুল ও বস্তুর স্পর্শ তলের সৃষ্টি হয়। সেই জন্য ঘর্ষণ হওয়ার কারণে উত্তাপ ঘটার সম্ভাবনা কমে যায়। কিন্তু কাটিং স্পিড বেশি হলে ইহার কার্যকারিতা বেশি থাকে না। গুরুভার মেশিনিং-এ উপযোগী। আর গন্ধক, তামা ও তামা মিশ্র ধাতুতে মরিচা হয়।

১০.২ মেশিনিং এর ক্ষেত্রে কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্ট ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

নিম্নলিখিত কারণে কুল্যান্ট ব্যবহৃত হয়–

১. অধিক গরম হয়ে কাটিং টুলের হার্ডনেস যাতে নষ্ট না হয়, তার জন্য কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়।
২. বেশি গরম হয়ে জব যাতে বিকৃত না হয়ে যায়, তার জন্য কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়।
৩. অধিক ঘর্ষণে টুলের পয়েন্ট ক্ষয় রোধ করতে কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়।
৪. বিভিন্ন কাটিং টুলসের ফ্লুটে চিপস যাতে আটকে না যায়, তার জন্য কুল্যান্ট ব্যবহৃত হয়।
৫. জবের উপরিতল উত্তমরূপে মসৃণ করতে কুল্যান্ট ব্যবহৃত হয়

১০.৩ বিভিন্ন ধাতু মেশিনিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় কাটিং ফ্লুইড এর ব্যবহার ঃ

- **অ্যালুমিনিয়াম–** ইহা কাটতে সাধারণ তেল ব্যবহার করা হয়।
- **ব্রাস–** ইহা কাটতে সাধারণ ইমালশন পানিতে মিশিয়ে ব্যবহার করা হয়।
- **স্টিল–** ইহা কাটতে হালকা খনিজ তেল, মিনারেল লার্ড অয়েল বা সালফিউরাইজড মিনারেল অয়েল এবং সাধারণ ইমালশন পানিতে মিশিয়ে ব্যবহার করা হয়।
- **দস্তা–** ইহা কাটতে সাধারণ ইমালশন পানিতে মিশিয়ে ব্যবহার করা হয়।
- **থ্রেড কাটতে, ড্রিল করতে, বোরিং করতে–** সাধারণ লুব্রিকেটিং অয়েল ব্যবহার করা হয়।

- **ম্যাগনেসিয়াম ও এর অ্যালয়–** এটা কাটতে পাতলা খনিজ তেল ব্যবহার করা হয়।

১০.৪ কুল্যান্ট ব্যবহারে সতর্কতা :

১. সল্যুবল অয়েল কাটিং ফ্লুইড-এর অয়েল ওয়াটার রেশিও মাঝে মাঝে পরীক্ষা করে নিতে হয় এবং পানি বাষ্প হয়ে উবে গেলে পানির পরিমাণ কমে যায়। এমতাবস্থায় পরিমাণমতো পানি দিয়ে কুল্যান্টের রেশিও ঠিক রাখতে হয়।

২. কাটিং ফ্লুইডে ব্যাকটিরিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয়ে পচে গিয়ে দুর্গন্ধ ছড়াতে পারে। এমতাবস্থায় কাটিং ফ্লুইড মাঝে মাঝে বদলিয়ে নিতে হবে।

৩. কাটিং ফ্লুইড-এর সংস্পর্শে শরীরের অঙ্গ বেশিক্ষণ রাখা যাবে না। হাতে লেগে গেলে তাড়াতাড়ি ধুয়ে নিতে হবে নতুবা স্কিন ইনফেকশন হওয়ার আশঙ্কা থাকে।

৪. কাটিং ফ্লুইড দেওয়ার গতি জবের ব্যাস এবং জব-ম্যাটারিয়ালের উপর নির্ভর করে নির্ধারণ করতে হয়।

৫. ফেরাস মেটালের জন্য যে কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা হয় সেগুলোকে ননফেরাস মেটাল মেশিনিং-এ ব্যবহার করা উচিত নয়।

প্রশ্নমালা-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কাটিং ফ্লুইড কাকে বলে ?
২. কাটিং ফ্লুইডের অন্য নামগুলি লেখ
৩. ওয়ার্কপিসকে মেশিনিং করার সময় কেন তাপের সৃষ্টি হয় ?
৪. কাটিং ফ্লুইড কীভাবে মরিচা রোধ করে ?
৫. কাটিং ফ্লুইড হিসাবে পানি ব্যবহারের অসুবিধা কী ?
৬. কাটিং ফ্লুইড কেন স্বচ্ছ হতে হবে ?
৭. সল্যুবল অয়েল এর উপাদান কি কি ?
৮. মিশ্রিত তেলের উপাদান কি কি ?
৯. স্ট্রেইট মিনারেল অয়েল কিসের থেকে পাওয়া যায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কাটিং ফ্লুইড বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. কাটিং ফ্লুইড ব্যবহারের উদ্দেশ্য সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৩. কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্টের প্রয়োগক্ষেত্রগুলির নাম লেখ।
৪. কাটিং ফ্লুইডের সম্ভাব্য তিনটি গুণ উল্লেখ কর।
৫. তিনটি কাটিং অয়েলের নাম লেখ।
৬. তিনটি সল্যুবল অয়েলের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন :

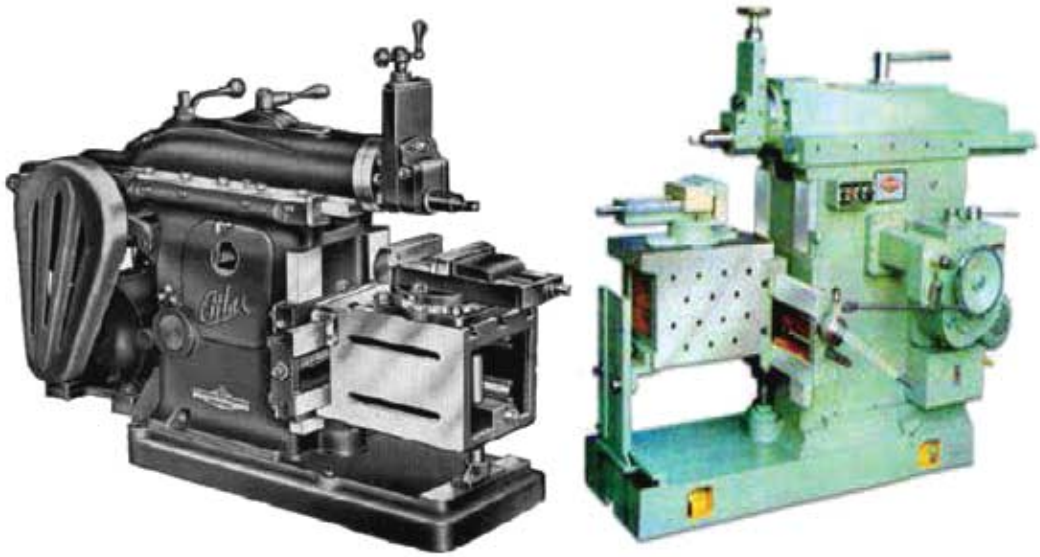
১. কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্ট ব্যবহারের উদ্দেশ্য বর্ণনা কর।
২. কাটিং ফ্লুইড ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
৩. কাটিং ফ্লুইডের প্রকারভেদ ব্যাখ্যা কর।
৪. কাটিং ফ্লুইডের গুণাবলি বর্ণনা কর।
৫. কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার না করলে মেশিনিং অপারেশনে কী কী অসুবিধা হতে পারে ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায়-১১

শেপার মেশিন (Shaper Machine)

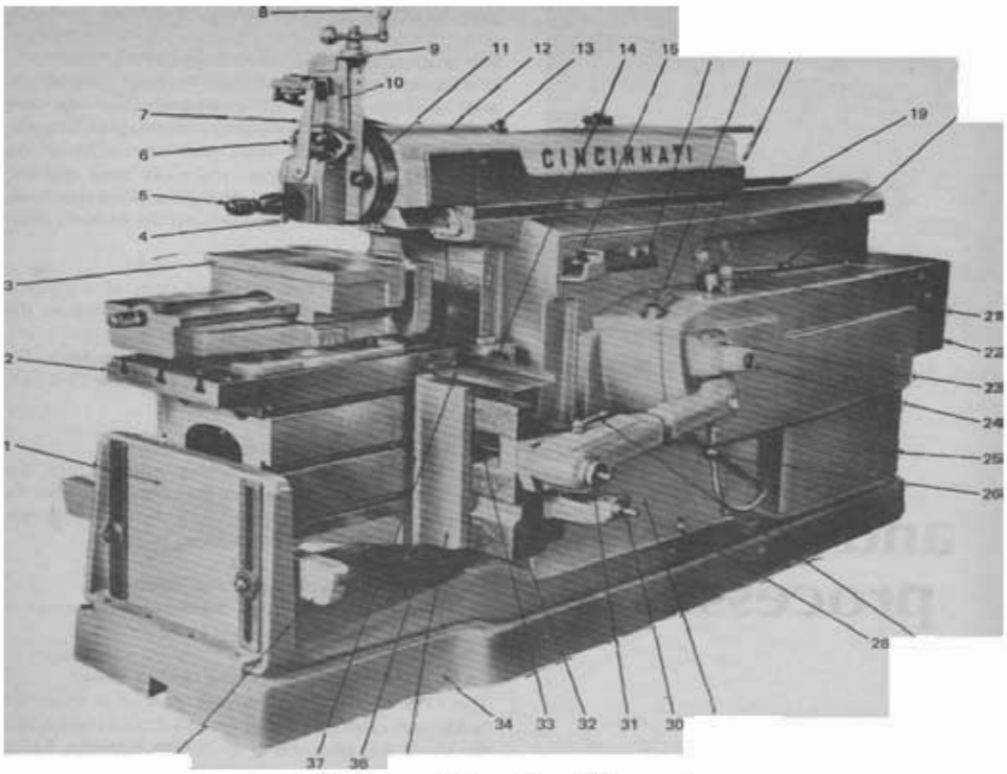
১১.১ শেপার মেশিন

শেপার এক প্রকার প্রাথমিক মেশিনটুল যা টুলরুম এবং উৎপাদন উভয় কাজেই সমভাবে ব্যবহৃত হয়। শেপারের সাহায্যে ধাতু কাটার পদ্ধতিকে শেপিং (Shaping) বলা হয়। এজন্য শেপারের অপর নাম শেপিং মেশিন। এই মেশিনে বাটালি (Cutting tool) টুলপোস্ট (Toolpost)-এ বাঁধা অবস্থায় অনুভূমিক তলে অগ্র পশ্চাৎ যাতায়াত করতে থাকে এবং জব বা কার্যবস্তুটি সুবিধামতো স্থাপনশীল টেবিলে বা ভাইসে বাঁধা থাকে। কাটিং টুল সম্মুখদিকে যাবার সময় ধাতুকে কাটে এবং ফিরার সময় কাটে না। ফিরতি পথের শেষের দিকে টেবিল সরানোর যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বা হাতে প্রয়োজন অনুসারে টেবিল সরানো হয়। তখন কাটিং টুল সম্মুখদিকে যাবার সময় আবার জবকে কাটে। ফিরতি স্ট্রোকে যেহেতু কোনো ধাতু কাটে না সেজন্য এই অলস সময়ের ব্যবহার যতদূর সম্ভব কমানোর জন্য মেশিনকে দ্রুত ফেরার ব্যবস্থা করা থাকে। কাটিং টুল চলাচলের পথে টেবিলের সাহায্যে ওয়ার্কপিসকে আড়াআড়িভাবে ফিড দেওয়া হয় এবং হাত দিয়ে ঘুরিয়ে টুল স্লাইডকে নিচু করে ডেপথ অব কাট দেওয়া হয়। সমতল উপরিভাগ উৎপন্ন হয়। এ সমতল অনুভূমিক, উল্লম্ব কৌণিক হতে পারে। সমতল শেপিং ছাড়াও শেপার দ্বারা বক্র পৃষ্ঠ, স্লট ও কম দৈর্ঘ্যের ভেতরকার পৃষ্ঠও কাটা যায়। অন্যান্য মেশিনের সাথে শেপারের মূল পার্থক্য হলো, ড্রিলিং মেশিন টুলসে ধাতু কাটা একবার শুরু হলে তা অবিরামভাবে চলতে থাকে। কিন্তু শেপারের ধাতু কাটা নিরবচ্ছিন্নভাবে না হয়ে পর্যায়ক্রমে হয়। কারণ পালাক্রমে অগ-পশ্চাৎ গমনাগমনকারী কাটিং টুলের সাহায্যে শেপার ধাতু কাটে। সমতল সারফেস উৎপন্ন করার জন্য মিলিং-এর পরেই শেপিং খুবই গুরুত্বপূর্ণ অপারেশন। শেপিং করে প্রায় ৯০০ মি মি পর্যন্ত দীর্ঘ তল উৎপন্ন করা যায়।



চিত্র-১১.১: শেপার মেশিন

১১.২ শেপার মেশিনের বিভিন্ন অংশের নাম ও এগুলোর কার্যাবলি ঃ



চিত্র-১১.২: শেপার মেশিনের বিভিন্ন অংশ

একটি হরাইজন্টাল শেপারের প্রধান অংশগুলো হলো–

১. টেবিল সাপোর্ট
২. টেবিল
৩. ভাইস
৪. ক্ল্যাপার
৫. টুল পোস্ট
৬. ক্ল্যাপার বক্স
৭. টুল লিফটার
৮. বল ক্র্যাংক
৯. ফিড স্ক্রু ডায়াল
১০. টুল স্লাইড
১১. প্রোজুয়েটেড-হেড সুইভেল
১২. র‍্যাম
১৩. র‍্যাম পজিশনিং শ্যাফট
১৪. রেইল ক্ল্যাম্প কন্ট্রোল
২০. গিয়ার শিফটার লিভার
২১. ব্যাক গিয়ার সিলেকটর লিভার
২২. মোটর স্টার্টার
২৩. স্ট্রোক ইন্ডিকেটর ডায়াল
২৪. স্ট্রোক অ্যাড জাস্টিং শ্যাফট
২৫. ব্রাইক মোটর
২৬. পাওয়ার র‍্যাপিড-ট্র্যাভার্স লিভার
২৭. ক্রস-ফিড এনগেজমেন্ট লিভার
২৮. অয়েল সাইট গেজ
২৯. কলাম
৩০. রেইল এলিভেটিং ম্যানুয়াল কন্ট্রোল
৩১. ক্রস-ফিড ম্যানুয়াল কন্ট্রোল
৩২. ক্রসরেইল
৩৩. ক্রস-ফিড স্ক্রু

১৫. ইলেকট্রিক ক্লাচ অ্যান্ড ব্রেক লিভার
১৬. স্টার্ট অ্যান্ড স্টপ বাটন
১৭. পাওয়ার ক্রস-ফিড সিলেক্টর
১৮. অয়েল প্রেসার গেজ
১৯. র‍্যাম গার্ড
৩৪. বেইস
৩৫. অ্যাপ্রোন
৩৬. এলিভেটিং স্ক্রু
৩৭. ক্রস-রেইল চিপ গার্ড
৩৮. টেবিল সাপোর্ট বিয়ারিং

১১.৩ শেপার মেশিনের বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোল ও সেটিং-এর ব্যবহার

মেশিন সুইচ : শেপার মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করতে মেশিন সুইচ ব্যবহৃত হয়।

মোটর স্টার্টার : সুইচ টিপলে ইহা মোটরকে চালু করে।

ক্লাচ এন্ড ব্রেক লিভার : শেপিং মেশিন চালনার জন্য যান্ত্রিক শক্তি উৎপাদনের প্রধান অংশ হচ্ছে মোটর। মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে এবং উৎপন্ন যান্ত্রিক শক্তিকে র‍্যাম ড্রাইভিং মেকানিজমের সঙ্গে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করতে ক্লাচ অ্যান্ড ব্রেক লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্ট্রোক অ্যাডজাস্টিং শ্যাফট : স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য বাড়াতে এবং কমাতে স্ট্রোক অ্যাডজাস্টিং শ্যাফট ব্যবহৃত হয়।

র‍্যাম লকিং লিভার : বিভিন্ন অবস্থানে র‍্যামকে লক করতে বা আটকাতে র‍্যাম লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়। এটির সাহায্যে র‍্যামের স্ট্রোকের অবস্থান পরিবর্তন করে প্রয়োজনীয় জায়গায় সেট করা যায়।

ডাউন ফিড হেন্ডল : কাটিং টুল সহ টুল স্লাইড উঁচু বা নিচু (ফিড) নিয়ন্ত্রণ করতে ডাউন ফিড হ্যান্ডল ব্যবহৃত হয়।

ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইল ঃ টেবিলের অনুভূমিক চলাচল (ফিড) নিয়ন্ত্রণ করতে ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

টেবিল অ্যাডজাস্টিং ক্র্যাংক : টেবিলকে খাড়াভাবে অর্থাৎ উল্লম্বভাবে চলাচল করাতে টেবিল অ্যাডজাস্টিং ক্র্যাংক ব্যবহৃত হয়।

স্পিড চেঞ্জিং লিভার : প্রতি মিনিটে র‍্যামের স্ট্রোকের সংখ্যা বাড়াতে বা কমাতে স্পিড চেঞ্জিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক টুল লিফটার : রিটার্ন স্ট্রোকের সময় কাটিং টুলকে উঁচু করে ফিরিয়ে আনতে অটোমেটিক টুল লিফটার ব্যবহৃত হয়।

টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু : টুল পোস্টে কাটিং টুলকে মজবুতভাবে কাটিং টুলকে ধরে রাখতে টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

ক্রস ফিড এনগেজমেন্ট লিভার : ক্রস ফিড নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটি টেবিলের অবস্থান ডান দিকে যাবে না বাম দিকে যাবে না নিশ্চল থাকবে তা কন্ট্রোল করে।

এলিভেটিং স্ক্রু : এর সাহায্যে টেবিলকে ওপর নিচ উঠানো হয়।

ক্রস ফিড ম্যানুয়াল কন্ট্রোল :এর সাহায্যে টেবিলকে হাতে নিয়ন্ত্রণ করে ডান দিকে বা বাম দিকে সরানো যায়।

১১.৪ সেপার মেশিনের শ্রেণিবিভাগ

ডিজাইনের সাধারণ বৈশিষ্ট্য এবং মেশিন নির্মাণের উদ্দেশ্য অনুসারে শেপিং মেশিন বা শেপারকে বিভিন্নভাবে শ্রেণিবিভক্ত করা হয়েছে। নিম্নে শেপারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ করা হলো–

১. কাঠামোর বৈশিষ্ট্য অনুসারে

(ক) কলাম বা পিলার টাইপ শেপার (Column or Pillar type Shaper)

(খ) বক্স বেড টাইপ বা ট্রাভেলিং হেড টাইপ শেপার (Box Bed type or Travelling Head type Shaper)
(গ) ওপেন সাইড টাইপ শেপার (Open Sidetype Shaper)

২. র‍্যামকে অগ্র-পশ্চাৎ চালানোর যান্ত্রিক ব্যবস্থার প্রকার অনুসারে :
(ক) ক্র্যাংক টাইপ শেপার (Crank type Shaper)
(খ) গিয়ার্ড (র‍্যাক) টাইপ শেপার [Geared (Rack) type Shaper]
(গ) হাইড্রলিক টাইপ শেপার (Hydraulic type Shaper)

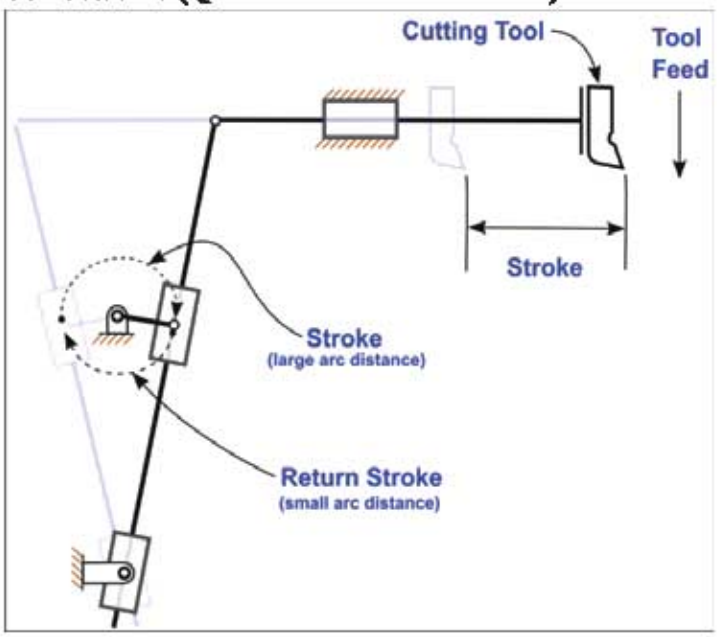
৩. র‍্যামের অবস্থান ও কাটিং টুলের যাতায়াতের প্রকার অনুসারে :
(ক) অনুভূমিক টাইপ শেপার (Horizontal type Shaper)
(খ) উল্লম্ব টাইপ শেপার (Vertical type Shaper)

৪. র‍্যামের যাতায়াতের প্রকার অনুসারে :
(ক) স্টেশনারি টাইপ শেপার (Stationary type Shaper)
(খ) ট্রাভেলিং হেড টাইপ শেপার (Travelling type Shaper)

৫. টেবিলের ডিজাইনের প্রকার অনুসারে :
(ক) স্ট্যান্ডার্ড শেপার (Standard Shaper)
(খ) ইউনিভার্সেল শেপার (Universal Shaper)

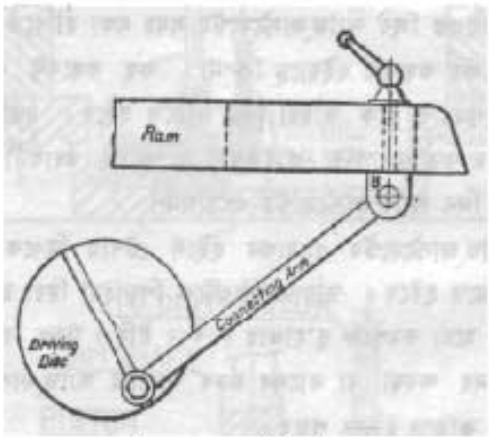
৬. কাটিং স্ট্রোকের দিক অনুসারে :
(ক) পুশ টাইপ শেপার (Push type Shaper)
(খ) ড্র টাইপ শেপার (Draw type Shaper)

১১.৫ কুইক রিটার্ন মেকানিজম (Quick Return Mechanism) :



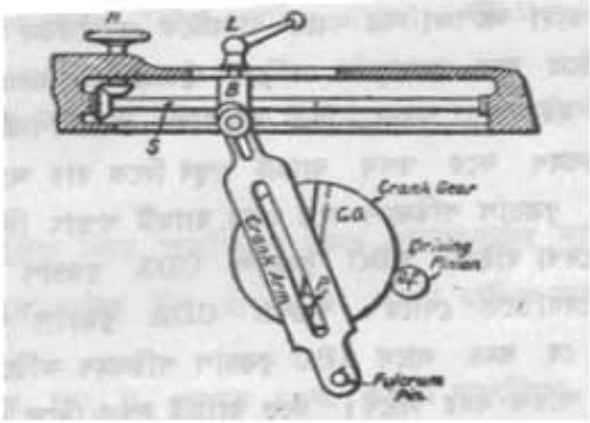
চিত্র-১১.৩ : শেপার মেশিনের কুইক রিটার্ন মেকানিজমের ব্লো-ডায়াগ্রাম

ক্র্যাঙ্ক টাইপ সেপার মেশিনে চলনকালে ঘূর্ণায়মান গতিকে ক্র্যাঙ্কের সাহায্যে সরলরেখার অগ্র-পশ্চাৎ গতিতে রূপান্তরিত করা হয়। ফুল ফ্রইল নামে পরিচিত একটি বিরাট আকারের পিয়ারকে মোটর সংলগ্ন ড্রাইভিং পিয়ারের সাহায্যে সোজাসুজি বা ব্যাক-পিয়ারের সাহায্যে ঘুরানো হয়। ১০.৪ নং চিত্রের ড্রাইভিং ডিস্ক ও ১০.৫ নং চিত্রের ক্র্যাঙ্কে পিয়ার সাধারণত ফুল ফ্রইল নামে পরিচিত। এই আবর্তন গতিকে সাদাসাবে অগ্র-পশ্চাৎ গতিতে রূপান্তরিত করতে পারা যায়।



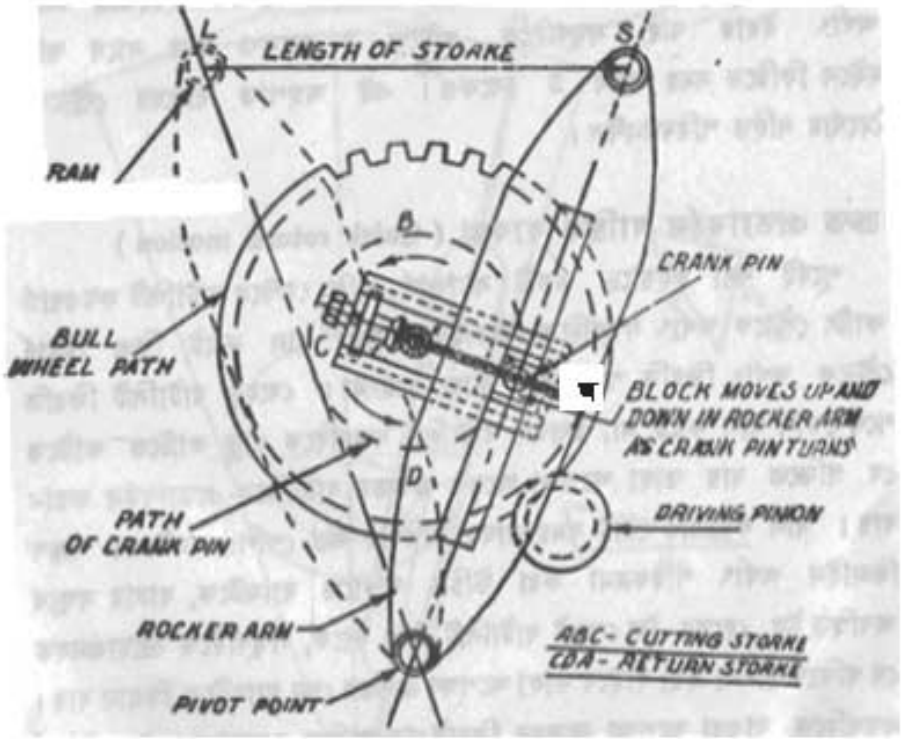
চিত্র-১১.৪ : ড্রাইভিং ডিস্ক

এর মধ্যে সবচেয়ে সরল পদ্ধতি হচ্ছে ১০.৪ নং চিত্রের ন্যায় ড্রাইভিং ডিস্কের ব্যাস বরাবর একটি টি-স্লটে অবস্থিত স্টাডের সাথে র‍্যামকে একটি কানেকটিং রডের দ্বারা যুক্ত করে র‍্যামকে চালনা করা। এই পদ্ধতিতে ব্লক B-কে সরিয়ে র‍্যামের অবস্থান এবং ড্রাইভিং ডিস্কে অবস্থিত স্টাডের অবস্থান পরিবর্তন করে র‍্যামের স্ট্রোকের দূরত্ব পরিবর্তন করা হয়। কিন্তু এই প্রকার সেপারে র‍্যামের সম্মুখদিকে যেতে যে সময় লাগে ফিরে যেতেও সেই সময় লাগে। এতে অনেক সময় নষ্ট হয়। কারণ র‍্যামটির প্রত্যাবর্তনের সময় কাটিংলিটি বা কাটিং টুলটি কোনো মাল কাটে না। সুতরাং র‍্যামটিকে যদি তাড়াতাড়ি প্রত্যাবর্তন করানো যায়, তাহলে অনেক সময় বেঁচে যায়।



চিত্র-১১.৫ : ক্র্যাঙ্ক পিয়ার

এই উদ্দেশ্যে র‍্যামকে চালানোর জন্য ১০.৫ নং চিত্রের ন্যায় ক্র্যাংক পিন্নার যান্ত্রিক ব্যবস্থা করা হয়। এই ব্যবস্থাকে ক্র্যাংক এবং স্লটেড আর্ম যান্ত্রিক ব্যবস্থা বলে। এইরূপ ব্যবস্থায় বুল হুইলের আবর্তন গতি র‍্যামকে যে কেবল একটি সরলরেখার সম্মুখে ও পশ্চাতে যাতায়াত করায় তা নয়, বরং র‍্যামটির সম্মুখ দিকে যেতে যে সময় লাগে তা অপেক্ষা অল্প সময়ে র‍্যামটিকে প্রত্যাবর্তন করায়।



চিত্র-১১.৬ : ক্র্যাংক এবং স্লটেড আর্ম-এর যান্ত্রিক ব্যবস্থা

১০.৬ নং চিত্রে দ্রুত প্রত্যাবর্তন গতির মূল তত্ত্বটি দেখানো হয়েছে। উক্ত চিত্রানুযায়ী ক্র্যাংক-পিনটি যখন ABC বৃত্তচাপ পরিভ্রমণ করে তখন র‍্যামটি সম্মুখ দিকে যায় আর ক্র্যাংক -পিনটি যখন CDA বৃত্তচাপ পরিভ্রমণ করে তখন র‍্যামটি পশ্চাৎ দিকে যায়। চিত্র লক্ষ করলে দেখা যাবে ABC বৃত্তচাপ CDA বৃত্তচাপ অপেক্ষা বড়। ক্র্যাংক -পিন সমগতিতে ঘোরে। সুতরাং CDA বৃত্তচাপ পরিভ্রমণ করতে ক্র্যাংক-পিনের যে সময় লাগে ABC বৃত্তচাপ পরিভ্রমণ করতে ক্র্যাংক-পিনের তা অপেক্ষা অধিক সময় লাগে। ফলে র‍্যামটি সম্মুখ দিকে যে গতিতে যায় তা অপেক্ষা দ্রুত ফিরে আসে। সাধারণত সেপিং মেশিনের র‍্যামের সম্মুখ দিকে যাওয়ার এবং ফিরে আসার সময়ের অনুপাত হচ্ছে 3:2। অর্থাৎ এটার যদি সম্মুখ দিকে যেতে 3 সেকেন্ড সময় লাগে তা হলে ফিরতে সময় লাগে 2 সেকেন্ড। এই অনুপাত র‍্যামের স্ট্রোকের দৈর্ঘ্যের সাথে পরিবর্তনশীল।

শেপারের মাপ :

শেপারের মাপ র‍্যামের স্ট্রোকের সর্বাধিক দৈর্ঘ্যের দ্বারা অর্থাৎ মেশিনে সর্বাধিক যতটা দৈর্ঘ্যের কার্যবস্তুকে কাটতে পারা যায়, তা দ্বারা শেপারের মাপ প্রকাশ করা হয় এবং একটি স্ট্যান্ডার্ড শেপারে সর্বাধিক ঐ মাপের ফলবস্তুকে ধরতে ও কাটতে পারা যায়। যেমন- একটি ১৬ ইঞ্চি সেপিং মেশিন বলতে বুঝাবে যে মেশিনের র‍্যামটির

২০২০

স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য, টেবিলের আড়াআড়ি ফিডের দূরত্ব, এবং টেবিল থেকে কাটিং টুলের উচ্চতা সর্বাধিক ১৬ ইঞ্চির কিঞ্চিৎ অধিক হবে যাতে ১৬ ইঞ্চির একটি ঘনবস্তুকে কাটতে পারা যায়। শেপার সাধারণত ১৫০ মি মি অথবা ৬ ইঞ্চি থেকে ৯০০ মি মি অথবা ৩৬ ইঞ্চি পর্যন্ত পাওয়া যায়। তবে সাধারণ কাজের জন্য ৪৫০ মি মি থেকে ৬০০ মি মি গ্রুপের বেশি ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

১. শেপিং বলতে কী বোঝায় ?
২. শেপিং-এর জন্য জবকে কিসে বাঁধা হয় ?
৩. স্ট্রোক বলতে কী বোঝায় ?
৪. কাটিং স্ট্রোকের দিক অনুসারে শেপার কয় প্রকার ও কি কি ?
৫. ড্র-টাইপ শেপার কাকে বলে ?
৬. টুল হেডের ৪টি অংশের নাম লেখ।
৭. অ্যাপ্রোনের কাজ কী ?
৮. ক্লাচ এবং ব্রেক লিভার কী কাজে ব্যবহৃত হয়।
৯. এলিভেটিং স্ক্রু-এর কাজ কী ?
১০. ক্র্যাংক শেপার কাকে বলে ?
১১. সাধারণ কাজের জন্য কত সাইজের শেপার বেশি ব্যবহৃত হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

১. শেপার মেশিনের বৈশিষ্ট্য সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২. কী কী বিষয়ের ভিত্তিতে শেপারকে শ্রেণিবিভাগ করা যায় তা উল্লেখ কর।
৩. শেপার মেশিনের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।
৪. টুল হেডের কাজ উল্লেখ কর।
৫. র‍্যামের কাজ উল্লেখ কর।
৬. হরাইজন্টাল শেপারের ৮টি অংশের নাম লেখ।
৭. শেপিং মেশিনের ৪টি কন্ট্রোলের ব্যবহার উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন :

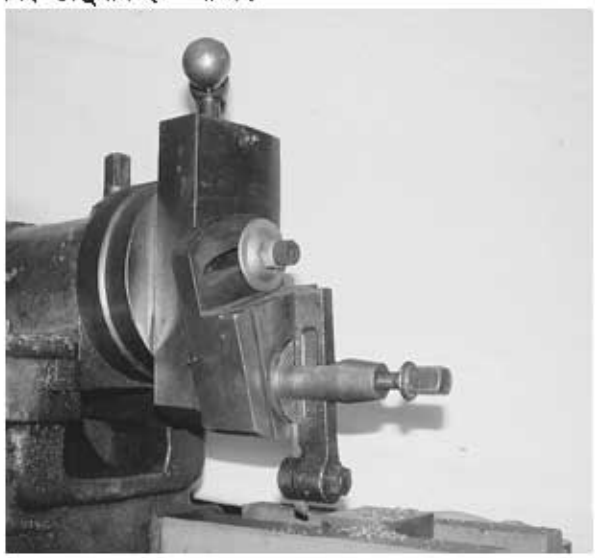
১. শেপারের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা কর।
২. শেপারের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৩. শেপারের প্রধান অংশগুলোর বর্ণনা কর।
৪. শেপারের কন্ট্রোল ও সেটিংগুলোর বর্ণনা কর।
৫. শেপারের মাপ বলতে কী বোঝায় বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১২

শেপিং প্রক্রিয়া (Shaping Operation)

১২.১ শেপিং প্রক্রিয়া :

শেপার বা শেপিং মেশিনে যে সকল মেটাল কাটিং অপারেশন করা হয়, তাদেরকে শেপিং প্রক্রিয়া বা সংক্ষেপে শেপিং বলে। শেপিং-এর জন্য ওয়ার্কপিসকে মেশিন টেবিলে মজবুতভাবে বাঁধা হয় এবং কার্যবস্তুর ওপর দিয়ে কাটিং টুলকে অগ্র-পশ্চাৎ গতি যা সম্মুখে যাবার সময় কার্যবস্তুকে কাটে এবং কাটিং টুলের পশ্চাৎ গতি বা ফিরে আসার সময় কার্যবস্তুকে অর্থাৎ কাটিং টুলকে ফিড দেওয়া হয়। শেপিং প্রক্রিয়া সমতল সারফেস উৎপন্ন করে যা হরাইজন্টাল, ভার্টিক্যাল এবং অ্যাঙ্গুলার হতে পারে।



চিত্র-১২.১: শেপিং অপারেশন

শিল্পোক্ত কাজে শেপিং অপারেশন ব্যবহৃত হয়–

১. গ্রুভ কাটা
২. স্লট কাটা
৩. চাবির ঘাট কাটা
৪. ডাভ টেইল কাটা
৫. কনকেইভ ও কনভেক্স তল কাটা
৬. সেরেশন কাটা
৭. স্প্লাইন কাটা
৮. গিয়ারের দাঁত কাটা
৯. অনুভূমিক তল শেপিং
১০. উল্লম্ব তল শেপিং
১১. কৌণিক তল শেপিং

১২.২ শেপিং-এর কাটিং স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট

কাটিং স্পিড :

শেপিং মেশিনে ধাতু কাটবার হারকে অর্থাৎ প্রতি মিনিটে একটি বাটালি যত মিটার (বা ফুট) কার্যবস্তু কাটে তাকে কাটিং স্পিড বলে। লেদ মেশিনে কার্যবস্তু নিরবচ্ছিন্নভাবে কাটা হয় বলে কার্যবস্তুর পরিধির গতির দ্বারা কাটিং স্পিড প্রকাশ করা হয়। কিন্তু শেপার মেশিনে মাল নিরবচ্ছিন্নভাবে কাটে না, সামান্য বিরতির ব্যবধানে কাটে। এতে কাটিং টুল বা বাটালিটি সম্মুখের দিকে যাওয়ার সময় মাল কাটে কিন্তু ফেরার পথে কোনো কাজ করে না। সুতরাং সেপিং মেশিনের বাটালির কাটিং স্পিড হিসাব করার সময় বাটালিটির ফিরে আসতে যে সময় লাগে তাহা বাদ দিতে হবে।

সূত্রাকারে বলা যায়–

$$\text{কাটিং স্পিড, } CS = \frac{\text{কাটিং স্ট্রোকের মোট দৈর্ঘ্য}}{\text{কাটিং স্ট্রোকের সময়}}$$

কুইক রিটার্ন মেকানিজম হতে দেখা যায় যে,

$$\frac{\text{রিটার্ন স্ট্রোক}}{\text{কাটিং স্ট্রোক}} = \frac{১৪০^\circ}{২২০^\circ} = \frac{১৪}{২২} = \frac{২}{৩} \text{ (প্রায়)}$$

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, শেপারের বাটালি কাটিং টুলের যাওয়া এবং ফেরত আসার সময়ের অনুপাত প্রায় ৩ : ২। অনুপাতটির সংখ্যা দুটির যোগফল ৫। সুতরাং বাটালিটি একবার যাতায়াত করতে যে সময় নিবে তার $\frac{৩}{৫}$ অংশ যেতে ও $\frac{২}{৫}$ অংশ ফিরে আসতে লাগবে। তাই সেপিং মেশিনের ক্ষেত্রে কার্যত ১ মিনিটে যতটা দৈর্ঘ্যের মাল কাটতে পারবে, প্রকৃতপক্ষে সেই মাল $\frac{৩}{৫}$ মিনিটে কাটবে। যদি বলা হয়, বাটালিটি এক মিনিটে ১০ বার যাতায়াত করে তা হলে বুঝতে হবে যে, বস্তুত বাটালিটি কার্যবস্তুকে $\frac{৩}{৫}$ মিনিটে ১০ বার কাটে।

$\therefore \frac{৩}{৫}$ মিনিটে কাটে ১০ বার

বা, ১ মিনিটে কাটে $\frac{১০}{\frac{৩}{৫}} = ১০ \times \frac{৫}{৩} = \frac{৫০}{৩} = ১৬\frac{২}{৩}$ বার।

উপরিউক্ত উদাহরণ হতে বোঝা যাচ্ছে যে, র‍্যামটি ১ মিনিটে যতবার যাতায়াত করছে তাকে $\frac{৩}{৫}$ দ্বারা ভাগ বা $\frac{৫}{৩}$ দ্বারা গুণ করলে বাটালিটি এক মিনিটে যতটুকু কাটছে তা পাওয়া যাবে। বাটালির দৌড়ের দূরত্ব (Length of stroke) হতে প্রতিবারে কত মিটার (বা ফুট) লম্বা মাল কাটছে তা পাওয়া যায়। সুতরাং দৌড়ের দূরত্বকে (মিটার বা ফুটে) বাটালিটি প্রকৃতপক্ষে এক মিনিটে ফিরবার সময় বাদে এক মিনিটে যতবার মাল কাটবে তা দ্বারা গুণ করলে কাটিং স্পিড পাওয়া যাবে। দৌড়ের দূরত্বকে সাধারণত মিলিমিটারে (বা ইঞ্চিতে) দেওয়া থাকে। কিন্তু

কাটিং স্পিড মিটারে (বা ফুটে) প্রকাশ করতে হয়। সুতরাং দৌড়ের দূরত্বকে মিলিমিটার (বা ইঞ্চি) হতে মিটারে (বা ফুটে) পরিবর্তন করার জন্য ১০০০ (বা ১২) দ্বারা ভাগ দিতে হয়।

কাটিং স্পিড ও প্রতি মিনিটে ডবল স্ট্রোকের সংখ্যা বের করার সূত্রাবলী :

মনে করা যাক,

L = কাটিং স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য মিলিমিটারে বা ফুটে

m = রিটার্ন স্ট্রোক এবং কাটিং স্ট্রোকের সময়ের অনুপাত $= \frac{\text{রিটার্ন স্ট্রোকের সময়}}{\text{কাটিং স্ট্রোকের সময়}}$

n = প্রতি মিনিটে র‍্যামের ডবল স্ট্রোক অর্থাৎ যাতায়াতের সংখ্যা বা প্রতি মিনিটে বুল-হুইলের আবর্তন সংখ্যা (rpm)।

CS = কাটিং স্পিড (মিটার/মিনিট অথবা ফুট/মিনিট)

তাহলে, কাটিং স্পিড এবং প্রতি মিনিটে র‍্যামের যাতায়াতের সংখ্যা বের করার সূত্রাবলি হবে–

মেট্রিক পদ্ধতিতে–

$$CS = \frac{nL(1+m)}{1000} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (1)$$

$$n = \frac{1000 \times CS}{L(1+m)} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (2)$$

র‍্যামের ফিরে আসা এবং সম্মুখে যাওয়ার সময়ের গড় অনুপাত মোটামুটি 2 : 3 হলে উপরের সূত্র দুটি দাঁড়ায়–

$$CS = \frac{nL(1+m)}{1000} = \frac{n \times L(1+\frac{2}{3})}{1000} = \frac{n \times L \times \frac{5}{3}}{1000} = \frac{5 \times n \times L}{3 \times 1000} = \frac{n \times L}{600}$$

বা, $CS = \frac{n \times L}{600}$ ... ... (3)

$$n = \frac{1000 \times CS}{L(1+m)} = \frac{1000 \times CS}{L(1+\frac{2}{3})} = \frac{1000 \times CS}{L \times \frac{5}{3}} = \frac{3 \times 1000 \times CS}{5 \times L} = \frac{600 \times CS}{L}$$

বা, $n = \frac{600 \times CS}{L}$ ... ... (4)

ব্রিটিশ পদ্ধতিতে–

$$CS = \frac{nL(1+m)}{12} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (5)$$

$$n = \frac{12 \times CS}{L(1+m)} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (6)$$

র‍্যামের ফিরে আসা এবং সম্মুখে যাওয়ার সময়ের গড় অনুপাত মোটামুটি ২ : ৩ হলে উপরে উল্লেখিত সূত্র দুটি দাঁড়ায়–

$$CS = \frac{nL(1+m)}{12} = \frac{n \times L(1+\frac{2}{3})}{12} = \frac{n \times L \times \frac{5}{3}}{12} = \frac{5 \times n \times L}{3 \times 12} = 0.14 \times n \times L$$

বা, $CS = 0.14 \times n \times L \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (7)$

$$n = \frac{12 \times CS}{L(1+m)} = \frac{12 \times CS}{L(1+\frac{2}{3})} = \frac{12 \times CS}{L \times \frac{5}{3}} = \frac{36 \times CS}{5 \times L} = \frac{CS}{0.14 \times L}$$

বা, $n = \frac{CS}{0.14 \times L} \quad \ldots \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (8)$

উদাহরণ-১

শেপিং মেশিনের কোনো একটি কাজে স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য 300 মি মি, প্রতি মিনিটে ডবল স্ট্রোকের সংখ্যা ২০ এবং ফিরতি সময়ের সাথে মাল কাটবার সময়ের অনুপাত 2 : 3। কাটিং স্পিড বের কর।

সমাধান :

এখানে দেওয়া আছে, স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য, $L = 300$ মি মি

প্রতি মিনিটে ডবল স্ট্রোকের সংখ্যা, $n = 20$

রিটার্ন স্ট্রোক এবং কাটিং স্ট্রোকের সময়ের অনুপাত, $m = 2 : 3 = \frac{2}{3}$

আমরা জানি,

কাটিং স্পিড, $CS = \frac{nL(1+m)}{1000}$

$$= \frac{20 \times 300 \times (1+\frac{2}{3})}{1000}$$

$$= \frac{20 \times 300 \times 5}{3 \times 1000}$$

= 10 মিটার/মিনিট (উত্তর)

ফিড (Feed) : প্রতি কাটিং স্ট্রোকের জন্য টেবিলকে অনুভূমিকভাবে যে পরিমাণ এগিয়ে দেওয়া হয় তা হলো হরাইজন্টাল শেপিং-এর জন্য ফিড। প্রতি স্ট্রোকের জন্য টুল স্লাইডকে নিচের দিকে যে পরিমাণ নামিয়ে দেওয়া হয় অর্থাৎ উল্লম্ব তল কাটার জন্য তা হলো ভার্টিক্যাল বা অ্যাডুলার ফিড।

ফিডের গভীরতা নিম্নে উল্লেখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে–

- কাটের গভীরতা
- তলের মসৃণতা
- শেপিং-এর সূক্ষ্মতা
- টুলের আকৃতি
- মেশিনের দৃঢ়তা এবং শক্তি
- কাটার জন্য ম্যাটারিয়ালের ধরন ও আকৃতি
- ওয়ার্কপিস বাঁধার উপায়
- টুলের হার্ডনেস

ফিড নির্ণয় (Calculation of Feed) :

হরাইজন্টাল শেপিং-এর জন্য ক্রস ফিড নির্ণয় করতে নিম্নোক্ত সূত্র ব্যবহার করা হয়–

$$F = P \times \frac{n}{N}$$

যখন, **F** = ক্রস ফিড (মি মি)

P = ফিড স্ক্রুর পিচ্ (মি মি)

n = প্রতি কাটিং স্ট্রোকের জন্য এগিয়ে দেওয়া র‍্যাচেট হুইলের দাঁতের সংখ্যা।

N = র‍্যাচেট হুইলের মোট দাঁত সংখ্যা।

উদাহরণ-২

শেপারের ফিড স্ক্রুর পিচ 5 মি মি । প্রতি কাটিং স্ট্রোকের জন্য এগিয়ে যাওয়া র‍্যাচেট হুইলের দাঁতের সংখ্যা 3 এবং র‍্যাচেট হুইলের মোট দাঁতের সংখ্যা 12 হলে ফিড নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি,

$$\text{ফিড, } F = P \times \frac{n}{N}$$

$$= 5 \times \frac{3}{12} = 1.25 \text{ মি মি}$$

উত্তর : নির্ণেয় ফিড 1.25 মি মি /রিভল্যুশন

বিভিন্ন ধাতুর জন্য অনুমোদিক ফিড

মেশিন স্টিল = ১.৫০ মি মি

কার্বন স্টিল = ১.২৫ মি মি

কাস্ট আয়রন = ১.৫০ মি মি

ব্রাস = ১.২৫ মি মি

ডেপথ অব কাট (Depth of Cut):
একটি সিঙ্গেল কাটে যতটা পুরুত্বের ধাতু বা কার্যবস্তুকে কাটা হয়, তাকে কোপের গভীরতা বা ডেপথ অব কাট বলা হয়। ইহা কার্যবস্তুর মেশিনিং করা পৃষ্ঠ এবং মেশিনিং না করা পৃষ্ঠের মধ্যে লম্ব দূরত্বকে বোঝায়।

১২.৩ শেপিং-এ রাফ কাট ও ফিনিশ কাট

রাফ কাট (Rough Cut) : শেপারে যখন কোনো কার্যবস্তু বা ওয়ার্কপিস থেকে বেশি পরিমাণ ধাতু অপসারণ করার প্রয়োজন হয়, তখন রাফ কাট দিয়ে তাড়াতাড়ি অতিরিক্ত ধাতু অপসারণ করা হয়। রাফ কাট বলতে কম সংখ্যক নাম্বার অব স্ট্রোক দিয়ে অধিকতর গভীরতায় ধাতু কাটাকে বোঝায়। রাফ কাটের জন্য গভীরতা ৩ মি.মি. থেকে ৫ মি মি হওয়া উচিত। রাফ কাটের জন্য সারফেস ফিনিশ এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় নয়, অতিরিক্ত ধাতু অপসারণই হলো মুখ্য উদ্দেশ্য।

রাফ কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো–

১. কার্যবস্তুকে অবশ্যই দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে।
২. সঠিক কাটিং ডাটা অবশ্যই সেট করতে হবে।
৩. কাটিং স্লাইডকে অবশ্যই টুল স্লাইড উঁচুতে রেখে সঠিকভাবে বাঁধতে হবে।
৪. সঠিক ফিড ব্যবহার করতে হবে।
৫. মেশিনের বেইস দৃঢ়ভাবে ভূমির সাথে আটকাতে হবে।

ফিনিশ কাট (Finish Cut):
কোন বস্তুর ক্ষেত্রে রাফ কাটার পর ফিনিশ কাট দেওয়া হয়। রাফ কাটের সাহায্যে বেশির ভাগ ধাতু অপসারণ করে ফিনিশ কাটের মাধ্যমে চূড়ান্তভাবে আকার, আকৃতি এবং মসৃণতা প্রদান করা হয়, যা উৎপাদিত দ্রব্য হিসেবে বিবেচিত হয়। এজন্য বিভিন্ন শেপিং অপারেশনে ফিনিশ কাটের জন্য খুব সামান্য পরিমাণ ধাতু অবশিষ্ট রাখা হয়। ফিনিশ কাটের মাধ্যমে সূক্ষ্মভাবে বস্তুর মাপ নিয়ন্ত্রণ করে এর তলকে উত্তমরূপে মসৃণতা প্রদান করা হয়। ফিনিশ কাটে কম গভীরতায় অধিকতর নাম্বার অব স্ট্রোক দিয়ে কার্যবস্তুকে কাটা হয়, ফলে এর তল অধিকতর মসৃণ হয়। কার্যবস্তুকে অধিক সূক্ষ্মতায় প্রয়োজনীয় আকার ও আকৃতি প্রদান করে তলের মসৃণতা বৃদ্ধি করাই ফিনিশ কাটের প্রধান উদ্দেশ্য।

ফিনিশ কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো–

১. কাটিং টুলের কাটিং এজ যথাযথ ধারালো হওয়া উচিত।
২. সঠিক কাটিং স্পিড ব্যবহার করা উচিত।
৩. সঠিক ফিড এবং ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা উচিত।
৪. সূক্ষ্ম মাপক যন্ত্র ব্যবহার করে কার্যবস্তুর আকার ও আকৃতি পরীক্ষা করা উচিত।

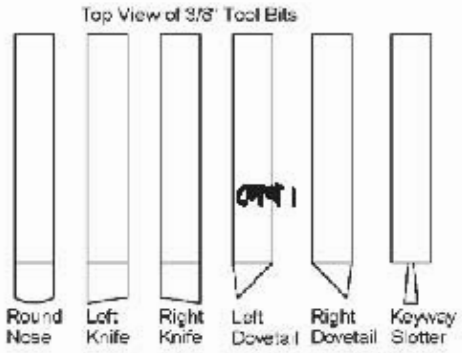
প্রচলিত বিভিন্ন ধাতু কাটবার উপযোগী কাটিং স্পিড ও ফিড ঃ

ধাতু	রাফিং				ফিনিশিং	
	হাই কার্বন স্টিলের কাটিং টুল		হাই স্পিড স্টিলের কাটিং টুল		হাই কার্বন স্টিলের কাটিং টুল	হাই স্পিড স্টিলের কাটিং টুল
	স্পিড মিটার/মিনিট	ফিড মি মি	স্পিড মিটার/মিনিট	ফিড মি মি	স্পিড মিটার/মিনিট	স্পিড মিটার/মিনিট
কাস্ট আয়রন (শক্ত)	৮-১০	১.৫	১৮	২	১৫	৩০
কাস্ট আয়রন (মাঝারি)	১২-১৪	১.৫	২৫	২	২৫	৪০
কাস্ট আয়রন (নরম)	১৫-২০	১.৫	৩০	২	৩৫	৫০
লো-কার্বন স্টিল	১২-১৪	১.২৫	২৫-৪০	১.৫	২০	৪০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	১০-১২	১.২৫	২০	১.৫	১৫	৩০
হাই কার্বন স্টিল	৮-১০	১.২৫	১৫	১.৫	১২	২০
টুল অ্যান্ড ডাই স্টিল	৬	১.২৫	১২	১.৫	১০	২৫
অ্যালয় স্টিল	৮	১.২৫	১৪	১.৫	১৫	২০
ব্রাস এবং ব্রোঞ্জ (নরম)	৩০	১	৪৫-৬০	১.২৫	৪০	৬০-৯০
হার্ড ব্রোঞ্জ	৯	১	১৮	১.২৫	১৫	৩০
অ্যালুমিনিয়াম	১৫	২	৪৫	২	৩০	১০০
কপার	১২	২	২৫	২	২০	৪০
ম্যালিয়েবল আয়রন	১২	১.২৫	২৫	১.২৫	২০	৩০
মোনেল মেটাল	৬	২	১৫	২	১০	------
ব্যাবিট মেটাল	১৫	২	৫০	২	২০	৬০-৯০

১২.৪ বিভিন্ন প্রকার শেপার কাটিং টুল ও সেগুলোর ব্যবহার ঃ

সাধারণভাবে ব্যবহৃত শেপার টুলগুলির নাম :

১. স্ট্রেইট রাফিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
২. বেন্ড সাইড রাফিং টুল
৩. ফিনিশিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
৪. রাফ সাইড ফেসিং টুল (ডান ও বাম হাতি, উল্লম্ব পৃষ্ঠ বা সুঁচালো কোণ কাটার জন্য)
৫. ফিনিশিং সাইড ফেসিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
৬. রাফ ডভটেইল কাটিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
৭. ফিনিশিং ডভটেইল কাটিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
৮. রাউন্ডনোজ রাফিং টুল
৯. স্কয়ার-নোজ রাফিং টুল
১০. পার্টিং বা স্লটিং টুল
১১. শিয়ার টুল
১২. স্প্রিং টুল বা গুজ নেক টুল
১৩. ফর্ম টুল



চিত্র-১২.২: বিভিন্ন প্রকার শেপিং টুল

বিভিন্ন প্রকার শেপিং টুলের ব্যবহার :

স্ট্রেইট রাফিং টুল : এই রাফিং টুলের বাহ্যিক আকৃতি লেদের রাফ কাটিং টুলের ন্যায়। এর সাইড রেক অ্যাঙ্গেল থাকে কিন্তু কোনো টপ রেক অ্যাঙ্গেল থাকে না। অনুভূমিক সমতল উপরিভাগ তৈরিতে রাফ কাট দেওয়ার জন্য এই টুল ব্যবহৃত হয়।

বেন্ড সাইড রাফিং টুল : এটিকে 'ভাউল কাটিং টুল'ও বলা হয়। এই টুলের আকৃতি স্ট্রেইট রাফিং টুলের ন্যায়। কেবল তফাৎ এই যে, উল্লম্ব পৃষ্ঠ কাটবার উদ্দেশ্যে ইহা বাঁকানো থাকে।

সাইড শেপিং টুলস বা সাইড টুল : ডান এবং বাম উভয় পার্শ্বই কাটিতে সাইড টুলস ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুল উল্লম্ব পৃষ্ঠ ফিনিশিং করতে ব্যবহার করার উপযোগী করে তৈরি করা হয়। তবে সময় সময় উল্লম্ব পৃষ্ঠের সংলগ্ন সরু অনুভূমিক পৃষ্ঠ কাটতেও ব্যবহৃত হয়।

রাউন্ড নোজ টুল : কাটিং টুলের আয়ুকাল বৃদ্ধির জন্য কাটিং পয়েন্টটির কোণ সামান্য গোলাকার করে তৈরি করা হয়। এটি ডান ও বাম উভয় দিকেই সমানভাবে কাটতে পারে। এই প্রকার কাটিং টু হালকা কোপে, অল্প স্পিডে বেশি ফিড দিয়ে কাস্ট আয়রনের অনুভূমিক তল ফিনিশ করতে ব্যবহৃত হয়।

স্কয়ার নোজ টুল : প্রুভ, চাবির ঘাট, সরু সোল্ডার প্রভৃতির পার্শ্ব ও তলদেশ রাফ ও ফিনিশ কাট দিতে স্কয়ার নোজ কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুলের কাটিং এজ টুলের কলার সর্বাপেক্ষা চওড়া অংশ।

স্প্রিং টুল বা গুজনেক টুল : কাস্ট আয়রনের কার্যবস্তুর তল ফিনিশ করতে এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহার করলে বেলচা আকৃতির কাটিং টুল অপেক্ষা এটির কেঁপে ওঠার ও কার্যবস্তুর মধ্যে বসে যাওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে।

ফর্ম টুল : বিভিন্ন প্রকার বক্রাকৃতি বিশিষ্ট তল শেপার মেশিনে তৈরি করতে ফর্ম টুল ব্যবহৃত হয়। যেমন- কনভেক্স তল, কনকেভ তল, গিয়ারের দাঁত ইত্যাদি তৈরি করতে শেপারে ফর্ম টুল ব্যবহার করা হয়।

ডাভটেইল শেপিং টুল : মেল (Male) এবং ফিমেল (Female) ডাভটেইল আকৃতির তল তৈরি করতে এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহৃত হয়।

১২.৫ শেপারে ব্যবহৃত ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ :

শেপিং মেশিনে কার্যবস্তুকে টেবিলের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে মেশিনিং করার জন্য বিভিন্ন প্রকার যন্ত্রপাতি ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। এদেরকে শেপিং মেশিনের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস বলা হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের নাম এবং এদের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো–

মেশিন ভাইস : শেপিং অপারেশন এর জন্য জবকে ভালোভাবে ধরতে মেশিন ভাইস ব্যবহৃত হয়। শেপিং মেশিনে ছোট মাপের ওয়ার্কপিস ভাইসে বেঁধে কাটা সুবিধাজনক এবং শেপিং মেশিনে ছোট মাপের ওয়ার্কপিসের ওপর অধিক কাজ করা হয় বলে সাধারণত শেপিং মেশিনের টেবিলে বোল্ট দ্বারা ভাইস বেঁধে তাতে জব ধরা হয়। শেপার ভাইসের প্রধান অংশগুলো হচ্ছে বেস, বডি, স্থির ও চলনশীল 'জ'-এর সাথে সংলগ্ন প্লেট। বেসের তলার পৃষ্ঠে চাবি থাকে যাতে মেশিনের টেবিলের স্লটে ফিট করে। T-বোল্ট দ্বারা মেশিনের টেবিলে দৃঢ়ভাবে বাঁধার সুবিধার্থে বেসে 'লাগ' অর্থাৎ বের করা অংশ থাকে। চলনশীল ও স্থির 'জ'-এর মাঝখানে স্ক্রু ঘুরিয়ে মাল বাঁধা হয়। যেখানে সম্ভব ভাইসকে টেবিলে এরূপভাবে বসাতে হয় যাতে মাল কাটার সময় চাপ 'জ'-এর উপর পড়ে।

শেপার মেশিন ভাইস নিম্নোক্ত প্রকারের হয় –

১. **প্লেইন ভাইস**
   (ক) সিঙ্গেল স্ক্রু
   (খ) ডবল স্ক্রু
২. **ফ্ল্যাঞ্জড ভাইস**
৩. **সুইভেল ভাইস**
৪. **ইউনিভার্সেল ভাইস**

প্যারালালস (Parallels) ঃ প্যারালালস হচ্ছে কাস্ট আয়রন বা স্টিলের বর্গাকার বা আয়তাকার বারের টুকরা, যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধের তুলনায় অনেক বেশি এবং যার বিপরীত তলগুলি হার্ডেনিং করার পর গ্রাইন্ডিং করে সমান্তরাল করা হয়। এগুলো বিভিন্ন মাপে জোড়ায় জোড়ায় তৈরি করা হয়। যে সকল কার্যবস্তুর উচ্চতা ভাইসের 'জ' অপেক্ষা কম, সে সকল কার্যবস্তুকে ভাইসের 'জ' অপেক্ষা উঁচু করে বসাতে প্যারালালস ব্যবহৃত হয়।

হোল্ডডাউন বা গ্রিপার্স (Holddown or Grippers) : হোল্ডডাউন বা গ্রিপার্স হচ্ছে কিলকের ন্যায় দেখতে মোটামুটিভাবে ত্রিভুজাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট পাতলা হার্ডেনিং করা স্টিলের প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের (প্রায় ১৫০ মি মি) টুকরা, যা ভাইসে পাতলা জব বাঁধতে প্রায়ই ব্যবহৃত হয়। এটির সরু পৃষ্ঠটি গোলাকার করে তৈরি করা হয় এবং বিপরীত পৃষ্ঠটি তলার দিকে প্রায় ২ ডিগ্রি ঢালু করা হয়। দুটি হোল্ডডাউন সেপার ভাইসের দুটি 'জ' ও জবের মধ্যে বসানো হয় এবং গোলাকার সরু পৃষ্ঠটি ভাইসের টেবিল বা প্যারালাল যেখানে জবের সাথে ৯০ ডিগ্রি কোণ করে বসানো থাকে। হোল্ডডাউনের পিছনের পৃষ্ঠ তলার দিকে ২ ডিগ্রি কোণ করে থাকায় স্ক্রু দ্বারা ভাইসের 'জ'টি টাইট দিলে হোল্ডডাউন জবটিকে ক্ষেত্র অনুযায়ী ভাইসের টেবিলে বা প্যারালালে চেপে ধরে। ভাইসে পাতলা জব ধরতে বা বিশেষ করে যখন কোনো কম উচ্চতাবিশিষ্ট জবকে ভাইসের 'জ' অপেক্ষা উঁচু করে বাঁধার জন্য উপযুক্ত মাপের প্যারালাল পাওয়া যায় না, তখন হোল্ডডাউন অত্যন্ত কাজে লাগে। যে সকল কাজে কেবল দুই বিপরীত পৃষ্ঠ মেশিনিং করতে হয়, সেই সকল কাজেও এটি বিশেষভাবে প্রয়োজনীয়।

স্টপ (Stop) : শেপার টেবিলের টি-স্লটে এবং ওয়ার্কপিসের প্রান্তে স্টপ সেট করা হয়। এটি কাটিং স্ট্রোকের ধাক্কা প্রতিরোধ করে।

প্যারালাল স্ট্রিপ (Parallel Strip) : পূর্বে মেশিনিং করা কার্যবস্তুর কিনারা স্থাপনের জন্য তল প্রস্তুত করতে প্যারালাল স্ট্রিপ ব্যবহৃত হয়।

টেপার বার : অ্যাঙ্গুলার শেপিং-এর জন্য ওয়ার্কপিসকে সাপোর্ট দিতে টেপার বার ব্যবহৃত হয়।

ডিগ্রি প্যারালাল : অ্যাঙ্গুলার শেপিং-এর জন্য ওয়ার্কপিস বাঁধতে এগুলো ব্যবহৃত হয়। এক জোড়া বিভিন্ন ডিগ্রির প্যারালাল-এর চওড়া তলের মাঝে ওয়ার্কপিস বাঁধা হয়।

ক্ল্যাম্পস : ওয়ার্কপিসকে সরাসরি টেবিলের ওপর অথবা অ্যাঙ্গেল প্লেট, ভি-ব্লক বা ফিকচারের সাথে বাঁধতে বিভিন্ন প্রকার ক্ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়। ক্ল্যাম্পগুলোকে সুবিধাজনক বোল্টের সাহায্যে টেবিলের টি-স্লটের সাথে আটকিয়ে দেওয়া হয়।

অ্যাঙ্গেল প্লেট : কোনো কোনো ক্ষেত্রে একটি তলের সাথে সমকোণ করে অন্য তল মেশিনিং করার প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে ওয়ার্কপিস বাঁধতে অ্যাঙ্গেল প্লেট ব্যবহার করা হয়।

ফিকচার : একই ধরনের বহু সংখ্যক কার্যবস্তুকে আটকানোর জন্য ফিকচার ব্যবহার করা হয়। এতে জব দৃঢ়ভাবে বাঁধার ব্যয়িত সময় অনেকাংশে কমে যায় এবং কাজের গুণগত মান বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়।

ভি-ব্লক : গোলাকার অথবা সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুকে আটকানোর জন্য ভি-ব্লক ব্যবহার করা হয়।

ব্রেস : যখন মেশিনিং করার জন্য কার্যবস্তুর তল টেবিলের বেস বা উপরিতল থেকে দূরে হয় তখন কাটিং স্ট্রোকের ধাক্কা প্রতিরোধ করতে ব্রেস ব্যবহৃত হয়। টেবিলের ওপর থেকে কার্যবস্তুর উপরিতলকে ব্রেস-এর সাহায্যে সাপোর্ট দেওয়া হয়।

স্ক্রু জ্যাক ঃ শেপারে মেশিনিং করার জন্য কার্যবস্তুর ওভার হ্যাঙ্গিং অংশে সাপোর্ট দিতে স্ক্রু জ্যাক ব্যবহৃত হয়।

১২.৬ শেপিং মেশিন চালানোর সময় সতর্কতার বিষয়সমূহ :

দুর্ঘটনাগুলিকে কীরূপে এড়িয়ে চলা যায় জানা থাকলে এবং শেপিং মেশিন চালানোর সময় কোনো প্রকার ঝুঁকি না নিলে দুর্ঘটনা ঘটার বা জখম হবার সম্ভাবনা কম থাকে। নিম্নলিখিত নিয়মগুলি পালন করলে অধিকাংশ দুর্ঘটনা অতি সহজেই এড়ানো যায়। তবে সব সময় মনে রাখতে হবে দুর্ঘটনা এড়াতে হলে মেশিনের যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ করা এবং মেশিন ও মেশিনের আশপাশ পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখা মেশিন চালকের প্রাথমিক এবং অবশ্য পালনীয় কর্তব্য।

দুর্ঘটনা এড়াবার এবং শেপার মেশিনে ঠিকমতো কাজ করার নিয়মগুলি হচ্ছে–

১) ছিটকে আসা উত্তপ্ত চিপস থেকে চোখকে রক্ষা করতে সেফটি গগলস পরিধান করা।
২) কার্যবস্তু দৃঢ়ভাবে বাঁধা আছে কি না তা শেপার চালু করার পূর্বেই নিশ্চিত হতে হবে।
৩) সেফটি ডিভাইসসমূহ (যেমন- র‍্যাম গার্ড, মোটর ড্রাইভ গার্ড, ক্রস রেইল চিপ গার্ড, প্রভৃতি) যথাস্থানে

লাগানো আছে, সে বিষয় নিশ্চিত হওয়া।

৪) শেপার চালু করলে র‍্যাম ও টুল স্লাইড যাতে কার্যবস্তুতে না বাঁধে সে বিষয়ে নিশ্চিত হওয়া।

৫) কাটিং টুলের কাটিং এজগুলি ঠিকমতো গ্রাইন্ডিং করা আছে এ বিষয়ে নিশ্চিত হয়ে প্রয়োজনীয় সঠিক অবস্থানে কাটিং টুলকে দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে।

৬) কার্যবস্তুসহ সংশ্লিষ্ট সকল যন্ত্রাংশ মেশিনে টাইট করে বাঁধতে হবে। যখন কোনো রেখা বরাবর কার্যবস্তুকে কাটতে হবে তখন রেখাটি ভাইসের 'জ' থেকে অন্তত ৫ মি মি উঁচুতে রাখতে হবে।

৭) কার্যবস্তুকে কাটতে আরম্ভ করার পূর্বে স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য এবং র‍্যামের অবস্থান ঠিকমতো নিয়মসম্মতভাবে সেট করতে হবে।

৮) মেশিনের গঠন, কাটিং টুল, কার্যবস্তুর ধাতু প্রভৃতি সম্পর্কযুক্ত বিষয়াদি বিবেচনা করে কাজের জন্য উপযুক্ত নাম্বার অব স্ট্রোক, ফিড এবং কাটের গভীরতা নির্ধারণ করে এর ভিত্তিতে শেপিং সম্পন্ন করতে হবে।

৯) সেপিং মেশিন চালনা করার পূর্বে স্পিড কন্ট্রোল লিভার এবং ফিড মেকানিজম ব্যবস্থা যথাযথ অবস্থানে আছে কি না দেখতে হবে।

১০) মেশিন চালানোর আগে নিশ্চিত হবে হবে যে কাটিং টুল, কার্যবস্তু থেকে দূরে আছে। তা না হলে ইহা কার্যবস্তুকে ধাক্কা মারবে এবং ভেঙে যাবে। এতে মেশিনেরও ক্ষতি হয়।

১১) কার্যবস্তুতে হঠাৎ কাট দেওয়া উচিত নয়। কার্যবস্তুর ওপর কাটিং টুলকে অল্প অল্প করে ধীরে ধীরে বসানো উচিত। ফিড সব সময় ফিরতি স্ট্রোকে দিতে হয়।

১২) মেশিন চলাকালীন কাটিং টুল এবং কার্যবস্তুর মধ্যে হাত দেওয়া অনুচিত। চিপস পরিষ্কার করার জন্য ব্রাশ ব্যবহার করা উচিত।

১৩) কাট দেওয়ার আগেই নিশ্চিত হতে হবে যে, টুল স্লাইড ক্ল্যাম্প স্ক্রুটি আঁটা (Lock) আছে। এর ফলে কার্যবস্তুকে কাটার সময় টুল স্লাইডটি নিচের দিকে নামার সম্ভাবনা থাকে না।

১৪) মেশিন যতক্ষণ পর্যন্ত না সম্পূর্ণরূপে বন্ধ হয় ততক্ষণ পর্যন্ত মেশিনে কোনো প্রকার অ্যাডজাস্টমেন্ট করা উচিত নয়।

১৫) কার্যবস্তুকে কাটার সময় যদি চিপস ছিটকে যায়, তা হলে সকল সময় ভাইসের সম্মুখে চিপগার্ড অথবা সোয়ার্ফ ট্রে রাখা উচিত।

১৬) লম্বা স্ট্রোকে কাজ করার পর মেশিন ত্যাগ করার পূর্বে স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য কমিয়ে রাখতে হবে। এই অভ্যাস পরবর্তী মেশিন চালককে দুর্ঘটনার হাত হতে রক্ষা করে।

১৭) মেশিনের গতিশীল অংশ হতে যন্ত্রপাতি ও জিনিসপত্র দূরে রাখতে হবে।

১৮) সকল সময়ে মেশিনে ঠিকমতো ও নিয়মিত তেল দিতে হবে।

১৯) ভাইসে আটকিয়ে ঢালাই করা কার্যবস্তু কাটার সময় ভাইসের 'জ' এবং ঢালাই বস্তুর মাঝে পিজবোর্ড ব্যবহার করা উচিত। এর ফলে বস্তুটিকে অধিকতর দৃঢ়ভাবে আটকানো যায় এবং ভাইসের মসৃণ 'জ' এর কোনো ক্ষতি হয় না।

মেশিনে কাজ শেষ হয়ে গেলে এর মোটর বন্ধ করে দিতে হবে এবং মেশিন ও এর পার্শ্ববর্তী জায়গা পরিষ্কার করে রাখতে হবে।

প্রশ্নমালা-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. শেপিং কাকে বলে ?
২. স্ট্রোক কত প্রকার ও কী কী ?
৩. স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য কার্যবস্তু থেকে কত মি মি বেশি রাখতে হয় ?
৪. মেট্রিক পদ্ধতিতে কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।
৫. শেপিং এর ক্ষেত্রে কাটিং স্পিড বলতে কী বোঝায় ?
৬. কাটিং স্ট্রোক এবং রিটার্ন স্ট্রোকের মধ্যে সাধারণভাবে সময়ের অনুপাত কত ?
৭. হরাইজন্টাল শেপিং-এর ক্ষেত্রে ফিড কাকে বলে ?
৮. ডেপথ অব কাট কাকে বলে ?
৯. রাফ কাটের প্রধান উদ্দেশ্য কী ?
১০. ফিনিশ কাটের প্রধান উদ্দেশ্য কী ?
১১. শেপার কাটিং টুল সাধারণত কি কি ধাতু দিয়ে তৈরি করা হয় ?
১২. শেপারের বাম হাতি কাটিং টুল ব্যবহারের সুবিধা কী ?
১৩. সাইড শেপার টুল কী কাজে ব্যবহৃত হয় ?
১৪. ডভটেইল সেপার টুল কী কাজে ব্যবহৃত হয় ?
১৫. শেপারে ফিকচার ব্যবহারের সুবিধা কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. শেপিং মেশিনে কী কী কাজ করা যায় ?
২. শেপার মেশিনে কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্রটি বিবৃত কর।
৩. শেপার মেশিনে ফিড বলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।
৪. শেপার ওয়ার্কে স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য বলতে কী বোঝায় ?
৫. শেপারে স্ট্রোকের সংখ্যা নির্ণয়ের সূত্রটি বুঝিয়ে লেখ।
৬. কী কী বিষয়ের উপর শেপারের কাটিং স্পিড নির্ভর করে ?
৭. শেপারের ফিডের পরিমাণ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে ?
৮. ফিড নির্ণয়ের সূত্রটি বুঝিয়ে লেখ।
৯. রাফ কাট ও ফিনিশ কাট বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
১০. রাফ কাট ও ফিনিশ কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ কর।
১১. সাধারণভাবে ব্যবহৃত ৮ প্রকার শেপিং কাটিং টুলের নাম লেখ।
১২. শেপিং মেশিনে ব্যবহৃত ৮ প্রকার ওয়ার্কহোল্ডিং ডিভাইসের নাম লেখ।
১৩. স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য থেকে কেন বেশি রাখা হয় ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. শেপারের ক্ষেত্রে কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্রটি প্রতিপাদন কর।
২. রাফ কাট ও ফিনিশ কাটের বৈশিষ্ট্য বুঝিয়ে লেখ।
৩. শেপার কাটিং টুলের গঠন ও প্রকার বর্ণনা কর।
৪. শেপারের ওয়ার্কহোল্ডিং ডিভাইসগুলির ব্যবহার সংক্ষিপ্তভাবে বর্ণনা কর।
৫. শেপিং মেশিন চালানোর সময় সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা কর।

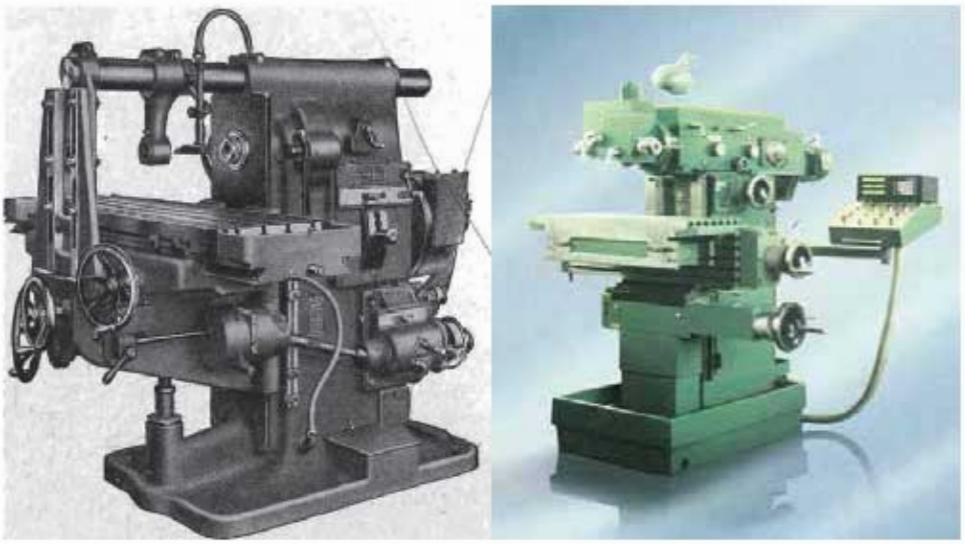
অধ্যায়-১৩

মিলিং মেশিন (Milling Machine)

১৩.১ মিলিং মেশিন ও এটার বিভিন্ন অংশ

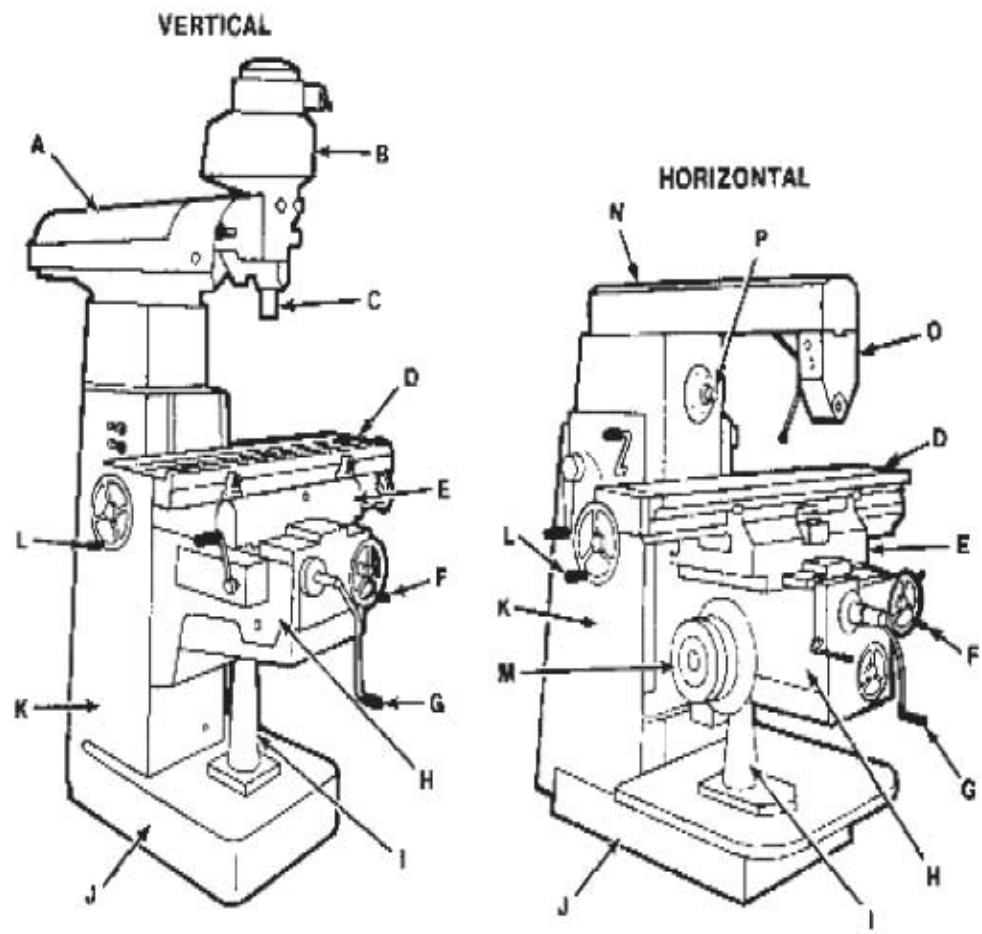
মিলিং মেশিন

ঘূরন্ত কাটারের দ্বারা ধাতু কাটাবার পদ্ধতিকে মিলিং বলা হয়। অবশ্য ড্রিলিং পদ্ধতিতেও ঘূরন্ত ড্রিল দ্বারা গর্ত করা হয়, কিন্তু ইহা মিলিং পদ্ধতি থেকে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র এবং অতি সহজেই এই দুইটি পদ্ধতির মধ্যে তফাৎ বুঝতে পারা যায়। যে মেশিনে মিলিং পদ্ধতিতে অর্থাৎ মিলিং কাটার নামে পরিচিত একাধিক দাঁতবিশিষ্ট ঘূর্ণায়মান কাটারের মুখে কার্যবস্তুকে এগিয়ে দিয়ে কাটা হয় তাকে মিলিং মেশিন বলা হয়। মিলিং মেশিনে কাটার ঘুরতে থাকে এবং কার্যবস্তুকে বাঁধা অবস্থায় কাটারের মুখে ঠেলে দিয়ে কাটা হয়। সেপার এবং লেদ মেশিনে সাধারণত কাটিং টুলের মুখ বা দাঁত থাকে একটি এবং ইহা অনবরত জব ম্যাটারিয়াল বা মালের সাথে ঘর্ষণের ফলে শিগগির গরম হয়ে ভোঁতা হয়ে যায়। কিন্তু মিলিং কাটারে সাধারণত দাঁত থাকে একাধিক। যখন একটি দাঁত কার্যবস্তুকে কাটে তখন অপর দাঁতগুলি ঠাণ্ডা হওয়ার সময় পায়। ফলে কটিারের আয়ু অনেক বেড়ে যায়। অন্যান্য মেশিনের তুলনায় মিলিং মেশিন ব্যবহারের সুবিধা এই যে, ইহা দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বহু জটিল আকৃতি বিশিষ্ট যন্ত্রাংশ বা কার্যবস্তু নিখুঁতভাবে বহুল পরিমাণে উৎপাদন করা যায়। এই মেশিনের গঠন এইরূপ যে ইহাতে হেলিক্স মিলিং, ক্যাম মিলিং, ইনভেস্টিং, স্লুট কাটা, গিয়ার কাটা প্রভৃতি নানা প্রকার সূক্ষ্ম ও শ্রমসাপেক্ষ কাজ অনায়াসে নিখুঁতভাবে করা যায়। একটি আধুনিক মেশিনশপে যে সকল মেশিন টুল ব্যবহৃত হয় তন্মধ্যে মিলিং মেশিন হলো অধিকতর গুরুত্বপূর্ণ এবং বহুমুখী কার্যক্ষম। মিলিং মেশিন আবিষ্কারের পূর্বে লেদওয়ার্ক ও ফোর্জিং ওয়ার্ক-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিসকে জটিল আকৃতিতে রূপ দেওয়া খুবই অসুবিধাজনক কাজ ছিল। কিন্তু বর্তমানে মিলিং মেশিনের সাহায্যে বিভিন্ন প্রকার তল মেশিনিং, ড্রিলিং, গিয়ার মিলিং, স্পাইরাল মিলিং ইত্যাদি অপারেশন সহজে সম্পন্ন হয়ে থাকে।



চিত্র-১৩.১ : হরাইজন্টাল (বামে) ও ভার্টিক্যাল (ডানে) মিলিং মেশিন

মিলিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহ



A RAM
B VERTICAL HEAD
C QUILL
D TABLE
E SADDLE
F CROSSFEED HANDLE
G VERTICAL FEED CRANK
K KNEE

I VERTICAL POSITIONING SCREW
J BASE
K COLUMN
L TABLE HANDWHEEL
M TABLE TRANSMISSION
N RAM TYPE OVERARM
O ARBOR SUPPORT
P SPINDLE

চিত্র-১৩.২ : হরাইজন্টাল ও ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের বিভিন্ন অংশ

১৩.২ মিলিং মেশিনের প্রধান প্রধান অংশসমূহের বর্ণনা

বেইস (Base) : বেইস হলো মিলিং মেশিনের সর্বনিম্ন অংশ। ইহা মেশিনের সম্পূর্ণ ভার বহন করে এবং স্থায়ী বা অস্থায়ী সংযোগের মাধ্যমে মেশিনকে দৃঢ়ভাবে মেঝের ওপর অবস্থান করতে সাহায্য করে। মেঝের সঙ্গে আটকানোর জন্য বেইসে গোলাকার ছিদ্র থাকে। বেইসের ওপর কলাম ও এলিভেটিং স্ক্রু অবস্থান করে মিলিং মেশিনের অন্যান্য অংশকে ধারণ করে। অধিকাংশ মিলিং মেশিনের কলাম ও বেইস সম্পর্কযুক্ত থাকায় ঢালাই করে উৎপন্ন করা হয়। আর যে মিলিং মেশিনে গুরুভার প্রযোজ্য না হয় সে মিলিং মেশিনের জন্য বেইস ও কলাম পৃথকভাবে উৎপন্ন করা হয়ে থাকে এবং পরবর্তীতে সংযুক্ত করা হয়। বেইসের ভেতরের অংশ ফাঁপা থাকে এবং এটি কাটিং ফ্লুইডের আধার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। মেশিনে কার্যবস্তুকে কাটার সময় কার্যবস্তুর ধাতু এবং কাটার যাতে অধিক উত্তপ্ত হয়ে না যায় তজ্জন্য বেইস থেকে পাম্পের সাহায্যে কাটারের অগ্রভাগে কাটিং ফ্লুইড সরবরাহ করা হয়।

কলাম (Column) : কলাম মিলিং মেশিনের প্রধান কাঠামো এবং মেশিনের অন্যান্য অংশ, যেমন- নি, স্যাডল, টেবিল, ওভার আর্ম প্রভৃতির ভার বহন করে। ইহার উচ্চতা ও আকৃতির জন্য ইহাকে থামের ন্যায় দেখায় বলে ইহার নাম 'কলাম' অর্থাৎ স্তম্ভ হয়েছে। ইহা উচ্চ শ্রেণির কাস্ট আয়রন থেকে ঢালাই করে নির্মিত হয় এবং ইহার ভেতর ফাঁপা বাক্স আকৃতির হয়। কলামকে মজবুত করার জন্য ইহার ভেতর দিকে মোটা মোটা শির থাকে। ইহার অভ্যন্তরে মেশিনের স্পিন্ডল ও একে ঘুরাবার যান্ত্রিক ব্যবস্থা এবং স্বয়ংক্রিয় ফীডের যান্ত্রিক ব্যবস্থা অবস্থিত থাকে। মিলিং মেশিনের কলামের মধ্যে শক্তি সরবরাহকারী মোটর, স্পিড পরিবর্তন মেকানিজম ও রিভার্স গিয়ার মেকানিজম বিদ্যমান থাকে। কোনো কোনো মিলিং মেশিনের কলামের অভ্যন্তরে তৈলাধার এবং ঐ তৈলাধারের লুব্রিকেটিং অয়েল চাপের সাহায্যে স্পিন্ডল, শক্তি সঞ্চালনকারী গিয়ার শ্রেনি এবং অন্যান্য গতিশীল অংশে লুব্রিকেটিং অয়েল পাঠানোর জন্য পাম্প অবস্থিত থাকে।

স্পিন্ডলকে ঠেস দেবার এবং আরবার সাপোর্ট-এর মাধ্যমে আরবারকে দৃঢ়ভাবে সেট করার জন্য কলামের উপরের অংশে ওভারআর্ম অবস্থিত থাকে। মেশিনের নি যাতে নিখুঁতভাবে কলামের সাথে নব্বই ডিগ্রি কোণ রক্ষা করে উঠানামা করতে পারে সেজন্য কলামের ফেইসে অর্থাৎ সম্মুখভাবে ডাভটেইল আকৃতির পথ কাটা থাকে। কোন কোন মেশিনে কলাম ও বেইস দুইটি অংশ পৃথকভাবে তৈরি হয় এবং কলামটি বেইসের ওপর নাট ও বোল্ট দ্বারা নিখুঁতভাবে ফিট করা থাকে।

নি (Knee) : নি মিলিং মেশিনের সম্মুখ অংশ। কাস্ট আয়রন দ্বারা নি তৈরি করা হয়। নি স্যাডল ও টেবিলের ভার বহন করে এদেরকে কলামের সাথে সংযুক্ত রাখে। এ ছাড়া ফিড মোটর ও গিয়ার বক্স, মেশিন ফিড সেটিং এর কন্ট্রোল, ম্যানুয়াল ভার্টিক্যাল ও ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইল বা ক্র্যাংক এবং নি ও ক্রস স্লাইড লকিং লিভার ইহাতে অবস্থিত। কলাম ফেইস থেকে নি অনুভূমিক অবস্থায় থাকায় ইহাকে কলামের স্লাইডের উপর দিয়ে উঠানো–নামানো যায়। টেবিলের ডানে-বামে, স্যাডলের সামনে পিছনে এবং নি এর উপরে-নিচে চালনা নিয়ন্ত্রণ করার যান্ত্রিক ব্যবস্থা নি এর ভিতরে অবস্থিত থাকে। মেশিনের বেইসে অবস্থিত একটি নাটের মধ্যে ফিট করা এলিভেটিং স্ক্রু-এর সাহায্যে নি-কে উঁচু–নিচু করে টেবিলকে উঠানো-নামানো হয়।

স্যাডল (Saddle) : স্যাডল কাস্ট আয়রন নির্মিত হয় এবং টেবিল ও নি-এর মধ্যে অবস্থিত থেকে দুইটি কাজ সম্পাদন করে। প্রথমত ইহার তলদেশে ডাভটেইল আকৃতির কাটা পথটি নি-এর উপর পৃষ্ঠে ডাভটেইল আকৃতির কাটা পথে ফিট হয়ে স্পিন্ডলের সাথে সমান্তরালভাবে কলাম ফেইসের সাথে আড়াআড়িভাবে যাতায়াত করে

টেবিলকে আড়াআড়ি গতি দেয়। দ্বিতীয়ত প্লেইন টাইপ মিলিং মেশিনের স্যাডলের উপর পৃষ্ঠে ভূমির সমান্তরাল ও স্পিন্ডলের সাথে লম্বভাবে ডাভটেইল আকৃতির যে পথ কাটা থাকে তা টেবিলকে কলাম ফেইসের সাথে সমান্তরালভাবে লম্বালম্বি চলাচলের ব্যবস্থা করে দেয়। ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের স্যাডল দুইটি অংশে বিভক্ত থাকে। উপরের অংশকে সুইভেল ব্লক এবং নিচের অংশকে ইউনিভার্সাল স্যাডল বলে। সুইভেল ব্লকের উপর টেবিলটি লম্বালম্বি আসা যাওয়া করতে পারে। ইউনিভার্সাল স্যাডল টেবিলকে অনুভূমিক তলে কৌণিকভাবে ডান অথবা বাম দিকে ঘুরানোর ব্যবস্থা করে দেয় এবং যে কোনো অবস্থানে ইহাকে লক করা যায়। এছাড়া ইউনিভার্সাল স্যাডল নি-এর উপর অবস্থান করে টেবিলকে আড়াআড়ি গতি দেয়। স্যাডলকে ক্রস স্লাইড (Cross Slide) ও বলা হয়।

টেবিল (Table) : টেবিলের উপর জব বা কার্যবস্তুকে বাঁধা হয়। টেবিলের তলদেশে ডাভটেইল আকৃতির পথ কাটা থাকে এবং মিলিং মেশিনের স্যাডলের উপর পৃষ্ঠে ডাভটেইল আকৃতির যে পথ কাটা থাকে সেই পথে অনুভূমিক তলে যাতায়াত করে। টেবিলের উপর পৃষ্ঠে দৈর্ঘ্য বরাবর তিন, চার সারি 'টি স্লট' কাটা থাকে এবং এইগুলি কার্যবস্তু, ভাইস, ডিভাইডিং হেড প্রভৃতি বাঁধতে প্রায় সকল সময় ব্যবহৃত হয়। টেবিলের দুই প্রান্তে প্রস্থ বরাবর দুইটি খাঁজ কাটা থাকে। 'টি স্লট' গুলি এই খাঁজে এসে মিলিত হয়। এই খাঁজগুলি কাটিং ফ্লুইড চলাচলের কাজে ব্যবহৃত হয়। কাটিং ফ্লুইড খাঁজ থেকে একটি গর্তের মধ্য দিয়ে এবং সেখান থেকে পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে বেইসে কাটিং ফ্লুইডের জন্য যে আধার থাকে সেখানে ফিরে যায়।

স্পিন্ডল (Spindle) ঃ কলামের উর্ধ্বাংশে কলামের মধ্যে স্পিন্ডল দৈর্ঘ্য বরাবর ফাঁপা হয় এবং কলাম ফেইসের দিকের অংশ নির্ধারিত মানের টেপার হোল বিশিষ্ট থাকে, ইহা ক্রোমিয়াম যুক্ত অ্যালয় স্টিল দ্বারা তৈরি এবং উপযুক্ত মানের তাপ প্রক্রিয়াকরণযুক্ত (Heat treatment) হয়। ড্রাইভিং মোটর থেকে ভি-বেল্টও গিয়ার বক্সের মাধ্যমে স্পিন্ডলে গতি সঞ্চালিত হয় এবং স্পিন্ডলটি ঘুরে। স্পিন্ডল, ইহাতে সংযুক্ত আরবার বা চাকের মাধ্যমে আটকানো মিলিং কাটারকে ঘুরায়, ফলে ঘুরন্ত কাটার কার্যবস্তুকে কাটতে পারে। হরাইজন্টাল টাইপ মিলিং মেশিনে স্পিন্ডল অনুভূমিক তলে এবং ভার্টিক্যাল টাইপ মিলিং মেশিনে স্পিন্ডলটি উল্লম্বভাবে ঘুরার ব্যবস্থা থাকে।

ওভার আর্ম (Over Arm) : ওভার আর্ম কলামের একেবারে উপরের অংশে অবস্থিত থেকে কলাম ফেইসের সাথে সমকোণে অনুভূমিক তলে যাতায়াত করে এবং কলাম থেকে অনেকটা বাইরে থাকে। বিভিন্ন নির্মাতাই বিভিন্ন আকৃতিতে ইহা নির্মাণ করেন। ওভার আর্ম, আরবার সাপোর্টের মাধ্যমে পরোক্ষভাবে আরবার ও কাটারের ভার বহন করে এবং কাটার ও আরবারকে নিটালভাবে ঘুরতে সাহায্য করে। ওভার আর্ম-এর এক প্রান্ত কলামের উপর কাটা পথে যাতায়াত করে এবং অপর প্রান্ত আরবার সাপোর্ট সরানোর জন্য বা আটকানোর ব্যবহৃত হয়। আরবার সাপোর্ট, ওভার আর্ম-এর যে কোনো স্থানে বেঁধে স্থাপন করা যায়। ওভার আর্ম, প্লেইন মিলিং মেশিন ও ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনে থাকে কিন্তু ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে থাকে না।

১৩.৩ মিলিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ ঃ

প্রয়োজন অনুসারে মিলিং মেশিন নানা প্রকারের তৈরি করা হয়ে থাকে। মিলিং মেশিন প্রধানত চার প্রকারের হয়ে থাকে–

১. **কলাম অ্যান্ড নি টাইপ মিলিং মেশিন** (Column and Knee Type Milling Machine)
   (ক) হ্যান্ড মিলিং মেশিন (Hand Milling Machine)

(খ) প্লেইন হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন (Plain Horizontal Milling Machine)
(গ) ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন (Universal Milling Machine)
(ঘ) ওমনিভার্সাল মিলিং মেশিন (Omniversal Milling Machine)
(ঙ) ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন (Vertical Milling Machine)

২. বেড বা ম্যানুফ্যাকচারিং টাইপ মিলিং মেশিন(Bed or ManufacturingType Milling Machine)
(ক) সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Simplex Milling Machine)
(খ) ডুপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Duplex Milling Machine)
(গ) ট্রিপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Triplex Milling Machine)

৩. প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন (Planer Type Milling Machine)

৪. স্পেশ্যাল টাইপ মিলিং মেশিন (Special Type Milling Machine)
(ক) রোটারি টেবিল মিলিং মেশিন (Rotary Table Milling Machine)
(খ) ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন (Drum Type Milling Machine)
(গ) প্রোফাইল মিলিং মেশিন (Profile Milling Machine)
(ঘ) ডুপ্লিকেটিং বা প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন (Duplicating or Pantograph Milling Machine)
(ঙ) প্ল্যানেটারি মিলিং মেশিন (Planetary Milling Machine)
(চ) ট্রেসার কন্ট্রোল বা ডাই সিংকিং মিলিং মেশিন (Tracer Control or Die Sinking Milling Machine)

হ্যান্ড মিলিং মেশিন(Hand Milling Machine):

সর্বাপেক্ষা সহজ গঠন এবং সরল মিলিং মেশিন হলো হ্যান্ড মিলিং মেশিন। এই প্রকারের মেশিনে টেবিলের সকল প্রকার ফিড হাতে দেওয়া হয়। অর্থাৎ স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফিড দেওয়ার ব্যবস্থা এই মেশিনে থাকে না। কলামের উপরাংশে অবস্থিত স্পিন্ডল নোজে আটকানো অনুভূমিক আরবারে কাটার বাঁধা হয় এবং একে বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা ঘুরানো হয়। এই প্রকারের মেশিন আকারে ছোট হয় এবং স্লট, গ্রুভ, চাবির খাঁজ ইত্যাদি হালকা ও সহজ কাজে এই মেশিন বিশেষভাবে উপযোগী।

চিত্র-১৩.৩ : হ্যান্ড মিলিং মেশিন

প্লেইন হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন (Plain Horizontal Milling Machine) :

এই প্রকার মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলটি হরাইজন্টাল বা অনুভূমিক অবস্থায় কাজ করে বলে এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। এই প্রকার মিলিং মেশিন হ্যান্ড মিলিং মেশিন অপেক্ষা অনেক বেশি মজবুত ও ভারী কাজের উপযুক্ত করে নির্মিত হয়। এই প্রকার মেশিনের টেবিলকে ভার্টিক্যাল, আড়াআড়ি (Transverse or Crosswise) ও লম্বালম্বি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালিত করা যায়।

এই মেশিনে নি এর ওপর স্যাডল এবং তার ওপর টেবিল বসানো থাকে। যে যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা নি-কে কলামের সাথে সংযুক্ত করা যায় তা দ্বারা টেবিলের ভার্টিক্যাল গতি পাওয়া যায়। ইহাকে ভার্টিক্যাল ফিড বলে। নি-এর ওপর স্যাডলকে চালিত করে আড়াআড়ি গতি পাওয়া যায়। ইহাকে ক্রস-ফিড বলে। স্যাডলের ওপর টেবিলকে চালনা করে লম্বালম্বি গতি পাওয়া যায়। ইহাকে লংগিচুডিনাল বা টেবিল ফিড বলে। স্পিন্ডলটি কলামের উপরাংশে অনুভূমিক ভাবে থাকে এবং কাটারটি সোজাসুজি স্পিন্ডলে বা আরবারে বাঁধা থাকে। এই প্রকার মেশিনের সাথে সাধারণত ডিভাইডিং হেড থাকে না এবং ভার্টিক্যাল অ্যাটাচমেন্ট ব্যতীত স্পাইরাল মিলিং-এর কাজ করা যায় না। কিন্তু এই প্রকার মেশিন খুব মজবুত হওয়ায় সাধারণ মিলিং-এর কাজ দ্রুত উৎপাদনের পক্ষে খুবই উপযুক্ত।

চিত্র-১৩.৪ : প্লেইন হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন

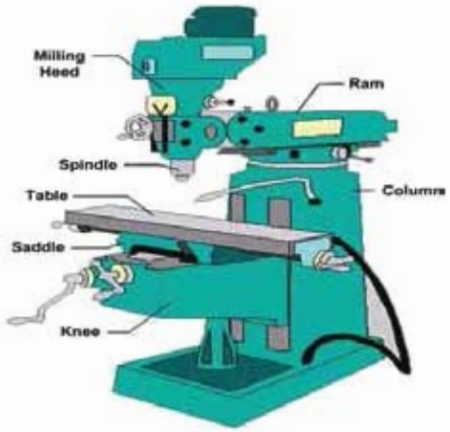
ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন (Universal Milling Machine) :

এই প্রকারের মেশিনে মিলিং-এর প্রায় সকল প্রকার কাজ করতে পারা যায় বলে এটিকে ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন বলা হয়। প্লেইন মিলিং মেশিনের সাথে এই মিলিং মেশিনের মুখ্য পার্থক্য এই যে, ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের স্যাডলটি দুই অংশে বিভক্ত থাকে। উপরের অংশকে ব্লক এবং নিচের অংশকে ইউনিভার্সাল স্যাডল বলে। সুইভেল ব্লকের ওপর টেবিলটি অবস্থান করে। টেবিলকে হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে লম্বালম্বি, আড়াআড়ি এবং উল্লম্বভাবে ফিড দেওয়া যায়। সুইভেল ব্লকটি ইউনিভার্সাল স্যাডলের ওপরে যে বৃত্তাকার পথ কাটা থাকে এ সাহায্যে স্যাডলের কেন্দ্রকে কেন্দ্র করে অনুভূমিক তলে ঘুরতে পারে। ইহার ফলে প্লেইন মিলিং মেশিনের টেবিলের তিন প্রকার গতি ছাড়াও ইহাতে একটি চতুর্থ প্রকারের গতি পাওয়া যায়। টেবিলটিকে অনুভূমিক তলে অর্থাৎ পৃথিবী পৃষ্ঠের সমান্তরাল সমতলে ঘুরানো যায় এবং যে কোনো অবস্থানে লক করা যায়। ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনে ডিভাইডিং হেড, রোটারি টেবিল, ইউনিভার্সাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট, ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল অ্যাটাচমেন্ট, র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট, স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট ইত্যাদি সংযোগ করে সকল প্রকার মিলিং অপারেশন সম্পন্ন করা যায়। শেপিং মেশিন ও ড্রিলিং মেশিনের সকল প্রকার কাজও বেশ ভালভাবে এই মেশিনে করা যায়। ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন টুলরুমের সূক্ষ্ম কাজের পক্ষে খুবই উপযোগী হয়।

চিত্র-১৩.৫ : ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন (Vertical Milling Machine) :

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের অক্ষ ভার্টিক্যাল অবস্থায় কলামের ফেইসের সাথে সমান্তরালভাবে ও টেবিলের সাথে লম্বভাবে থাকে বলে ইহার এরূপ নামকরণ হয়েছে। স্পিন্ডলের অবস্থান ব্যতীত ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের গঠনপ্রণালি ও চালানোর পদ্ধতি হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের অনুরূপ। এই মেশিনের স্যাডল অংশে হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের ন্যায় প্লেইন ও ইউনিভার্সাল উভয় প্রকারেরই হয়ে থাকে। কোনো কোনো ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের হেডকে অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে প্রয়োজনীয় কোণে ঘুরানো যায় এবং যে কোনো অবস্থানে লক করা যায়। ফলে স্পিন্ডলে বাঁধা কাটারের সাহায্যে কার্যবস্তুকে কৌণিকভাবে কাটা যায়। কোনো কোনো মেশিনে আবার হেডটিকে ওপর নিচে উঠানো-নামানো যায়। ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে ফেইস মিলিং কাটার, এন্ড মিল কাটার, স্লেল অ্যান্ড মিল, টি স্লট কাটার, ডাভটেইল কাটার প্রভৃতি স্পিন্ডলে বেঁধে ওপর পৃষ্ঠ, পাশের দিক, কৌণিক তল, টি-স্লট, ডাভটেইল স্লট, গ্রুভ, কি-ওয়ে, ষড়ভুজ বিশিষ্ট তল, সার্কুলার স্লট, বোরিং, রিমিং, ড্রিলিং প্রভৃতি অত্যন্ত স্বচ্ছন্দ সহকারে কাটা যায়। ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে কাটারটি স্পিন্ডল নোজে দৃঢ়ভাবে ধরা যায় বলে ইহাতে কোপ বা ডেপথ অব কাট বেশি দিয়ে মাল কাটা যায়।



চিত্র-১৩.৬ । ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন

ওমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন (Omniversal Milling Machine)

অমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন দেখতে অনেকটা ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের ন্যায়। কেবল পার্থক্য হলো এর নি কলামের সম্মুখে অবস্থিত মধ্যবর্তী একটা স্যাডলের উপর সুইভেলিং বেইসে এমনভাবে অবস্থিত যে এর নি-কে স্পিন্ডলের সমান্তরাল অক্ষকে কেন্দ্র করে সুইভেল করে বা ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় কোণে লক করা যায়। ফলে ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের টেবিলকে যত প্রকার গতি দেওয়া যায় তা ছাড়াও এই মেশিনে টেবিলকে উল্লম্ব তলে চালু করে বাঁধা অবস্থায় নি-ব্যবস্থাকে অনুভূমিক তলে চালনা করা যায়। ওমনিভার্সাল মিলিং মেশিনে টেপার, স্পাইরাল, রিমার, গ্রুভ, বিভেল গিয়ার টুথ ইত্যাদি সহজে মিলিং করা যায়।

চিত্র-১৩.৭ : ওমনিভার্সাল ও মিলিং মেশিন

বেড টাইপ মিলিং মেশিন (Bed Type Milling Machine):

বেড টাইপ মিলিং মেশিনের টেবিল একটা সিরেট ও অনড় বেডের উপর স্থাপন করা থাকে বলে এই মেশিনের এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। বেড টাইপ মিলিং মেশিনের টেবিল উপরে, নিচে এবং আড়াআড়ি চলাচল করে না। কেবল লম্বালম্বি চলাচল করে। এই প্রকার মিলিং মেশিনের স্পিন্ডল হেড অ্যাডজাস্টেবল হয় না। হেভি কাট দিয়ে মাল কাটার জন্য ক্ষমতাসম্পন্ন বলে এই মেশিন উৎপাদন কাজে ব্যবহৃত হয় এবং একই রকম, অনেকগুলো জব একত্রে মিলিং করা যায় বলে মেশিন সেটিং ঘন ঘন পরিবর্তন করতে হয় না।

চিত্র-১৩.৮ : বেড টাইপ মিলিং মেশিন

প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন (Planer Type Milling Machine) : প্লেনিং মেশিনের ন্যায় গঠন ও প্লেনিং মেশিনে যে ধরনের কাজ করা যায় এই মেশিনেও সেই ধরনের কাজ করা যায় বলে একে প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন বলে। এর দুই পার্শ্বে অবস্থিত দুটো স্তম্ভকে অবলম্বন করে আড়াআড়ি অবস্থিত একটি রেইল উঠানামা করে এবং এই রেইলে এক বা একাধিক কাটারসহ স্পিন্ডল হেড ও স্যাডল উঠানামা করতে পারে। কোনো কোনো মেশিনে দুই পার্শ্বের দুই স্তম্ভে দুটো স্পিন্ডল থাকে এবং এদেরকে ওপরে, নিচে ও পার্শ্বের দিকে সরানো যায়। প্লেনিং মেশিনের সাথে এই মেশিনের পার্থক্য হলো যে, প্লেনিং মেশিনে টেবিলটি মাল কাটার সময় দ্রুত যাতায়াত করে আর প্লেনো মিলিং মেশিনে মাল কাটার সময় টেবিলটি ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসকে কাটারের দিকে এগিয়ে দেয়। এই মেশিনের প্রতিটি স্পিন্ডল হেড পৃথক পৃথক মোটর দ্বারা চালিত হয় বলে এর গঠন খুব সহজ হয়। অনেক কাটার দ্বারা অনেক পৃষ্ঠ কাটা যায় বলে এই মেশিনে দ্রুত উৎপাদনক্রিয়া সম্পন্ন করা যায়।

চিত্র-১৩.৯ : প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন

রোটারি মিলিং মেশিন (Rotary Milling Machine) : এটা রোটারি টেবিল অ্যাটাচমেন্ট যুক্ত ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের উন্নতরূপ। এই প্রকার মেশিনের টেবিল গোলাকার হয় এবং টেবিলটিকে অনুভূমিক তলে টেবিলের কেন্দ্রকে কেন্দ্র করে ঘুরানো যায়। এক বা একাধিক উল্লম্বভাবে অবস্থিত স্পিন্ডলে ফেইস মিলিং কাটার বাঁধা থাকে এবং এদেরকে প্রয়োজনমতো বিভিন্ন উচ্চতায় বাঁধা যায়। ফলে একটা কাটার যখন রাফ কাটে তখন অপর কাটারটি দ্বারা ফিনিশিং কাট দেওয়া যায়। এই মেশিনে ওয়ার্কপিসকে টেবিলের ওপর বেঁধে টেবিলটি ঘুরিয়ে কার্যবস্তুকে কাটা হয়। এবং যে ওয়ার্কপিসটি কাটা শেষ হয়ে যায় তার জায়গায় নতুন একটা ওয়ার্কপিস বেঁধে দেওয়া হয়। ফলে মাল কাটা অবিরামভাবে চলে বলে উৎপাদন খুব দ্রুত হয়।

চিত্র-১৩.১০ : রোটারি মিলিং মেশিন

ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন (Drum Type Milling Machine)

এই প্রকার মিলিং মেশিনের সাথে রোটারি টেবিল মিলিং মেশিনের সাদৃশ্য হচ্ছে যে, উভয় প্রকার মেশিনেই টেবিলটি কার্যবস্তুকে কাটার সময় ঘুরে। ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরতে পারে এরূপ দুই বা ততোধিক স্পিন্ডলে কেইস মিলিং কাটার বাঁধা যায় এবং এই স্পিন্ডলগুলির ঠিক মাঝখানে অবস্থিত ড্রাম আকৃতি বিশিষ্ট টেবিলের দুই পার্শ্বে কার্যবস্তুকে বেঁধে টেবিলটিকে অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরানো হয়। ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে কার্যবস্তুর দুই পার্শ্ব একসঙ্গে কাটা যায়। ড্রামটি এক পাক ঘুরলে কার্যবস্তুগুলি কাটা হয়ে যায়, তখন কার্যবস্তুগুলিকে খুলে রেখে নতুন কার্যবস্তু আবার টেবিলে বাঁধা হয়। এই চক্র অবিরামভাবে চলতে থাকে। যে সকল কার্যবস্তুর দুই পার্শ্ব কাটবে সে সকল বস্তু ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে, রোটারি টেবিল মিলিং মেশিন অপেক্ষা দ্বিগুণ হারে উৎপাদন করা যায়। রোটারি টেবিল ও ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন মোটর গাড়ি ও ট্রাক্টরের বড় বড় ঢালাই অংশে বহু সংখ্যক এক সাথে কাটতে খুব বেশি রকম ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-১৩.১১ : ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন

প্রোফাইল মিলিং মেশিন (Profile Milling Machine)

এটা বেড টাইপ ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের শ্রেণিভুক্ত। এর স্পিন্ডল উল্লম্ব তলে এবং কাটার হেডকে অনুভূমিক তলে সরিয়ে ইপ্সিত অবস্থানে বাঁধা যায়। প্রোফাইল মিলিং মেশিন ডাই বা ছাঁচ কাটতে এবং নানান জটিল আকৃতি বিশিষ্ট জবের বাহ্যসীমা (Profile) কাটতে ব্যবহৃত হয়। এই মেশিনের বৈশিষ্ট্য হলো এতে যে মাল কাটতে হবে তার বাহ্যরেখা অঙ্কিত একটা টেমপ্লেট এই মেশিনে বাঁধা হয় এবং একটা গাইড পিন সেই বাহ্যরেখা অনুসরণ করে কাটারকে পরিচালিত করে। কাটারের অবস্থিতি অনুযায়ী গাইড পিনকে এরূপভাবে বাঁধতে হয় এবং বাহ্যরেখা অঙ্কিত প্লেটটিকে মেশিন টেবিলের সাথে এরূপভাবে সেট করতে হয় যাতে গাইড পিনটি বাহ্যরেখা অনুসরণ করলে কাটারটিও অনুরূপভাবে মাল কেটে যেতে পারে।

চিত্র-১৩.১২ : প্রোফাইল মিলিং মেশিন

প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন (Pantograph Milling Machine)

এই প্রকার মেশিনে একটি বস্তুকে নকল করে সেই মাপের অথবা সেই মাপ অপেক্ষা ছোট বা বড় অবিকল আকৃতির ওয়ার্কপিস প্যান্টোগ্রাফ যান্ত্রিক ব্যবস্থায় কাটা হয়। এই মেশিনে চারটি 'যান্ত্রিক বার' বা লিংক একটি সামান্তরিকের মতো যুক্ত থাকে। দ্বি মাত্রিক বা ত্রি মাত্রিক এই দুই প্রকার মডেলের প্যান্টোগ্রাফ মেশিন হয়। দ্বিমাত্রিক মেশিনে অক্ষর প্রভৃতি এনগ্রোভিং-এর কাজ হয় আর ত্রিমাত্রিক মেশিনে যে কোনো আকৃতির বস্তুর অনুকরণে জব কাটা যায়। ট্রেসিং-স্টাইলাস নামে পরিচিত একটি পিন যে বস্তুকে নকল করা হবে তার ওপর হাতে চালনা করতে হয় এবং স্পিন্ডলে অবস্থিত কাটারটি ঠিক সেই পথেই কার্যবস্তুকে কেটে মডেলের অনুরূপ আকৃতি দেয়।

চিত্র-১৩.১৩ : প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন

প্ল্যানেটারি মিলিং মেশিন (Planetary Milling Machine)

প্ল্যানেটারি মিলিং মেশিনে কার্যবস্তুটি টেবিলে বাঁধা অবস্থায় স্থির থাকে, আর এক বা একাধিক ঘুরন্ত কাটার বৃত্তাকার পথে ঘুরে ঘুরে বস্তুটির বহিঃপৃষ্ঠ, ভেতরের পৃষ্ঠ বা একই সঙ্গে উভয় পৃষ্ঠ বেলনাকারে কাটতে থাকে। এই শ্রেণির মেশিনগুলো বাইরের পৃষ্ঠ বা ভেতরের পৃষ্ঠে প্যাঁচ বা থ্রেড কাটতে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।

১৩.৪ প্লেইন মিলিং ও ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের মধ্যে পার্থক্য

প্লেইন হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন	ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিন
১) টেবিলকে লম্বালম্বিভাবে, আড়াআড়ি ও উলম্বভাবে চলাচল করানো যায়।	টেবিলকে লম্বালম্বিভাবে, আড়াআড়ি ও উল্লম্বভাবে চলাচল করানো যায়। এ ছাড়া টেবিলকে কৌণিকভাবে সেট করা যায়।
২) স্পিন্ডল অনুভূমিক অবস্থায় থাকে।	স্পিন্ডল অনুভূমিক ও উল্লম্ব উভয় অবস্থায় থাকে।
৩) আরবার টাইপ কাটার ব্যবহৃত হয়।	আরবার টাইপ কাটার ও শ্যাংক টাইপ কাটার ব্যবহৃত হয়।
৪) প্লেইন মিলিং, স্লটিং, স্লিটিং, স্পার গিয়ার ও বিভেল গিয়ার মিলিং ইত্যাদি অপারেশন করা হয়।	প্লেইন মিলিং, স্লটিং, স্লিটিং, স্পার গিয়ার, বিভেল গিয়ার ও হেলিক্যাল গিয়ার মিলিং ইত্যাদি অপারেশন করা হয়।

১৩.৫ মিলিং মেশিনের ডায়ালের মাপ পাঠ :

মিলিং মেশিনের টেবিলকে হ্যান্ড ফিড প্রদানের জন্য স্ক্রু স্পিন্ডল ব্যবহৃত হয় এবং লংগিচুডিনাল, ক্রস ও ভার্টিক্যাল এই তিন দিকের ফিডের জন্য তিনটি পৃথক পৃথক স্ক্রু স্পিন্ডল থাকে। এই স্ক্রু স্পিন্ডলগুলির বাইরের দিকে তিনটি ফিডের জন্য তিনটি ভিন্ন ভিন্ন মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং-এর ব্যবস্থা আছে। স্ক্রু স্পিন্ডলের পিচকে এর সাথে সংযুক্ত মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং-এর মোট ভাগ সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে স্কেল রিং-এর ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান পাওয়া যায়। যেমন- টেবিল লিড স্ক্রুর থ্রেডের পিচ ৫ মিলিমিটার এবং এর সাথে সংযুক্ত মাত্রাঙ্কিত রিং স্কেল এর প্রধান ভাগ সংখ্যা ৫টি অর্থাৎ প্রধান স্কেলের এক ভাগের মান ১ মি মি। প্রত্যেক মি মি বা অর্ধ মি মি রিং স্কেলের উপর লিখিত থাকে। প্রধান এক ভাগ আবার সমান ৫০ ভাগে বিভক্ত। সুতরাং ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান হচ্ছে $\frac{১}{৫০}$ মি মি = ০.০২ মি মি। এক্ষেত্রে বিশেষ সুবিধা হচ্ছে যে, ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং-এর উপর স্পষ্ট ও সুন্দরভাবে লিখিত থাকে। ক্রস এবং ভার্টিক্যাল ফিডের ক্ষেত্রেও এই পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় অর্থাৎ মাত্রাঙ্কন পাঠের নিয়ম এক। স্কেল রিংসমূহ বিভিন্নভাবে মাত্রাঙ্কিত হতে পারে। ব্রিটিশ পদ্ধতির মিলিং মেশিনে সর্বনিম্ন ০.০০১ ইঞ্চি পর্যন্ত ফিড দেওয়া যায়।

চিত্র-১৩.১৪ : মিলিং মেশিনের ডায়ালের মাপ পাঠ গ্রহণ।

১৩.৬ মিলিং মেশিনের ব্যবহার

অন্যান্য মেশিনের তুলনায় মিলিং মেশিন ব্যবহারের সুবিধা এই যে, ইহা দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বহু জটিল আকৃতি বিশিষ্ট মাল নিখুঁতভাবে বহুল পরিমাণে উৎপাদন করতে পারা যায়। মেশিন চালকের উপর এই কার্য মোটেই নির্ভর করে না। সুতরাং যেখানে একই বস্তু বহুল পরিমাণে উৎপাদনের প্রয়োজন সেখানে উৎপাদনকারীর নিকট ইহার উপযোগিতা অত্যধিক।

এই মেশিনের গঠন এইরূপ যে, ইহাতে হেলিক্স মিলিং, ক্যাম মিলিং, ইনভেল্যিং, ফ্লুট কাটা, পিয়ার কাটা প্রভৃতি নানা প্রকার সূক্ষ্ম ও শ্রমসাপেক্ষ কাজ অনায়াসে নিখুঁতভাবে করা যায়।

প্রশ্নমালা-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. মিলিং মেশিন কাকে বলে ?
২. মিলিং মেশিনে কি দ্বারা ধাতুকে কাটা হয় ?
৩. হ্যান্ড মিলিং মেশিন কাকে বলে ?
৪. মিলিং মেশিনের সর্বনিম্ন অংশের নাম কি ?
৫. টেবিল মিলিং মেশিনের কোন অংশে অবস্থিত থাকে ?
৬. স্যাডল মিলিং মেশিনে কোন দুইটি অংশকে সংযুক্ত করে ?
৭. মিলিং মেশিনের প্রধান কাঠামোর নাম কি ?
৮. ওভার আর্ম কিসের মাধ্যমে আরবারের সাথে সংযুক্ত থাকে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. মিলিং মেশিন বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. মিলিং মেশিনের প্রধান ৫টি অংশের নাম লেখ।
৩. মিলিং মেশিনের বেইসের কাজ কী উল্লেখ কর।
৪. কলাম অ্যান্ড নি টাইপ মিলিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
৫. পাঁচ প্রকার স্পেশ্যাল টাইপ মিলিং মেশিনের নাম লেখ।
৬. প্লেইন ও ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।
৭. মিলিং মেশিনের সাহায্যে কী কী কাজ করা যায় সংক্ষেপে লেখ।
৮. প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিনের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৯. ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
১০. প্রোফাইল মিলিং মেশিনের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
১১. নি-এর গঠন বর্ণনা কর।
১২. স্যাডল-এর গঠন বর্ণনা কর।
১৩. স্পিন্ডলের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. মিলিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা কর।
২. মিলিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৩. ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের গঠন ও ব্যবহার বর্ণনা কর।
৪. ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনের গঠন ও ব্যবহার বর্ণনা কর।
৫. মিলিং মেশিনের ডায়ালের মাপ পাঠ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৬. ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের গঠন ও ব্যবহার বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১৪

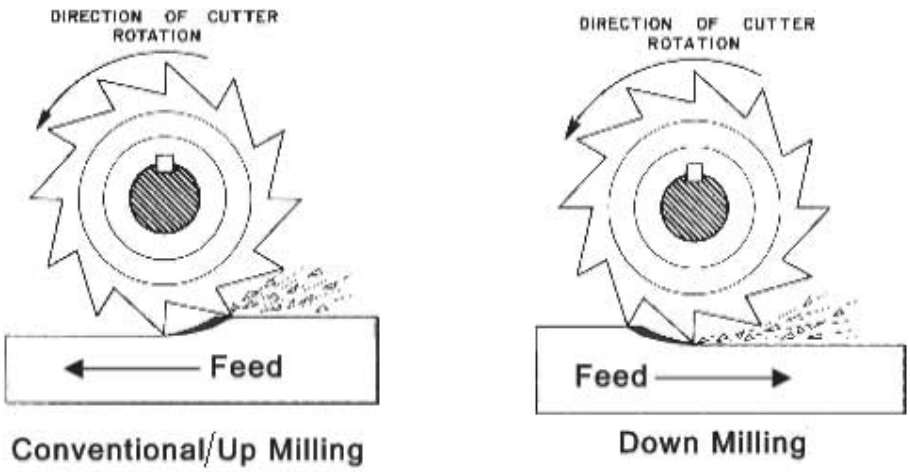
মিলিং প্রক্রিয়া (Milling Process)

১৪.১ মিলিং পদ্ধতি

ঘূর্ণায়মান মিলিং কাটারের দিকে এগিয়ে বা ঠেলে দিয়ে অর্থাৎ ফিড দিয়ে ওয়ার্কপিস থেকে চিপের আকারে পূর্ব নির্ধারিত ধাতু ক্রমশ অপসারণ করে কোনো তল তৈরি করাকে মিলিং পদ্ধতি বলা হয়। এই পদ্ধতিতে বিভিন্ন প্রকার কাটার ব্যবহার করে বিভিন্ন আকৃতি বিশিষ্ট জটিল তল সূক্ষ্মভাবে তৈরি করা যায়। কাটারটি যে দিকে ঘুরে তার বিপরীত দিকে টেবিলকে অগ্রসর করিয়ে মিলিং মেশিনে মাল কাটা যায়।

মিলিং পদ্ধতি দুই প্রকার–

১. আপ বা কনভেনশনাল মিলিং (Up or Conventional Milling)
২. ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং (Down or Climb Milling)

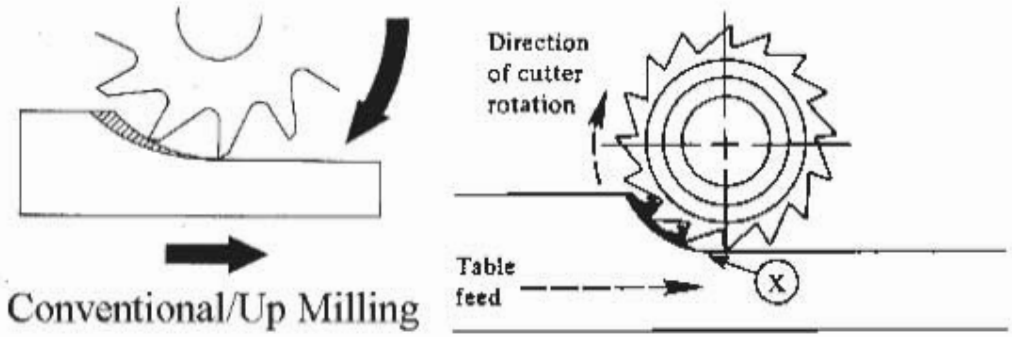


চিত্র-১৪.১ : আপ ও ডাউন মিলিং

১৪.২ আপ ও ডাউন মিলিং (Up and Down Milling)

আপ বা কনভেনশনাল মিলিং

যে মিলিং পদ্ধতিতে ওয়ার্কপিসকে ঘূর্ণায়মান কাটারের গতির বিপরীত দিকে এগিয়ে ফিড দেওয়া হয় তাকে আপ মিলিং বা কনভেনশনাল মিলিং বলা হয়। আপ মিলিং-এ কাটারের ঊর্ধ্ব গতিতে মাল কাটা হয়। এই পদ্ধতিতে চিপ গঠিত হওয়ার পূর্বে কাটারের কাটিং এজগুলি ধীরে ধীরে সামনের ম্যাটারিয়ালকে বিকৃত করে এবং পরিশেষে বিকৃত ম্যাটারিয়াল চিপের আকারে মূল ওয়ার্কপিস থেকে বিচ্ছিন্ন হয়।



চিত্র-১৪.২ : আপ বা কনভেনশনাল মিলিং

আপ মিলিং-এর সুবিধা

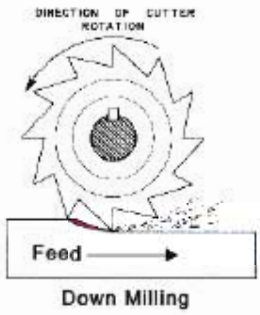
- কাটারের প্রতিটি দাঁত পরিষ্কার স্থানে ম্যাটারিয়াল কাটা শুরু করে এবং তাদের ওয়ার্কপিস সারফেসের আঁশ ছেদ করতে হয় না।
- ফিডের চাপ ওয়ার্কপিসকে কাটারের দিকে চেপে রাখে। এতে টেবিল মেকানিজমের ব্যাকল্যাশ দূরীভূত হয়।
- কাস্ট আয়রন ও ফোর্জিং করা ওয়ার্কপিস শক্ত ও আঁশযুক্ত হওয়া সত্ত্বেও এই পদ্ধতিতে মিলিং করা যায়।

আপ মিলিং-এর অসুবিধা

- কাটারের ধাক্কা ওয়ার্কপিসকে উঠিয়ে ফেলতে চায়।
- ওয়ার্কপিসের সারফেসে চ্যাটার মার্ক থেকে যায়।
- কাট শুরু করার পূর্বে কাটারের প্রতিটি দাঁত ওয়ার্কপিসের তলে কিছুটা স্লাইড করে। এতে ঘর্ষণজনিত কারণে তাপ সৃষ্টি হয় ও কাটারের কাটিং এজ বিনষ্ট হয়।
- গভীরতর কাট দেওয়া সম্ভব হয় না।
- দ্রুত ম্যাটারিয়াল অপসারণ সম্ভব হয় না।
- Mass Production-এর ক্ষেত্রে সুবিধাজনক নয়।
- কাট শুরু করার সময় জবের ঊর্ধ্বগামী প্রবণতা দেখা দেয়।

ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং

যে মিলিং পদ্ধতিতে ওয়ার্কপিসকে কাটারের গতির দিকে এগিয়ে বা ফিড দেওয়া হয়, তাকে ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং বলা হয়। ডাউন মিলিং এ কাটারের নিচ গতিতে মাল কাটা হয়। এই পদ্ধতিতে কাটারের কাটিং এজগুলো পূর্ণ গভীরতা পর্যন্ত ম্যাটারিয়াল বিকৃত করে এবং চিপস-এর পুরুত্ব ক্রমশ কমতে থাকে ও পরিশেষে মূল ম্যাটারিয়াল থেকে বিচ্ছিন্ন হয়।



চিত্র-১৪.৩ : ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং

ডাউন মিলিং-এর সুবিধা

- নিম্নমুখী চাপ ওয়ার্কপিসকে টেবিলের ওপর চেপে রাখে।
- কাটারের কাটিং এজগুলো ওয়ার্কপিস সারফেসে ঘর্ষণ খায় না, ফলে অধিক তাপ সৃষ্টি হয় না।
- অধিকতর ডেপথ অব কাট দেওয়া যায়।
- ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং কিছুটা দুর্বল হলেও চলে কারণ কাটের নিম্নচাপ ওয়ার্কপিসকে টেবিলের উপর চেপে রাখে।
- দ্রুত ম্যাটারিয়াল অপসারণ সম্ভব।
- উন্নততর গুণাগুণসহ Mass Production করা সম্ভব হয়।

ডাউন মিলিং-এর অসুবিধা

- মেশিন অধিক অশ্বশক্তি সম্পন্ন হওয়া উচিত।
- শক্ত ও আঁশযুক্ত সারফেস বিশিষ্ট ওয়ার্কপিসের জন্য সুবিধাজনক নয়।
- ওয়ার্কপিসের সারফেসে অগভীর চ্যাটার মার্ক থেকে যায়।
- কার্যবস্তুকে কাটার সময় ফিড স্ক্রুর ব্যাকল্যাশের দরুন কাটার টেবিলকে টেনে ধরে। ফলে কাটার ভেঙে যাওয়ার আশঙ্কা থাকে।

১৪.৩ রাফ কাট ও ফিনিশ কাট

রাফ কাট : রাফ কাট বলতে সাধারণত হেভি কাটকে বোঝায় যা ওয়ার্কপিস হতে অতিরিক্ত ম্যাটারিয়াল অপসারণ করতে ব্যবহৃত হয়। রাফ কাটের জন্য ওয়ার্কপিসের আয়তন সংক্রান্ত মাপ– দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা এবং তল মসৃণতা গুরুত্বপূর্ণ নয়। একক সময়ে ওয়ার্কপিস থেকে অতিরিক্ত অপ্রয়োজনীয় ধাতুকে কেটে ফেলতে রাফ কাটের সময় মোটা ফিড এবং কম আর পি এম ব্যবহার করা হয়। রাফ কাজের জন্য ৩ – ৬ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।

ফিনিশ কাট : ফিনিশ কাট বলতে সূক্ষ্ম কাট বোঝায়। ফিনিশ কাটের সময় ওয়ার্কপিসের তল মসৃণতা ও আয়তন সংক্রান্ত সূক্ষ্ম পরিমাপ গুরুত্বপূর্ণ। ফিনিশ কাটের সময় ওয়ার্কপিস হতে ন্যূনতম ম্যাটারিয়াল অপসারণ করতে বেশি কাটিং স্পিড ও সূক্ষ্ম ফিড ব্যবহার করা হয়। ফিডের হার যত কম হবে সারফেস ফিনিশ তত ভালো হবে। ফিনিশ কাটের জন্য ০.৫ – ১.০ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।

১৪.৪ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য কাটিং স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট

কাটিং স্পিড

ঘুরন্ত মিলিং কাটারের পরিধির উপর যে কোনো বিন্দুর সরলরেখায় যে গতি হয়, তাকে কাটিং স্পিড বলে। অর্থাৎ যে স্পিডে কাটারের কাটিং পার্শ্ব অথবা দাঁত কার্যবস্তুকে কাটে তাই হলো কাটিং স্পিড। ইহা হলো মিলিং মেশিনে কাজের সময় মিলিং কাটারের একক সময়ে কার্যবস্তুকে অতিক্রম করার দূরত্ব। কাটিং স্পিড মিটার/মিনিট অথবা ফুট/মিনিট হিসেবে প্রকাশ করা হয়। কোনো কোনো সময় স্পিড শব্দটি স্পিন্ডলের আর পি এম (প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা) প্রকাশ করতে ব্যবহৃত হয়।

মিলিং মেশিনের কাটিং স্পিড নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে

১. ওয়ার্কপিসের হার্ডনেস ও স্ট্রেংথ
২. ফিড ও কাটের গভীরতার পরিমাণ
৩. মিলিং কাটার-এর ম্যাটারিয়াল
৪. মেশিনের স্ট্রেংথ বা শক্তি
৫. সারফেস ফিনিশিং-এর ধরণ
৬. কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার
৭. মিলিং কাটারের আকৃতি (যেমন– শেল অ্যান্ড মিল, ফর্ম কাটার, স্লট কাটার ইত্যাদি)
৮. কাটারের কাটিং এজের তীক্ষ্ণতা ইত্যাদি।

মিলিং মেশিন কাটারের কাটিং স্পিড (সারফেস ফিট/মিনিট) (হাইস্পিড স্টিলের মিলিং কাটারের জন্য)

TABLE Milling Machine Cutting Speeds for High-Speed Steel Milling Cutters

MATERIAL	CUTTING SPEED (sfpm)[1,2]			
	PLAIN MILLING CUTTERS		END MILLING CUTTERS	
	Roughing	Finishing	Roughing	Finishing
Aluminum	400 to 1,000	400 to 1,000	400 to 1,000	400 to 1,000
Brass, composition	125 to 200	90 to 200	90 to 150	90 to 150
Brass, yellow	150 to 200	100 to 250	100 to 200	100 to 200
Bronze, phosphor and manganese	30 to 80	25 to 100	30 to 80	30 to 80
Cast iron (hard)	25 to 40	10 to 30	25 to 40	20 to 45
Cast iron (soft and medium)	40 to 75	25 to 80	35 to 65	30 to 80
Monel metal	50 to 75	50 to 75	40 to 60	40 to 60
Steel, hard	25 to 50	25 to 70	25 to 50	25 to 70
Steel, soft	60 to 120	45 to 110	50 to 85	45 to 100

1 For carbon steel cutters, decrease values by 50 percent. 2 For carbide-tipped cutters, increase values by 100 percent

মিলিং মেশিন কাটারের কাটিং স্পিড (মিটার/মিনিট)

(হাইস্পিড স্টিলের মিলিং কাটারের জন্য)

মেশিনিং করার ম্যাটারিয়াল	বি এইচ এন হার্ডনেস	শেল অ্যান্ড মিল	এন্ড মিল	এস অ্যান্ড এফ কাটার	সিলিন্ড্রিক্যাল কাটার	স্লট কাটার	ফর্ম কাটার	কেস মিল কাটার
মাইল্ড স্টিল	১৫০	২০-৩০	২০-৩০	১৫-২৫	১৫-২৫	৩০-৪৫	১৫-২৫	২০-৩০
মিডিয়াম কার্বন স্টীল	২০০	১৫-২০	১৫-২৫	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৫-২৫
হাইকার্বন স্টিল	৩০০	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১২-২০	১০-১৫	১৩-২০
স্টেইনলেস স্টিল	২০০	২২-৩০	২২-৩০	১৫-২৫	১৫-২৫	২০-৩০	১৫-৩০	২০-৩০
মেলিয়েবল আয়রন	১৬০	১৫-২২	১৫-২২	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৮-২৫
নরম কাস্ট আয়রন	সর্বোচ্চ ১৮০	১৫-২০	১৫-২৫	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৮-২৫
শক্ত কাস্ট আয়রন	১৮০ এর উপরে	১৩-১৭	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১৫-২৫	১০-১৫	১৩-১৭
শক্ত পিতল এবং শক্ত কাঁসা		৪০-৬০	৪০-৬০	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৭০-৯০	৩০-৪৫	৫০-৬০
নরম পিতল এবং নরম কাঁসা		৪০-৬০	৪০-৬০	২৫-৩৫	২৫-৩৫	৭০-৯০	২৫-৩৫	৪০-৫০
তামা		৩০-৪৫	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৭০-৯০	২৫-৩৫	৫০-৬০
অ্যালুমিনিয়াম অ্যালয়		২০০-৩০০	২০০-৩০০	১৫০-৩০০	১৫০-৩০০	২০০-৩০০	১৫০-২৫০	২০০-৪০০

কার্বাইড কাটার হাই স্পিড স্টিলের তৈরি কাটারের চেয়ে অনেক বেশি স্পিডে ধাতুকে কাটতে সক্ষম এবং এই ধরনের কাটার বিভিন্ন গ্রেডে তৈরি করা হয়ে থাকে।

কাটিং স্পিড নির্ণয়ের সূত্র হলো–

কাটিং স্পিড, $CS = \frac{\pi DN}{1000}$ মিটার/মিনিট

যেখানে,

CS = কাটিং স্পিড/মিনিট

D = মিলিং কাটারের ব্যাস, মি মি

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

ফিড (Feed) :

মিলিং অপারেশনের জন্য ঘুরন্ত কাটারের মুখে যে হারে ওয়ার্কপিসকে এগিয়ে বা ঠেলে দেওয়া হয় তাকে ফিড বলে। ফিড হিসাব করার মূল ভিত্তি হচ্ছে কাটারের প্রতিটি দাঁত প্রতিবারে যে ধাতুকে কাটে তার পরিমাণ অর্থাৎ ধাতুকে কাটার সময় যে চিপস বের হয় তার বেধ।

মিলিং মেশিনে ফিডের হার নির্দেশ করার তিনটি সাধারণ পদ্ধতি প্রচলিত আছে –

১. দাঁত প্রতি ওয়ার্কপিস কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগোচ্ছে
২. কাটারের প্রতি পাকে ওয়ার্কপিস কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগোচ্ছে
৩. প্রতি ইঞ্চিতে কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগোচ্ছে

এই ফীডের হারের উপর কার্যবস্তুকে কাটতে কত সময় লাগবে তা নির্ভর করে।

ফিড নিম্নলিখিত কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। যেমন–

১. ওয়ার্কপিসের শক্ততা
২. কাটের গভীরতা
৩. মসৃণতার ধরন
৪. কাটারের কাটিং এজের তীক্ষ্ণতা
৫. মিলিং মেশিনের শক্তি
৬. মজবুত মেশিন সেট আপ
৭. মিলিং কাটারের ধরন
৮. কাটের ধরন (রাফ কাট/ফিনিশ কাট)
৯. কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার

নিম্নের ছকে কার্যবস্তুর উপাদান এবং কাটারের প্রকারভেদে ফিডের পরিমাণ উল্লেখ করা হলো–

হাইস্পিড স্টিল কাটারের দাঁত প্রতি ফিডের হার (মিলিমিটারে)

জবের উপাদান (টেনসাইল স্ট্রেংথ-এর উপর ভিত্তি করে)	কাটারের নাম						
	ইনসার্টেড সিমেন্টেড কার্বাইড টিপড বেড কাটার	ইনসার্টেড হাইস্পিড স্টিল বেড কাটার	ফর্ম কাটার	এন্ড মিল কাটার	সাইড অ্যান্ড ফেস মিল কাটার	ফেস মিল কাটার	সিলিন্ড্রিক্যাল মিল কাটার
কাস্ট আয়রন (১৮ টন/সেমি^{2} পর্যন্ত)	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৮	০.২	০.২
মেশিন স্টিল (৬ টন/সেমি^{2}পর্যন্ত)	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৮	০.২	০.২
মেশিন স্টিল (৮.৫ টন/সেমি^{2} পর্যন্ত)	০.০৮	০.২	০.০৩	০.০৪	০.০৬	০.১৫	০.১৫

ক্রোম নিকেল স্টিল (১১ টন/সেমি^{২})	০.০৬	০.১৫	০.০২	০.০২	০.০৫	০.১	০.১
জবের উপাদান (টেনসাইল স্ট্রেংথ-এর উপর ভিত্তি করে)	কাটারের নাম						
	ইনসার্টেড সিমেন্টেড কার্বাইড টিপড বেড কাটার	ইনসার্টেড হাইস্পিড স্টিল বেড কাটার	ফর্ম কাটার	অ্যান্ড মিল কাটার	সাইড অ্যান্ড ফেস মিল কাটার	ফেস মিল কাটার	সিলিন্ড্রিক্যাল মিল কাটার
ক্রোম নিকেল স্টিল (১১ টন/সেমি^{২} এর উপরে)	০.০৫	০.১	০.০২	০.০২	০.০৪	০.১	০.১
মেলিয়েবল কাস্ট আয়রন (৩.৮ টন/সেমি^{২} পর্যন্ত)	০.০৯	০.৩	০.০৪	০.৫	০.০৭	০.১৫	০.২
কাস্ট স্টিল (৪.৫ টন/সেমি^{২} পর্যন্ত)	০.০৮	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৬	০.১	০.১৫
ব্রোঞ্জ	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.১৫	০.১৫
ব্রাস	০.১২	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.২
ডুরালুমিন	০.১	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.১৫
অ্যালুমিনিয়াম	০.১	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.১৫

ফিড নির্ধারণের সূত্র

ফিড , F = TNR মি মি/মিনিট

যেখানে, F = প্রতি মিনিটে ফিডের পরিমাণ, মি মি/মিনিট

T = কাটারের দাঁত সংখ্যা

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

R = প্রতি দাঁতে ফিডের পরিমাণ, মি মি

উদাহরণ-১ : ১৪ দাঁত বিশিষ্ট সাইড অ্যান্ড ফেইস মিলিং কাটার দ্বারা কাস্ট আয়রন কাটার জন্য প্রতি মিনিটে কাটারের ঘূর্ণন সংখ্যা ১২০ বার হলে প্রতি মিনিটে ফিডের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : চার্ট থেকে আমরা পাই,

সাইড অ্যান্ড ফেইস মিলিং কাটার দ্বারা কাস্ট আয়রন কাটতে প্রতি মিনিটে ফিডের পরিমাণ হলো ০.০৮ মি মি।

সুতরাং এখানে,

প্রতি দাঁতে ফিডের পরিমাণ, R = ০.০৮ মি মি

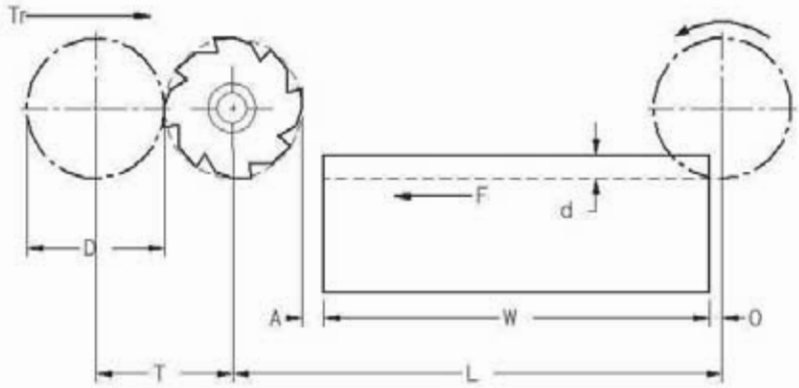
কাটারের দাঁত সংখ্যা, T = ১৪

প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা, N = ১২০ বার

∴ ফিড, F= TNR

= ১৪ × ১২০ ×০.০৮= ১৩৪.৪ = ১৩৪ মি মি /মিনিট (প্রায়) **(উত্তর)**

ডেপথ অব কাট (Depth of Cut) : মিলিং অপারেশনের ক্ষেত্রে কাটের গভীরতা বলতে মেশিনিং করার পূর্বের তল এবং একবার কাট দিয়ে মেশিনিং করার পর প্রাপ্ত তলে মধ্যকার লম্ব দূরত্বকে বোঝায়। বেশি হারের ফিডের ক্ষেত্রে বেশি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-১৪.৪ : ডেপথ অব কাট (d)

১৪.৫ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য R P M নির্বাচন পদ্ধতি

যন্ত্র প্রকৌশল কাজে ঘুরন্ত বস্তুর প্রতি মিনিটে ঘূর্ণনের হারকে R P M বলা হয়। ইহাকে সংক্ষেপে 'N' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ধরা যাক, একটি মিলিং কাটার ৭ মিনিটে ৮৪০ পাক ঘুরছে, এ ক্ষেত্রে উক্ত কাটারের R P M হবে ৮৪০ ÷ ৭ = ১২০।

কোনো কোনো সময় স্পিড শব্দটি R P M প্রকাশে ব্যবহৃত হয়। যেমন– স্পিডল স্পিড বলতে ইহা কত R P M-এ ঘুরে সেটি বোঝানো হয়। মিলিং মেশিনের স্পিড কন্ট্রোল লিভার দ্বারা R P M সেট করা হয়।

R.P.M নির্ণয়ের সূত্র হলো–

আর পি এম (R.P.M) বা $N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$

যেখানে,

CS = কাটিং স্পিড/মিনিট

D = মিলিং কাটারের ব্যাস, মি মি

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

কাটিং স্পিড কার্যবস্তুর ধাতু, মিলিং কাটারের প্রকার ও তৈরিকৃত ধাতু বিবেচনা করে চার্ট থেকে নির্ধারণ করতে হয়। এ ছাড়া সংশ্লিষ্ট বিবেচ্য বিষয়াদি পর্যালোচনা করে কাটিং স্পিড নির্বাচন করলে ভালো ও উন্নতমানের উৎপাদন পাওয়া যায় এবং মেশিন ও কাটার, আরবার, অ্যাডাপ্টার, কলেট চাক প্রভৃতির কার্যক্ষমতা দীর্ঘস্থায়ী হয়।

উদাহরণ-২ : ২০ মি মি ব্যাস বিশিষ্ট এন্ড মিল কাটারের সাহায্যে মিলিং মেশিনে মাইল্ড স্টিল ধাতু কাটতে কত আর পি এম ব্যবহার করতে হবে ?

সমাধান

চার্ট থেকে আমরা পাই, এন্ড মিল কাটারের সাহায্যে মাইল্ড স্টিল ধাতু কাটার জন্য কাটিং স্পিড ব্যবহার করতে হবে 20-30 মিটার/মিনিট।

এক্ষেত্রে আমরা CS নির্বাচন করি = 25 মিটার/মিনিট

দেওয়া আছে, কাটার ব্যাস, D = 20 মি মি

আমরা জানি, আর পি এম (R.P.M) বা $N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$

বা $N = \frac{1000 \times 25}{3.1416 \times 20} = 397.886 = 398$

উত্তর : 398 আর পি এম ব্যবহার করতে হবে।

১৪.৬ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় কাটিং ফ্লুইড নির্বাচন

মিলিং মেশিনে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনে বিভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু কাটার সময় অধিক চাপের কারণে কাটার এবং কার্যবস্তুর ঘর্ষণে প্রচণ্ড তাপের সৃষ্টি হয়। এই সৃষ্ট তাপ থেকে কার্যবস্তু ও কাটারকে রক্ষা করার জন্য এবং উত্তমরূপে মিলিং কার্য সম্পাদনের জন্য বিভিন্ন ধাতুর ভিত্তিতে কাটিং ফ্লুইড নির্বাচন করতে হয়। সাধারণভাবে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনে সল্যুবল অয়েল ব্যবহার করে উত্তম ফল পাওয়া যায়।

নিম্নে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনের জন্য কার্যবস্তুর ধাতুর ভিত্তিতে কাটিং ফ্লুইডের নাম উল্লেখ করা হলো–

ধাতুর নাম	কাটিং ফ্লুইডের নাম
অ্যালুমিনিয়াম ও ব্রোঞ্জ	সল্যুবল অয়েল, লার্ড অয়েল, মিনারেল অয়েল অথবা ড্রাই কন্ডিশন
কাস্ট আয়রন, কপার ও ব্রাস	সল্যুবল অয়েল অথবা ড্রাই কন্ডিশন
ম্যালিয়েবল কাস্ট আয়রন	সোডা ওয়াটার অথবা ড্রাই কন্ডিশন
অ্যালয় স্টিল ও মেশিন স্টিল	সল্যুবল অয়েল, লার্ড অয়েল, মিনারেল অয়েল
টুল স্টিল	সল্যুবল অয়েল, লার্ড অয়েল
মোনেল মেটাল	সল্যুবল অয়েল

১৪.৭ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি

(ক) নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য নির্দিষ্ট কাটার সেট করা উচিত।

(খ) নির্দিষ্ট কাটার আটিকানোর জন্য সুনির্দিষ্ট কাটার মাউন্টিং ডিভাইস ব্যবহার করতে হবে।

(গ) নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য প্রযোজ্য আর পি এম, ফিড ও ডেপথ অব কাট সেট করে উক্ত অপারেশন সম্পন্ন করতে হবে।

(ঘ) নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য উপযুক্ত ও নিরাপদ ওয়ার্কহোল্ডিং ডিভাইস ব্যবহার করতে হবে এবং অপারেশন শুরুর পূর্বেই নিশ্চিত হতে হবে যে কার্যবস্তু নিরাপদে ও দৃঢ়ভাবে সেট করা হয়েছে।

(ঙ) মেশিন চালু করার পূর্বে নিশ্চিত হতে হয় যে বিপদকালে কীভাবে দ্রুত মেশিন বন্ধ করা হয়।

(চ) কাজের শেষ এবং পরে উত্তমরূপে মেশিন পরিষ্কার করা ও মেশিনে তৈল প্রদান করা।

(ছ) চালু অবস্থায় মেশিনে তেল বা গ্রিজ প্রদান করা থেকে বিরত থাকা। ঘুরন্ত কাটার থেকে নিজেকে নিরাপদ দূরত্বে রাখা।
(জ) মেশিনে কাজ করার সময় টাই এবং ঢিলা পোশাক পরিহার করা।
(ঝ) মেশিন চলাকালীন সর্বদা গগলস পরিধান করা।
(ঞ) মিলিং-এর সময় ওয়ার্কপিসকে কাটার থেকে মুক্ত করে দিয়ে ডেপথ অব কাট দেওয়া।

প্রশ্নমালা-১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. মিলিং কাকে বলে ?
২. আপ মিলিং পদ্ধতি কাকে বলে ?
৩. ডাউন মিলিং পদ্ধতি কাকে বলে ?
৪. রাফ কাট কাকে বলে ?
৫. কাটিং স্পিডের একক কি ?
৬. ডেপথ অব কাট কাকে বলে ?
৭. আর পি এম নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।
৮. কাটিং ফ্লুইড কেন ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. মিলিং পদ্ধতি বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
২. আপ মিলিং পদ্ধতির সুবিধাগুলি উল্লেখ কর।
৩. ডাউন মিলিং পদ্ধতির সুবিধাগুলি উল্লেখ কর।
৪. আপ মিলিং পদ্ধতির অসুবিধাগুলি উল্লেখ কর।
৫. ডাউন মিলিং পদ্ধতির অসুবিধাগুলি উল্লেখ কর।
৬. ফিড নির্বাচন কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে ?
৭. একটি ৮ দাঁত বিশিষ্ট মিলিং কাটার প্রতি মিনিটে ১২০ বার ঘুরে। প্রতি দাঁতের জন্য ফিডের পরিমাণ ০.১২ মিলিমিটার হলে মেশিন টেবিলের ফিড প্রতি মিনিটে কত মিলিমিটার দেওয়ার প্রয়োজন হবে ?

উত্তরঃ ১১৫ মি মি/মিনিট

৮. কাটিং স্পিড ও আর পি এম এর মধ্যে সম্পর্ক উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. আপ মিলিং পদ্ধতি ও ডাউন মিলিং পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধাগুলি বর্ণনা কর।
২. আর পি এম ও ফিড নির্ধারণের সূত্র বর্ণনা কর।
৩. মিলিং মেশিনে কাজ করার সময় প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা কর।

প্রথম পত্র (ব্যবহারিক)

অধ্যায়-১

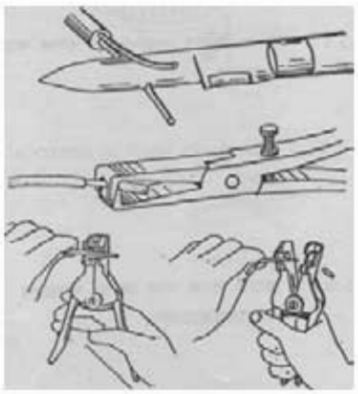
বৈদ্যুতিক সংযোগের কাজে দক্ষতা অর্জন

১.১ বৈদ্যুতিক তার জোড়া দেওয়া

বিদ্যুত প্রবাহ যাতায়াত করার জন্য দু'টি তার বা ক্যাবলের কোর বা কন্ডাক্টরকে একটি সুনির্দিষ্ট নিয়মে প্যাঁচানোকে বৈদ্যুতিক জয়েন্ট বলা হয়। একটি জয়েন্ট যান্ত্রিকভাবে এবং বৈদ্যুতিকভাবে অবশ্যই শক্তিশালী ও মজবুত হতে হবে এবং বাহ্যিকভাবে দেখতে সুন্দর ও পরিপাটি হতে হবে। কাজেই জয়েন্টকে শক্তিশালী করতে হলে–

বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবল জোড়া দেওয়ার জন্য নিচের পাঁচটি ধাপ অনুসরণ কর

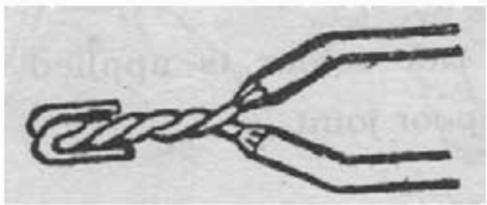
- **স্কিনিং (Skinning)** সম্পাদন কর। এক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় পরিমাপের তারের ইনসুলেশন ছুরি অথবা স্ট্রিপিং প্লায়ার দিয়ে সাবধানে কেটে ফেল। খেয়াল রাখ যেন ছুরি বা চাকু খাড়াভাবে না ধরা হয়।



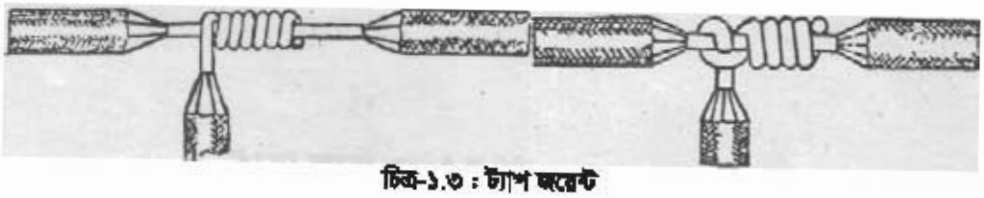
চিত্র-১.১ : বৈদ্যুতিক তার স্কিনিং করা

- **স্ক্র্যাপিং (Scraping)** সম্পাদন কর। অর্থাৎ স্কিনিং-এর পর তারের যে অংশটুকু অনাবৃত হয়ে পড়েছে, সে অংশ হতে চেঁছে তারের কোটিংকে ভোঁতা চাকু দিয়ে পরিষ্কার কর।

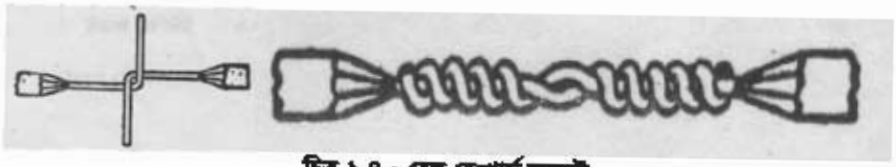
- **জয়েন্টিং বা টাইয়িং (Jointing or Tying)** সম্পাদন কর অর্থাৎ সংযোগযোগ্য দুটি অনাবৃত তারকে স্ক্র্যাপিং করার পর নিম্নে যে কোনো একটি পদ্ধতিতে জোড়া দাও।



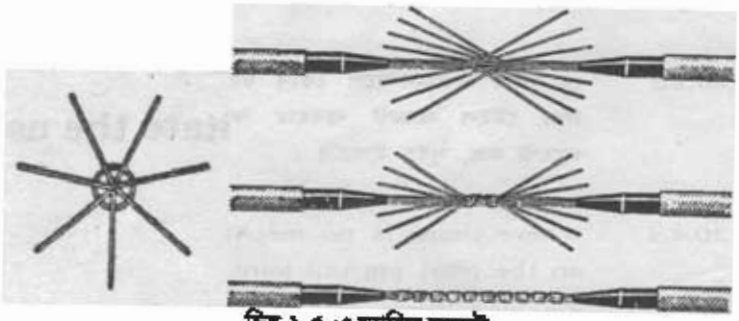
চিত্র-১.২ : পিগ টেইল জয়েন্ট



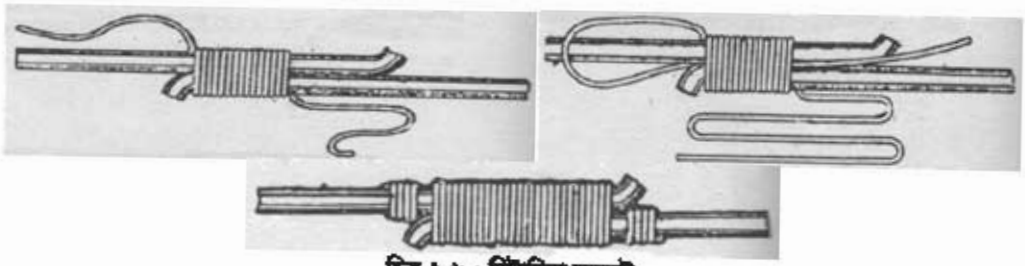
চিত্র-১.৩ : ট্যাপ জয়েন্ট



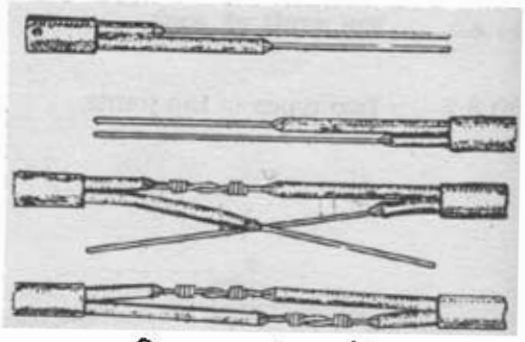
চিত্র-১.৪ : বেল হেংগার্স জয়েন্ট



চিত্র-১.৫ :: ম্যারিড জয়েন্ট



চিত্র-১.৬ : ব্রিটানিয়া জয়েন্ট



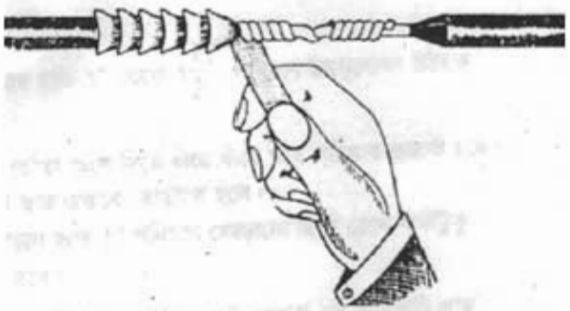
চিত্র-১.৭ : কম্প্রেস জয়েন্ট

⌗ সোল্ডারিং (Soldering)

জয়েন্ট-এর স্থলে ঝালাই দেওয়ার অর্থ হলো জয়েন্টকে যান্ত্রিক এবং বৈদ্যুতিকভাবে শক্তিশালী এবং মজবুত করা। সোল্ডারিং আয়রন বা সোল্ডারিং গানের সাহায্যে এই ঝালাই কাজ সম্পন্ন কর। প্রয়োজনে ফ্লাক্স ব্যবহার কর। সোল্ডারিং করার সময় ঠান্ডা তারের উপর গরম সোল্ডার গলাতে পারা পর্যন্ত তারকে গরম করতে হবে। ঠান্ডা তারে গরম সোল্ডার প্রয়োগ করলে দুর্বল জয়েন্ট হবে। গরম তারে সোল্ডার গলানো হলে মজবুত জয়েন্ট তৈরি হয়।

⌗ ট্যাপিং বা রি-ইনসুলেটিং (Tapping or Re-insulating)

জয়েন্ট বা সংযোগ সম্পূর্ণ হয়ে যাওয়ার পর অনাবৃত স্থান ইনসুলেটিং পদার্থ দ্বারা ঢেকে দিতে হবে। ইদানীং ইনসুলেটিং পদার্থ হিসাবে প্লাস্টিক টেপ ব্যবহৃত হয়। জয়েন্টের এক প্রান্ত হতে প্লাস্টিকের টেপ দিয়ে মোড়ানো শুরু করে অপর প্রান্তে এসে আবার বিপরীত দিকে প্যাচাতে হয় এবং প্রথম প্রান্তে এসে শেষ করতে হয়।



চিত্র-১.৮ : টেপিং প্রণালি

১.২ বৈদ্যুতিক সুইচ সংযোগ পদ্ধতি

- ☑ কিছু ফ্লেক্সিবল তার, ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার, স্ক্রু, বৈদ্যুতিক সুইচ, নিয়ন টেস্টার ও সুইচ বক্স সংগ্রহ কর।
- ☑ সুইচের কভার খোল।
- ☑ স্ক্রু দিয়ে বক্সের মধ্যে সুইচ বডিকে সেট কর।
- ☑ এখন টেস্টার দিয়ে পাওয়ার সাপ্লাই লাইনের নিউট্রাল ও ফেজ শনাক্ত কর
- ☑ মেইন সুইচ অফ কর।
- ☑ ফেইজ লাইনের সাথে সংযোগযোগ্য একটি তার এবং লোডের সাথে সংযোগযোগ্য একটি তার কেটে নিয়ে স্কিনিং ও ক্র্যাপিং কর।
- ☑ সুইচ অন করলে যে টারমিনাল সংযোগ পায় সেটির সাথে মেইন সাপ্লাই লাইনের তারটি স্ক্রু দিয়ে সংযোগ কর।
- ☑ অন্য টারমিনালের সাথে লোডের সাথে সংযোগযোগ্য তারটি স্ক্রু দিয়ে আটকাও।
- ☑ নিউট্রালের সাথে সরাসরি লোডের অপর প্রান্তটি বা টারমিনালটি স্ক্রু-এর মাধ্যমে বা টেপিং এর মাধ্যমে জোড়া দাও।

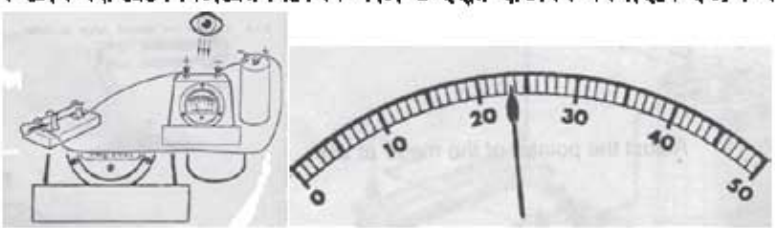
১.৩ বৈদ্যুতিক সকেট সংযোগ পদ্ধতি

⇨ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি যেমন - কিছু ফ্লেক্সিবল তার, ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার, স্ক্রু, বৈদ্যুতিক সকেট, নিয়ন টেস্টার ও সকেট বক্স সংগ্রহ কর।
⇨ সকেটের কভার খোল।
⇨ সকেট বক্সে সকেট বডি স্ক্রু-এর সাহায্যে আটকাও।
⇨ দুই টুকরা তার নিয়ে দুই দিকে স্কিনিং এবং ক্র্যাপিং কর।
⇨ দুটি তারের দুই প্রান্ত সকেটের টার্মিনালদ্বয়ের সাথে স্ক্রু-এর সাহায্যে সংযোগ কর।
⇨ মেইন লাইনের ফেজ ও নিউট্রাল শনাক্ত কর এবং লাইন বন্ধ কর।
⇨ তারদ্বয়ের অপর প্রান্তগুলির একটি ফেজের সাথে এবং অপর প্রান্ত নিউট্রালের সাথে সংযোগ কর।
⇨ অতঃপর টেপিং কর।

১.৪ AVO মিটার ব্যবহার করে কারেন্ট পরিমাপকরণ

চিত্র-১.৯ : AVO মিটার

✪ বৈদ্যুতিক বর্তনীর গঠন ও প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন বর্তনীতে ভিন্ন ভিন্ন মানের কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। উক্ত বর্তনীতে প্রবাহিত সঠিক কারেন্ট নির্ণয় করার জন্য বৈদ্যুতিক লোডের পরিমাণ অনুযায়ী AVO মিটার বাছাই কর।
✪ বর্তনীতে যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, কমপক্ষে তার দেড়গুণ রেঞ্জের মিটার বাছাই কর।
✪ মিটারের নব ঘুরিয়ে অ্যাম্পিয়ার-এর বরাবর সেট কর।
✪ মিটারের টার্মিনাল শনাক্ত কর।
✪ বৈদ্যুতিক লোডের পরিমাণ অনুযায়ী পরবর্তী উচ্চ রেঞ্জের টার্মিনাল শনাক্ত কর।
✪ সরবরাহ লাইন যদি ডিসি হয় তবে টার্মিনালে পার্শ্বে (+) পজিটিভ চিহ্ন এবং (-) নেগেটিভ চিহ্ন লেখা থাকবে। সে অনুযায়ী সরবরাহ লাইন সংযোগ কর।
✪ এসির ক্ষেত্রে সরবরাহ লাইনের যে কোনো টার্মিনালের সাথে সংযোগ কর।
✪ সরবরাহ লাইনের সাথে মিটার ও লোড সিরিজে সংযোগ কর।
✪ মিটারের নির্দেশক কাঁটা শূন্য মানে স্থাপন কর।
✪ মিটারের ডায়ালের উপর দৃষ্টি রেখে সাবধানে সুইচ অন কর।
✪ মিটারের নির্দেশক কাঁটা স্থিতিশীল না হওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা কর।
✪ এক চোখ বন্ধ রেখে মিটারের নির্দেশক কাঁটা ও ইহার প্রতিবিম্ব সমলাইনে প্রত্যক্ষ করে পাঠ লও।



চিত্র-১.১০ : AVO মিটার রিডিং (কারেন্ট)

১.৫ AVO মিটার ব্যবহার করে ভোল্টেজ পরিমাপকরণ

- বৈদ্যুতিক বর্তনীর গঠন ও প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন বর্তনীতে ভিন্ন ভিন্ন মানের কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। উক্ত বর্তনীর ভোল্টেজ নির্ণয় করার জন্য বৈদ্যুতিক লোডের পরিমাণ অনুযায়ী AVO মিটার বাছাই কর।
- বর্তনীতে যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, কমপক্ষে তার দেড় গুণ রেঞ্জের মিটার বাছাই কর।
- মিটারের নব ঘুরিয়ে ভোল্ট-এর বরাবর সেট কর।
- মিটারের টার্মিনাল শনাক্ত কর।
- বৈদ্যুতিক লোডের পরিমাণ অনুযায়ী পরবর্তী উচ্চ রেঞ্জের টার্মিনাল শনাক্ত কর।
- সরবরাহ লাইন যদি ডিসি হয় তবে টার্মিনালের পার্শ্বে (+) পজিটিভ চিহ্ন এবং (-) নেগেটিভ চিহ্ন লেখা থাকবে। সে অনুযায়ী সরবরাহ লাইন সংযোগ কর।
- এসির ক্ষেত্রে সরবরাহ লাইনের যে কোনো টার্মিনালের সাথে সংযোগ কর।
- সরবরাহ লাইনের সাথে মিটার ও লোড প্যারালালে সংযোগ কর।
- মিটারের নির্দেশক কাঁটা শূন্য মানে স্থাপন কর।
- মিটারের ডায়ালের উপর দৃষ্টি রেখে সাবধানে সুইচ অন কর।
- মিটারের নির্দেশক কাঁটা স্থিতিশীল না হওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা কর।
- এক চোখ বন্ধ রেখে মিটারের নির্দেশক কাঁটা ও ইহার প্রতিবিম্ব সমলাইনে প্রত্যক্ষ করে পাঠ লও।

১.৬ মোটরের বৈদ্যুতিক সংযোগ পরীক্ষাকরণ

এসি মোটরের ক্ষেত্রে

- মেইন সুইচের সংযোগ যথাযথ আছে কি না পরীক্ষা কর।
- ফেজ, নিউট্রাল ও আর্থের সংযোগ যথাযথ আছে কি না যাচাই কর।
- মোটরের স্টার্টারের সংযোগ ঠিক আছে কি না পরীক্ষা কর ।
- মোটরের ক্যাপাসিটরের সংযোগ যথাযথ আছে কি না যাচাই কর ।
- মোটরের ফেজ টু ফেজ, নিউট্রাল টু নিউট্রাল এবং আর্থ টু আর্থ এ সংযোগ সতর্কতার সাথে পরীক্ষা কর

ডিসি মোটরের ক্ষেত্রে

- মোটরের ফেজ ও নিউট্রাল এর সংযোগ পরীক্ষা কর ।
- মোটরের ক্যাপাসিটরের সংযোগ পরীক্ষা কর ।
- মেইন সুইচের সংযোগ পরীক্ষা কর ।
- স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষা কর ।

১.৭ ম্যাগনেটিক স্টার্টারের বৈদ্যুতিক সংযোগ পরীক্ষাকরণ

- স্টার্টারের ফেজ, নিউট্রাল ও আর্থের পয়েন্ট নির্দিষ্ট কর ।
- সংযোগ স্টার টু ডেল্টা না ডেল্টা টু স্টার তা পরীক্ষা কর ।
- ম্যাগনেটের কয়েল ওয়্যান্ডিং ঠিক আছে কি না পরীক্ষা কর ।

অধ্যায়-২

লেদ মেশিনে সেন্টার ড্রিলের সাহায্যে ড্রিল করার দক্ষতা অর্জন

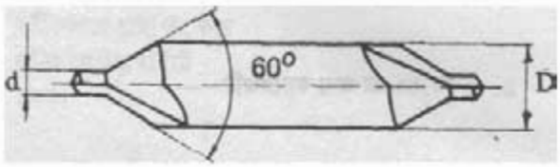
২.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

১) সেন্টার লেদ মেশিন
২) লেদ চাক ও চাক-কি
৩) সেন্টার ড্রিল বিট
৪) ড্রিল চাক ও চাক-কি
৫) মেশিন ব্রাশ
৬) সেন্টার পাঞ্চ
৭) হ্যামার
৮) অ্যানভিল

২.২ সেন্টার ড্রিল নির্বাচন ঃ

সেন্টার ড্রিল নির্বাচন করতে বিবেচনা কর :

১) ওয়ার্কপিসের ব্যাস
২) ওয়ার্কপিসের ওজন
৩) ওয়ার্কপিসের উপর কাটিং ফোর্স
৪) সেন্টার ড্রিলের প্রকার
৫) ওয়ার্কিং ড্রয়িং-এর নির্দেশ

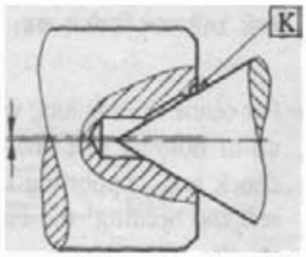


চিত্র-২.১ : সেন্টার ড্রিল

৬) প্রদত্ত চার্ট হতে সঠিক সাইজের সেন্টার ড্রিল নির্বাচন কর

সাইজ নং	প্লেইন টাইপ		সাইজ নং	বেল টাইপ	
	বডির ব্যাস (D ইঞ্চি)	ড্রিলের ব্যাস (d ইঞ্চি)		বডির ব্যাস (D ইঞ্চি)	ড্রিলের ব্যাস (d ইঞ্চি)
০০	১/৮	০.০২৫	১১	১/৮	৩/৬৪
০	১/৮	১/৩২	১২	৩/১৬	১/১৬
১	১/৮	৩/৬৪	১৩	১/৪	৩/৩২
২	৩/১৬	৫/৬৪	১৪	৫/১৬	৭/৬৪
৩	১/৪	৭/৬৪	১৫	৭/১৬	৫/৩২
৪	৫/১৬	১/৮	১৬	১/২	৩/১৬
৫	৭/১৬	৩/১৬	১৭	৫/৮	৭/৩২
৬	১/২	৭/৩২	১৮	৩/৪	১/৪
৭	৫/৮	১/৪			
৮	৩/৪	৫/১৬			

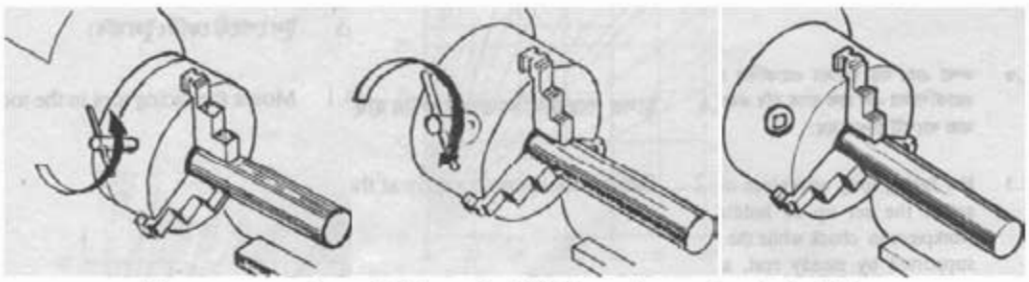
৭) সাধারণ কাজের জন্য প্লেইন টাইপ সেন্টার ড্রিল ব্যবহার কর এবং কাউন্টার সিংকে গাইড হোলের বিলীন হওয়া এড়ানোর জন্য (K দ্বারা চিহ্নিত) বেল টাইপ সেন্টার ড্রিল ব্যবহার কর।



চিত্র-২.২ : বেল টাইপ সেন্টার ড্রিল চিহ্নিতকরণ।

২.৩ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে লেদ-চাকে বাঁধা

- মেশিনে কাজ শুরু করার পূর্বে মেশিন পরিষ্কার কর।
- মেশিনের প্রয়োজনীয় স্থানে অয়েল ক্যান দিয়ে লুব্রিকেটিং অয়েল দাও।
- লেদ-চাকে কি পরাও।
- 'অ' ফাঁক করতে চাক-কি বাম পাকে ঘুরাও।
- চাকের মধ্যে ওয়ার্কপিস ঢুকাও।
- চাক-কি ডান পাকে ঘুরিয়ে চাকের 'অ' টাইট দাও।

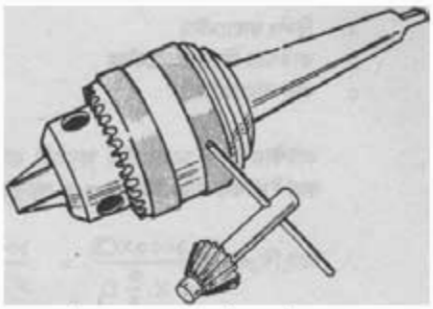


চিত্র-২.৩ : লেদ চাকে ওয়ার্কপিস ঢুকানো, টাইট দেওয়া ও দৃঢ়ভাবে বাঁধার পদ্ধতি।

- চাক-কি অপসারণ কর এবং নিরাপদ স্থানে রাখ।

২.৪ ড্রিল চাকে সেন্টার ড্রিল সঠিকভাবে আটকানো

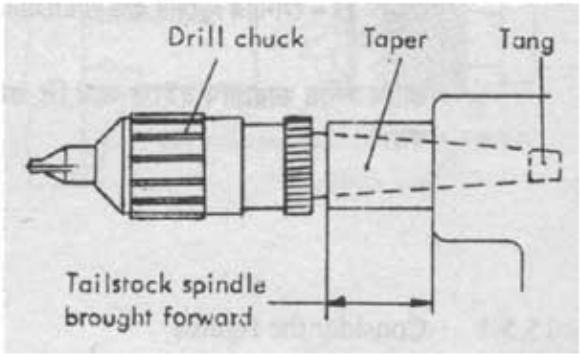
- চাক কিসহ ড্রিল চাক লও।



চিত্র-২.৪ : চাক কিসহ ড্রিল চাক

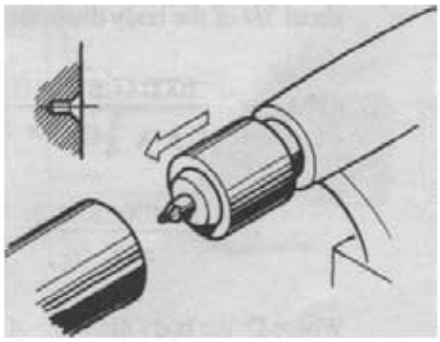
- ড্রিল চাকে সেন্টার ড্রিল বাঁধ।

- টেইলস্টক স্পিন্ডলের ছিদ্র এবং ড্রিল চাকের শ্যাংক পরিষ্কার কর।
- টেইলস্টক স্পিন্ডলে ড্রিল চাক সেট কর।
- টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল ঘুরিয়ে টেইলস্টক স্পিন্ডলকে প্রায় ২০ মি মি বাহিরে আন।



চিত্র-২.৫ : ড্রিল চাক টেইলস্টকে সেটকরণ।

- ওয়ার্কপিস এবং সেন্টার ড্রিলের মাঝে প্রায় ৫ মি মি ফাঁক রেখে টেইলস্টক গুয়ের উপর লক কর।

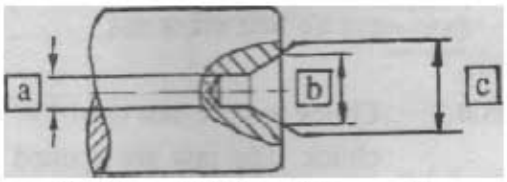


চিত্র-২.৬। টেইলস্টক লক করণ।

২.৫ কাটিং ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটকরণ

❖ চিত্র হতে নিম্নে বিষয়গুলো বিবেচনা কর

- ড্রিলিং ডায়ামিটার (a)
- কাউন্টার সিংক ডায়ামিটার (b)
- বডি ডায়ামিটার (c)

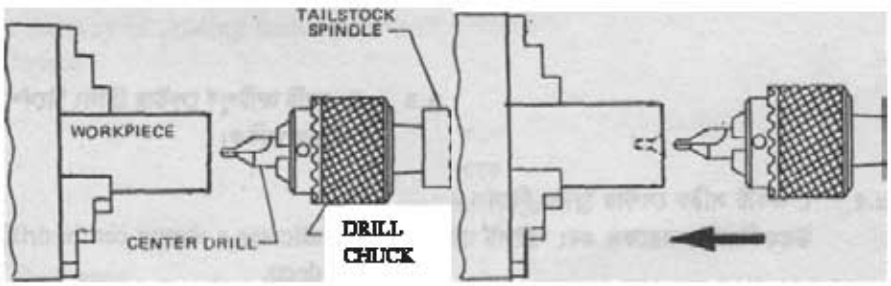


চিত্র-২.৭ : সেন্টার ড্রিলের নোমেনক্লেচার।

- কাউন্টার সিংকে ডায়ামিটার বডি ডায়ামিটারের $\frac{3}{4}$ গুণ ধর।
- কাউন্টার সিংকে ডায়ামিটার অনুযায়ী চার্ট হতে কাটিং স্পিড (CS) নির্বাচন কর।
- আর পি এম (R.P.M) বা $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times \frac{3}{4} \times D}$ সূত্রটি ব্যবহার করে আর পি এম-এর মান বের কর (যেখানে D = সেন্টার ড্রিলের বডি ডায়ামিটার)।
- কাটিং স্পিড ডায়াগ্রাম হতে আর পি এম-এর মান পছন্দ কর।

২.৬ নিরাপদে ও সঠিকভাবে সেন্টার ড্রিলিং সম্পন্নকরণ

- ☑ সামান্য বাইরে রেখে সেন্টার ড্রিলসহ ড্রিল-চাককে টেইলস্টকের স্পিন্ডলে স্থাপন কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস এবং সেন্টার ড্রিলের মাঝে প্রায় ৫ মি মি ফাঁক রেখে টেইলস্টককে ওয়েের উপর লক কর।
- ☑ টেইলস্টক স্পিন্ডল আনলক কর।
- ☑ সেন্টার লেদ মেশিন চালু কর।
- ☑ টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল ঘুরিয়ে সেন্টার ড্রিল অগ্রসর করাও।
- ☑ ওয়ার্কপিসের মধ্যে সেন্টার ড্রিলকে ধীরে ধীরে প্রবেশ করাও।
- ☑ চোখে দেখে সেন্টার ড্রিলিং-এর গভীরতা নিরীক্ষণ কর।



চিত্র-২.৮ : সেন্টার ড্রিলিং সম্পন্নকরণ।

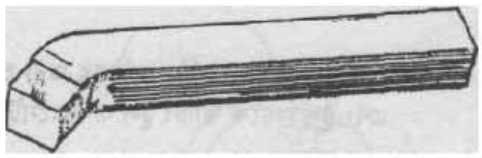
অধ্যায়-৩
লেদ মেশিনে ফেসিং করার দক্ষতা অর্জন

৩.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন

১. সেন্টার লেদ মেশিন
২. লেদ চাক ও চাক-কি
৩. এলেন-কি
৪. সারফেস গেজ
৫. অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৬. মেশিন ব্রাশ
৭. অয়েল ক্যান

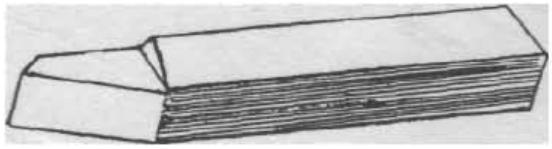
৩.২ ফেসিং টুল নির্বাচন

- ফেসিং টুল নির্ধারণ কর। ফেসিং টুল নির্বাচন করতে বিবেচনা কর :
  ১) ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল
  ২) ওয়ার্কপিস ম্যাটারিয়ালের বৈশিষ্ট্য
  ৩) টুল ম্যাটারিয়াল
  ৪) ফেসিং টুলের প্রকার
- হেন্ডি ফেসিং-এর জন্য ডানহান্ডি বেন্ট রাফিং টুল লও কারণ ইহা ডান দিক হতে বাম দিকে কাটে।



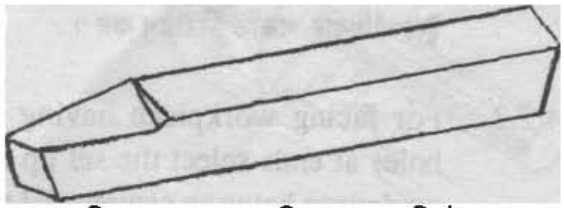
চিত্র-৩.১ : ডানহান্ডি বেন্ট রাফিং ফেসিং টুল

- সাধারণ ডানহান্ডি ফেসিং-এর জন্য ডানহান্ডি ফেসিং টুল লও কারণ ইহা ডান দিক হতে বাম দিকে কাটে।



চিত্র-৩.২(ক) : ডানহান্ডি সাধারণ ফেসিং টুল

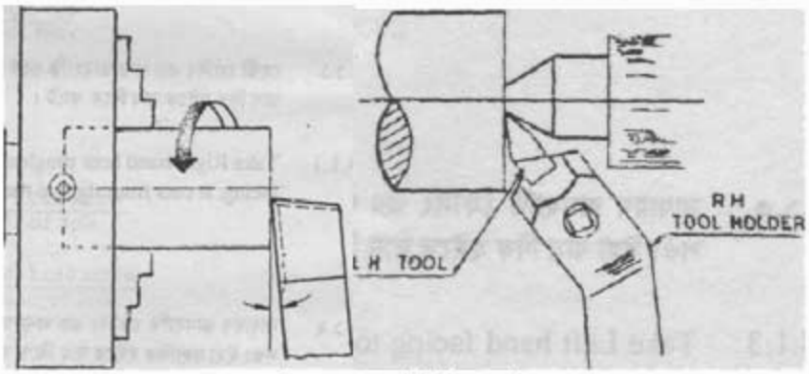
- সাধারণ বামহান্ডি ফেসিং-এর জন্য বামহান্ডি ফেসিং টুল লও কারণ ইহা বাম দিক হতে ডান দিকে কাটে।



চিত্র-৩.২(খ) : বামহান্ডি সাধারণ ফেসিং টুল

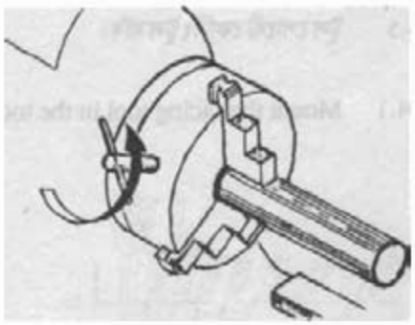
৩.৩ ফেসিং সেটআপ নির্বাচন ও ওয়ার্কপিস চাকে বাঁধা

- মেশিনিং কাজের জন্য ওয়ার্কপিস এবং কাটিং টুল বাঁধার পদ্ধতি হলো মেশিনিং সেটআপ। ফেসিং-এর জন্য সেটআপ নির্বাচন করতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি বিবেচনা কর–
  - ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য
  - ওয়ার্কপিসের ব্যাস
  - ওয়ার্কপিসের উভয় প্রান্তে সেন্টার ড্রিল করা গর্ত
- খাটো ওয়ার্কপিস ফেসিং করার জন্য চাকে ওয়ার্কপিস বাঁধ এবং টুল পোস্টে কাটিং টুল বাঁধার সেটআপ নির্বাচন কর।
- উভয় প্রান্তে সেন্টার ড্রিল করা ওয়ার্কপিস ফেসিং করার জন্য উভয় সেন্টারের মাঝে ওয়ার্কপিস ও টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধার পদ্ধতি নির্ধারণ কর।



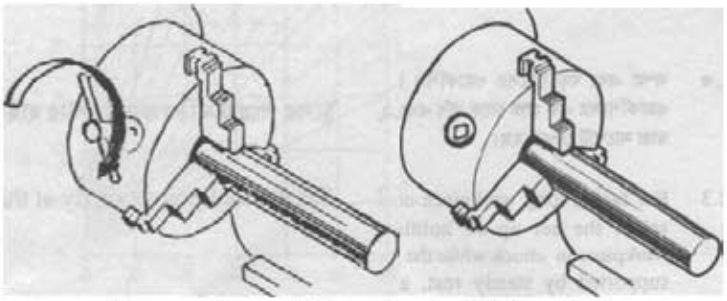
চিত্র-৩.৩ : ফেসিং টুল সেটিং

- মেশিনে কাজ শুরু করার পূর্বে মেশিন পরিষ্কার কর।
- মেশিনের প্রয়োজনীয় স্থানে অয়েল ক্যান দিয়ে লুব্রিকেটিং অয়েল দাও।
- লেদ-চাকে কি পরাও।
- 'জ' ফাঁক করতে চাক-কি বাম পাকে ঘুরাও।
- চাকের মধ্যে ওয়ার্কপিস ঢুকাও।



চিত্র-৩.৪ : চাকে ওয়ার্কপিস ঢুকানোর পদ্ধতি।

- চাক-কি ডান পাকে ঘুরিয়ে চাকের 'জ' টাইট দাও।
- চাক-কি অপসারণ কর এবং নিরাপদ স্থানে রাখ।

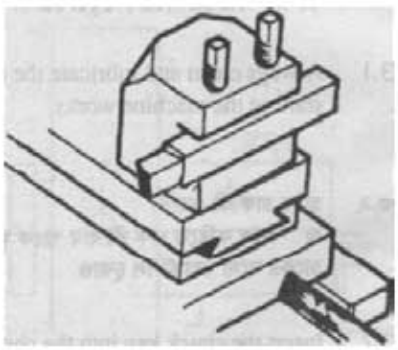


চিত্র-৩.৫ : চাকে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টাইট করে বাঁধা।

- লম্বা এবং বড় ব্যাসের ওয়ার্কপিস ফেসিং করার জন্য ওয়ার্কপিসের এক প্রান্ত চাকে বাঁধ এবং মুক্ত প্রান্ত স্টেডিরেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দাও।

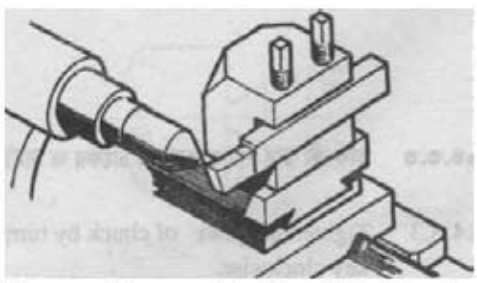
৩.৪ ফেসিং টুল সেটকরণ

- টুল পোস্টে ফেসিং টুল বাঁধ।



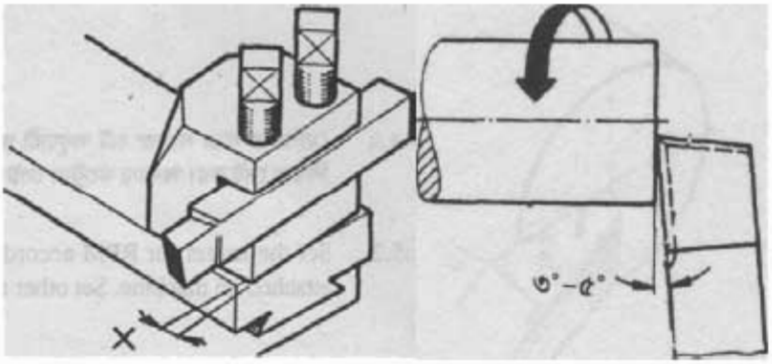
চিত্র-৩.৬ : টুলপোস্টে ফেসিং টুলবাঁধা।

- টুলের পয়েন্ট সঠিকভাবে সেন্টার হাইটে সেট কর।



চিত্র-৩.৭ : টুলের পয়েন্ট সেন্টার হাইটে সেট করা।

- ওয়ার্কপিসের প্রান্তের সাথে প্রায় ৩° – ৫° এন্টারিং অ্যাঙ্গেলে টুল পোস্ট সেট কর।



চিত্র-৩.৮ : সঠিক এন্টারিং অ্যাঙ্গেলে টুল পোস্ট সেটকরণ।

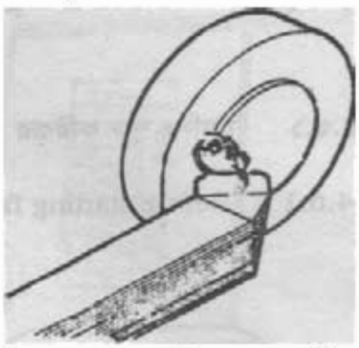
৩.৫ কাটিং ডাটা নির্ধারণ ও মেশিন সেটকরণ

- $RPM = \frac{1500 \times CS}{\pi \times D}$ সূত্রটি ব্যবহার করে আর পি এম-এর মান বাহির কর। রাফিং কাটের জন্য ০.৩ – ০.৭ মি মি ফিড ব্যবহার ও ফিনিশিং কাটের জন্য ০.১ – ০.৩ মি মি ফিড ব্যবহার কর। রাফিং কাটের জন্য ২ – ৫ মি মি ডেপথ অব কাট ও ফিনিশিং কাটের জন্য ০.৭ – ১ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার কর।

- মেশিনের গায়ে সংযুক্ত চার্ট অনুযায়ী আর পি এম-এর জন্য লিভার সেট কর। অন্যান্য কন্ট্রোল সেট কর।
- মেশিনের গায়ে সংযুক্ত ফিড চার্ট অনুযায়ী নরটন ব্র্যাকেট লিভার সেট কর।
- অটোমেটিক ফিডের জন্য লিভার সেট কর।

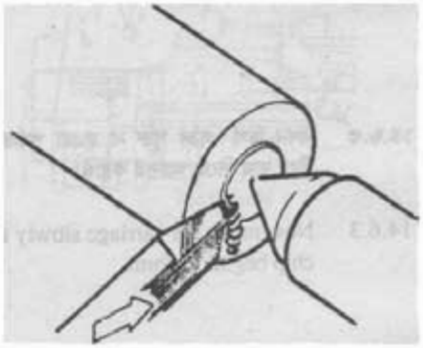
৩.৬ ফেসিং সম্পন্নকরণ

- ☑ ফেসিং শুরু করার পূর্বে গলদস পরিষ্কার কর।
- ☑ টুলের পয়েন্ট ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র বরাবর আন।
- ☑ এখন চিপ গঠন শুরু না হওয়া পর্যন্ত ক্যারেজকে ধীরে ধীরে বাম দিকে অগ্রসর করাও।
- ☑ বড় ব্যাসের জন্য অটোমেটিক ক্রস ফিড ব্যবহার কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র অভিমুখে কাট দেওয়ার সময় রাফিং কাট ব্যবহার কর।



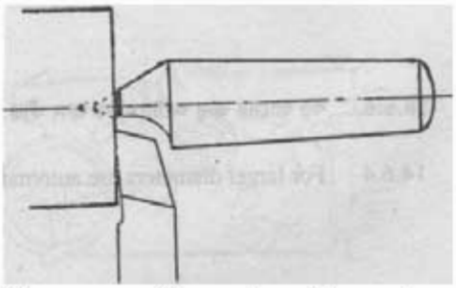
চিত্র-৩.৯ : কেন্দ্র অভিমুখে রাফ ফেসিং।

☑ ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র হতে পরিধির দিকে কাট দেওয়ার সময় ফিনিশিং কাট ব্যবহার কর।



চিত্র-৩.১০ : কেন্দ্র হতে বাইরের দিকে ফিনিশিং ফেসিং।

☑ দীর্ঘ এবং বড় ব্যাসের ওয়ার্কপিসকে উভয় সেন্টারের মাঝে ফেসিং করতে হাফ সেন্টার ব্যবহার কর।



চিত্র-৩.১১ : ফেসিং-এ হাফ সেন্টার ব্যবহার।

৩.৭ ফেসিং-এর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি

- ⌗ সেফটি ড্রেস পরিধান করা।
- ⌗ সেফটি গগলস পরিধান করা।
- ⌗ জব ভালোভাবে টাইট দেওয়া।
- ⌗ টুল হোল্ডারে ভালোভাবে আটকানো।
- ⌗ কাজের পূর্বে টুল এবং এর কাটিং পয়েন্ট পরীক্ষা করা।
- ⌗ কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা।
- ⌗ কাজের সঠিক পদ্ধতি অনুসরণ করা।
- ⌗ প্রয়োজনে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে জেনে নেওয়া।
- ⌗ চাক কি কখনো লাগিয়ে না রাখা।
- ⌗ প্রয়োজনীয় আর পি এম এবং ফিড ব্যবহার করা।
- ⌗ ধারবিহীন টুল ব্যবহার না করা।
- ⌗ ফেসিং এর জন্য ফেসিং টুল ব্যতীত অন্য টুল ব্যবহার না করা।

অধ্যায়-৪

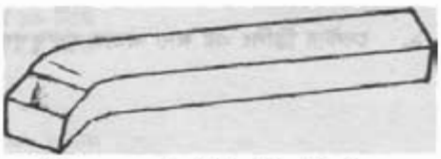
লেদ মেশিনে টার্নিং করার দক্ষতা অর্জন

৪.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন

১. সেন্টার লেদ মেশিন
২. লেদ চাক ও চাক-কি
৩. ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৪. আউটসাইড ক্যালিপার
৫. এলেন-কি
৬. সারফেস গেজ
৭. অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৮. মেশিন ব্রাশ
৯. অয়েল ক্যান

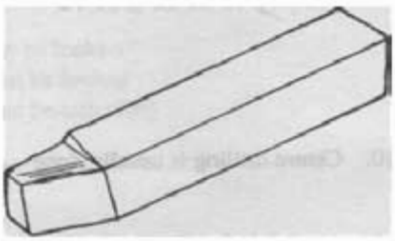
৪.২ স্ট্রেইট টার্নিং টুল নির্বাচন

- স্ট্রেইট টার্নিং টুল নির্বাচন করতে বিবেচনা কর–
  - ওয়ার্কপিস ম্যাটারিয়াল
  - ওয়ার্কপিস ম্যাটারিয়ালের কাঠিন্য
  - টুল ম্যাটারিয়াল
  - স্ট্রেইট টার্নিং টুলের প্রকার
- ডানহাতি হেভি রাফিং কাটের জন্য ডানহাতি বেন্ট রাফিং টুল লও। এটি ডান দিক হতে বাম দিকে কাটে।



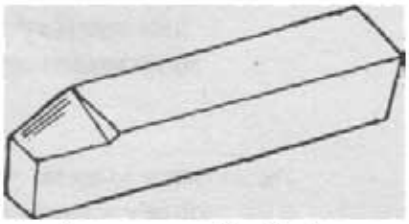
চিত্র-৪.১ : ডানহাতি বেন্ট রাফিং টুল।

- ডানহাতি সাধারণ রাফিং কাটের জন্য ডানহাতি রাফিং টুল লও। এটি ডান দিক হতে বাম দিকে কাটে।



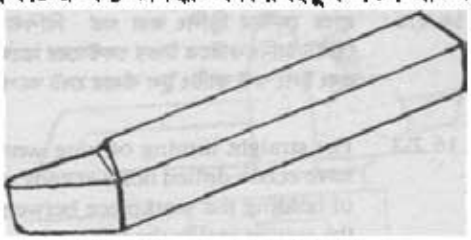
চিত্র-৪.২ : ডানহাতি রাফিং টুল।

- বামহাতি সাধারণ কাটের জন্য বামহাতি রাফিং টুল লও। এটি বাম দিক হতে ডান দিকে কাটে।



চিত্র-৪.৩ : বামহাতি রাফিং টুল।

- ডানহাতি ফিনিশিং কাটের জন্য ডানহাতি ফিনিশিং টুল লও। এটি ডান দিক হতে বাম দিকে কাটে।

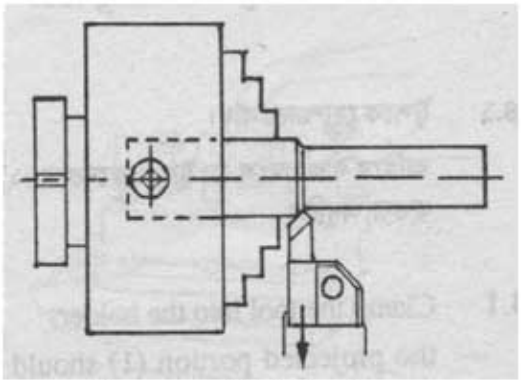


চিত্র-৪.৪ : ডানহাতি ফিনিশিং টুল।

৪.৩ স্ট্রেইট টার্নিং সেটআপ নির্বাচন

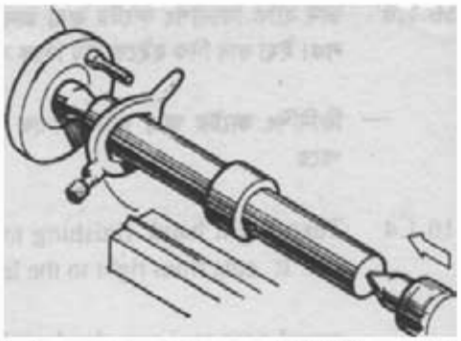
১. মেশিনিং প্রক্রিয়ার জন্য সেটআপ হলো ওয়ার্কপিস এবং কাটিং টুল বাঁধার পদ্ধতি। স্ট্রেইট টার্নিং-এর জন্য সেটআপ নির্বাচন করতে নিম্নের বিষয়গুলি বিবেচনা কর–
   - ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য
   - ওয়ার্কপিসের প্রান্তে সেন্টার ড্রিলিং করা গর্ত
   - ওয়ার্কপিসের ডায়ামিটার

২. খাটো ওয়ার্কপিস স্ট্রেইট টার্নিং করতে চাকে ওয়ার্কপিস বাঁধা এবং টুল পোস্টে কাটিং টুল বাঁধার সেট আপ নির্বাচন কর।



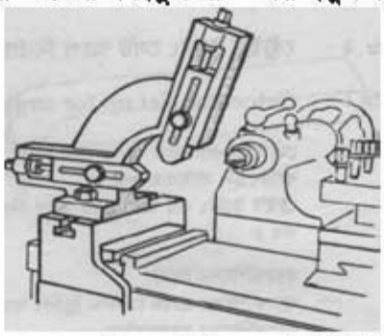
চিত্র-৪.৫ : স্ট্রেইট টার্নিং সেটআপ।

৩. প্রান্তে সেন্টার ড্রিলিং করা গর্ত বিশিষ্ট লম্বা ওয়ার্কপিস স্ট্রেইট টার্নিং করতে উভয় সেন্টারের মাঝে ওয়ার্কপিস বাঁধ এবং টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধার সেট আপ নির্বাচন কর।



চিত্র-৪.৬ । দীর্ঘ ওয়ার্কপিসের স্ট্রেইট টার্নিং সেটআপ।

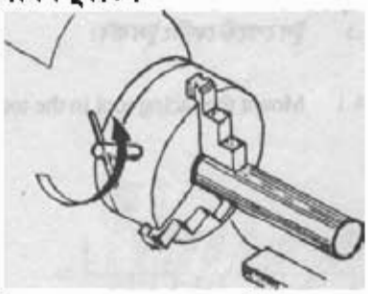
৪. সরু ও নলাকার ওয়ার্কপিস স্ট্রেইট টার্নিং করতে চাকে ওয়ার্কপিস বাঁধ এবং ডেডসেন্টার ও ফলোয়ার রেস্ট দ্বারা ওয়ার্কপিস সাপোর্ট দেওয়া এবং টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধার সেটআপ নির্বাচন কর।



চিত্র-৪.৭ । সরু ও নলাকার ওয়ার্কপিসের স্ট্রেইট টার্নিং সেট আপ।

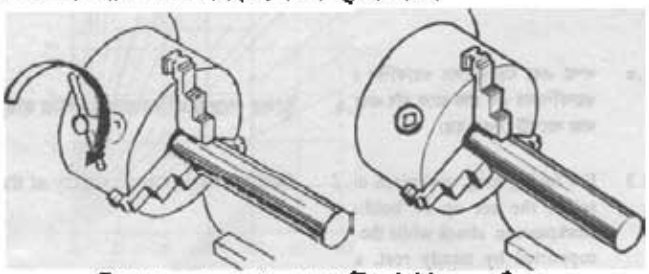
৪.৪ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস লেদ-চাকে বাঁধা

- মেশিনে কাজ শুরু করার পূর্বে মেশিন পরিষ্কার কর।
- মেশিনের প্রয়োজনীয় স্থানে অয়েল ক্যান দিয়ে লুব্রিকেটিং অয়েল দাও।
- লেদ-চাকে কি পরাও।
- 'জ' কাঁক করতে চাক-কি বাম পাকে ঘুরাও।
- চাকের মধ্যে ওয়ার্কপিস ঢুকাও।



চিত্র-৪.৮ : লেদ চাকে ওয়ার্কপিস ঢুকানো।

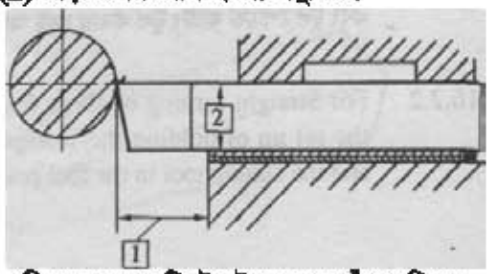
- চাক-কি ডান পাকে ঘুরিয়ে চাকের 'জ' টাইট দাও।
- চাক-কি অপসারণ কর এবং নিরাপদ স্থানে রাখ।



চিত্র-৪.৯ : লেদ চাকে ওয়ার্কপিস টাইট করে বাঁধা।

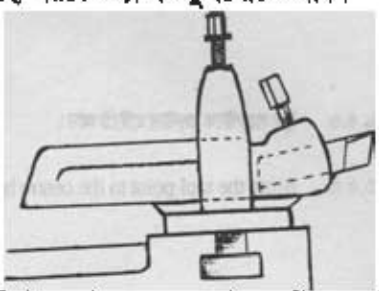
৪.৫ স্ট্রেইট টার্নিং টুল সেটকরণ

- কাটিং টুলকে টুলহোল্ডারে বাঁধ। টুল বাঁধার সময় লক্ষ কর যে, বাইরে থাকা অংশ (1) টুল থিকনেসের (2) দেড় গুণের বেশি হওয়া অনুচিত।



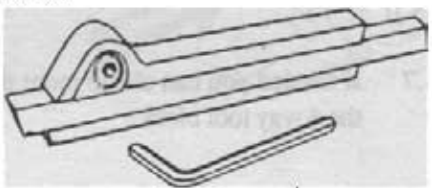
চিত্র-৪.১০ : কাটিং টুল টুলহোল্ডারে বাঁধার নিয়ম।

- কাটিং টুলসহ টুলহোল্ডারকে স্ট্যান্ডার্ড টুলপোস্টে বাঁধ।



চিত্র-৪.১১ : কাটিং টুলসহ টুলহোল্ডারকে স্ট্যান্ডার্ড টুলপোস্টে বাঁধার নিয়ম।

- টুলহোল্ডারে টুল বাঁধ।

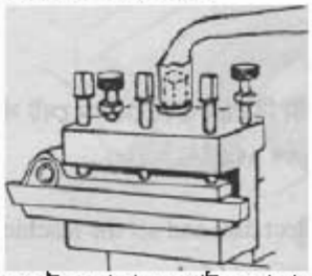


চিত্র-৪.১২ : টুলহোল্ডারে টুল বাঁধার নিয়ম।

◈ টুলপোস্টে সাইড হোল্ডার বাঁধ।

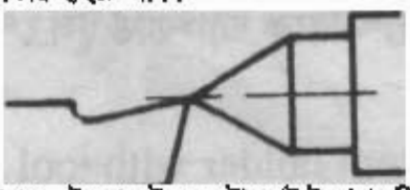
চিত্র-৪.১৩ । টুলপোস্টে সাইড হোল্ডার বাঁধার নিয়ম।

◈ টুলসহ টুলহোল্ডারকে সাইড হোল্ডারে বাঁধ।



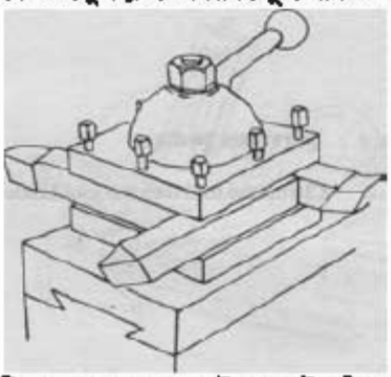
চিত্র-৪.১৪ : টুলসহ টুল হোল্ডারকে সাইড হোল্ডারে বাঁধার নিয়ম।

◈ টুল পয়েন্টকে সেন্টার হাইটে আন।



চিত্র-৪.১৫ : টুল পয়েন্টকে সেন্টার হাইটে আনার নিয়ম।

◈ প্রয়োজন হলে ফোর-ওয়ে টুল ব্লকে একাধিক টুল বাঁধতে পার।



চিত্র-৪.১৬ : ফোর-ওয়ে টুল ব্লকে টুল বাঁধা।

- টুল বিটকে সরাসরি সাইড হোল্ডারে বাঁধতে টুলের নিচে শিমস (Shims) ব্যবহার কর।

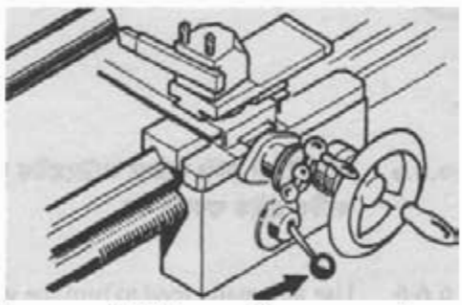
৪.৬ কাটিং ডাটা নির্ধারণ ও মেশিন সেটকরণ

- $RPM = \frac{1500 \times CS}{\pi \times D}$ সূত্রটি ব্যবহার করে আর পি এম-এর মান বাহাই কর। রাফিং কাটের জন্য ০.৩ – ০.৭ মি মি ফিড ব্যবহার ও ফিনিশিং কাটের জন্য ০.১ – ০.৩ মি মি ফিড ব্যবহার কর। রাফিং কাটের জন্য ২ – ৫ মি মি ডেপথ অব কাট ও ফিনিশিং কাটের জন্য ০.৭ – ১ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার কর।

- মেশিনের গায়ে সংযুক্ত চার্ট অনুযায়ী আর পি এম-এর জন্য লিভার সেট কর। অন্যান্য কন্ট্রোল সেট কর।
- মেশিনের গায়ে সংযুক্ত ফিড চার্ট অনুযায়ী নরটন ব্র্যাকেট লিভার সেট কর।
- অটোমেটিক ফিডের জন্য লিভার সেট কর।

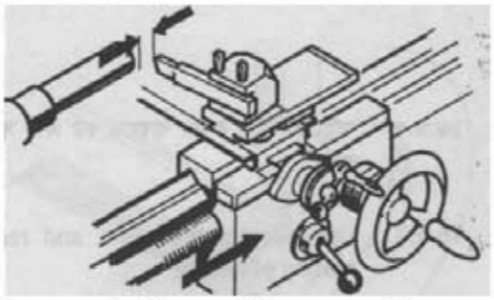
৪.৭ স্ট্রেইট টার্নিং সম্পাদনকরণ

- ☑ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ লেদ মেশিন চালু কর। ওয়ার্কপিসকে স্পর্শ না করা পর্যন্ত ক্রস স্লাইডের হ্যান্ডল ঘুরিয়ে টুলকে অগ্রসর করাও।



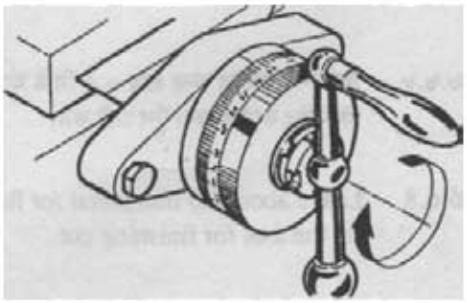
চিত্র-৪.১৭ : টুলবিটকে ওয়ার্কপিসের সংস্পর্শে আনা।

- ☑ টুলকে ওয়ার্কপিস হতে মুক্ত করতে ক্যারেজকে টেইল স্টকের দিকে অগ্রসর করাও।



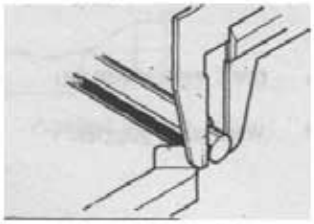
চিত্র-৪.১৮ : টুলবিটকে ওয়ার্কপিসের হতে সরিয়ে নেওয়া।

- ☑ ক্রস ফিড হ্যান্ডল ঘুরিয়ে ডেপথ অব কাট দাও।



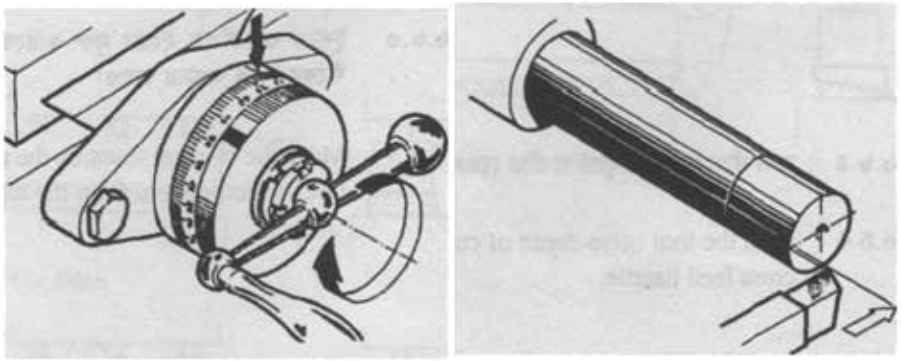
চিত্র-৪.১৯ : প্রাথমিক ডেপথ অব কাট দেওয়া।

☑ জবের দৈর্ঘ্য বরাবর হ্যান্ড ফিডের সাহায্যে ৫ মি মি দীর্ঘ পরীক্ষামূলক কাট দাও।



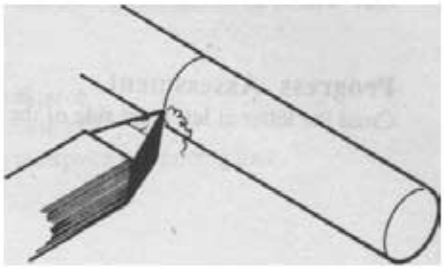
চিত্র-৪.২০ । প্রাথমিক কাট দেওয়া।

☑ সঠিক দৈর্ঘ্য টার্নিং করতে অটোমেটিক ফিড ব্যবহার কর এবং কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
☑ মাইক্রোমিটার কলার ব্যবহার কর এবং সর্বশেষ পাঠ মনে রাখ।



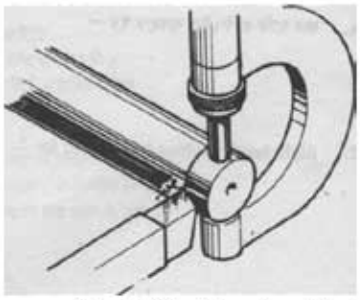
চিত্র-৪.২১ : অটো ফিট দিয়ে রাফিং টার্নিং

☑ ফিনিশিং কাটের জন্য প্রায় ০.৫ মি মি ম্যাটেরিয়াল রাখ এবং ফিনিশিং কাটের জন্য টুল সেট কর।
☑ মাইক্রোমিটার কলার সমন্বয় কর। এবং পাতলা একটা কাট দাও।



চিত্র-৪.২২ : অটো ফিট দিয়ে ফিনিশিং টার্নিং

☑ মাইক্রোমিটারের সাহায্যে ব্যাস পরীক্ষা কর এবং ওয়ার্কপিসকে সঠিক ব্যাসে টার্নিং করতে ডেপথ অব কাট হিসাব কর।



চিত্র-৪.২৩। মাইক্রোমিটার দিয়ে ব্যাস পরীক্ষাকরণ।

☑ সর্বশেষ কাটের জন্য অটোমেটিক ফিড ব্যবহার কর।

৪.৮ স্ট্রেইট টার্নিং-এর সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ

☑ জব সেট করার পর ৫ মি মি দৈর্ঘ্য হ্যান্ড ফিডের সাহায্যে একটি কাট দেওয়ার পর লেদ থেকে ভার্নিয়ার-এর সাহায্যে মাপ পরীক্ষা কর।

☑ ফিনিশিং কাটের আগে আবার মাপ পরীক্ষা কর।

☑ ফিনিশিং কাট দেওয়ার পরে মেশিনে রেখেই মাইক্রোমিটারের সাহায্যে সঠিক মাপ পরীক্ষা কর।

৪.৯ স্ট্রেইট টার্নিং-এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি

⌗ কাজের পূর্বে সেফটি গ্লেস পরিধান করা।

⌗ এপ্রন পরিধান করা।

⌗ টুল ভালোভাবে টাইট দেওয়া এবং নির্দিষ্ট সেন্টার হাইটে দেওয়া।

⌗ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।

⌗ মনোযোগের সাথে কাজ করা।

⌗ সঠিক পদ্ধতিতে কাজ করা ও সঠিক টুল ব্যবহার করা।

⌗ ফিনিশিং কাটের সময় গ্রহণযোগ্য সর্বাধিক আর.পি.এম ব্যবহার করা।

⌗ কোনো কিছু না বোঝলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে জেনে নেওয়া।

⌗ সতর্কতার সাথে কাজ করা।

অধ্যায়-৫

লেদ মেশিনে জব পার্টিং করার দক্ষতা অর্জন

১.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন

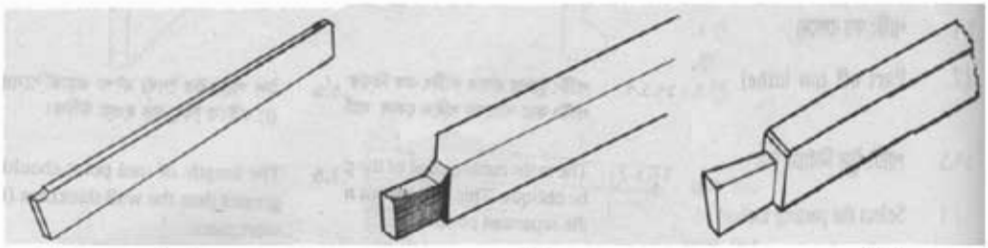
পার্টিং অফ হলো লেদ মেশিনে বাঁধা ঘুরন্ত ওয়ার্কপিসকে পার্টিং টুলের সাহায্যে বিখন্ডিত করা। পার্টিং অফ করতে নিম্নলিখিত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়–

- লেদ মেশিন (সেন্টার লেদ বা বেঞ্চ লেদ)।
- ওয়ার্কপিস হোল্ডিং ডিভাইস (চাক ও চাক কি)
- পার্টিং টুল
- মেশিন ব্রাশ
- আনুষঙ্গিক যন্ত্রাদি।

৫.২ পার্টিং টুল নির্বাচন ও সেটিং

১) পার্টিং টুল নির্বাচন করতে বিবেচনা কর–

- ওয়ার্কপিস ম্যাটেরিয়ালের হার্ডনেস
- ওয়ার্কপিসের ব্যাস
- পার্টিং টুল হোল্ডিং ডিভাইস।



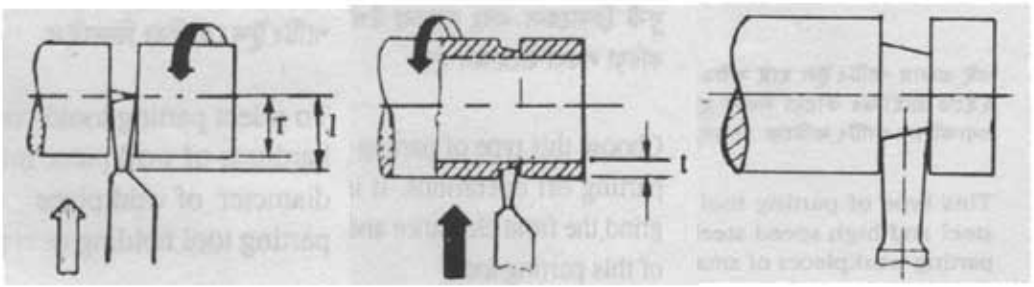
(ক) (খ) (গ)

চিত্র-৫.১ : বিভিন্ন প্রকার পার্টিং টুল

২) সাধারণ পার্টিং অপারেশনের জন্য পার্টিং টুল (ক) নির্বাচন করা হয়। এটা হাইস্পিড স্টিলের তৈরি এবং এতে কেবল ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স ও টপ রেক অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ড করে নেওয়া হয়। এ প্রকার পার্টিং টুল ধারণ করার জন্য টুল হোল্ডার ব্যবহৃত হয়। (খ) হাই স্পিড স্টিল খন্ডকে গ্রাইন্ডিং করে নিয়ে এই পার্টিং টুল তৈরি করা হয়। (গ) এটা বড় ব্যাস বিশিষ্ট ওয়ার্কপিস পার্টিং করতে ব্যবহৃত হয়।

৩) পার্টিং টুল পয়েন্টের দৈর্ঘ্য সলিড ওয়ার্কপিসের ব্যাসার্ধ এবং ফাঁপা ওয়ার্কপিসের পুরুত্বের চাইতে প্রায় ৩ মি মি দীর্ঘতর হওয়া উচিত। এছাড়া পার্টিং টুলের প্রধান কাটিং এজ তির্যক হওয়া উচিত যাতে পার্টিং করা অংশের সাথে কোনো শিপ না থাকে।

৪) পার্টিং টুলকে সঠিক সেন্টার হাইটে বোল্ট দিয়ে শক্তভাবে আটকাতে হবে।



৫.৩ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা

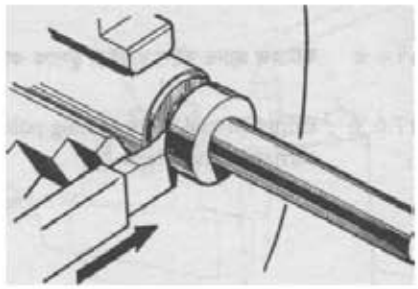
- ☑ চাক কি বাম পাকে ঘুরে 'অ' ফাঁক কর।
- ☑ 'অ' এর মধ্যে ওয়ার্কপিস ঢুকাও। চাক কি ডান পাকে ঘুরে ওয়ার্কপিসকে শক্তভাবে আটকাও।
- ☑ চাক কি খুলে নিরাপদ স্থানে রাখ।
- ☑ লম্বা ওয়ার্কপিসের এক প্রান্ত চাক কি বাঁধ ও মুক্ত প্রান্তে ডেড সেন্টার দ্বারা সাপোর্ট দাও।
- ☑ উভয় প্রান্তে সেন্টার ড্রিল করা গর্ত বিশিষ্ট ওয়ার্কপিসকে সেন্টারের মাঝে বাঁধ।
- ☑ অনিয়মিত আকারের ওয়ার্কপিসকে ফোর 'অ' চাকে বাঁধ।

৫.৪ পার্টিং এর জন্য কাটিং স্পেটা নির্বাচন ও সেটিং

- ➢ থ্রেইন টার্নিং-এর জন্য যে স্পিন্ডল ব্যবহার করা হয় তার $\frac{১}{৩}$ থেকে $\frac{১}{২}$ গুণ স্পিন্ডল স্পিড নির্বাচন ও সেটিং সম্পন্ন করা হয়।
- ➢ পার্টিং টুলকে ওয়ার্কপিসের অক্ষের সাথে ৯০° করে সেট করা হয়।
- ➢ পার্টিং-এর জন্য ০.০৫ থেকে ০.১৫ মি মি ফিড নির্বাচন করা হয়।

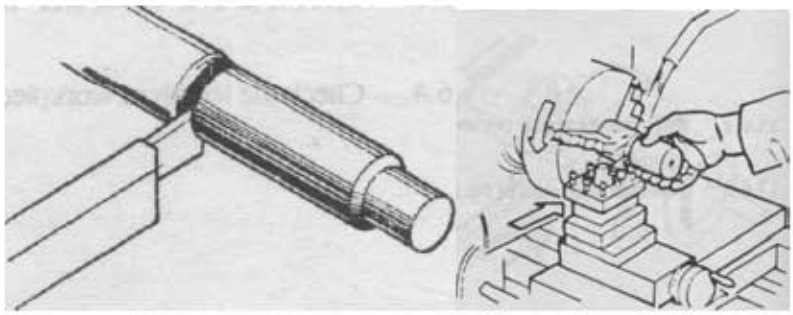
৫.৫ পার্টিং সম্পাদনকরণ

- ☑ গগলস পরিধান কর।
- ☑ ক্রস স্লাইড হ্যান্ডল ডানে ঘুরিয়ে টুলকে ওয়ার্কপিসের নিকটে অগ্রসর কর।
- ☑ ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল ঘুরিয়ে টুলকে কাটার স্থানে আন।
- ☑ ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য পরীক্ষা কর।
- ☑ স্টার্টিং লিভারের সাহায্যে লেদ মেশিন চালু কর।
- ☑ ক্রস স্লাইড হ্যান্ডেলকে ঘুরিয়ে সমভাবে ফিড (প্রায় ০.১ মিমি) দাও।



চিত্র-৫.৩ : পার্টিং টুলে চেপথ অব কাট দেওয়া

- ☑ পার্টিং-এর সমাপ্তির দিকে ওয়ার্কপিসের টেইলস্টকের দিকের প্রান্ত সাপোর্ট মুক্ত কর।
- ☑ কুল্যান্ট ব্যবহার কর।
- ☑ কাটা অংশকে নিচে পড়ে যাওয়া হতে রক্ষা কর (ছোট হলে)।



চিত্র-৫.৪ : পার্টিং সম্পন্নকরণ ও কর্তিত অংশ সংগ্রহকরণ।

৫.৬ পার্টিং-এর সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ

- ✓ পার্টিং করার সময় সঠিক দৈর্ঘ্য মাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ চেপথঅব কাট দেওয়ার পর আবার মাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ পার্টিং সম্পন্ন করে এর বিভিন্ন মাপ পরীক্ষা কর।

৫.৭ পার্টিং-এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি

- ⌗ কাজের পূর্বে সেফটি ড্রেস পরিধান করা।
- ⌗ গগলস পরিধান করা।
- ⌗ টুল ভালোভাবে টাইট দেওয়া এবং নির্দিষ্ট সেন্টার হাইটে নেওয়া।
- ⌗ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করা।
- ⌗ মনোযোগের সাথে কাজ করা।
- ⌗ সঠিক পদ্ধতিতে কাজ করা ও সঠিক টুল ব্যবহার কর।
- ⌗ ফিনিশিং কাটের সময় গ্রহণযোগ্য সর্বাধিক আর পি এম ব্যবহার করা।
- ⌗ কোনো কিছু না বোঝলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে জেনে নেয়া।
- ⌗ সতর্কতার সাথে কাজ করা

অধ্যায়-৬

লেদে টেপার টার্নিং করার দক্ষতা অর্জন (কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি)

৬.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

একটি সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিসকে টার্নিং করে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তের দিকে এর ব্যাস ক্রমান্বয়ে ও সমভাবে পরিবর্তন করাকে টেপার টার্নিং বলে। লেদে টেপার টার্নিং করতে নিম্নে উল্লেখিত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়–

১. লেদ মেশিন (সেন্টার লেদ বা বেঞ্চ লেদ)
২. ওয়ার্কপিস হোল্ডিং ডিভাইস (চাক ও চাক কি)
৩. টার্নিং টুল ও টুল হোল্ডার
৪. ভার্নিয়ার ক্যালিপার- ১৫০ মি মি
৫. মেশিন ব্রাশ
৬. অয়েল ক্যান ও অয়েল গান
৭. সেফটি গগলস
৮. লাইভ ও ডেড সেন্টার
৯. ড্রাইভ প্লেট
১০. লেদ ডগ
১১. টেপার টার্নিং-এর জন্য ডানহাতি ফিনিশিং টুল বা ডানহাতি নাইফ টুল।
১২. টেইলস্টক অফসেটিং স্ক্রু ঢিলা বা টাইট দিতে স্ক্রুড্রাইভার বা অ্যালেন-কি লও।
১৩. সাইড হোল্ডার স্ক্রু এবং সাইড হোল্ডার ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু ঢিলা বা টাইট দিতে অফসেট সকেট রেঞ্চ লও।
১৪. টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং নাট ঢিলা বা টাইট দিতে ওপেন এন্ডেড রেঞ্চ লও।
১৫. হেডস্টক এবং টেইলস্টক সেন্টারের অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষা করার জন্য ডায়াল ইন্ডিকেটর লও।
১৬. টুল বিট অনুযায়ী টুল হোল্ডার বেছে নাও।
১৭. টেইলস্টক ও হেডস্টক সেন্টারের অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষা করতে টেস্ট ম্যানড্রেল লও।

৬.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং

টেপার টার্নিং টুল নির্বাচন করতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি বিবেচনা করতে হবে-

- ওয়ার্কপিস ম্যাটেরিয়ালের ধাতু এবং এর শক্ততা।
- কাটের ধরন (রাফিং বা ফিনিশিং)।
- ডানহাতি রাফিং কাটের জন্য ডানহাতি রাফিং টুল নির্বাচন কর।
- বামহাতি রাফিং কাটের জন্য বামহাতি রাফিং টুল নির্বাচন কর।
- ডানহাতি ফিনিশিং কাটের জন্য ডানহাতি ফিনিশিং টুল নির্বাচন কর।
- বামহাতি ফিনিশিং কাটের জন্য বামহাতি ফিনিশিং টুল নির্বাচন কর।

৬.৩ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা

সীমিত দৈর্ঘ্যের উপর (এক্সটারনাল ও ইন্টারনাল) শার্প (Sharp) টেপার টার্নিং করতে কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে ওয়ার্কপিসকে বাঁধার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা কর–

- টেপার অংশের দৈর্ঘ্যের তুলনায় ওয়ার্কপিসের অধিক অংশ ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের বাইরে রাখ।
- কাটিং টুলের আসা যাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় জায়গা রাখ।
- নিয়মিত আকৃতির সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং করতে থ্রি 'জ' চাক নির্বাচন কর।
- অনিয়মিত আকৃতির ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং করতে ফোর 'জ' চাক নির্বাচন কর।

৬.৪ টেপার টার্নিং-এর জন্য কাটিং ডেটা নির্বাচন ও সেটিং

- নিম্নের সূত্র হতে প্রতি মিনিটে মেশিনের আর পি এম বা ঘূর্ণন গতি নির্বাচন কর–

$$RPM = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

(এখানে D = টেপার জবের বৃহত্তম ব্যাস)।

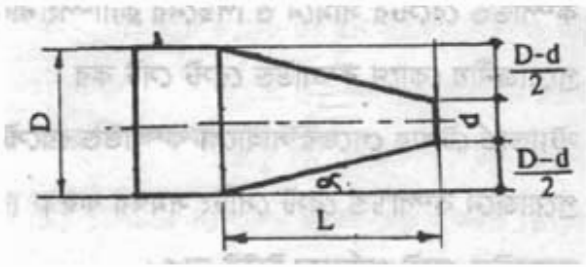
- রাফিং কাটের জন্য ০.৩-০.৭ মি মি এবং ফিনিশিং কাটের জন্য ০.১-০.৩ মি মি ফিড ব্যবহার কর। এক্ষেত্রে ফিড টপ স্লাইড লিভারের সাহায্যে হাতে দিতে হবে।
- রাফিং কাটের জন্য ১-৩ মি মি এবং ফিনিশিং কাটের ০.৩-১ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার কর।
- অর্ধ টেপার কোণ নির্ণয়

ধরা যাক,

D = টেপার বস্তুর ক্ষুদ্রতম ব্যাস

d = টেপার বস্তুর ক্ষুদ্রতম ব্যাস

L = অক্ষ বরাবর টেপার অংশের দৈর্ঘ্য



অর্ধ টেপার অ্যাঙ্গেল (কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং অ্যাঙ্গেল) α হলে–

$$\tan \alpha = \frac{D-d}{2L}$$

উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক,

D = টেপার বস্তুর ক্ষুদ্রতম ব্যাস = 30 মি মি

d = টেপার বস্তুর ক্ষুদ্রতম ব্যাস = 20 মি মি

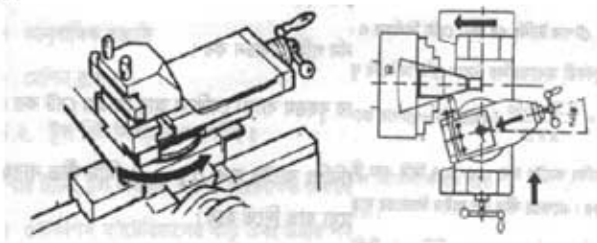
L = অক্ষ বরাবর টেপার অংশের দৈর্ঘ্য = 50 মি মি

$$\tan \alpha = \frac{30-20}{2\times 50}$$

সুতরাং, $\alpha = \tan^{-1}0.1 = 5.71$ ডিগ্রি

অতএব, টেপার টার্নিং করতে কম্পাউন্ড রেস্টকে 5.71 ডিগ্রি কোণে সেট করতে হবে।

কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং



চিত্র-৬.২ : কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং ও টেপার টার্নিং প্রক্রিয়া।

- কম্পাউন্ড রেস্টের সামনে ও পিছনের ক্ল্যাম্পিং নাট দ্বারা টিলা দাও।
- প্রয়োজনীয় কোণে কম্পাউন্ড রেস্ট সেট কর।
- স্ট্যান্ডার্ড টেপার গেজের সাহায্যে কম্পাউন্ড রেস্টে সেটিং পরীক্ষা কর।
- প্রয়োজনে কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং সমন্বয় কর।
- কম্পাউন্ড রেস্ট পূর্ণভাবে টাইট দাও।

৬.৫ টেপার টার্নিং সম্পাদনকরণ

- ☑ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ লেদ মেশিন চালু কর।
- ☑ টুলকে ওয়ার্কপিস হতে মুক্ত করতে ক্যারেজকে টেইলস্টকের দিকে অগ্রসর করাও।
- ☑ প্রথমে টেপার অংশের বৃহত্তর ব্যাস অনুযায়ী যন্ত্রসহকারে টার্নিং ও এর পরিমাপ পরীক্ষা কর (কুল্যান্ট ব্যবহার কর)।
- ☑ সঠিক কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং সম্পর্কে নিশ্চিত হও।
- ☑ টেপার টার্নিং করার জন্য চিহ্নিত অংশের এক প্রান্তে টুলের পয়েন্ট স্থাপন কর।
- ☑ শুধু হ্যান্ড ফিড ব্যবহার করে টেপার টার্নিং কর।
- ☑ অটোমেটিক ফিড লিভার নিউট্রাল পজিশনে রাখ।

৬.৬ কাজের সময় ও পরে ওয়ার্কপিস পরীক্ষাকরণ

- ✪ টেপার কোণ টিকমতো সেট হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✪ প্রথম কাট দেওয়ার পর কোণের পরিমাপ পরীক্ষা কর।
- ✪ কাজের সময় মাঝে মাঝে টেপার কোণ ঠিক হচ্ছে কিনা দেখ।
- ✪ টেপার টার্নিং শেষ হবার পর ওয়ার্কপিস খুলে সম্পূর্ণ মাপ সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

৬.৭ টেপার টার্নিং-এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি

- ⌗ সেফটি ড্রেস পরিধান কর।
- ⌗ ওয়ার্কপিস লেদে সঠিকভাবে বাঁধ।
- ⌗ প্রয়োজনীয় সেন্টার হাইটে টুল বিট বাঁধ।
- ⌗ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ⌗ সঠিক পদ্ধতিতে কাজ কর।
- ⌗ ফিনিশিং কাটের সময় গ্রহণযোগ্য সর্বাধিক আর পি এম ব্যবহার কর।
- ⌗ ফিড দেওয়ার সময় মসৃণতার বিষয়টি লক্ষ রাখ।
- ⌗ মনোযোগের সাথে কাজ কর।

অধ্যায়-৭

লেদ টুল বিট গ্রাইন্ডিং

৭.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

১) প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিন
২) সেফটি গগলস
৩) লেদ টুল বিট
৪) বিভেল প্রটেক্টর
৫) মেশিন ব্রাশ
৬) হ্যান্ড গ্লাভস
৭) কুল্যান্ট।

৭.২ গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন

- প্রথমে লেদ টুল বিট থেকে ধাতুকে কাটার জন্য রাফ গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন কর।
- শেষের দিকে ফিনিশিং গ্রাইন্ডিং করার জন্য ফিনিশিং গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন কর।

৭.৩ নিরাপদে গ্রাইন্ডিং মেশিন চালানো

গ্রাইন্ডিং মেশিনে যে কোনো ধরনের গ্রাইন্ডিং করতে হলে নিশ্চিত হতে হয় যে–

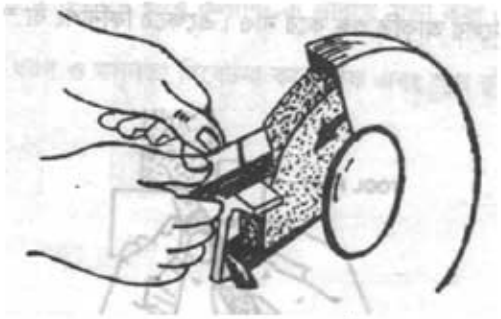
- হুইল গার্ড যথাস্থানে লাগানো আছে কি না।
- আই শিল্ড যথাস্থানে লাগানো আছে কি না।
- ওয়ার্ক রেস্ট যথাস্থানে লাগানো আছে কি না। ওয়ার্ক রেস্ট ও হুইল ফেইসের মাঝের ফাঁক প্রায় ৩ মিলিমিটারের সমন্বয় করতে হবে।
- চোখে গগলস, অ্যাপ্রোন পরা আছে কি না।
- গ্রাইন্ডিং হুইল বাঁধাহীনভাবে ঘুরে কি না।
- গ্রাইন্ডিং হুইল যথাযথভাবে নিরাপদে মাউন্টিং করা আছে কি না।
- এরপর সুইচ অন কর।
- গ্রাইন্ডিং মেশিন চালু কর এবং ঘূর্ণন দিক ও গতি পরীক্ষা কর।

৭.৪ টুল বিট হুইলের গায়ে সঠিকভাবে ধরা

- টুল বিটকে টুল রেস্ট-এ স্থাপন করে শক্তভাবে ধর।
- প্রয়োজনীয় অ্যাঙ্গেল পাওয়ার জন্য টুল বিটের অবস্থান সমন্বয় কর।
- প্রথম ধাপে টুল বিটের বাম পার্শ্বে গ্রাইন্ডিং করার জন্যে টুলকে শক্তভাবে ধরে উক্ত অবস্থানে কৌণিকভাবে রেখে আস্তে আস্তে সামনের দিকে অগ্রসর কর।
- খেয়াল রাখতে হবে যেন আঙুল বা হাতের কোনো অংশ যেন হুইলের সংস্পর্শে না আসে।

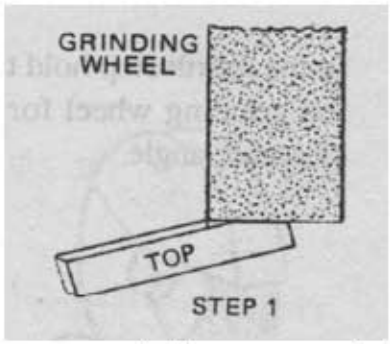
৭.৫ সঠিকভাবে নিরাপদে গ্রাইন্ডিং

- ☑ প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার পরিষ্কার কর।
- ☑ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার চালু কর।
- ☑ কিছুক্ষণের জন্য গ্রাইন্ডার থেকে একটু দূরে দাঁড়াতে হয়। এতে হুইলের কোনো ভাঙা অংশ ছুটে গেলে নিরাপদ থাকা যায়।
- ☑ পরীক্ষা কর যে হুইল নিচের দিকে ঘুরছে কিনা।



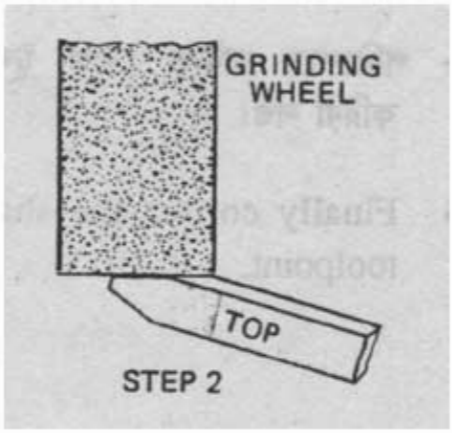
চিত্র-৭.১ : গ্রাইন্ডিং হুইলের ঘূর্ণনের দিক।

- ☑ প্রথম ধাপে টুল বিটের বাম সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং করার জন্য টুল বিটকে প্রয়োজনীয় কোণে রেখে দৃঢ়ভাবে গ্রাইন্ডিং হুইলে ধর।



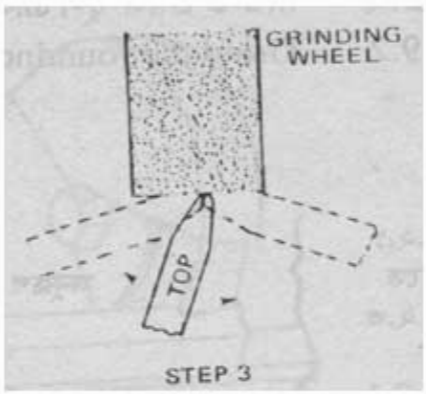
চিত্র-৭.২ । বাম সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং।

- ☑ হুইল ফেইস যাতে সমভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় তজ্জন্য পূর্ণ ফেইস বরাবর টুল বিটকে চলাচল করাও।
- ☑ টুল বিটকে মাঝে মাঝে ও ধীরে ধীরে পানিতে ডুবিয়ে ঠান্ডা কর কারণ অধিক পরিমাণে উত্তপ্ত টুল বিটকে দ্রুত পানিতে ডুবালে টুল প্রান্তে সূক্ষ্ম ফাটলের (Hair crack) সৃষ্টি হয়। এই ধরনের ফাটল টুলের জন্য ক্ষতিকর।
- ☑ দ্বিতীয় ধাপে ডান সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং করার জন্য টুল বিটকে প্রয়োজনীয় কোণে রেখে দৃঢ়ভাবে গ্রাইন্ডিং হুইলে ধর।



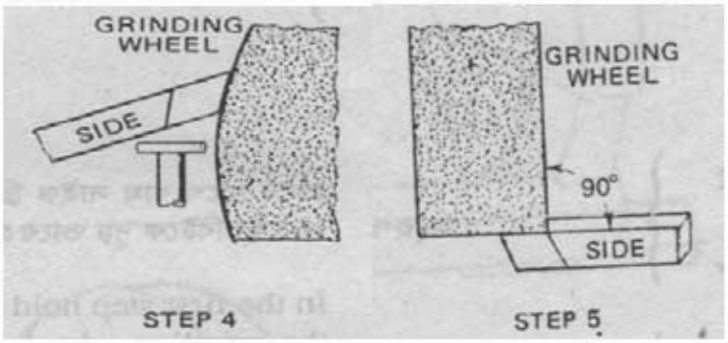
চিত্র-৭.৩ : ডান সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং।

☑ তৃতীয় ধাপে চিত্রে প্রদর্শিত উপায়ে রাউন্ড নোজ গ্রাইন্ডিং কর।



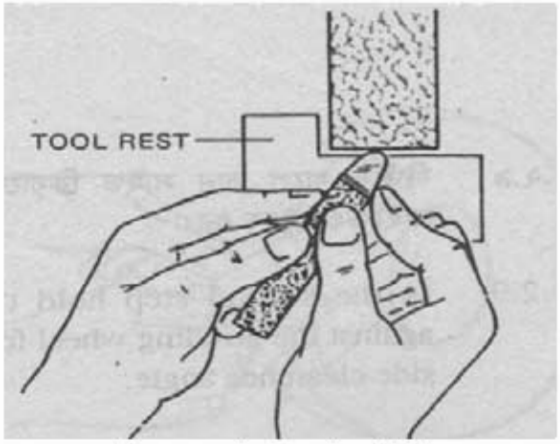
চিত্র-৭.৪ : রাউন্ড নোজ গ্রাইন্ডিং।

☑ নিচের প্রদর্শিত চিত্র অনুযায়ী যথাক্রমে রাউন্ড নোজ ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল (Step-4) এবং রেক অ্যাঙ্গেল (Step-5) গ্রাইন্ডিং করার জন্য দৃঢ়ভাবে হুইলে ধর।



চিত্র-৭.৫ : রাউন্ড নোজ ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল ও রেক অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং।

☑ পরিশেষে রাউন্ড নোজ টুলের আকৃতি শুদ্ধ করে নাও। এক্ষেত্রে ফিনিশিং বা সুখ হুইল ব্যবহার কর।



চিত্র-৭.৬। রাউন্ড নোজ টুল ফিনিশিং

৭.৬ গ্রাইন্ডিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ✓ প্রতিটি পার্শ্ব গ্রাইন্ডিং করার সময় মাঝে মাঝে পুনঃ পুনঃ পরিমাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ সম্পূর্ণ গ্রাইন্ডিং করার পর বিভিন্ন কোণের মাপ ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✓ গ্রাইন্ডিং করা তলের মসৃণতা পরীক্ষা কর।

৭.৭ টুল বিট গ্রাইন্ডিং-এর ক্ষেত্রে সতর্কতা

- ✪ গগলস পরিধান কর।
- ✪ প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে হ্যান্ডগ্লাভস পরিধান কর।
- ✪ টুল রেস্ট এবং গ্রাইন্ডিং হুইলের ফেইসের মধ্যে ৩ মি মি ফাঁকা রেখে গ্রাইন্ডিং কর।
- ✪ সঠিকভাবে টুল রেস্টে টুল বিটকে স্থাপন করে ধর।
- ✪ কাজের সময় আঙ্গুল এবং হাত যাতে হুইলের সংস্পর্শে না আসে সেদিকে খেয়াল রাখ।
- ✪ কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা এবং অযথা কথা না বলা।
- ✪ কাজের সময় কাজের স্থান পরিষ্কার রাখা।
- ✪ টুল বিটকে মাঝে মাঝে ও ধীরে ধীরে কুল্যান্ট-এ ডুবিয়ে ঠান্ডা করা।
- ✪ প্রয়োজনীয় কাজের ধরন ও মসৃণতা বিবেচনা করে রাফ এবং সুখ হুইল ব্যবহার করা।

অধ্যায়-৮

বাহ্যিক থ্রেড টার্নিং

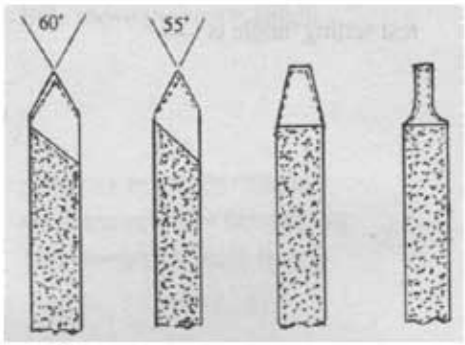
৮.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন ঃ

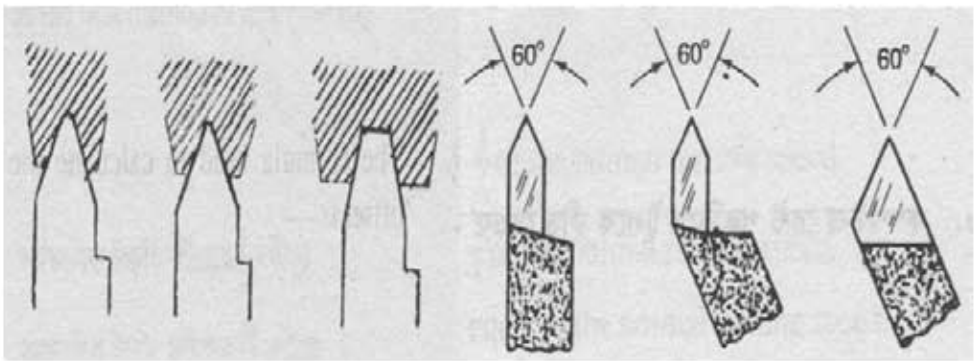
(ক) সেন্টার লেদ
(খ) ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস
(ট্রি বা ফোর 'জ' চাক এবং চাক কি)
(গ) থ্রেডিং টুল ও টুল হোল্ডার
(ঘ) থ্রেড গেজ বা সেন্টার গেজ
(ঙ) স্ক্রু পিচ গেজ
(চ) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
(ছ) বল বিয়ারিং সেন্টার।

৮.২ থ্রেডিং টুল নির্বাচন ও সেটিং

১) এক্সটারনাল থ্রেড টার্নিং টুল নির্বাচন করতে অ্যাঙ্গেলসহ নিম্নে স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড ফর্মগুলো বিবেচনা কর–

- আমেরিকান ন্যাশনাল থ্রেড ৬০ ডিগ্রি।
- মেট্রিক থ্রেড ৬০ ডিগ্রি।
- ইউনিফায়েড থ্রেড ৬০ ডিগ্রি।
- ব্রিটিশ হুইটওয়ার্থ থ্রেড ৫৫ ডিগ্রি।
- ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়েশন থ্রেড ৪৭½ ডিগ্রি
- একমি থ্রেড ২৯ ডিগ্রি।
- স্কয়ার থ্রেড ৯০ ডিগ্রি।
- বাটরেস থ্রেড ৪৫ ডিগ্রি



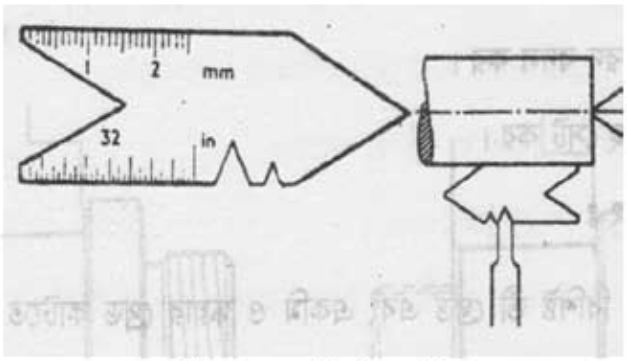


চিত্র ঃ ৮.১ : বিভিন্ন কোণ বিশিষ্ট থ্রেডিং টুল

থ্রেডের আকৃতি অনুসারে এক্সটারনাল থ্রেড টুল নির্বাচন করতে হবে এবং থ্রেড গেজের সাহায্যে কোণ পরীক্ষা করে তারপর টুল হোল্ডারে বাঁধ।

২) টুলের ধার পরীক্ষা করতে হয় এবং প্রয়োজনে টুল শার্পেনিং কর।

৩) সঠিকভাবে সেন্টার হাইটে থ্রেডিং টুলকে সেট কর।



চিত্র : ৮.২ : থ্রেডিং টুল সেটিং

৪) চিত্রে প্রদর্শিত উপায়ে সেন্টার গেজের সাহায্যে থ্রেডিং টুলকে ওয়ার্কপিসের অক্ষের সাথে ৯০ ডিগ্রিতে সেট কর।

৫) পরিশেষে টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।

৮.৩ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা

- নিয়মিতভাবে আকৃতির সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং করতে থ্রি 'জ' চাক নির্বাচন কর।
- অনিয়মিত আকৃতির ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং করতে ফোর 'জ' চাক নির্বাচন কর।
- যথাসম্ভব অল্প পরিমাণ চাকের বাইরে রেখে ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং কর।
- লম্বা ওয়ার্কপিস হলে টেইলস্টক দ্বারা সাপোর্ট দিয়ে ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং কর।
- মেশিনে পরবর্তী কাজ শুরু করার পূর্বে মেশিন পরিষ্কার এবং প্রয়োজনীয় স্থানে তেল প্রয়োগ কর।

৮.৪ ডেটা নির্বাচন ও সেটিং

(ক) নিম্নোক্ত চার্ট থেকে থ্রেড কাটিং-এর জন্য কাটিং ডেটা নির্বাচন কর–

স্পিন্ডল স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট

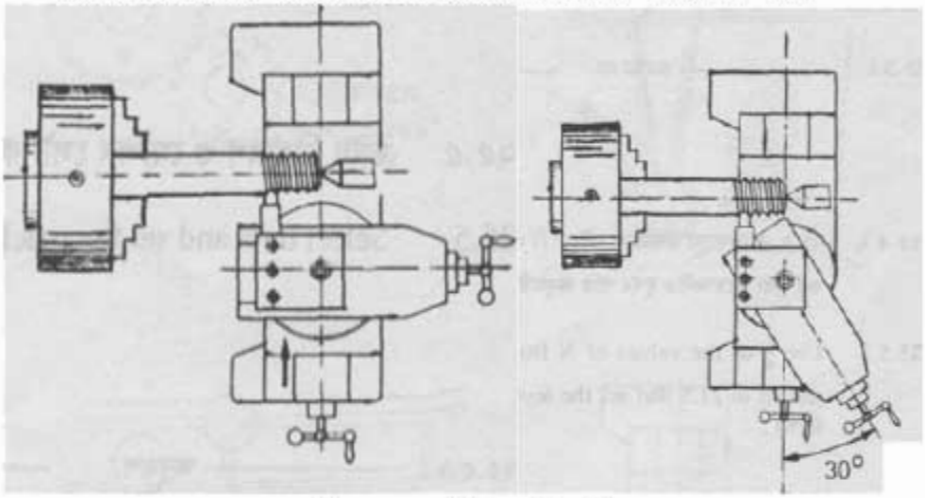
স্পিন্ডল স্পিড	ফিডের হার (মি মি)	ডেপথঅব কাট (মি মি)
প্লেইন টার্নিং এর ০.২৫ গুণ	পরীক্ষামূলক বা প্রাথমিক কাটের জন্য ০.২ থেকে ০.০৫ মি মি। মধ্যম পর্যায়ের কাটের জন্য ০.১২ থেকে ০.২৬ মি মি। চূড়ান্ত পর্যায়ের কাটের জন্য ০.৩৮ থেকে ০.৫০ মি মি	প্রাথমিক পর্যায়ে ০.২ মি মি শেষ পর্যায়ে ০.১ মি মি।

(খ) চেঞ্জ গিয়ার সেটিং

- মেশিনের গায়ে সংযুক্ত থ্রেড পিচ চার্ট পরীক্ষা কর।
- প্রয়োজনে চেঞ্জ গিয়ার রদবদল কর।
- সংশ্লিষ্ট গিয়ার/ নবসমূহ সেট কর।

(গ) কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং

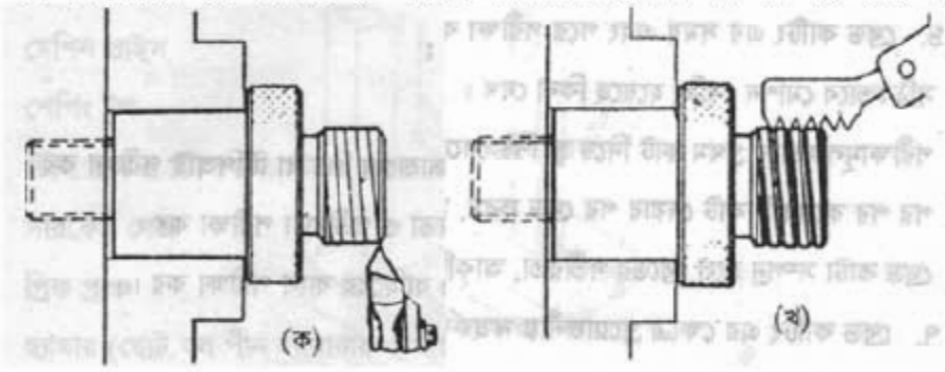
- মি মি-এর কম পিচ বিশিষ্ট ভি গ্রেড এবং ও ক্মার গ্রেড কাটতে কম্পাউন্ড স্লাইডকে ওয়ার্কপিসের অক্ষের সাথে সমান্তরাল করে সেট কর।
- ২ মি মি এবং ইহার বেশি পিচ ভি গ্রেড কম্পাউন্ড স্লাইডকে ক্রস স্লাইডের সাথে গ্রেড কাটতে কম্পাউন্ড স্লাইডকে ক্রস স্লাইডের সাথে গ্রেডের মোট কোণের অর্ধেক ডিগ্রি কোণে (যেমন- মেট্রিক গ্রেডের মোট কোণের পরিমাণ ৬০ ডিগ্রি সুতরাং এক্ষেত্রে ৩০ ডিগ্রি) সেট কর।



চিত্র-৮.৩ : কম্পাউন্ড রেস্ট সেটিং

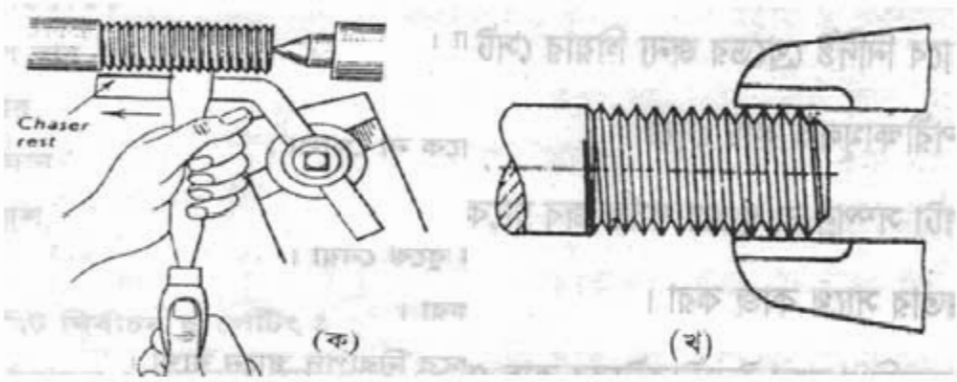
৮.৫ সঠিকভাবে নিরাপদে গ্রেড কাটিং

- ☑ লেদটি গণলস পরিধান কর।
- ☑ লেদ মেশিন চালু কর। ওয়ার্কপিসকে স্পর্শ না করা পর্যন্ত ক্রস স্লাইডের হ্যান্ডল ঘুরিয়ে টুলকে অগ্রসর করাও।
- ☑ টুলকে ওয়ার্কপিস হতে মুক্ত করাতে ক্যারেজকে টেইলস্টকের দিকে অগ্রসর করাও।
- ☑ পরীক্ষামূলকভাবে প্রথম কাট দাও এবং গ্রেড গেজের সাহায্যে পিচ বা টি পি আই পরীক্ষা কর।



চিত্র ঃ ৮.৪ ঃ প্রথম কাট (ক) এবং থ্রু পিচ গেজের সাহায্যে পরীক্ষা (ক)

- ☑ কুল্যান্ট ব্যবহার কর।
- ☑ কয়েকটি কাট ব্যবহার করে থ্রেড টার্নিং সমাপ্ত কর।



চিত্র- ৮.৫ : থ্রেডের ব্যাসের মাপ পরীক্ষা (খ) ও থ্রেড পরিষ্কারকরণ (ক)

- ☑ ওয়ার্কপিস অপসারণ করার পূর্বে হুক পিচ গেজের সাহায্যে থ্রেডের পূর্ণ গভীরতা পরীক্ষা কর [চিত্র ৮-৫ (খ)]।
- ☑ থ্রেড পরিষ্কার করতে থ্রেড চেসার ব্যবহার কর [চিত্র ৮-৫ (ক)]।
- ☑ থ্রেড চেসারের অভাবে নিডল ফাইল দ্বারা থ্রেড পরিষ্কার কর।

৮.৬ থ্রেড কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ⌗ সঠিকভাবে মেশিন সেটিং হয়েছে কিনা দেখ।
- ⌗ পরীক্ষামূলকভাবে প্রথম কাট দিয়ে হুক পিচ গেজের সাহায্যে পিচ বা টিপিআই পরীক্ষা কর।
- ⌗ পরপর কয়েকটি কাট দেওয়ার পর থ্রেড ফরম, মসৃণতা ও গভীরতা পরীক্ষা কর।
- ⌗ থ্রেড কাটা সম্পন্ন হলে থ্রেডের গভীরতা, আকৃতি ও বাইরের ব্যাস পরীক্ষা কর।

৭.৭ থ্রেড কাটিং-এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সতর্কতা

- ✪ কাজ শুরু করার পূর্বে নিরাপদ পোশাক পরিধান কর।
- ✪ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ✪ টুল সঠিক সেন্টার হাইটে সেন্টার গেজ ব্যবহার করে বাঁধা এবং থ্রেডিং টুলের কোণ পরীক্ষা করা।
- ✪ জব ও টুল সঠিকভাবে টাইট দেওয়া।
- ✪ সঠিকভাবে নির্দিষ্ট থ্রেডের জন্য গিয়ার সেট করা।
- ✪ প্রথমে পরীক্ষামূলক কাট দেওয়া।
- ✪ থ্রেড কাটা সম্পন্ন না হওয়া পর্যন্ত জব চাকে থেকে না খোলা।
- ✪ সাবধানতার সাথে কাজ করা।
- ✪ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নেওয়া।
- ✪ কাজের পূর্বে মেশিন ও কাজের স্থান পরিষ্কার করা।
- ✪ জব বাঁধার পরে চাক কি চাক হতে অপসারণ করে নিরাপদ স্থানে রাখা।

অধ্যায়-৯

ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল তল শেপিং করার দক্ষতা অর্জন

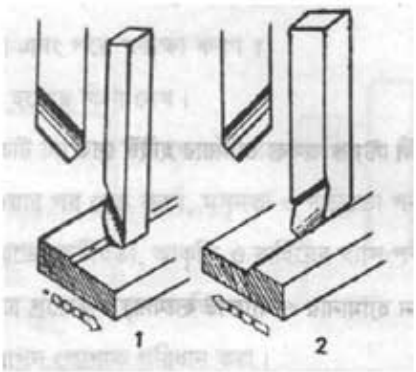
১.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন ঃ

১) মেশিন ভাইস	৭) ম্যালেট	১৩) প্যারালাল বার
২) শেপিং টুল	৮) অ্যানভিল	১৪) স্ক্রাইবার
৩) ভার্নিয়ার হাইট গেজ	৯) সারফেস প্লেট	১৫) অয়েল ক্যান
৪) সারফেস গেজ	১০) মার্কিং কালার	১৬) মেশিন ব্রাশ
৫) স্প্রিক প্রাক্ষ	১১) ভার্নিয়ার ক্যালিপার	১৭) রেঞ্চ
৬) ছোট বল পিন হ্যামার	১২) ডায়াল ইন্ডিকেটর	

১.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং ঃ

টুল বিট নির্বাচন

☑ বামহাতি শেপিং টুল (1) নির্বাচন কর। ডানহাতি শেপিং টুলের (2) কাটের তুলনায় বামহাতি টুলের কাট অপারেটর পরিষ্কারভাবে দেখতে পায়।



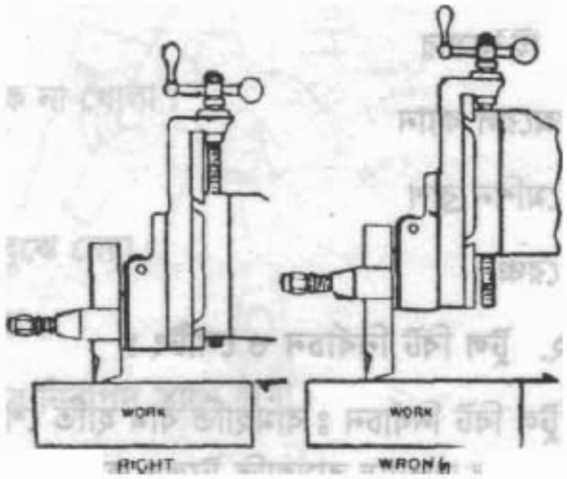
চিত্র-৯.১ : বামহাতি শেপিং টুল (1) ও ডানহাতি শেপিং টুল (2) দ্বারা ধাতু কর্তন।

☑ ওয়ার্কপিসের তল থেকে দ্রুত অপসারণ করতে স্ট্রেইট বামহাতি রাফিং টুল নির্বাচন কর।

☑ ফিনিশিং কাটের জন্য ব্রড নোজড ফিনিশিং টুল অথবা রাউন্ড নোজড ফিনিশিং টুল নির্বাচন কর।

টুল ও টুল হেড সেটিং

- টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু বাম পাকে ঘুরাও এবং টুল বিটকে টুল পোস্টে ঢুকাও।
- যথাসম্ভব অল্প পরিমাণ ঝুলিয়ে রেখে টুলপোস্টের টুল বিটকে ধর এবং ডান পাকে ঘুরিয়ে টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু টাইট দাও। এতে টুল বিট কাঁপে না এবং টুলের দৃঢ়তা বাড়ে (চিত্র-৯.২)।
- যথাসম্ভব অল্প নিচু করে টুল হেড স্লাইড সেট কর। এতে কাটিং টুলের দৃঢ়তা বাড়ে, টুলের কম্পন সৃষ্টি হয় না এবং টুল ভাঙে না ।

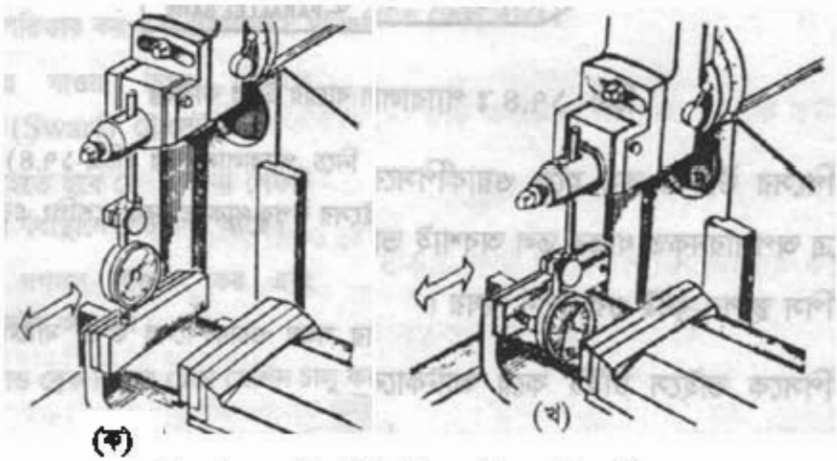


চিত্র-৯.২ : টুল বিট ও টুল হেড সেটিং

- টুলহেড কৌণিকভাবে সেট করা হলে খেয়াল রাখতে হবে র‍্যাম যেন কলামের মধ্যে প্রবেশ না করে। অন্যথায় টুল হেডের সাথে কলামের ধাক্কা লাগার সম্ভাবনা থাকে।

ভাইস সেটিং

- টেবিলের টপ পরিষ্কার কর এবং টেবিলের স্লট থেকে চিপস অপসারণ কর।
- টেবিলের উপর মেশিন ভাইস স্থাপন কর এবং ক্ল্যাম্পিং নাট ও বোল্টের সাহায্যে টেবিলের সাথে ভাইসের বেইসকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ভাইসের স্লট পরিষ্কার কর এবং স্লটের উপর প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- টুলপোস্টে ডায়াল ইন্ডিকেটর সেট কর।

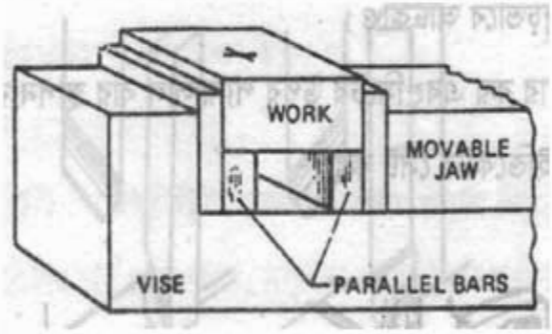


চিত্র- ৯.৩ : ডায়াল ইন্ডিকেটরের সাহায্যে ভাইস সেটিং।

- টেবিলকে সামান্য পরিমাণ উঠিয়ে অথবা টুল স্লাইডকে সামান্য পরিমাণে নামিয়ে ডায়াল ইন্ডিকেটরের পাঠ সমন্বয় কর।
- র‍্যামকে হাত দ্বারা অগ্র-পশ্চাৎ যাতায়াত করাও এবং ডায়াল ইন্ডিকেটরের পাঠ পরীক্ষা কর।
- ডায়াল ইন্ডিকেটরের পাঠ পরিবর্তনশীল দেখলে ভাইসের ক্ল্যাম্পিং নাট ঢিলা দাও এবং ভাইসের নিচে শিম (প্যাকিং) ব্যবহার করে ভাইসের অনুভূমিক অবস্থান সমন্বয় কর। (চিত্র: ৯.৩ (ক)।
- সঠিক সেপিং-এর জন্য ভাইসের স্থির 'ক' এর অবস্থান র‍্যামের সাথে সমান্তরাল হওয়া উচিত। ভাইস ক্ল্যাম্পিং নাট ঢিলা করে ভাইসের স্থির 'ক' এর সমান্তরাল সমন্বয় কর।
- পরিশেষে ভাইস ক্ল্যাম্পিং নাট ও বোল্টসমূহ টাইট দাও।

১.৩ ওয়ার্কপিস সেটিং ও দৃঢ়ভাবে বাঁধা

⇨ যন্ত্র সহকারে ভাইসকে চিপসমুক্ত করতে ব্রাশ ও ট্রে ব্যবহার কর।



চিত্র-৯.৪ : প্যারালাল বারের উপর কার্যবস্তু সেটকরণ।

⇨ ওয়ার্কপিসের উচ্চতা কম হলে ওয়ার্কপিসের নিচে প্যারালাল বার (চিত্র-৯.৪) স্থাপন কর। এক্ষেত্রে অপসারণকৃত ধাতুর তল অবশ্যই ভাইসের উপর থাকতে হবে। সেপিং-এর জন্য ভাইসে ওয়ার্কপিস স্থাপন খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

⇨ ওয়ার্কপিসকে ভাইসে টাইট করে আটকানোর সময় ওয়ার্কপিসের উপর ম্যালেটের সাহায্যে আঘাত কর।

⇨ তারপর ওয়ার্কপিস পূর্ণভাবে টাই দাও।

১.৪ কাটিং ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

☑ নিম্নের সূত্রের সাহায্যে প্রতি মিনিটে স্ট্রোকের সংখ্যা (Number of Stroke) নির্ধারণ কর।

$$N = \frac{CS \times 600}{L}$$

CS = কাটিং স্পিড, মিটার/ মিনিট

L = স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য (Length of Stroke)

N = প্রতি মিনিটে স্ট্রোকের সংখ্যা।

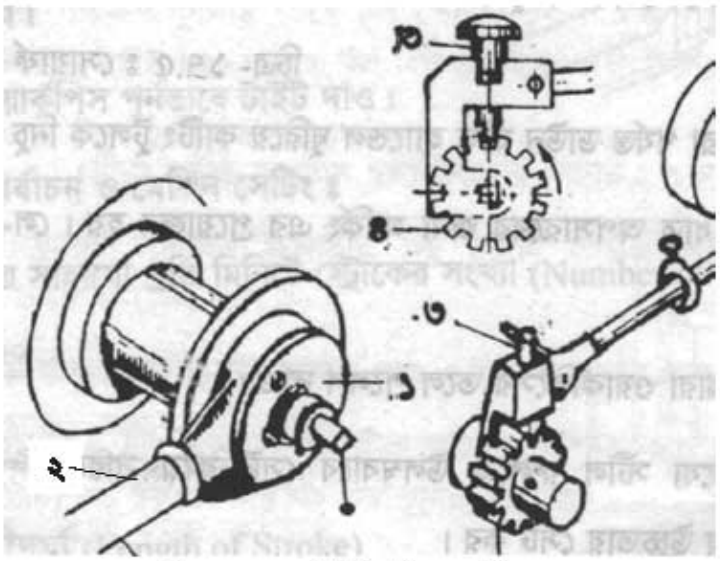
- ☑ ওয়ার্কপিসের ম্যাটেরিয়াল ও কাটিং টুলের ম্যাটেরিয়াল বিবেচনা করে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য বিবেচনা করে স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য নির্ধারণ কর এবং উক্ত দৈর্ঘ্যের জন্য মেশিন সেট কর।
- ☑ র‍্যাম লক নাট ঢিলা করে স্ট্রোকের পজিশন সেট কর।
- ☑ চার্ট দেখে নির্ধারিত কাটিং স্ট্রোকের সংখ্যা অনুযায়ী লিভার সেট কর। লিভার সেটিং-এ অসুবিধা হলে লিভার হুইলকে ঘুরিয়ে লিভারের অবস্থান সমন্বয় কর।

৯.৫ সেপিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- ⌗ মেশিন পরিষ্কার কর এবং প্রয়োজনীয় স্থানগুলিতে তেল দাও।
- ⌗ ছিটকিয়ে যাওয়া চিপস ঠেকাতে সোয়ার্ফ (Swarf) ট্রে সেট কর।
- ⌗ নিশ্চিত হতে হবে যে অন্যান্য সেফটি ডিভাইস যথাস্থানে সেট করা আছে।
- ⌗ সেফটি গগলস পরিধান কর এবং মেশিন সুইচ অন কর।
- ⌗ ক্লাচ অ্যান্ড ব্রেক লিভার টেনে মেশিন চালু কর।
- ⌗ ওয়ার্কপিসকে স্পর্শ না করা পর্যন্ত ডাউন ফিড হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে কাটিং টুলকে নিচু কর।
- ⌗ এক্ষেত্রে সুনির্দিষ্ট পরিমাণ ধাতু অপসারণের জন্য মার্কিং-এর প্রয়োজন হয়। লে-আউট ও মার্কি করার জন্য–
  - ➢ মার্কিং কালার (রং) দ্বারা ওয়ার্কপিসের তলে প্রলেপ দাও।
  - ➢ রুল স্ট্যান্ডের সাহায্যে স্টিল রুলকে উল্লম্বভাবে সেট করে সারফেস গেজের স্ক্রাইবিং পয়েন্টেকে প্রয়োজনীয় উচ্চতায় সেট কর।
  - ➢ সারফেস প্লেটের উপর ওয়ার্কপিস স্থাপন কর এবং স্ক্রাইবিং পয়েন্টকে ওয়ার্কপিসের তলে লাগিয়ে সামান্য চাপ সহকারে অগ্রসর করাও। এতে ওয়ার্কপিসের উপর দাগ পড়বে। এ কাজ ভার্নিয়ার হাইট গেজের সাহায্যেও করা যায়।
  - ➢ ওয়ার্কপিসকে অ্যানভিলের উপর স্থাপন কর এবং প্রিক পাঞ্চ ও হ্যামার ব্যবহার করে স্থায়ী চিহ্ন রাখার জন্য পাঞ্চিং কর।
- ⌗ ক্রস ফিড হ্যান্ডেল ব্যবহার করে টেবিলে ক্রস ফিড দাও। খেয়াল রাখতে হবে যে ক্রস ফিডের পরিমাণের উপর ওয়ার্কপিসের মসৃণতা নির্ভর করে। উত্তম মসৃণতার জন্য ক্রস ফিড কম দিতে হবে।
- ⌗ অটোমেটিক ফিডের জন্য অটোমেটিক ফিড মেকানিজম সেট কর।

অটোমেটিক ফিড মেকানিজম সেট করতে

- ➢ স্ট্রোক অ্যাডজাস্টিং শ্যাফটের উপর একটি ভিন্ন কেন্দ্রীয় হুইল (১) কাজ করে। হুইলটি একটি রডকে (২) অগ্র-পশ্চাৎ চলাচল করায়।



চিত্র - ৯.৫ : অটোমেটিক ফিড মেকানিজম।

- এই রডের মাধ্যমে র‍্যাচেট পিয়ার মেকানিজম চালিত হয়।
- র‍্যাচেট পিয়ার মেকানিজম একটি পল (৩) ও র‍্যাচেট হুইল (৪) এর সমন্বয়ে গঠিত।
- পল র‍্যাচেট হুইলকে কেবল একদিকে ঘুরায়। কিন্তু পলকে ১৮০ ডিগ্রি ঘুরিয়ে সেট করলে র‍্যাচেট হুইলে ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করে।
- পর্যায়ক্রমে সেপিং করে অনুভূমিক তল সেপিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন কর।
- মেশিন থামিয়ে ওয়ার্কপিস অপসারণ কর।

৯.৬ শেপিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ⇨ কাটিং-এর সময় কাটিং ঠিকমতো হচ্ছে কি না পরীক্ষা কর।
- ⇨ মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিস সম্পূর্ণ শেপিং করা হলে সমস্ত মাপ সঠিকভাবে পরীক্ষা কর।

৯.৭ সতর্কতার বিষয়াদি অনুশীলন

- ☑ কাজের সময় নিরাপদ পোশাক পরিধান কর।
- ☑ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ ছিটকে যাওয়া চিপস ঠেকাতে সোয়ার্ফ ট্রে ব্যবহার কর।
- ☑ টুল ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে টাইট দাও।
- ☑ নাদার অফ স্ট্রোক এবং ফিড অনুযায়ী মেশিন সেট কর।
- ☑ কাজ শুরুর পূর্বে মেশিন ও কাজের স্থান পরিষ্কার কর।
- ☑ মনোযোগের সাথে ও সাবধানতার সাথে কাজ কর।
- ☑ কোনো বিষয়ে বুঝতে অসুবিধা হলে বা কোনো রকম সমস্যার সৃষ্টি হলে সমাধানের জন্য সংশ্লিষ্ট প্রশিক্ষকের সাথে যোগাযোগ করে সমাধানের চেষ্টা কর।

অধ্যায়-১০

গোলাকৃতি দণ্ড থেকে সমান্তরাল পৃষ্ঠ শেপিং করার দক্ষতা অর্জন

১০.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

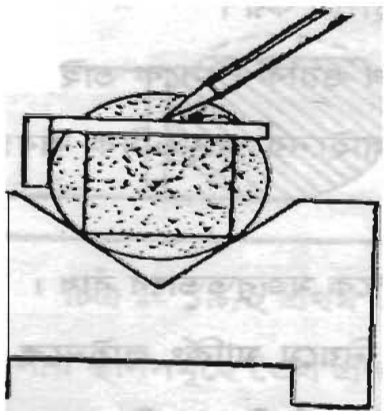
১) মেশিন ভাইস
২) শেপিং টুল
৩) ভার্নিয়ার হাইট গেজ
৪) ভি-ব্লক
৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৬) সারফেস প্লেট
৭) সারফেস গেজ
৮) প্রিক পাঞ্চ
৯) হ্যামার
১০) অ্যানভিল
১১) প্যারালাল বার
১২) বিভেল প্রট্যাক্টর
১৩) ট্রাই স্কয়ার
১৪) মার্কিং কালার
১৫) অয়েল ক্যান
১৬) মেশিন ব্রাশ
১৭) গগলস।

১০.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং

- বামহাতি শেপিং টুল নির্বাচন কর ডানহাতি শেপিং টুলের কাটের তুলনায় বামহাতি শেপিং টুলের কাট অপারেটর পরিষ্কারভাবে দেখতে পায়।
- ওয়ার্কপিসের তল থেকে তাড়াতাড়ি ধাতু অপসারণ করতে স্ট্রেইট বামহাতি রাফিং টুল নির্বাচন কর।
- ফিনিশিং কাটের জন্য ব্রড নোজড ফিনিশিং টুল অথবা রাউন্ড নোজড টুল নির্বাচন কর।
- টুল পোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু বাম পাকে ঘুরাও এবং টুল বিটকে টুল পোস্টে স্থাপন কর। কম্পন এড়াতে এবং টুল বিটুকে শক্ত রাখতে টুলের বাড়তি অংশ যথাসম্ভব খাট রাখ।
- টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু-কে ডান পাকে ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় টাইট দিয়ে টুল পোস্টে কাটিং টুলকে দৃঢ়ভাবে বাঁধ।
- যথাসম্ভব খাটো টুল হেড স্লাইড সেট কর।

১০.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- গোলকার দন্ডের প্রান্তে মার্কিং কালার দ্বারা প্রলেপ দাও।
- সেন্টার হেড ব্যবহার করে উক্ত কার্যবস্তুর কেন্দ্র নির্ণয় কর।
- কার্যবস্তুকে ভি-ব্লকের উপর রেখে সারফেস প্লেটের উপর স্থাপন কর এবং ভার্নিয়ার হাইট গেজ ব্যবহার করে কেন্দ্র বরাবর ব্যাস রেখা টান।
- ব্যাস রেখার উভয় প্রান্তে প্রয়োজনীয় দূরত্বে ভার্নিয়ার হাইট গেজের সাহায্যে দুইটি বাহ্য রেখা টান। বাহ্য রেখা দুইটি সমান্তরাল হবে এবং ড্রয়িং প্রদত্ত দুইটি পার্শ্বকে নির্দেশ করবে।



চিত্র-১০.১ : ভি-ব্লকের উপর রেখে ওয়ার্কপিস মার্কিং করা।

- অঙ্কিত রেখা তিনটিকে তি-ব্লকের উপর সারফেস প্লেটের তলের সাথে উল্লম্বভাবে ট্রাই করারের সাহায্যে সেট কর।
- পূর্বে অঙ্কিত বাহ্য রেখা দুটির উচ্চতায় ভার্নিয়ার হাইট গেজের সাহায্যে অন্য দুটি সমান্তরাল সরল রেখা টান।
- চারটি বাহ্য রেখা কার্য বস্তুর প্রান্তে সম্মিলিতভাবে একটি বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত করবে।
- মার্কিং লাইন দৃশ্যমান করতে ইহার উপর পাঞ্চিং কর।

১০.৪ ওয়ার্কপিস বা কার্যবস্তুকে সঠিকভাবে বাঁধা

- ☑ নিশ্চিত হতে হবে যে, ভাইস সিট, টেবিল টপের সাথে সমান্তরাল আছে।
- ☑ নিশ্চিত হতে হবে যে, ভাইসের ফিক্সড 'জ' র‍্যাম চলাচল পথের সাথে সমান্তরাল আছে।
- ☑ ভাইস চিপস মুক্ত কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস নিচু হলে এর তলায় প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ☑ মার্কিং লাইন বাইরের দিকে অনুভূমিকভাবে রেখে ওয়ার্কপিসকে ভাইসে স্থাপন কর।
- ☑ সারফেস গেজের সাহায্যে ওয়ার্কপিসের মার্কিং লাইনের অনুভূমিক অবস্থান পরীক্ষা কর এবং প্রয়োজনে মার্কিং লাইনের অবস্থান সমন্বয় কর।
- ☑ মার্কিং লাইনকে অনুভূমিকভাবে রেখে ওয়ার্কপিসকে মজবুতভাবে বাঁধ।
- ☑ এক পার্শ্ব শেপিং শেষ হলে পর্যায়ক্রমে একই নিয়মে মার্কিং লাইনকে অনুভূমিকভাবে রেখে ওয়ার্কপিসকে মজবুতভাবে ভাইসে বেঁধে পরবর্তী পার্শ্বগুলির শেপিং সম্পন্ন করতে হবে।
- ☑ মার্কিং প্রান্ত সব সময় একই দিকে এবং বাইরের দিকে রাখতে হবে।

১০.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ✪ নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটে স্ট্রোক সংখ্যা নির্ধারণ কর

$$N = \frac{CS \times 600}{L}$$

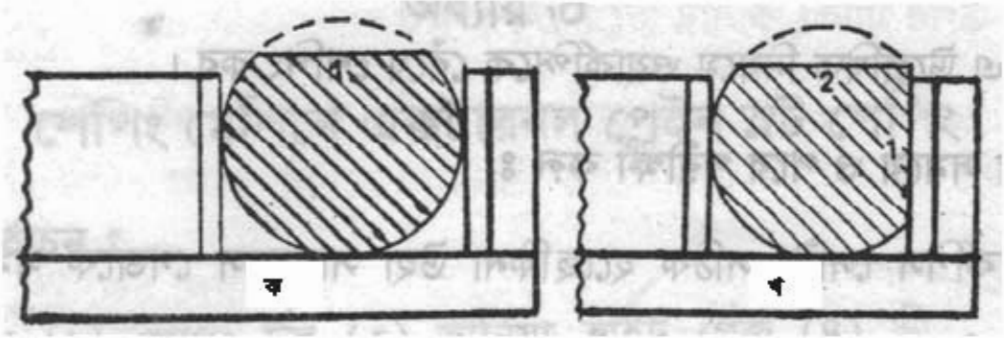
এখানে, CS = কাটিং স্পিড, মিটার/ মিনিট,
L = স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য,
N = প্রতি মিনিটে স্ট্রোক সংখ্যা

নির্ধারিত স্ট্রোক সংখ্যার জন্য মেশিনের গায়ের চার্ট দেখে গিভার সেট কর।

- ✪ স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য এবং পজিশন নির্ধারণ কর ও সেট কর।
- ✪ প্রয়োজনীয় ফিড পাওয়ার জন্য অটোমেটিক ফিড মেকানিজম সেট কর।

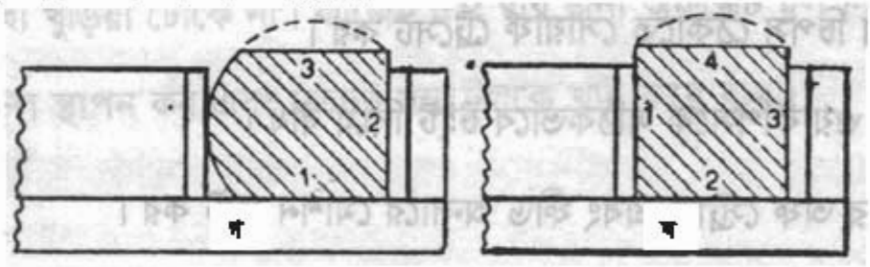
১০.৬ মার্ক অনুযায়ী কাটার কাজ সম্পন্নকরণ

- ⇨ নিশ্চিত হতে হবে যে সেফটি গার্ডসমূহ যথাস্থানে লাগানো আছে।
- ⇨ সোয়ার্ফ ট্রে টেবিলের স্টপের সাথে সেট কর।
- ⇨ নিরাপদ পোশাক এবং সেফটি গগলস পরিধান কর।



চিত্র-১০.২ : প্রথম তল (ক) ও দ্বিতীয় তল (খ) ভাইসে সেটিং

- ⇨ মেশিনের প্রয়োজনীয় স্থানসমূহে তেল প্রদান কর।
- ⇨ মেশিন চালু করে ডাউন ফিড হ্যান্ডেল দ্বারা ডেপথ অফ কাট দাও।
- ⇨ ক্রস স্লাইড হ্যান্ড হুইল দ্বারা ফিড দাও।
- ⇨ প্রথম ধাপে ওয়ার্কপিসের ১ নং পার্শ্ব শেপিং কর [চিত্র : ১০.২(ক)]
- ⇨ দ্বিতীয় ধাপে ১ নং পার্শ্বকে ভাইসের স্থির 'জ' এর সাথে ধরে ওয়ার্কপিসকে শক্তভাবে ভাইসে বাঁধ এবং ২য় পার্শ্ব শেপিং কর [চিত্র : ১০.২(খ)]।



চিত্র-১০.৩ : ভাইসে তৃতীয় ও চতুর্থ তল সেটিং।

- ⇨ তৃতীয় ধাপে ওয়ার্ক পিসের ২ নং পার্শ্বকে ভাইসের স্থির 'জ' এর সাথে ধরে ওয়ার্কপিসকে ভাইসে বাঁধ এবং ৩ নং পার্শ্ব শেপিং কর [চিত্র:১০.৩(গ)]
- ⇨ চতুর্থ ধাপে ওয়ার্কপিসের ৩ নং পার্শ্বকে ভাইসের স্থির 'জ' এর সাথে ধরে ওয়ার্কপিসকে ভাইসে বাঁধ এবং ৪ নং পার্শ্ব শেপিং কর [চিত্র:১০.৩(ঘ)]। সোলাকার দণ্ডের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্যকে শেপিং না করে এর দৈর্ঘ্যের কিছু অংশ সমান্তরাল পৃষ্ঠ শেপিং করার জন্য ১০.৪-এ উল্লেখিত নিয়মে ওয়ার্কপিসকে বেঁধে শেপিং কর।

১০.৭ কার্যকালীন ও পরে পরীক্ষাকরণ

☑ ভাইসে ওয়ার্কপিস সেটিং সঠিক হচ্ছে কিনা তা সারফেস গেজকে সমান্তরালভাবে চলাচল করিয়ে অনুভূমিক মার্কিং রেখার সাথে সারফেস গেজের স্ক্রাইবিং পয়েন্টকে মিলিয়ে পরীক্ষা কর।

- ☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর এবং দুইটি তলের অন্তর্বর্তী কোণ সমকোণ হচ্ছে কিনা তা ট্রাই স্কয়ার দ্বারা পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজ শেষ হলে সমস্ত মাপ এবং সমকোণগুলো পরীক্ষা কর।

১০.৮ সতর্কতার বিষয়াদির অনুশীলন

- ❖ কাজের সময় নিরাপদ পোশাক এবং গগলস পরিধান কর।
- ❖ মেশিনের সেফটি গার্ডগুলি ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ❖ ছিটকে যাওয়া চিপস ঠেকাতে সোয়ার্ফ ট্রে দিয়ে বাঁধ।
- ❖ কাটিং টুল ও ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- ❖ প্রযোজ্য নাম্বার অফ স্ট্রোক এবং ফিড অনুসারে মেশিন সেট কর।
- ❖ মনোযোগের সাথে এবং সাবধানতার সাথে কাজ কর।
- ❖ কোনো বিষয়ে বুঝতে অসুবিধা হলে বা কাজের সময় কোনো রকম সমস্যার সৃষ্টি হলে সমাধানের জন্য সংশ্লিষ্ট প্রশিক্ষকের সাথে যোগাযোগ করে সমাধানের চেষ্টা কর।

অধ্যায়-১১

এক্সটারনাল গ্রেইন স্লট শেপিং করার দক্ষতা অর্জন

১১.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

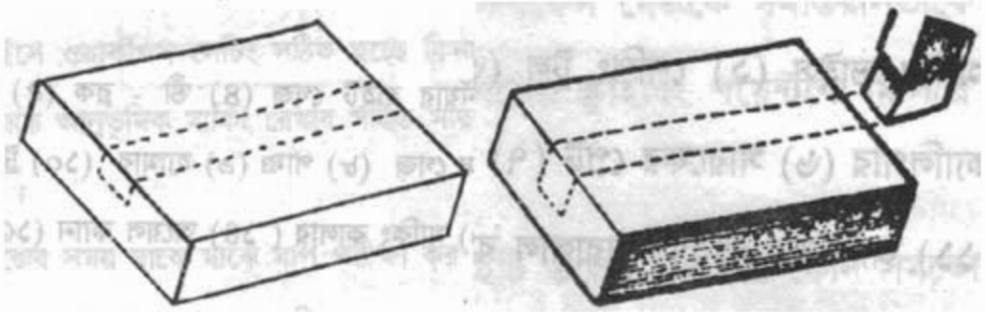
(১) মেশিন ভাইস (২) শেপিং টুল (৩) ভার্নিয়ার হাইট গেজ (৪) ভি-ব্লক (৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (৬) সারফেস প্লেট, (৭) সারফেস গেজ (৮) পাঞ্চ (৯) হ্যামার (১০) ট্রাই স্কয়ার (১১) অ্যানগুলি (১২) প্যারালাল বার (১৩) মার্কিং কালার (১৪) অয়েল ক্যান (১৫) মেশিন ব্রাশ (১৬) রেঞ্চ (১৭) গগলস

১১.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং

- স্লট অনুযায়ী স্লটিং টুল নির্বাচন কর। টুলের চওড়া স্লটের চওড়া থেকে কম হবে।
- স্লটিং টুল অবশ্যই ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং করা থাকবে।
- নরমাল গ্রুভিং বা স্লটিং টুল (ক) মেটালের মধ্যে খুঁড়িয়ে ঢুকে কিন্তু অফসেট টুল (খ) মেটালের মধ্যে খুঁড়িয়ে ঢোকে না। কাজেই স্লটিং-এর জন্য অফসেট টুল নির্বাচন কর।
- টুলপোস্টে টুল স্থাপন কর এবং যতদূর সম্ভব টুলকে খাটো করে বাঁধ

১১.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ওয়ার্কপিসের উপর মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও।
- ট্রাই স্কয়ার ও ভার্নিয়ার হাইট গেজ এর সাহায্যে ড্রয়িং অনুযায়ী স্লট মার্কিং কর।
- মার্কিং রেখা দৃশ্যমান করতে ইহার উপর পাঞ্চিং যেন সমদূরত্বে হয় সেদিকে খেয়াল রাখ।



চিত্র-১১.২ : মার্কিং করা ওয়ার্কপিস

১১.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে আটকানো

- ☑ মেশিন ভাইসকে টেবিলের উপর সঠিকভাবে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে উঁচু করতে ভাইসের মধ্যে প্যারালাল বার স্থাপন কর। ওয়ার্কপিসের মেশিনিং করা তলটি ভাইসের 'জ' থেকে প্রায় ৫ মি মি উঁচু হওয়া উচিত।

- ☑ প্যারালাল বারের উপর ওয়ার্কপিসকে স্থাপন কর। স্লটের মার্কিং আউট লাইন র‍্যামের সাথে সমান্তরাল রেখে ওয়ার্কপিসকে ভাইসে হালকাভাবে বাঁধ।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে সমন্বয় কর যাতে ইহার প্রান্তে মার্কিং লাইন উল্লম্বভাবে থাকে।
- ☑ র‍্যামকে অগ্র-পশ্চাৎ চলাচল করিয়ে দেখতে হবে ওয়ার্কপিসের উপর অঙ্কিত মার্কিং লাইন র‍্যাম চলাচল পথের সাথে সমান্তরালভাবে আছে কিনা? সমান্তরাল না হলে ভাইসকে ঘুরিয়ে অবস্থানকে সমন্বয় করতে হবে।

১১.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ◆ **নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটে স্ট্রোক সংখ্যা নির্ধারণ কর**

$$N = \frac{CS \times ৬০০}{L}$$

এখানে, CS = কাটিং স্পিড, মিটার/ মিনিট
L = স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য
N = প্রতি মিনিটে স্ট্রোক সংখ্যা।

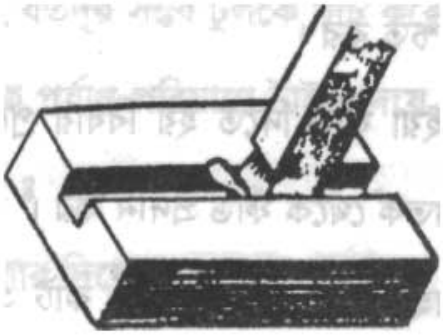
চার্ট দেখে নির্ধারিত কাটিং স্ট্রোকের সংখ্যা অনুযায়ী লিভার সেট কর। লিভার সেটিং-এ অসুবিধা হলে হুইল ঘুরাও।

যেহেতু ডাউন ফিড হ্যান্ডেলের সাহায্যে ফিড দিয়ে ওয়ার্কপিসকে কাটতে হয়, সেজন্য নির্ধারিত কাটিং স্ট্রোকের সংখ্যার চেয়ে কম কাটিং স্ট্রোক সংখ্যা ব্যবহার করলে ভালো ফল পাওয়া যায়।

- ◆ স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য এবং পজিশন নির্ধারণ কর ও সেট কর।
- ◆ টুল হেডকে উল্লম্বভাবে সেট কর।

১১.৬ মার্ক অনুযায়ী কাটার কাজ সম্পন্ন কর

- ➢ নিশ্চিত হতে হবে যে সেফটি গার্ডসমূহ যথাস্থানে লাগানো আছে কি না।
- ➢ মেশিন পরিষ্কার ও তৈলাক্ত কর।
- ➢ সোয়ার্ফ ট্রে টেবিলের স্লটের সাথে সেট কর।
- ➢ নিরাপদ পোশাক ও সেফটি গগলস পরিধান কর।



চিত্র-১১.৩ : কাটিং টুল দ্বারা স্লট কাটিং

- স্লটিং-এর মধ্যে মার্কিং দ্বারা অংশ টুলের নিচে রেখে টেবিল সমঘর কর।
- মেশিন চালু কর।
- ক্লাচ অ্যান্ড ব্রেক লিভার টেনে মেশিন চালু কর।
- হাত দ্বারা ফিড (ডেপথ অফ কাট) দাও।
- প্রতি স্ট্রোকের জন্য ০.১-০.২ মি মি ফিড ব্যবহার কর।
- স্লট শেপিং-এর জন্য সঠিক চওড়া ও গভীরতায় ধাতু অপসারণ কর।
- ওয়ার্কপিস অপসারণ করার পূর্বে স্লটের গভীরতা ও চওড়া পরীক্ষা কর।

১১.৭ কার্যকালীন সময়ে ও পরে পরীক্ষাকরণ

- ✓ ওয়াকপিসের লে-আউট ও মার্কিং পরীক্ষা কর।
- ✓ সঠিক ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং পরীক্ষা কর।
- ✓ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে সেট করা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✓ কাজের সময় মাঝে মাঝে ওয়ার্কপিসের মাপ ও মসৃণতা পরীক্ষা কর।
- ✓ কাজের শেষে ওয়ার্কপিসকে খোলার আগে মাপ ও মসৃণতা পরীক্ষা কর।
- ✓ মেশিন থেকে ওয়ার্কপিসকে খোলার পর এটির সকল মাপ সঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।

১১.৮ কাজের সময় সতর্কতার বিষয়াদি অনুশীলন

- ⇨ সেফটি গগলসসহ নিরাপদ পোশাক পরিধান কর।
- ⇨ নিরাপদ মেশিন সেটিং নিশ্চিত কর।
- ⇨ ডাউন ফিড হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ফিড দিতে হয় বিধায় প্রয়োজনীয় ফিড (০.১ মি মি-০.২ মি মি) প্রদানের ক্ষেত্রে খুবই সতর্ক থেকে ফীড প্রদান কর।
- ⇨ ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার করে ডেপথ অফ কাট প্রদানের ক্ষেত্রে সতর্কতা অবলম্বন করে ডেপথ অফ কাট দাও।
- ⇨ মনোযোগের সাথে কাজ কর এবং সমস্যার সৃষ্টি হলে সংশ্লিষ্ট প্রশিক্ষকের সাথে যোগাযোগ কর।

অধ্যায়-১২

এক্সটারনাল গ্রুভ শেপিং করার দক্ষতা অর্জন

১২.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(ক) মেশিন ভাইস (খ) শেপিং টুল (গ) ভার্নিয়ার হাইট গেজ (ঘ) ডিভাইডার (ঙ) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (চ) সারফেস প্লেট (ছ) সারফেস গেজ (জ) পাঞ্চ (ঝ) হ্যামার (ঞ) ট্রাই স্কয়ার (ট) অ্যানভিল (ঠ) প্যারালাল বার (ড) রেঞ্চ (ঢ) মার্কিং কালার (ণ) গগল্‌স (ত) অয়েল ক্যান (থ) মেশিন ব্রাশ।

১২.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং

টুল বিট নির্বাচনের পূর্বে স্লট এবং গ্রুভ সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা অর্জন করা প্রয়োজন। স্লট হলো যন্ত্রাংশের লম্বালম্বিভাবে কাটা চিকন ফাঁক যার মধ্যে কোনো কিছু সেট করা হয়। স্লটের পার্শ্ব সরল বা কৌণিক হতে পারে। চাবির ঘাট হলো এক প্রকার স্লট।

গ্রুভ হলো যন্ত্রাংশের তলে কাটা অগভীর স্লট যা তৈলাক্তকরণে তৈলাধার এবং তৈল-নালি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। গ্রুভের তলদেশ সাধারণত গোলাকার হয়। টুল বিট নির্বাচনে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো অনুসরণ কর–

- ✪ গ্রুভের দৈর্ঘ্য, রেডিয়াস ও গভীরতা অনুযায়ী গ্রুভ শেপিং টুল নির্বাচন কর।
- ✪ গ্রুভিং টুলে অবশ্যই ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল গ্রাইন্ডিং করা থাকবে।
- ✪ টুলপোস্টে টুল স্থাপন কর এবং যতদূর সম্ভব টুলকে খাটো করে বাঁধ।
- ✪ রেঞ্চের সাহায্যে টুলপোস্ট স্ক্রুকে পর্যাপ্ত পরিমাণে টাইট দিয়ে টুলকে আটকাও।

১২.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ⌑ ওয়ার্কপিসের উপর মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও।
- ⌑ ভার্নিয়ার হাইট গেজের সাহায্যে গ্রুভের বাহ্যিক আকৃতি বরাবর স্লট মার্কিং কর।
- ⌑ স্লটের বাহ্যিক রেখা স্পর্শ করে ডিভাইডারের সাহায্যে এর ভিতর বৃত্তচাপ অঙ্কন কর।
- ⌑ অঙ্কিত বৃত্তচাপ গ্রুভের আকৃতি ও আকার নির্দেশ করবে এবং মার্কিং রেখা দৃশ্যমান করতে এর উপর পাঞ্চিং কর।

১২.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে আটকানো

- ☑ মেশিন ভাইসকে টেবিলের উপর সঠিকভাবে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে উঁচু করতে ভাইসের মধ্যে প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসের মেশিনিং করা তলটিকে ভাইসের 'জ' থেকে প্রায় ৫ মি মি উঁচু করে স্থাপন কর। প্রয়োজনে প্যারালাল বারের আকার সমন্বয় কর।
- ☑ গ্রুভের মার্কিং আউট লাইন র‍্যামের সমান্তরাল রেখে ওয়ার্কপিসকে ভাইসে হালকাভাবে বাঁধ।

☑ ওয়ার্কপিসকে সমন্বয় কর যাতে ইহার প্রান্তে অঙ্কিত মার্কিং লাইন উল্লম্বভাবে থাকে।

☑ র‍্যামকে অগ্র-পশ্চাৎ চলাচল করিয়ে দেখতে হবে ওয়ার্কপিসের উপর অঙ্কিত মার্কিং লাইন র‍্যাম চলাচল পথের সাথে সমান্তরালভাবে আছে কিনা? সমান্তরাল না হলে ভাইসকে ঘুরিয়ে অবস্থানকে সমন্বয় করতে হবে।

১২.৫ কাটিং ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

⇨ নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটের জন্য স্ট্রোক সংখ্যা নির্ধারণ কর :

$N = \frac{CS \times ৬০০}{L}$, এখানে CS = কাটিং স্পিড, L = স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য, N = স্ট্রোক/মিনিট

মেশিনের গায়ের চার্ট দেখে নির্ধারিত কাটিং স্ট্রোকের সংখ্যার জন্য মেশিন গিয়ার সেটিং লিভার সেট কর। লিভার সেটিং-এ অসুবিধা হলে হুইলকে ঘুরিয়ে লিভারের অবস্থান সমন্বয় কর।

⇨ স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য এবং পজিশন নির্ধারণ কর ও সেট কর।

⇨ টুল হেডকে উল্লম্বভাবে সেট কর।

১২.৬ মার্ক অনুযায়ী কাটার কাজ সম্পন্নকরণ

⌗ নিরাপদ পোশাক ও সেফটি গগলস পরিধান কর।

⌗ নিরাপদ মেশিন সেটিং সেফটি গার্ড ও সোয়ার্ফ-ট্রে সেটিং, মেশিন পরিষ্কার ও তৈলাক্তকরণ টুল সেটিং, ওয়ার্কপিস করা অংশ টুলের নিচে রাখতে টেবিলের অবস্থান সমন্বয় কর।

⌗ গ্রুভ শেপিং-এর জন্য মার্কিং করা অংশ টুলের নিচে রাখতে টেবিলের অবস্থান সমন্বয় কর।

⌗ মোটর চালু কর এবং ক্লাচ অ্যান্ড ব্রেক লিভার টেনে মেশিন চালু কর।

⌗ প্রতি স্টোকের জন্য ০.১ মিমি ০.২ মিমি ফিড ব্যবহার কর।

⌗ গ্রুভ শেপিং-এর জন্য সঠিক রেডিয়াস ও গভীরতায় ধাতু অপসারণ কর।

⌗ ওয়ার্কপিস অপসারণ করার পূর্বে গভীরতা ও রেডিয়াস পরীক্ষা কর।

১২.৭ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ

☑ পরীক্ষা কর যে গ্রুভ শেপিং টুল সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং করা আছে কি না।

☑ পরীক্ষা কর যে প্রয়োজনীয় কাটিং ডেটা সেট করা হয়েছে কি না।

☑ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে সেট করা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে ওয়ার্কপিসের মাপ ও মসৃণতা পরীক্ষা কর।

☑ ওয়ার্কপিস অপসারণের পূর্বে গ্রুভের গভীরতা ও রেডিয়াস পরীক্ষা কর।

১২.৮ সতর্কতার বিষয়াদি অনুশীলন

◆ সেফটি গগলস ও নিরাপদ পোশাক পরিধান কর।

◆ নিরাপদ মেশিন সেটিং নিশ্চিত কর।

◆ মনোযোগের সাথে সাবধানতার সাথে কাজ কর।

◆ কোনো বিষয়ে বুঝতে অসুবিধা হলে বা কাজের সময় কোনো রকম সমস্যার সৃষ্টি হলে সমাধানের জন্য সংশ্লিষ্ট প্রশিক্ষকের সাথে যোগাযোগ করে সমাধানের চেষ্টা কর।

অধ্যায়-১৩

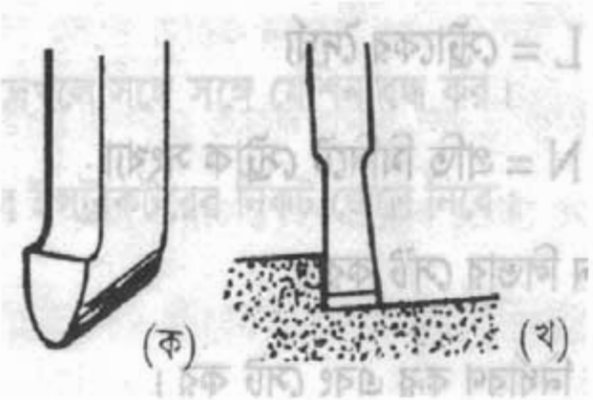
স্টেপ শেপিং করার দক্ষতা অর্জন

১৩.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) মেশিন ভাইস (২) শেপিং টুল (৩) ভার্নিয়ার হাইট গেজ (৪) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (৫) সারফেস প্লেট, (৬) সারফেস গেজ (৭) পাঞ্চ (৮) হ্যামার (৯) ট্রাই স্কয়ার (১০) অ্যানভিল (১১) প্যারালাল বার (১২) রেঞ্চ (১৪) গগলস্ (১৫) অয়েল ক্যান (১৬) মেশিন ব্রাশ, (১৭) মার্কিং কালার ইত্যাদি।

১৩.২ টুল বিট নির্বাচন ও সেটিং

- স্টেপ শেপিং টুল নির্বাচন করতে স্টেপের আকৃতি বিবেচনা কর। স্টেপ গোলাকার এবং সমকোণী হয়।
- সমকোণী স্টেপের জন্য ব্রড নোজ শেপিং টুল নির্বাচন কর [চিত্র-১৩.১ (খ)]
- গোলাকার স্টেপের জন্য রাউন্ড নোজ শেপিং টুল নির্বাচন কর [চিত্র-১৩.১ (ক)]



চিত্র-১৩.১ : (ক) রাউন্ড নোজ এবং (খ) ব্রড নোজ শেপিং টুল

- টুলপোস্টে টুলকে স্থাপন কর এবং যতদূর সম্ভব টুলকে খাট করে রেখে রেঞ্চের সাহায্যে টুল পোস্ট স্ক্রুকে পর্যাপ্ত পরিমাণে টাইট দিয়ে টুলকে আটকাও।

১.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ওয়ার্কপিসের তল পরিষ্কার কর।
- মার্কিং কালার (রং) দ্বারা ওয়ার্কপিসের তলে প্রলেপ দাও।
- ভার্নিয়ার হাইট গেজ অথবা ট্রাই স্কয়ার ও স্ক্রাইবারের সাহায্যে ওয়ার্কপিসের তলে সঠিক মাপে (প্রশিক্ষক কর্তৃক প্রদত্ত ড্রয়িং অনুসারে) লে-আউট কর।
- লে-আউটকে স্থায়ী করতে পাঞ্চিং কর।

১৩.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে আটকানো

- ভাইস পরিষ্কার কর।

- ✪ 'জ' এর ভিতর প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ✪ প্যারালাল বারের উপর ওয়ার্কপিস স্থাপন কর।
- ✪ ওয়ার্কপিস টাইট দেওয়ার সময় মাঝে মাঝে ম্যালেট হ্যামার দিয়ে ওয়ার্কপিসে আঘাত কর।

১৩.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

❖ নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটের জন্য স্ট্রোক সংখ্যা নির্ধারণ কর।

$$N = \frac{CS \times ৬০০}{L}$$

এখানে, CS = কাটিং স্পিড, মিটার/ মিনিট

L = স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য

N = প্রতি মিনিটে স্ট্রোক সংখ্যা।

নির্বাচন স্ট্রোক সংখ্যার জন্য মেশিন লিভার সেট কর।

❖ স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য ও পজিশন নির্ধারণ কর এবং সেট কর।

❖ টুল হেডকে উল্লম্বভাবে সেট কর।

১৩.৬ মার্ক অনুযায়ী কাটার কাজ সম্পন্নকরণ

☑ নিরাপদ পোশাক ও সেফটি গগলস পরিধান কর।

☑ নিরাপদ মেশিন সেটিং নিশ্চিত কর।

☑ প্রতি স্ট্রোকের জন্য ০.১ মি মি ০.২ মি মি ফিড ব্যবহার কর।

☑ স্টেপ কাটার জন্য প্রয়োজনীয় ধাতু অপসারণ কর।

১৩.৭ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ

⇨ মেশিন সঠিকভাবে তৈলাক্ত করা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

⇨ পরীক্ষা করে দেখ জব ঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা।

⇨ চার্ট অনুসারে মেশিন সেট হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

⇨ মার্কিং অনুসারে কাটা হচ্ছে কিনা পরীক্ষা কর।

⇨ কাজ শেষে জবের মাপ চেক কর।

১৩.৮ সতর্কতার বিষয়াদি অনুশীলন

- ✪ ভাইসে জব সঠিকভাবে টাইট দেওয়ার পর ভাইস হ্যান্ডেল খুলে নিরাপদ স্থানে রাখ।
- ✪ সঠিকভাবে মেশিন সেটিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✪ পরীক্ষা কর টুল নিরাপদভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা।
- ✪ কাজের সময় সেফটি ট্রে ও গগলস পরিধান কর।
- ✪ কাজের সময় অন্য লোকের সাথে অযথা বাক্যালাপ করা থেকে বিরত থাক।
- ✪ কোনো বিপদের আশঙ্কা দেখলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ✪ কাজের জটিলতা দেখলে ইন্ট্রাক্টরের কাছ থেকে জেনে নিবে।

অধ্যায়-১৪

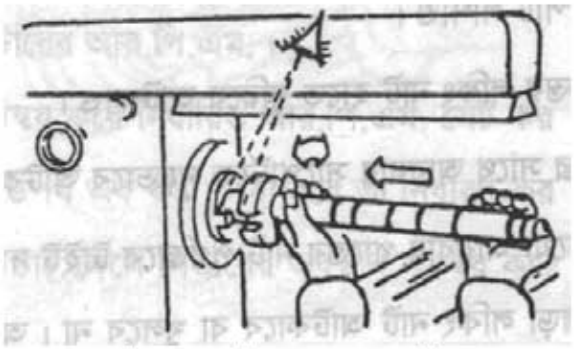
ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল তল মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১৪.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

১) সুইভেল বেইস মেশিন ভাইস (হ্যান্ডেলসহ)
২) মিলিং কাটার এবং আরবার
৩) রেঞ্চ (প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সাইজের)
৪) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (১৫০ মি মি, সূক্ষ্মতা: ০.০৫ মি মি)
৫) ট্রাই স্কয়ার (সলিড, ১৫০ মি মি)
৬) সারফেস গেজ
৭) হ্যামার (ইঞ্জিনিয়ার্স হ্যামার ও ম্যালেট হ্যামার)
৮) সারফেস প্লেট
৯) ক্রাইবার
১০) পাঞ্চ (ডট বা প্রিক পাঞ্চ)
১১) অ্যানভিল
১২) মার্কিং কালার
১৩) মেশিন ব্রাশ
১৪) গ্রিজ গান (গ্রিজ সহ)

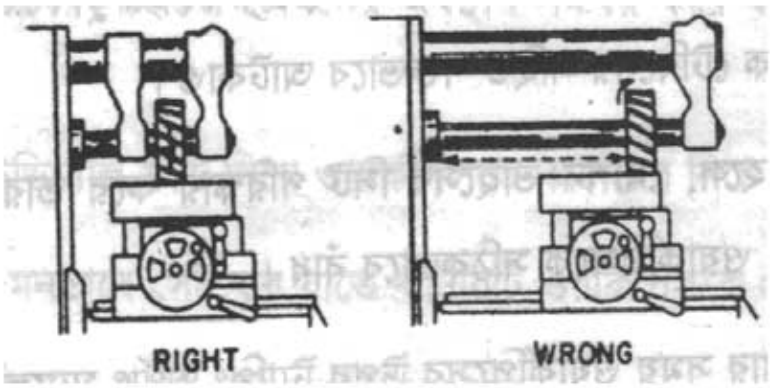
১৪.২ কাটার নির্বাচন ও সেটিং/মাউন্টিং

⇨ ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল তল মিলিং করার জন্য কাটার নির্বাচন করতে তলের ক্ষেত্রফল বিবেচনা কর।
⇨ বৃহদাকার ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট ফ্ল্যাট তল মিলিং করতে স্লাব বা প্লেইন মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
⇨ অল্প চওড়া বিশিষ্ট ফ্ল্যাট তল মিলিং করতে সাইড অ্যান্ড ফেইস মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
⇨ ফ্ল্যাট তল মিলিং করার জন্য প্লেইন মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
⇨ কাটারের বোর বা ছিদ্র অনুযায়ী আরবার নির্বাচন কর।
⇨ আরবারের টেপার অংশ এবং স্পিন্ডল নোজ টিপস মুক্ত কর।
⇨ আরবারকে স্পিন্ডল নোজে প্রবেশ করাও। এ সময় নিশ্চিত হতে হয় যে স্পিন্ডল ড্রাইভিং আরবার ক্ল্যাম্পের খাঁজে সেট হয়েছে কি না (চিত্র-১৪.১)।



চিত্র-১৪.১ : স্পিন্ডলে আরবার সেটিং

⇨ আরবারকে স্পিন্ডলে ঢুকিয়ে মিলিং মেশিনের পিছন হতে ড্র-ইন-বার (Draw-in-bar)/ড্র-বোল্ট দ্বারা টেনে শক্তভাবে আটকাও।
⇨ আরবার টাইপ কাটারকে সব সময় কলাম ফেইসের নিকটবর্তী স্থানে অথবা আরবার সাপোর্টের নিকটবর্তী স্থানে বাঁধতে হয়। কাটারকে কখনও আরবারের নিরাপদ স্থানে আটকাও।



চিত্র-১৪.২ : শুদ্ধ ও ভুল কাটার সেটিং

⇨ প্রয়োজনে দুইটি আরবার সাপোর্ট ব্যবহার কর।

⇨ কাটার সেটিং

- প্রয়োজনীয়সংখ্যক স্পেস কলার লাগাও।
- মিলিং কাটার লাগাও।
- তারপর প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার লাগাও।
- বিয়ারিং সাপোর্ট লাগাও।
- আরবার প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।
- ওভার আর্মের সাথে আরবার সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- রেঞ্চের সাহায্যে আরবার প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।
- আরবার সাপোর্ট ছাড়া লকিং নটি আটকাবে না বা খুলবে না। অন্যথায় আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।

১৪.৩ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- ☑ মেশিন টেবিলের টি-স্লট (T-slot) চ্যানেল ও উপরিভাগে চিপস থাকলে তা অপসারণ কর এবং মেশিন টেবিল ভালোভাবে পরিষ্কার কর।
- ☑ মেশিন ভাইসের তল ভালোভাবে পরিষ্কার কর।
- ☑ ভাইসের তলার গাইড পিসকে টেবিলের টি-স্লটের ভিতর ঢুকিয়ে ভাইস ক্ল্যাম্পিং নাট বোল্টের সাহায্যে ভাইসকে টেবিলের সঙ্গে শক্তভাবে আটকাও।
- ☑ ওয়ার্কপিস নিচু হলে, মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন করে ইহার উপর ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধ।
- ☑ ভাইস টাইট দেওয়ার সময় ওয়ার্কপিসের উপর ট্যাপিং অর্থাৎ ম্যালেট দ্বারা আঘাত দিতে হয়।

১৪.৪ ডেটা নির্বাচন ও সেটিং

- ☑ ওয়ার্কপিসের ম্যাটেরিয়াল এবং মিলিং কাটারের ম্যাটেরিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- ☑ কাটারের ব্যাস নির্ণয় কর (মিলিমিটারে)
- ☑ নিম্নের সূত্রের সাহায্যে কাটিং স্পিড থেকে কাটারের আর পি এম বের কর-

$$N = \frac{CS \times 1000}{\pi \times D}$$

এখানে CS = কাটিং স্পিড মিটার/ মিনিট

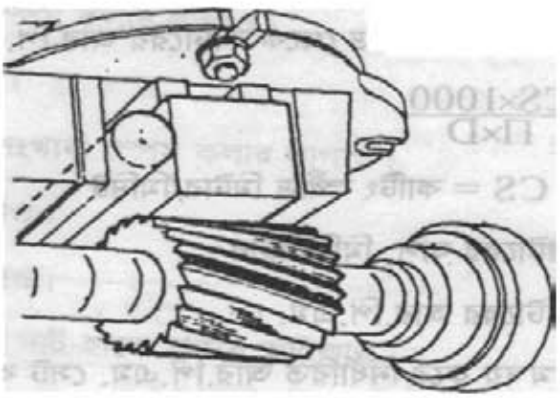
D = কাটারের ব্যাস, মিলিমিটার

N = কাটারের আর পি এম।

- ☑ স্পিডারের অবস্থান সমন্বয় করে নির্ধারিত আর পি এম সেট কর।
- ☑ কী পরিমাণ ফিড ও ডেপথ অব কাট দেওয়া হবে তা নির্ধারণ কর।
- ☑ মেশিনের গায়ের প্রদত্ত চার্ট দেখে স্পিডারের অবস্থান সমন্বয় করে প্রয়োজনীয় ফিডের জন্য স্পিডার সেট কর।

১৪.৫ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- ⌗ মেশিনের চলমান স্থানসমূহে তেল দাও।
- ⌗ মিলিং অপারেশন শুরু করার পূর্বে মেশিনের সেটআপসমূহের নিরাপদ অবস্থান নিশ্চিত কর।
- ⌗ মেশিন চালু করে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরীক্ষা কর এবং প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে দিক পরিবর্তন কর মেশিন চালু করার পূর্বে নিশ্চিত হতে হবে যে ওয়ার্কপিস কাটার থেকে মুক্ত আছে।
- ⌗ ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে টেবিলের অবস্থান সমন্বয় করে কাটারকে ওয়ার্কপিসের একই লাইনে আন।
- ⌗ টেবিলকে লংগিটুডিনাল ফিড দিয়ে ওয়ার্কপিসকে কাটারের নিচে আন।
- ⌗ টেবিলের উচ্চতা এমনভাবে সেট কর যাতে কাটারটি ওয়ার্কপিসকে প্রায় স্পর্শ করে।
- ⌗ পরীক্ষামূলক কাট দাও এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর।
- ⌗ মেশিন বন্ধ কর এবং মসৃণতা পরীক্ষা কর।
- ⌗ লংগিটুডিনাল ফিডকে সঠিক দিকে সেট কর এবং কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।



চিত্র-১৪.৩ : ফ্ল্যাট তল মিলিং

- ⌗ সঠিক পরিমাপে অথবা উপরিতল পরিষ্কার না হওয়া পর্যন্ত মিলিং কর।
- ⌗ মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে মুক্ত অবস্থায় এনে মেশিন বন্ধ কর।

১৪.৬ কাটিং-এর সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ

- ☑ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ সঠিকভাবে মেশিন সেটিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ কাটারের তীক্ষ্ণতা ও কাটার নির্বাচন সঠিক আছে কিনা দেখ।
- ☑ ডেপথ অফ কাট এবং ফিড ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ ও মসৃণতা পরীক্ষা কর।

১৪.৭ মিলিং-এর জন্য সতর্কতা অবলম্বন

- ✪ কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ✪ মেশিন পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ✪ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ✪ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর এবং নিরাপদ মেশিন সেটিং নিশ্চিত কর।
- ✪ ওয়ার্কপিসকে মেশিন ভাইসে শক্তভাবে বাঁধ।
- ✪ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ ও মসৃণতা পরীক্ষা কর। সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ✪ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর ও প্রশিক্ষকের পরামর্শ নাও।

অধ্যায়-১৫

ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

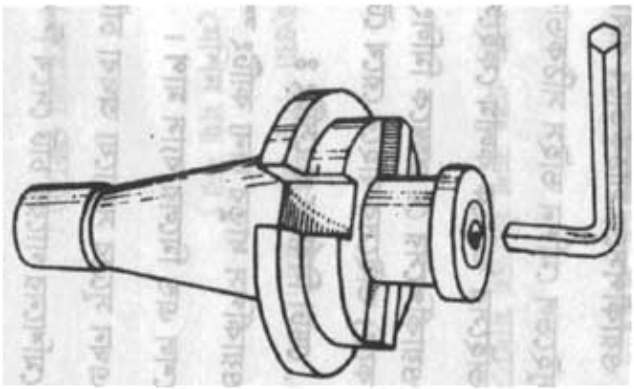
১৫.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) সুইভেল বেইস মেশিন ভাইস, (২) মিলিং কাটার (৩) মিলিং আরবার (৪) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (৫) ট্রাই স্কয়ার (৬) সারফেস গেজ (৭) হ্যামার (৮) সারফেস প্লেট (৯) স্ক্রাইবার (১০) পাঞ্চ (১১) অ্যানভিল (১২) মার্কিং কালার (১৩) মেশিন ব্রাশ (১৪) স্প্রিজসহ স্প্রিজ গান।

১৫.২ কাটার নির্বাচন ও সেটিং/মাউন্টিং

ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করতে হলে ওয়ার্কপিসের আকার ও আকৃতি এবং মিলিং মেশিনের টাইপ বিবেচনা করে কার্যপদ্ধতি নির্ধারণ করতে হয়। সাধারণ কাজে ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করার প্রয়োজন হয় না। ওয়ার্কপিসের তলকে ৯০ ডিগ্রি কোণে ঘুরিয়ে বেঁধে ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল তল মিলিং প্রক্রিয়ার (সম্ভাব্য ক্ষেত্রে) ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করা যায়। এ পর্যায়ে ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে অথবা হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করে কম মাপের রড অথবা ভয়ার বারের প্রান্ত কেটে ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করার বিষয়টি বিবেচনা করা হয়েছে। এ কাজে শেল এন্ড মিল অথবা বড় ব্যাসের এন্ড মিল কাটার ব্যবহার করা যায়।

- ☑ ফ্ল্যাট ভার্টিক্যাল তল মিলিং করতে শেল এন্ড মিল (Shell end mill) কাটার নির্বাচন কর।
- ☑ শেল এন্ড মিল কাটার বাঁধার জন্য শেল এন্ড মিল আরবার (কাটারের ছিদ্রের মাপের ভিত্তিতে) নির্বাচন কর।
- ☑ শেল এন্ড মিলের কাটিং এজগুলো খুব ধারালো থাকে। দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য কাপড়ের টুকরার সাহায্যে কাটারকে ধর।



চিত্র-১৫.১ : শেল এন্ড মিল আরবার

- ☑ শেল এন্ড মিল আরবারের লাগ (Lugs) দুটো কাটার স্লটের মধ্যে সেট কর।
- ☑ একটি স্ক্রুর সাহায্যে (চিত্র-১৫.১) কাটারকে আরবারে দৃঢ়ভাবে আটকাতে হয়। স্ক্রুটিকে অ্যালেন কি দ্বারা ঘুরিয়ে পর্যাপ্ত টাইট দিয়ে কাটারকে আরবারে সেট কর।

☑ কাটারসহ শেল এন্ড মিল আরবারকে ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট অথবা ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে সেট কর।

☑ অতঃপর ড্র-বার টাইট দিয়ে আরবারকে দৃঢ়ভাবে স্পিন্ডলে সেট কর।

১৫.৩ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- সুইভেল মেশিন ভাইস সঠিকভাবে নিরাপদে মেশিন টেবিলে সেট কর।
- ভাইসের 'জ'-কে কলাম ফেইসের সমান্তরালভাবে সেট কর।
- ওয়ার্কপিসের যে প্রান্তকে মিলিং করতে হবে তাকে প্রয়োজনীয় পরিমাণে (যতদূর সম্ভব খাটো করে) ভাইসের বাইরে রেখে টেবিলের সমান্তরালভাবে দৃঢ় করে আটকাও।

১৫.৪ ডেটা নির্বাচন ও সেটিং

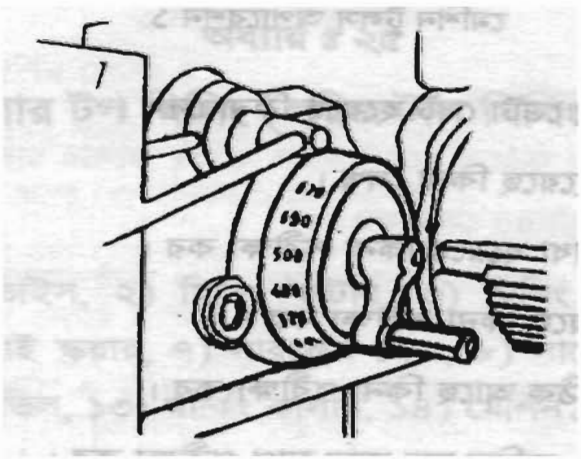
⇨ ওয়ার্কপিস ধাতুর জন্য কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।

⇨ শেল এন্ড মিলের ব্যাস মাপ।

⇨ এখানে সূত্রের সাহায্যে অথবা চার্ট দেখে মেশিন স্পিন্ডলের আর পি এম নির্বাচন।

⇨ মেশিনের গায়ের চার্ট দেখে স্পিন্ডলের আর পি এম-এর জন্য লিভার সেট কর।

⇨ কী পরিমাণ ফিড ও ডেপথ অব কাট দেওয়া হবে তা নির্ধারণ কর।



চিত্র-১৫.৩ : আর.পি.এম সেটিং ডায়াল

১৫.৫ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- মেশিনের চলমান স্থানসমূহে তৈল দাও।
- মিলিং অপারেশন শুরু করার পূর্বে মেশিনের সেটআপসমূহের নিরাপদ অবস্থান নিশ্চিত কর।
- ওয়ার্কপিসকে কাটার থেকে মুক্ত রেখে মেশিন চালু করে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরীক্ষা কর এবং প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর।

- ভার্টিক্যাল ফিড এবং লংগিচুডিনাল ফিড-এর মাধ্যমে ওয়ার্কপিসকে কাটারের কাছাকাছি নাও।
- লংগিচুডিনাল ফিডের সাহায্যে ডেপথ অব কাট দাও এবং ক্রস ফিডের মাধ্যমে ধাতুকে কাট।
- ধাতুকে কাটার সময় কুল্যান্ট প্রয়োগ কর।
- সঠিক পরিমাপে অথবা ভার্টিক্যাল তল পরিষ্কার না হওয়া পর্যন্ত মিলিং কর।
- মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে মুক্ত অবস্থায় এনে মেশিন বন্ধ কর।

১৫.৬ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ☑ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিসে মার্কিং হয়েছে কিনা দেখ (প্রযোজ্য ক্ষেত্রে)।
- ☑ মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডাটা সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ সঠিকভাবে মেশিন সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ কাটার নির্বাচন সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ ডেপথ অব কাট ও ফিড ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ পরীক্ষা কর।

১৫.৭ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বনকরণ

- ⌗ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ⌗ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।
- ⌗ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।
- ⌗ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চিত কর।
- ⌗ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।
- ⌗ যে কোনো অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর এবং প্রশিক্ষকের পরামর্শ নাও।

অধ্যায়- ১৬

অ্যাংগুলার টপ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১৬.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) সুইভেল বেইস মেশিন ভাইস, (২) মিলিং কাটার (৩) মিলিং আরবার (৪) বিভেল প্রট্যাক্টর, (৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (৬) ট্রাই স্কয়ার (৭) সারফেস গেজ (৮) সারফেস প্লেট (৯) স্ক্রাইবার (১০) পাঞ্চ (১১) হ্যামার (১২) অ্যানভিল (১৩) মার্কিং কালার (১৪) মেশিন ব্রাশ (১৫) গ্রিজ সহ গ্রিজ গান।

১৬.২ কাটার নির্বাচন ও সেটিং/মাউন্টিং

- ☑ ওয়ার্কপিসের ক্ষেত্রফল বিবেচনা করে কাটার নির্বাচন কর। এ ক্ষেত্রে হেলিক্যাল প্লেইন মিলিং কাটার বাইরের ব্যাস-১০০ মি মি, ছিদ্রের ব্যাস-৩২ মি মি এবং দৈর্ঘ্য ১২৫ মি মি হাই স্পিড স্টিলের তৈরি কাটার বিবেচনা কর।
- ☑ কাটারের ছিদ্র অনুসারে মিলিং আরবার (ব্যাস-৩২ মি মি) নির্বাচন কর।
- ☑ আরবার এবং স্পিন্ডল চিপস মুক্ত করে স্পিন্ডল নোজে আরবার সেট কর এবং ড্র-বারের সাহায্যে স্পিন্ডলের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ☑ প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলারের মধ্যবর্তী স্থানে মিলিং কাটারকে আর্বারে সেট কর। কাটার যেন কলাম ফেইসের নিকটবর্তী হয়।
- ☑ বিয়ারিং বুশ আরবারে লাগাও।
- ☑ আরবার সাপোর্ট লাগাও।
- ☑ আরবারের প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।
- ☑ ওভার আর্মের সাথে আরবার সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে বাঁধ।
- ☑ রেঞ্চের সাহায্যে আরবারের প্রান্ত নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।

১৬.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ➢ ওয়ার্কপিসের যে তলে মার্কিং করতে হবে এতে মার্কিং কালার দ্বারা প্রলেপ দাও।
- ➢ প্রয়োজনীয় কোণে বিভেল প্রট্যাক্টর সেট কর।
- ➢ মার্কিং তলের উপর বিভেল প্রট্যাক্টরকে স্থাপন কর এবং স্ক্রাইবারের সাহায্যে কোণ উৎপাদনকারী রেখাটি টান।
- ➢ রেখাকে দীর্ঘস্থায়ী ও স্পষ্ট করার জন্য ইহার উপর হাতুড়ি ও পাঞ্চের সাহায্যে সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

১৬.৪ ওয়ার্কপিসকে নির্ধারিত কোণে সঠিকভাবে বাঁধা

- ✪ মার্কিং রেখাকে মূল রেখা হিসাবে বিবেচনা করতে হবে এবং এর উপর দিকে অবস্থিত অতিরিক্ত ধাতুকে কেটে কৌণিক অর্থাৎ অ্যাংগুলার তল মিলিং করতে হবে।
- ✪ ভাইসের হ্যান্ডলকে বাম পাকে ঘুরিয়ে এর 'জ' দুইটিকে প্রয়োজনীয় পরিমাণ ফাঁকা কর।
- ✪ ভাইসের 'জ' দুইটির মাঝে প্যারালাল বার স্থাপন কর।

- ওয়ার্কপিসকে প্যারালাল বারের উপর এমনভাবে স্থাপন কর যাতে মার্কিং রেখাটি অনুভূমিক অবস্থায় থাকে এবং ভাইসের হ্যান্ডেলকে ডান পাকে ঘুরিয়ে ওয়ার্কপিসকে হালকাভাবে ভাইসে আটকাও।
- মেশিনের টেবিলের উপর সারফেস গেজ বসিয়ে এর স্ক্রাইবিং পয়েন্টকে মার্কিং রেখার সাথে মিলাও এবং মার্কিং রেখার দূরত্ব বরাবর চলাচল করাও।
- যদি না মিলে তা হলে ওয়ার্কপিসের অবস্থান সমন্বয় কর। চূড়ান্ত পর্যায়ে নিশ্চিত হতে হবে যে মার্কিং রেখা বরাবর সারফেস গেজের স্ক্রাইবিং পয়েন্ট আসা-যাওয়া করছে।
- চূড়ান্ত পর্যায়ে ভাইসের হ্যান্ডেলকে ডান পাকে ঘুরিয়ে ওয়ার্কপিসকে শক্তভাবে ভাইসে বাঁধ।

১৬.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ওয়ার্কপিসের ধাতুর জন্য কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস মাপ (এ ক্ষেত্রে ১০০ মি মি) নির্বাচন কর।
- সূত্রের সাহায্যে অথবা চার্ট দেখে মেশিন স্পিন্ডলের ঘূর্ণনের জন্য আর পি এম নির্বাচন কর।
- মেশিনের গায়ের চার্ট দেখে নির্বাচিত আর পি এম-এর জন্য লিভার সেট কর।
- চার্ট হতে প্রতি দাঁত অনুসারে ফিডের পরিমাণ নির্ণয় কর এবং ফিড মি মি/ মিনিট হিসাবে নির্ধারণ কর।
- নির্ধারিত ফিডের জন্য লিভার সেট কর।

১৬.৬ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- ক্রস ফিড এবং লংগিচুডিনাল ফিড-এর মাধ্যমে ওয়ার্কপিসকে কাটারের নিচে আন।
- ভার্টিক্যাল ফিডের মাধ্যমে ওয়ার্কপিসকে কাটারের কাছাকাছি নাও।
- মিলিং অপারেশন শুরু করার পূর্বে মেশিনের সেটআপসমূহের নিরাপদ অবস্থান নিশ্চিত কর।
- মেশিন চালু করে কাটারের ঘূর্ণন দিক পর্যবেক্ষণ কর। প্রয়োজনে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর।
- ডেপথ অফ কাট দাও এবং লংগিচুডিনাল ফিডের মাধ্যমে ধাতুকে কাট।
- ধাতুকে কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।
- মার্কিং রেখার উপরে ধাতু অপসারণ করতে পর্যায়ক্রমে কয়েকটি কাট দাও।
- ধাতু কাটা অর্থাৎ মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে মুক্ত অবস্থায় এনে মেশিন বন্ধ কর।

১৬.৭ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ✓ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে মার্কিং হয়েছে কিনা দেখ।
- ✓ ডাটা অনুসারে মেশিন সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ✓ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা দেখ।
- ✓ প্রথম কাট দেখার পর পরীক্ষা কর।
- ✓ সঠিক অ্যাঙ্গেলে কাটা হচ্ছে কিনা দেখ।
- ✓ কাজের শেষে ড্রইং অনুসারে কাটা হয়েছে কিনা সব মাপ পরীক্ষা কর।

১৬.৮ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন

- ☑ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ☑ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।
- ☑ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চিত কর।
- ☑ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।
- ☑ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নাও।
- ☑ অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর।

অধ্যায়-১৭

গোলাকার ধাতুকে ষড়ভুজাকৃতি করার দক্ষতা অর্জন

১৭.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) মেশিন ভাইস, (২) মিলিং কাটার, (৩) মিলিং আরবার, (৪) ডিভাইডার, (৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার, (৬) ট্রাই স্কয়ার, (৭) সারফেস গেজ, (৮) সারফেস প্লেট, (৯) স্ক্রাইবার, (১০) স্টিল রুল, (১১) পাঞ্চ, (১২) হ্যামার, (১৩) অ্যানভিল, (১৪) মার্কিং কালার, (১৫) মেশিন ব্রাশ, (১৬) কাপড়ের টুকরা।

১৭.২ কাটার নির্বাচন ও সেটিং/মাউন্টিং

- ☑ শেল এন্ড মিল কাটার (ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন) অথবা হেলিক্যাল প্লেইন মিলিং কাটার (হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন) নির্বাচন কর।
- ☑ কাটার বাঁধার উপযোগী মিলিং আরবার নির্বাচন কর।
- ☑ কাটারকে নিরাপদে এবং সঠিকভাবে আরবারে আটকাও।
- ☑ ড্র-বারের সাহায্যে আরবারকে দৃঢ়ভাবে মেশিন স্পিন্ডলে সেট কর।
- ☑ হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের ক্ষেত্রে সঠিক পদ্ধতিতে আরবার সাপোর্ট সেট কর।

১৭.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ✪ ওয়ার্কপিসকে পরিষ্কার করে মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও।
- ✪ ষড়ভুজের পার্শ্ব-এর দৈর্ঘ্য মাপ ডিভাইডারে সেট করে ওয়ার্কপিসের প্রান্তে বৃত্ত অঙ্কন কর।
- ✪ বৃত্তের পরিধির উপর ডিভাইডারে সেট করা পরিমাপে পর পর ছয়টি বৃত্তচাপ আঁক। সর্বশেষ বৃত্তচাপ শুরু করা বিন্দুর সাথে মিলে যাবে।
- ✪ অঙ্কিত বৃত্তচাপ ষড়ভুজের কোণ এর অবস্থান চিহ্নিত করে।
- ✪ পরপর অঙ্কিত বৃত্তচাপগুলিকে স্টিল রুলের সহায়তায় স্ক্রাইবারের সাহায্যে সরল রেখা টেনে যোগ কর।
- ✪ অঙ্কিত ছয়টি সরলরেখা ষড়ভুজের ছয়টি বাহু হবে।
- ✪ লে-আউট অনুসারে পাঞ্চ ও হাতুড়ির সাহায্যে পাঞ্চিং কর।

১৭.৪ মার্কিং অনুসারে ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- ➢ টেবিলের উপর সঠিক নিয়মে মেশিন ভাইস আটকাও।
- ➢ মেশিন ভাইসের মধ্যে ওয়ার্কপিসকে এমনভাবে স্থাপন কর যাতে ষড়ভুজের একটি বাহু অনুভূমিকভাবে থাকে অর্থাৎ টেবিলের উপরিতলের সাথে সমান্তরালভাবে থাকে।
- ➢ সারফেস গেজের সাহায্যে ওয়ার্কপিসের সঠিক অবস্থান নিশ্চিত কর।
- ➢ মার্কিং করা অনুভূমিক বাহুটিকে ভাইসের থেকে কিছু উপরে স্থাপন করতে হবে যাতে ওয়ার্কপিসকে কাটার সময় মিলিং কাটার ভাইসের সংস্পর্শে না আসে।
- ➢ পূর্ণ টাইট দিয়ে ওয়ার্কপিসকে আটকাও।

১৭.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ⌗ ওয়ার্কপিসের ধাতুর জন্য কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- ⌗ কাটারের ব্যাস পরিমাপ কর।
- ⌗ সূত্রের সাহায্যে অথবা চার্ট দেখে আর পি এম নির্ধারণ কর।
- ⌗ নির্ধারিত আর পি এম এর জন্য লিভার সেট কর।
- ⌗ ফিডের পরিমাণ এবং ডেপথ অব কাট-এর পরিমাণ নির্ধারণ কর।
- ⌗ প্রয়োজনীয় স্বয়ংক্রিয় ফিডের জন্য লিভার সেট কর।

১৭.৬ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- ◆ ওয়ার্কপিসকে মিলিং কাটারের কাছাকাছি আন।
- ◆ মেশিন চালু করে কাটারের ঘূর্ণনের দিক পর্যবেক্ষণ কর। প্রয়োজনে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর।
- ◆ ডেপথ অফ কাট (কাটার গভীরতা) দাও এবং লংগিচুডিনাল ফিডের সাহায্যে ধাতুকে কাট।
- ◆ ধাতুকে কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।
- ◆ পর্যায়ক্রমে ধাতুকে কাট এবং বিভিন্ন পর্যায়ে মাপ পরীক্ষা কর।
- ◆ চুড়ান্ত গভীরতায় কাটার জন্য ফাইনাল ডেপথ অব কাট দাও এবং উপরিপৃষ্ঠ কাটা সম্পন্ন কর।
- ◆ এরপর অন্য পৃষ্ঠগুলি অনুরূপভাবে কাট।
- ◆ মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে মুক্ত অবস্থায় এনে মেশিন বন্ধ কর।

১৭.৭ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ☑ ওয়ার্কপিকে সঠিকভাবে লে-আউট ও মার্কিং হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ স্পেসিফিকেশন অনুসারে কাটার নির্বাচন ও সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ মেশিন সেটআপ ঠিক হয়েছে কিনা নিশ্চিত হও।
- ☑ প্রথম তল কাটার পর মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ অন্যতল কাটার জন্য ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ☑ সব তল কাটার পর ড্রইং অনুসারে সব মাপ হয়েছে কিনা দেখ।

১৭.৮ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন

- ⇨ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ⇨ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।
- ⇨ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চত কর।
- ⇨ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।
- ⇨ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নাও।
- ⇨ অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর।

অধ্যায়-১৮

স্টেপ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

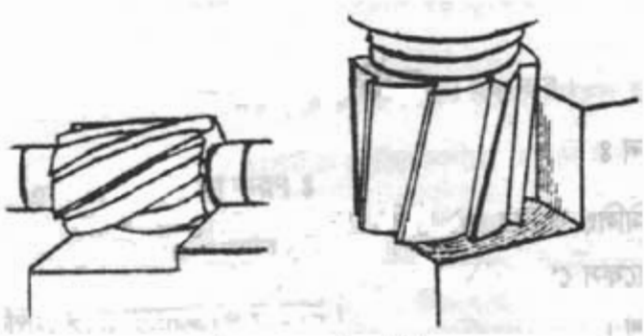
১৮.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) মেশিন ভাইস, (২) মিলিং কাটার, (৩) মিলিং আরবার, (৪) ট্রাই স্কয়ার, (৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার, (৬) সারফেস গেজ, (৭) সারফেস প্লেট, (৮) ফাইবার, (৯) ব্রিক পাঞ্চ, (১০) হ্যামার, (১১) অ্যানভিল, (১২) মার্কিং কালার, (১৩) মেশিন ব্রাশ।

১৮.২ কাটার নির্বাচন ও সেটিং/মাউন্টিং

স্টেপ মিলিং-এর জন্য কাটার নির্বাচন করতে তলের ক্ষেত্রফল এবং স্টেপ-এর উচ্চতা ও প্রস্থ বিবেচনা করতে হয়। এ ছাড়া হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের জন্য এক প্রকার কাটার এবং ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন অথবা ভার্টিক্যাল অ্যাটাচমেন্টযুক্ত হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের জন্য অন্য প্রকারের কাটার নির্বাচন করতে হয়।

- ☑ বৃহদাকার ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অল্প উচ্চতার স্টেপ মিলিং করতে স্লাব বা প্লেইন মিলিং কাটার নির্বাচন কর (হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন।
- ☑ অল্প চওড়া বিশিষ্ট অধিকতর উচ্চতার স্টেপ মিলিং করতে হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের জন্য সাইড অ্যান্ড ফেইস কাটার অথবা স্ট্র্যাগার টুথ সাইড মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
- ☑ অপেক্ষাকৃত কম চওড়া বিশিষ্ট স্টেপ তল মিলিং করতে শেল এন্ড মিল কাটার নির্বাচন কর।
- ☑ অল্প চওড়া তল বিশিষ্ট স্টেপ তল মিলিং করতে ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের জন্য বড় আকারের এন্ড মিল কাটার নির্বাচন কর।
- ☑ কাটারের বোর বা ছিদ্র অনুযায়ী আরবার নির্বাচন কর।
- ☑ কাটার, আরবার, স্পিন্ডল নোজ, ড্র-বার প্রভৃতি চিপস মুক্ত কর।
- ☑ সঠিকভাবে এবং নিরাপদে কাটার এবং আরবারকে স্পিন্ডলের সাথে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ☑ হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের ক্ষেত্রে আরবার সাপোর্ট/ ইয়ক সেট কর।



চিত্র-১৮.১ : স্টেপ মিলিং

১৮.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ওয়ার্কপিস পরিষ্কার কর।
- মার্কিং কালার দিয়ে এক বা সংশ্লিষ্ট একাধিক তলে প্রলেপ দাও।
- ওয়ার্কপিসকে সারফেস প্লেটে স্থাপন কর।
- ড্রয়িং অনুসারে অথবা প্রশিক্ষকের নির্দেশনা অনুযায়ী ভার্নিয়ার ক্যালিপার ও ট্রাই স্কয়ার ব্যবহার করে স্ক্রাইবারের সাহায্যে লে-আউট কর।
- ওয়ার্কপিসকে অ্যানভিলের উপর স্থাপন কর।
- প্রিক পাঞ্চ ও হাতুড়ির সাহায্যে লে-আউট রেখার উপর যতখানি সম্ভব সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

১৮.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- মেশিন টেবিল পরিষ্কার কর।
- মেশিন ভাইসকে নিরাপদে এবং সঠিকভাবে টেবিলে সেট কর।
- ওয়ার্কপিসকে নিরাপদে এবং সঠিকভাবে টেবিলে সেট কর।
- ওয়ার্কপিস নিচু হলে এর নিচে প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ওয়ার্কপিসকে টাইট দেওয়ার সময় ম্যালেট হ্যামার দিয়ে ওয়ার্কপিসের উপর পৃষ্ঠে ক্রমাগত মৃদু আঘাত করে ইহাকে টাইট দাও।
- নিশ্চিত হতে হবে যে মার্কিং লাইন অনুভূমিক অবস্থায় আছে এবং স্টেপের দৈর্ঘ্য লাইন কলাম ফেইসের সাথে সমান্তরাল অথবা সমকোণে আছে।

১৮.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ওয়ার্কপিসের ধাতু অনুসারে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস মাপ।
- সূত্রের সাহায্যে অথবা টার্চ দেখে আর পি এম নির্বাচন কর।
- নির্বাচিত আর পি এম এর জন্য লিভার সেট কর।
- ফিডের পরিমাণ ও ডেপথ অব কাট নির্ধারিত কর।
- স্বয়ংক্রিয় ফিডের জন্য লিভার সেট কর এবং প্রয়োজনে স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার কর।

১৮.৬ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- এ পর্যায়ে মেশিন সেট আপ পরীক্ষা কর এবং নিরাপত্তা বিধি পালন কর।
- ওয়ার্কপিসকে মিলিং কাটারের কাছাকাছি আন।
- মেশিন চালু করার সময় নিশ্চিত হতে হবে যে ওয়ার্কপিস কাটার থেকে মুক্ত আছে কি না।
- মেশিন চালু কর এবং কাটারের ঘূর্ণন দিক পর্যবেক্ষণ কর। প্রয়োজনে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর।
- ডেপথ অফ কাট দাও এবং প্রয়োজনীয় ফিড দিয়ে ধাতুকে কাট।
- ধাতুকে কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।

- ⇨ পর্যায়ক্রমে ধাতুকে কাট এবং বিভিন্ন পর্যায়ে মাপ পরীক্ষা কর।
- ⇨ সর্বশেষ ডেপথ অব কাট দাও এবং একটি সমতল তল মিলিং সম্পন্ন কর।
- ⇨ একই নিয়মে মার্কিং অনুযায়ী এবং ড্রয়িং-এর মাপ অনুসারে ওয়ার্কপিসের অন্য তলগুলোর মিলিং সম্পন্ন কর।
- ⇨ মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে মুক্ত অবস্থায় এনে মেশিন বন্ধ কর।

১৮.৭ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ✓ ওয়ার্কপিস ঠিকমতো লে-আউট ও মার্কিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✓ ওয়ার্কপিসকে মার্কিং অনুসারে ভাইসে স্থাপন করা হয়েছে কিনা দেখ।
- ✓ ওয়ার্কপিসকে পর্যাপ্ত পরিমাণ টাইট দিয়ে ভাইসে বাঁধা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✓ কাটার সেটিং নিরাপদ ও সঠিক হয়েছে কিনা দেখ।
- ✓ মেশিন সেটআপ ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করে দেখ।
- ✓ প্রথম তল কাটার পর মাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ ড্রয়িং অনুসারে স্টেপ মিলিং হচ্ছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ✓ সব তল কাটার পর ড্রয়িং বা নির্দেশনা অনুযায়ী সব মাপ হয়েছে কিনা পরীক্ষা করে দেখ।

১৮.৮ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন

- ☑ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ☑ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।
- ☑ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চিত কর।
- ☑ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।
- ☑ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নাও।
- ☑ অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর।

অধ্যায়-১৯

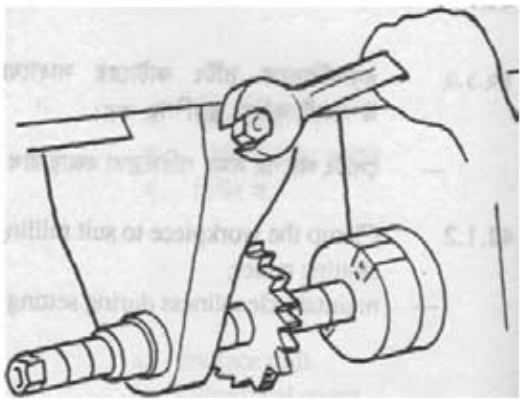
স্লট মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১৯.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) মেশিন ভাইস, (২) মিলিং কাটার, (৩) মিলিং আরবার, (৪) ট্রাই স্কয়ার, (৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার, (৬) সারফেস গেজ, (৭) সারফেস প্লেট, (৮) স্ক্রাইবার (৯) থ্রিক পাঞ্চ, (১০) হ্যামার, (১১) অ্যানভিল (১২) মার্কিং কালার, (১৩) ম্যালেট হ্যামার।

১৯.২ স্লটিং কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ

- ☑ অপারেশন স্পেসিফিকেশন বা অন্য কোনো নির্দেশনা হতে স্লটিং কাটার নির্বাচন কর।
- ☑ কাটারের ধার পরীক্ষা কর।



চিত্র- ১৯.১ : স্লট মিলিং কাটার সেটকরণ।

- ☑ কাটারের বোর বা ছিদ্র অনুযায়ী আরবার নির্বাচন কর। শ্যাংক টাইপ কাটারের ক্ষেত্রে এর শ্যাংকের ব্যাস অনুযায়ী কলেট চাক (Collect chuck) অথবা অ্যাডপটার নির্বাচন কর।
- ☑ কাটার, কাটার হোল্ডিং ডিভাইস, স্পিন্ডলের ছিদ্র, ড্র-বার প্রভৃতি চিপস মুক্ত কর।
- ☑ সঠিকভাবে এবং নিরাপদে কাটার এবং কাটার হোল্ডিং ডিভাইসকে স্পিন্ডলের সাথে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ☑ হরিজন্টাল মিলিং মেশিনের ক্ষেত্রে আরবার সাপোর্ট/ ইয়ক সেট কর।

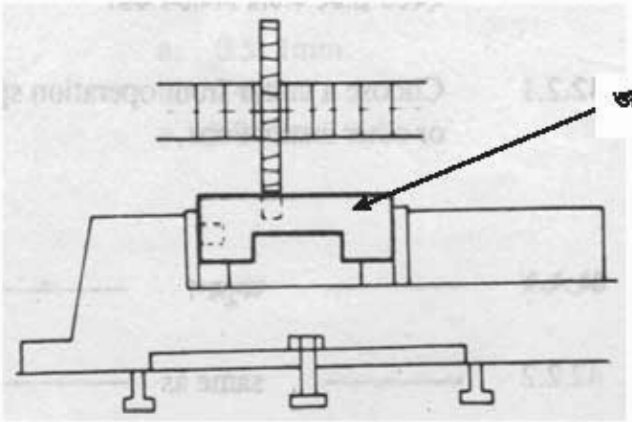
১৯.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ✪ ওয়ার্কপিস পরিষ্কার কর।
- ✪ ওয়ার্কপিসের যেখানে স্লট কাটতে হবে সেখানে মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও।
- ✪ ওয়ার্কপিসকে সারফেস প্লেটে স্থাপন কর।

- ড্রয়িং অনুসারে অথবা প্রশিক্ষকের নির্দেশনা অনুযায়ী ভার্নিয়ার ক্যালিপার ও ট্রাই স্কয়ার ব্যবহার করে স্ক্রাইবারের সাহায্যে লে-আউট কর।
- ওয়ার্কপিসকে অ্যানভিলের উপস্থাপন কর।
- প্রিক পাঞ্চ ও হাতুড়ির সাহায্যে লে-আউট রেখার উপর যতখানি সম্ভব সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

১৯.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- মেশিন টেবিল পরিষ্কার কর।
- মেশিন ভাইসকে নিরাপদে এবং সঠিকভাবে টেবিলে সেট কর।
- ওয়ার্কপিসকে ভাইসে দৃঢ়ভাবে আটকাও।

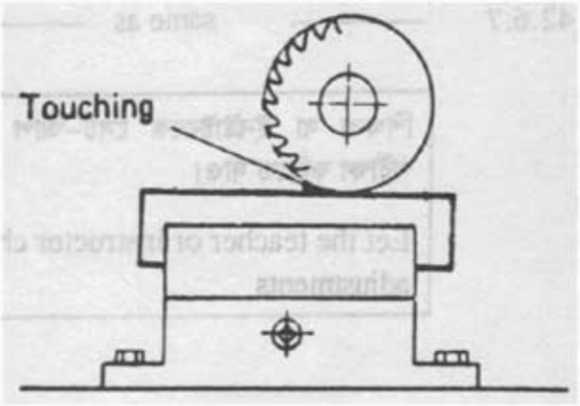


চিত্র- ১৯.২ : ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টেবিলে সেটকরণ।

- ওয়ার্কপিস নিচু হলে এর নিচে প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ওয়ার্কপিসকে টাইট দেওয়ার সময় ম্যালেট হ্যামার দিয়ে ওয়ার্কপিসের উপর পৃষ্ঠে ক্রমাগত মৃদু আঘাত করে ইহাকে টাইট দাও।
- নিশ্চিত হতে হবে যে মার্কিং লাইন অনুভূমিক অবস্থায় আছে এবং স্টেপের দৈর্ঘ্য লাইন ফলাম ফেইসের সাথে সমান্তরালভাবে আছে।

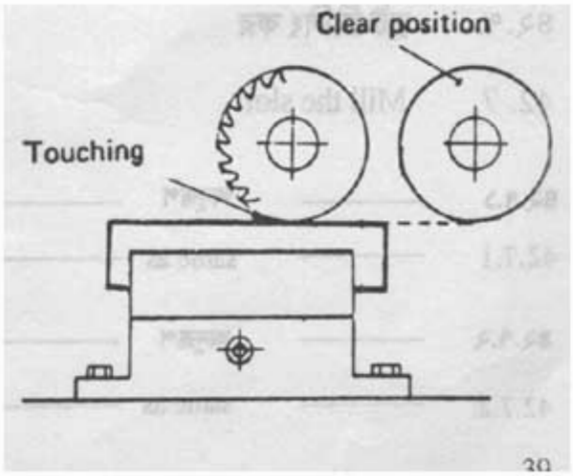
১৯.৫ ডেটা নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

- ওয়ার্কপিসের ধাতু অনুসারে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস মাপ।
- সূত্রের সাহায্যে অথবা চার্ট দেখে আ পি এম নির্বাচন কর।
- নির্বাচিত আর পি এম এর জন্য লিভার সেট কর।
- ফিডের পরিমাণ ও ডেপথ অব কাট নির্ধারণ কর।



চিত্র- ১৯.৩ : ওয়ার্কপিসকে কাটার দ্বারা স্পর্শ করানো।

- স্বয়ংক্রিয় ফিডের লিভার সেট কর এবং প্রয়োজনে স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার কর।



চিত্র- ১৯.৪ : লংগিটুডিনাল ফিডের সাহায্যে কাটারকে মুক্ত অবস্থায় নেওয়া।

১৯.৬ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

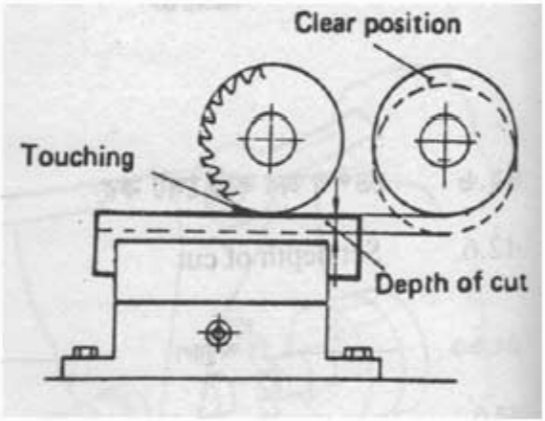
- ⇨ এ পর্যায়ে মেশিন সেটআপ পরীক্ষা কর এবং নিরাপত্তা বিধি পালন কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিসকে মিলিং কাটারের কাছাকাছি আন।
- ⇨ ক্রস স্লাইডের মাধ্যমে কাটারকে সঠিক অবস্থানে সেট কর।
- ⇨ ক্রস স্লাইডকে লক কর।
- ⇨ মেশিন চালু কর এবং কাটারের ঘূর্ণন দিক পর্যবেক্ষণ কর। প্রয়োজনে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর।
- ⇨ মেশিন চালু করে ওয়ার্কপিসকে সঠিক অভিমুখে লংগিটুডিনাল ফিড দিয়ে ধাতু কাট।
- ⇨ ওয়ার্কপিসকে কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।

⇨ প্রত্যেক কাটের পর টেবিলকে পূর্বের অবস্থানে ফিরিয়ে আন এবং পুনরায় ডেপথ অফ কাট দিয়ে তারপর আবার কাট।

⇨ চূড়ান্ত ডেপথ অফ কাট নির্বাচন কর এবং ফিনিশিং কাট প্রদান করে স্লট মিলিং সম্পন্ন কর।

⇨ মেশিন বন্ধ কর এবং স্লটের পরিমাপ পরীক্ষা কর।

⇨ স্লট মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে অপসারণ কর এবং মেশিন পরিষ্কার করে তেল প্রদান করে রাখ।



চিত্র- ১৯.৫: ডেপথ অব কাট সেটিং।

১৯.৭ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

☑ সঠিকভাবে লে-আউট ও মার্কিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

☑ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস স্থাপন করা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

☑ সঠিকভাবে কাটার বাঁধা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

☑ সঠিকভাবে মেশিন সেটআপ হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।

☑ ওয়ার্কপিস খোলার পর ড্রইং অনুসারে স্লট হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।

১৯.৮ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন

◆ সেফটি গ্লেস ও গগলস পরিধান কর।

◆ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।

◆ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।

◆ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চিত কর।

◆ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।

◆ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নাও।

◆ অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর।

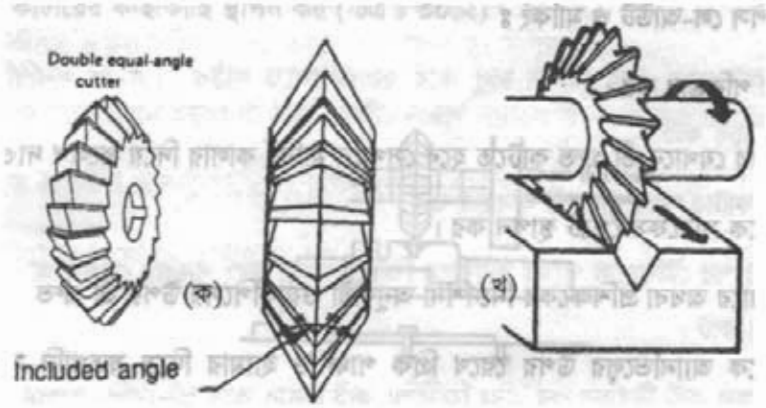
অধ্যায়-২০

ভি-গ্রুভ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

২০.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন

(১) সুইভেল মেশিন ভাইস (২) আরবার টাইপ ডাবল ইকুয়াল অ্যাঙ্গেল মিলিং কাটার (Double equal angle milling cutter) (৩) মিলিং আরবার (৪) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (৫) ভার্নিয়ার হাইট গেজ (৬) স্টিল রুল (৭) সারফেস প্লেট (৮) স্ক্রাইবার (৯) প্রিক পাঞ্চ (১০) হ্যামার (১১) অ্যানভিল (১২) মার্কিং কালার (১৩) সারফেস গেজ (১৪) ট্রাই স্কয়ার (১৫) মেশিন ব্রাশ।

২০.২ কাটার নির্বাচন, সেটিং ও কাটার মাউন্টিং



চিত্র-২০.১ : মিলিং কাটার (ক) ও ভি-গ্রুভ মিলিং (খ)।

(ক) ইকুয়াল অ্যাঙ্গেল কাটারের দুইটি কোণ থাকে। এই কাটারসমূহ ৪৫°, ৬০° বা ৯০° অন্তর্ভুক্ত কোণসহ তৈরি করা হয়। এই কাটার ভি-গ্রুভ মেশিনিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এ কাজে ৯০° ডাবল ইকুয়াল অ্যাঙ্গেল মিলিং কাটার নির্বাচন কর।

(খ) কাটারের বোর বা ছিদ্র অনুযায়ী আরবার নির্বাচন কর।

(গ) কাটার, আরবার, স্পিন্ডল ও ড্র-বার প্রভৃতি চিশল মুক্ত কর।

(ঘ) আরবারকে ড্র-বারের সাহায্যে স্পিন্ডলের সাথে দৃঢ়ভাবে বাঁধ।

(ঙ) প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলারের মধ্যবর্তী স্থানে মিলিং কাটারকে আরবারে সেট কর। কাটারকে অবশ্যই কলাম ফেইস অথবা আরবার সাপোর্ট-এর নিকটবর্তী রেখে আটকাও।

(চ) বিয়ারিং বুশ আরবারে লাগাও।

(ছ) আরবার সাপোর্ট লাগাও।

(জ) আরবার প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।

(ঝ) ওভার আর্মের সাথে আরবার সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে বাঁধ।

(ঞ) রেঞ্চের সাহায্যে আরবারের প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।

২০.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং

- ☑ ওয়ার্কপিস পরিষ্কার কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসের যেখানে স্লি-প্রুফ কাটতে হবে সেখানে মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে সারফেস প্লেটে স্থাপন কর।
- ☑ ড্রয়িং অনুসারে অথবা প্রশিক্ষকের নির্দেশনা অনুযায়ী ওয়ার্কপিসের উপর স্লি-প্রুফ লে-আউট কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে অ্যানভিলের উপর রেখে স্ক্রিক পাঞ্চ ও হ্যামার দিয়ে যতখানি সম্ভব সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

২০.৪ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধা

- ✪ ওয়ার্কপিসকে মেশিন টেবিলের উপর ভাইসের সাহায্যে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ✪ আটকানোর সময় মার্কিং করা অংশ উপর দিকে এবং অবশ্যই ভাইসের বাইরে থাকবে প্রয়োজনে ওয়ার্কপিসের নিচে প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ✪ নিশ্চিত হতে হবে যে, ওয়ার্কপিসের উপরিপৃষ্ঠ অনুভূমিক অবস্থায় আছে এবং স্লি-প্রুফের সৈর্ঘ্য লাইন কলাম ফেইসের সাথে সমান্তরালভাবে আছে।

২০.৫ স্পিড নির্বাচন ও মেশিন সেটিং

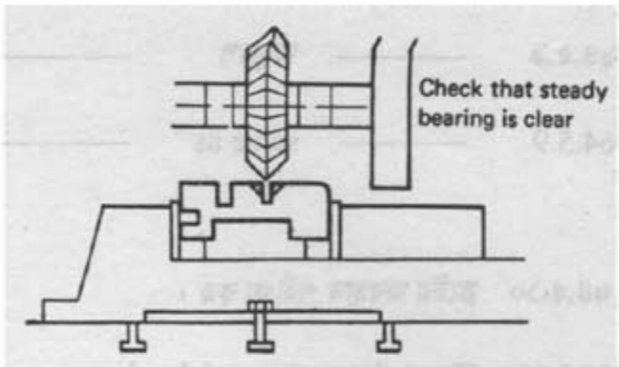
১) ওয়ার্কপিসের ধাতু মিলিং কাটারের ব্যাস বিবেচনা করে সূত্রের সাহায্যে অথবা চার্ট দেখে আর.পি.এম. নির্বাচন কর।

২) নির্বাচিত আর পি এম (R P M) এর জন্য লিভার সেট কর।

৩) ফিডের পরিমাণ ও ডেপথ অব কাট নির্ধারণ কর।

৪) স্বয়ংক্রিয় ফিডের জন্য লিভার সেট কর এবং প্রয়োজনে স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার কর।

৫) টেবিলের অবস্থান করে স্লি-প্রুফের মধ্যরেখাকে কাটারের প্রস্থের মধ্যখানে এনে যতখানি সম্ভব কাটারের কাছাকাছি স্থাপন কর। (চিত্র : ২০-২)

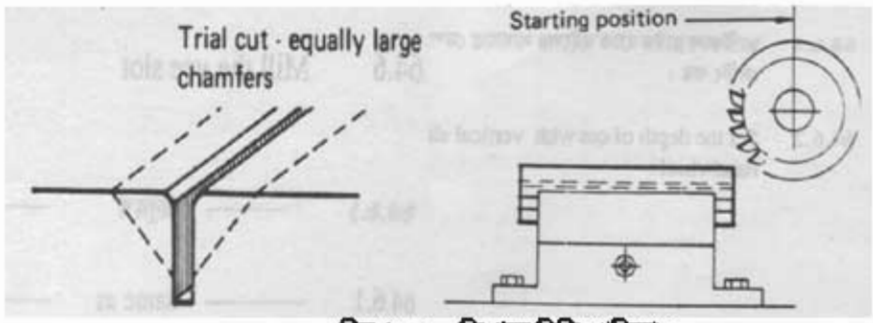


চিত্র-২০.২ : ওয়ার্কপিস ও কাটার সেটকরণ

২০.৬ মিলিং প্রক্রিয়া সম্পন্নকরণ

- ⌗ এ পর্যায়ে মেশিন সেটআপ পরীক্ষা কর এবং নিরাপত্তা বিধি পালন কর।
- ⌗ মেশিন চালু কর এবং কাটারের ঘূর্ণন দিক পর্যবেক্ষণ কর। প্রয়োজনে কাটারের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন কর। টেবিলের উপরে তোল এবং ওয়ার্কপিসকে স্পর্শ করিয়ে হালকা কাট দাও (চিত্র : ২০.৩)।

- ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে মেপে ওয়ার্কপিসের উপর কাটারের সঠিক অবস্থান নিশ্চিত কর। প্রয়োজনে টেবিলের অবস্থান সমন্বয় কর।



চিত্র-২০.৩ : ডি-গ্রুভ মিলিং প্রক্রিয়া।

- ডেপথ অফ কাট দাও এবং মেশিন চালু করে ওয়ার্কপিসকে সঠিক অভিমুখে লংগিচুডিনাল ফিড দিয়ে ধাতুকে কাট।
- ওয়ার্কপিসকে কাটার সময় কুল্যান্ট ব্যবহার কর।
- প্রত্যেক কাটের পর টেবিলকে পূর্বের অবস্থানে ফিরিয়ে আন এবং পুনরায় ডেপথ অফ কাট দিয়ে তারপর আবার কাট।
- চূড়ান্ত ডেপথ অফ কাট নির্বাচন কর এবং ফিনিশিং কাট প্রদান করে স্লট মিলিং সম্পন্ন কর।
- মেশিন বন্ধ কর এবং ডি-গ্রুভের পরিমাণ পরীক্ষা কর।
- ডি-গ্রুভ মিলিং সম্পন্ন হলে ওয়ার্কপিসকে অপসারণ কর এবং মেশিন পরিষ্কার করে হালকা তেল প্রদান করে রাখ।

২০.৭ কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ

- ☑ সঠিকভাবে লে-আউট ও মার্কিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ সঠিকভাবে ও নিরাপদে ওয়ার্কপিস স্থাপন করা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ সঠিকভাবে কাটার বাঁধা হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ সঠিকভাবে মেশিন সেটআপ হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস খোলার আগে ঠিক মাপ পরীক্ষা কর।

২০.৮ প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন

- ⇨ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ⇨ কাজের সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন কর।
- ⇨ কাজের সময় অযথা কথা বলা পরিহার কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিক ও শক্তভাবে বাঁধা কিনা তা নিশ্চিত কর।
- ⇨ কাজের স্থানে কোনো ময়লা বা তেল জাতীয় পদার্থ থাকলে তা অপসারণ কর।
- ⇨ বুঝতে অসুবিধা হলে প্রশিক্ষকের কাছ থেকে বুঝে নাও।
- ⇨ অসুবিধা হলে মেশিন তাড়াতাড়ি বন্ধ কর।

দশম শ্রেণি

মেশিন টুলস অপারেশন-২ (দ্বিতীয় পত্র)

বিষয় কোডঃ ৭৯২৪

অধ্যায়-১

যন্ত্রপাতির যত্ন গ্রহণে মৌলিক নীতি

১.১ প্রয়োজনীয় ডকুমেন্টে বর্ণিত নির্দেশাবলি অনুসরণপূর্বক যন্ত্রপাতি গ্রহণ

- ☑ কোনো মেশিনে কাজ শুরু করার পূর্বে যে যন্ত্রাংশটি প্রস্তুত করতে হবে তার ওয়ার্কিং ড্রয়িং ভালোভাবে স্টাডি করতে হবে।
- ☑ ঐ জবটি সম্পূর্ণ করতে যে সব মেশিনিং অপারেশন করতে হবে তার তালিকা প্রস্তুত করতে হবে।
- ☑ ঐ তালিকা অনুযায়ী টুলস ও যন্ত্রপাতির তালিকা প্রস্তুত কর।
- ☑ উক্ত তালিকা অনুযায়ী স্টোর হতে টুলস ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ কর।
- ☑ মেশিনিং অপারেশনের ধারাবাহিকতা অনুযায়ী সংগৃহীত টুলস ও যন্ত্রপাতিগুলি মেশিনের পাশে একটি ট্রে-তে সাজিয়ে রাখ।
- ☑ সাহায্যকারী টুলসগুলো আগে সংগ্রহ করে যথাস্থানে রাখতে হবে।

১.২ প্রয়োজন অনুযায়ী যন্ত্র বা যন্ত্রাংশে মবিল, গ্রিজ ব্যবহারকরণ

অনেকে মেশিন পরিষ্কার রাখবার ও মেশিনে ঠিকমতো তেল দিবার প্রয়োজনীয়তা যথাযথ উপলব্ধি করতে পারেন না। নিয়মিত মেশিন পরিষ্কার করা ও তেল দেওয়ার উপরই মেশিনের নিখুঁততা ও আয়ু সম্পূর্ণ নির্ভরশীল। মেশিন পরিষ্কার না রেখে ও মেশিনে তেল না দিলে মেশিনের যে ক্ষতি হয়, এত ক্ষতি আর কিছুতেই হয় না। প্রতি মেশিনের ধাতু নির্মিত যন্ত্রাংশসমূহ প্রায়ই অত্যন্ত গতিতে ধাতু নির্মিত অপর যন্ত্রাংশসমূহের উপর যাতায়াত করে বা মধ্যে ঘোরে। এর ফলে ধাতুতে ধাতুতে ঘর্ষণ হয়। যত সূক্ষ্ম ও নিখুঁত করে ধাতুর পৃষ্ঠ ফিনিস করা হোক না কেন, কোনো ধাতুর পৃষ্ঠই সম্পূর্ণ মসৃণ নয়। আপাতদৃষ্টিতে অত্যন্ত মসৃণ ধাতু পৃষ্ঠকে যদি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখা যায়, তাহলে দেখতে পাওয়া যাবে যে ধাতু খণ্ডটির পৃষ্ঠ অসমতল। কাজেই দুটি অসমতল পৃষ্ঠ যখন একটি অপরটির উপর যাতায়াত করে বা মধ্যে ঘোরে তখন একটির উঁচু বিন্দুগুলি অপরটির নিচু বিন্দুগুলির সংস্পর্শে আসে এবং ফলে এদের গতি বাধাপ্রাপ্ত হয়। এই প্রকার বাধাকে ঘর্ষণজনিত বাধা বা ফ্রিকসন বলে। ঘর্ষণের ফলে শক্ত ধাতু নরম ধাতুর গায়ে আঁচড়ের দাগ উৎপন্ন করে, নরম ধাতুকে দ্রুত ক্ষয় করে ফেলে এবং ইহা ছাড়া ঘর্ষণের ফলে যে তাপ সৃষ্টি হয়, সেই তাপের ফলে ধাতুর আয়তন বেড়ে যায় এবং চলন্ত যন্ত্রাংশসমূহ পরস্পরের গায়ে জড়িয়ে আটকে যায়।

চলন্ত যন্ত্রাংশসমূহের বিয়ারিং সারফেসে তেল দিলে তেলের একটি আস্তরণ পরস্পর ঘর্ষণশীল দুটি পৃষ্ঠের মধ্যে ব্যবধানের সৃষ্টি করে। তখন আর একটি পৃষ্ঠ অপর পৃষ্ঠের গায়ে ঠেকে না। ফলে, ঘর্ষণজনিত ক্ষয়ও হয় না। কার্যকরী সকল যন্ত্রাংশে সকল সময় ধুলা, নোংরা ও চিপস প্রবেশ করে। কাজেই নিয়মিত মেশিন পরিষ্কার না করনে মেশিনের স্বচ্ছন্দ গতি থাকবে না ও মেশিন অল্প দিনে নষ্ট হয়ে যাবে।

মেশিনে তেল দেওয়ার ব্যবস্থা:

প্রতি মেশিনে তেল দেওয়ার ব্যবস্থার মধ্যে অল্পবিস্তর তফাৎ আছে। কি প্রকার তেল ব্যবহার করা উচিত, কতটা পরিমাণ তেল ব্যবহার করা উচিত, কোন কোন যন্ত্রাংশে কত দিন অন্তর তেল দেওয়া উচিত, কোথায় কোথায় তেল এবং কোথায় কোথায় গ্রিজ দেওয়া উচিত- এসব বিষয়ে মেশিন নির্মাতাদের নির্দেশ মেনে চলা উচিত।

তবে, সাধারণভাবে মেশিনে তেল দেওয়ার নিম্নলিখিত নিয়মগুলো উল্লেখ করা হলো–

- নিয়মিত সময়ের ব্যবধানে মেশিনে তেল দেওয়া উচিত। কতক্ষণ অন্তর তেল দিতে হবে তা নির্ভর করে মেশিনে তেল দেওয়ার ব্যবস্থা, তেলের পরিমাণ ও কীরূপে ব্যবহৃত হচ্ছে তার উপর।

- একটি নির্দিষ্ট ধারায় মেশিনে তেল দেওয়া উচিত। প্রথমে মেশিনে তেল দেওয়ার স্থানগুলি কোথায় কোথায় আছে তা ভালো করে দেখে নিতে হবে। এদের মধ্যে কোনগুলি দৈনিক বা আরো ঘন ঘন, কোনগুলি সাপ্তাহিক প্রভৃতি জানতে হবে। প্রতিবার একটি নির্দিষ্ট তেল দেওয়ার স্থান হতে শুরু করে একটি নির্দিষ্ট নিয়মে পরপর তেল দিয়ে একটি নির্দিষ্ট স্থানে শেষ করা উচিত। কখনও একবার এ বিন্দু একবার ও বিন্দু করে এলোমেলোভাবে তেল দেওয়া উচিত নয়। নিয়মিতভাবে একই ধারায় তেল দিলে তা অভ্যাসে পরিণত হয়ে যাবে এবং কোনো স্থানে তেল দিতে ভুল হবে না।

- প্রয়োজনের অতিরিক্ত তেলা দেওয়া উচিত নয়। এতে মেশিন অপরিস্কার হয় কিন্তু কোনো সুফল পাওয়া যায় না। সাধারণ বিয়ারিং সারফেস মাত্র কয়েক ফোঁটা তেল সেগুলোর মধ্যে ধরে রাখতে পারে। কাজেই, অনেকটা তেল একসঙ্গে না দিয়ে বরং উপরিউক্ত পরিমাণ তেল নিয়মিত সময়ের ব্যবধানে বারবার দিলে অনেক বেশি উপকার পাওয়া যাবে।

- কেবল মেশিনে তেল দেওয়ার জন্য যদি কারখানায় আলাদা লোক রাখা যায় তা হলে ভালো হয়।

- বাজারে অনেক ভালো ভালো কোম্পানির তেল পাওয়া যায়। এগুলির মধ্যে কোনটি শ্রেষ্ঠ তা বলা কঠিন। যে কোনো ভালো কয়লাজাত বা খনিজ তেল ব্যবহার করা যেতে পারে। কোনো সময় জৈব তেল ব্যবহার করা উচিত নয়। এর ফলে বিয়ারিং সারফেসে, তেল চলাচলের টিউব ও নালিতে একপ্রকার আঠালো পদার্থ জমে এবং তা মেশিনের গতিকে স্বচ্ছন্দ করার পরিবর্তে আরও বিঘ্নিত করে।

- সস্তা দরের নিকৃষ্ট তেল ব্যবহার না করে সকল সময় ভালো কোম্পানির উৎকৃষ্ট তেল ব্যবহার করা উচিত।

স্বয়ংক্রিয় তেল দেওয়ার ব্যবস্থার যত্ন :

আধুনিক মেশিনে স্বয়ংক্রিয় তেল দেওয়ার ব্যবস্থা থাকে। এতে মেশিনের সকল প্রয়োজনীয় অংশে আপনা হতে নিয়মিত ও উপযুক্ত পরিমাণ তেল যায়। এর ফলে মেশিন চালকের পক্ষে তেল দেওয়ার দায়িত্ব অনেক কম হলেও তিনি সম্পূর্ণ দায়িত্বমুক্ত হন না।

স্বয়ংক্রিয়ভাবে তেল দেওয়ার ব্যবস্থাযুক্ত মেশিনের চালকের নিম্নলিখিত বিষয়গুলোতে নজর রাখা উচিত

- প্রতিটি তৈলাধারে (কলাম, স্যাডল, নি) প্রয়োজনীয় তেল আছে কিনা নিয়মিত দেখা। ইহা দেখার জন্য প্রতিটি তৈলাধারের সঙ্গে যে সাইট গেজ থাকে তাতে তেলের লেভেলের যে চিহ্নটি আছে তার উপর তেল আছে কিনা দেখতে হবে। কোনো তৈলাধারের তেল এই লেভেল চিহ্নের নিচে নেমে গেলে মেশিন নির্মাতার সুপারিশমতো সান্দ্রতা (Viscosity) বিশিষ্ট পরিষ্কার তেল ঢেলে ঐ লেভেল চিহ্নের উপর আনতে হবে।

- যাতে ধুলা, নোংরা বা চিপস প্রবেশ করতে না পারে তার জন্য ফিলার ক্যাপ (তৈলাধারে তেল যাওয়ার পথের মুখের ঢাকনা) খুলবার পূর্বে এর চতুস্পার্শ ভালোভাবে পরিষ্কার করা উচিত।

- তৈলাধারে তেল ঢালা হয়ে গেলে ফিলার ক্যাপটি যথাস্থানে পুনরায় বসিয়ে দিতে হবে। ফিলার ক্যাপটি প্যাঁচবিশিষ্ট হলে দেখতে হবে যে ইহা ঠিকমতো আঁট হয়ে বসেছে কিনা।

- স্বয়ংক্রিয়ভাবে তেল দেওয়ার ব্যবস্থাযুক্ত আধুনিক প্রায় সকল মেশিনেই অয়েল ফিল্টার অর্থাৎ তেল পরিস্রাবণের ব্যবস্থা থাকে। প্রতিবার তেল ঘুরে মেশিনে যাওয়ার সময় এই ফিল্টারের সাহায্যে পরিস্রুত হয়ে যায়। যদিও অয়েল ফিল্টারটি খারাপ হয়ে গিয়ে কাজ না করলে তেল উহাকে পাশ কাটিয়ে বিয়ারিং সারফেসে যেতে পারে তথাপি অয়েল ফিল্টারটি ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা মাঝে মাঝে পরীক্ষা করে দেখা উচিত এবং ঠিকমতো কাজ না করলে একে মেরামত বা প্রয়োজনবোধে তা বদলিয়ে নতুন ফিল্টার দেওয়া উচিত।

- অয়েল-পাম্পটি ঠিকমতো কাজ করছে কিনা দেখতে হবে। তেল ঠিকমতো যাচ্ছে কিনা দেখার জন্য মেশিন ফ্লো-গেজ থাকে। পাম্প ঠিকমতো কাজ করলে ফ্লো-গেজের কাঁচের মধ্য দিয়ে দেখা যাবে যে সরু সুতার মতো তেল প্রবাহিত হচ্ছে। ফ্লো-গেজের কাচ সকল সময় পরিষ্কার রাখতে হবে।

- স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থায় তেল যায় না এরূপ যে সকল গোল বা সমতল পৃষ্ঠের মধ্যে বা উপরে অপর যন্ত্রাংশের পৃষ্ঠ যথাক্রমে ঘুরে বা যাতায়াত করে সেই সকল স্থানে ভালোভাবে হাতে অয়েল ক্যান-এর সাহায্যে তেল দিতে হবে। প্রতি মিলিং মেশিনেরই কতকগুলি ফ্ল্যাট অর্থাৎ সমতল বিয়ারিং সারফেস থাকে। যেমন- নি-এর উপর স্যাডলের যাতায়াতের পথ, কলামের সম্মুখভাগে নি-এর যাতায়াতের পথ- এই সকল পথ পরিষ্কার কাপড়ের টুকরা দিয়ে ভালো করে পরিষ্কার করে তার পর তেল ঢেলে হাত দিয়ে বিয়ারিং সারফেসের সকল স্থানে ভালো করে মাখিয়ে দিতে হয়। এতে ঐ সকল যন্ত্রাংশ চালাতে সুবিধা হয় ও বিয়ারিং সারফেসে আঁচড়ের দাগ পড়ে না।

- ওভার আর্ম সরানোর পূর্বে ভালো করে পরিষ্কার করে তেল দেওয়া উচিত।

- উন্মুক্ত সকল স্ক্রু, যেমন নি-এর এলিভেটিং স্ক্রু, টেবিল স্ক্রু, স্যাডল স্ক্রু প্রভৃতি সকল সময় পরিষ্কার রাখা উচিত ও নিয়মিত তেল দেওয়া উচিত।

নিম্নলিখিত জায়গাগুলোতে প্রত্যহ তেল দেওয়া হয় না কিন্তু ঐ সকল অংশে প্রয়োজনীয় তেল আছে কিনা প্রত্যহ লক্ষ রাখতে হয়–

☑ মোটর বিয়ারিং-এ তেলের লেভেল ঠিক আছে কিনা প্রত্যহ দেখতে হবে। লেভেল কমে গেলে উপযুক্ত গুণবিশিষ্ট তেল ঢেলে তেলের লেভেল ঠিক জায়গায় আনতে হবে।

☑ মোটর হতে প্রধান চালক শ্যাফটটি যদি চেইন দিয়ে ঘোরানো হয় এবং চেইনে তেল দেওয়ার যদি স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থা না থাকে তাহলে উহাতে তেল দিতে হবে। তেল দেওয়ার স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থা থাকলে ঠিকমতো তেল যাচ্ছে কিনা দেখতে হবে।

☑ তেল যতই পরিষ্কার রাখা হোক না কেন, কিছু কিছু ময়লা এর সাথে মিশ্রিত হয়ই এবং এর ফলে তেল-এর গুণাগুণ নষ্ট হয়ে যায়, রং খারাপহয়ে যায় এবং তেলের তৈলাক্তকরণ ক্ষমতা নষ্ট হয়ে যায়। সেজন্য তেল নষ্ট হয়ে গেছে কিনা লক্ষ রাখতে হয় এবং নষ্ট হয়ে গেলে সমস্ত তেল ফেলে দিয়ে তৈলাধারটি খুব ভালভাবে পরিষ্কার করে নতুন তেল ঢালতে হয়।

☑ সমস্ত বল-বিয়ারিং এবং অন্যান্য জায়গা যেখানে গ্রিজ লাগে সেখানে মাঝে মাঝে গ্রিজ দিতে হবে।

১.৩ মেশিন পরিষ্কার রাখার ব্যবস্থাদি :

- মেশিনের যে সকল অংশে সহজে ধুলা, নোংরা, চিপস ঢুকতে পারে সেই সকল অংশ নিয়মিত পরিষ্কার করতে হবে এবং সেই সকল অংশে নিয়মিত তেল দিতে হবে।

- টেবিলের উপর বেশি চিপস জড়ো হওয়ার আগেই টেবিল পরিষ্কার করে ফেলতে হয়। টেবিলের উপর চিপস জড় হয়ে নি-এর উপর পৃষ্ঠের ফ্ল্যাট-বিয়ারিং সারফেসে যাতে গড়িয়ে না পড়ে সে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

- কলাম এবং নি-এর মাঝেও যাতে নোংরা বা চিপস ঢুকতে না পারে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। কারণ, তা না রাখলে বিয়ারিং সারফেসে আঁচড়ের দাগ পড়বে ও মেশিনের এই সকল অংশের অ্যালাইনমেন্ট (Alignment) নষ্ট হয়ে গিয়ে মেশিনের নিখুঁততা নষ্ট হয়ে যাবে।

- তেলে নোংরা জমার দরুন এবং তেল নষ্ট হয়ে যাওয়ার দরুন মেশিনের তেল যাতায়াতের টিউব এবং নালিতে এক প্রকার আঠালো পদার্থ জমে ও তেল যাতায়াতের পথ বন্ধ হয়ে যায়। মেশিনের বিয়ারিং সারফেসের ক্ষতি না করে গ্যাসোলিন ও ন্যাপথার সাহায্যে তেল যাতায়াতের এই পথগুলি ধুয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করা যায়। মেশিনের বিভিন্ন অংশে ঠিকমতো তেল সরবরাহের ব্যাপারে নিশ্চিত হওয়ার জন্য তেল যাতায়াতের পথগুলি মাঝে মাঝেই এইভাবে পরিষ্কার করা দরকার। কারণ, বিয়ারিং সারফেস শুষ্ক হয়ে গেলে খুব শিগগির বিয়ারিং সারফেসের পৃষ্ঠ অমসৃণ হয়ে খারাপ হয়ে যায় এবং তখন মেশিনের ঐ সকল অংশ খুলে মেরামত করতে হয় এবং পুনরায় ফিট করতে যথেষ্ট সময় ও দক্ষতার প্রয়োজন হয়।

- দুই বা ততোধিক বছরকাল পুরোদমে চালানোর পর মেশিনের আগাগোড়া পরিষ্কার করা দরকার এবং মেশিনের বিভিন্ন অংশের নিখুঁততা পরীক্ষা করা দরকার। এই কাজের জন্য অনেক সময় মেশিনের বিভিন্ন অংশ খোলার প্রয়োজন হতে পারে। তবে, এখানে মনে রাখা দরকার, বিশেষ প্রয়োজন না হলে কলাম এবং নি-এর মধ্যকার যান্ত্রিক ব্যবস্থায় হাত দেওয়া উচিত নয়। দুর্ঘটনা না ঘটলে, আনাড়ির ন্যায় মেশিন না চালিয়ে ও মেশিনের খুব অযত্ন না করলে মেশিনে যে ঘর্ষণ প্রতিরোধক বিয়ারিং ব্যবস্থা (Anti-friction bearings) এবং স্বয়ংক্রিয় তেল দেওয়ার ব্যবস্থা থাকে তার ফলে এই সকল অংশ বহু বছর অত্যন্ত স্বচ্ছন্দে নিখুঁতভাবে কাজ দেয়।

- যে সকল মেশিনে প্লেইন বিয়ারিং থাকে, সেই সকল মেশিন এক বা দুই বছর অন্তর সম্পূর্ণ খুলে ফেলে পরিষ্কার ও মেরামতের পর ভালো করে তেল মাখিয়ে পুনরায় ফিট করা প্রয়োজন। মেশিনে বিভিন্ন অংশের অ্যাডজাস্টমেন্ট ঠিক আছে কিনা এবং সকল অংশে ঠিকমতো তেল যাচ্ছে কিনা যদি নিয়মিত পরীক্ষা করা হয় তাহলে মেশিনের আয়ু বহুগুণ বেড়ে যায় ও মেশিনের অলস বসে থাকার সময় অনেক কমে যায়।

১.৪ যন্ত্রপাতি স্ব স্ব স্থানে রাখার নিয়মাবলি:

কাজের ধরন ও অবস্থান ভেদে যন্ত্রপাতি সুবিন্যস্ত করার প্রক্রিয়া বিভিন্ন রকম হয়। নিচে কয়েক প্রকার উল্লেখ করা হলো–

(ক) বেঞ্চ ওয়ার্কের সময়

মেজারিং টুলসকে ভাইসের সামনে রাখতে হবে। এর মধ্যে যে টুলস বেশি ব্যবহারের দরকার হবে তাকে ভাইসের নিকটে এবং পর্যায়ক্রমে ব্যবহারের প্রয়োজন অনুসারে দূরে রাখতে হবে। অন্যান্য টুলসের মধ্যে যেগুলি বাম হাত দ্বারা ব্যবহৃত হবে সেগুলি ভাইসের বাম দিকে এবং যেগুলি ডান হাত দ্বারা ধরে ব্যবহার করতে হবে সেগুলি ভাইসের ডান দিকে রাখতে হবে। এক্ষেত্রে প্রয়োজনের মাত্রা অনুসারে পর্যায়ক্রমে সাজিয়ে রাখতে হবে। তবে খেয়াল রাখতে হবে যে, কোনো টুলকে অন্য কোনো টুলের উপর রাখা যাবে না।

(খ) মেশিনে কাজ করার সময়

মেশিনে কাজ করার সময় মেজারিং টুলসকে নিরাপদ স্থানে রাখার ব্যবস্থা করতে হবে। যেমন– মেশিনের আশে-পাশে টেবিলের ব্যবস্থা করে অথবা চাকাওয়ালা ট্রে-তে বা প্রয়োজনে অ্যাপ্রোনে বিশেষ পকেটের ব্যবস্থা করে রাখতে হবে। অন্যান্য টুলসকে এমনভাবে রাখতে হবে যাতে পড়ে গিয়ে কোনো প্রকার দুর্ঘটনা বা যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়ার ভয় না থাকে। যত কম সংখ্যক টুল, মেশিনের কাছে আনা যাবে এদের বিন্যাস করাও তত সহজ হবে। বিন্যাস করার সময় এক টুল থেকে অন্য টুলকে পৃথক রাখতে হবে অর্থাৎ এক সাথে জড়ো করে রাখা যাবে না। মেশিন টেবিল, মেশিন সংলগ্ন ট্রে, লেদ মেশিনের ক্ষেত্রে হেডস্টক ইত্যাদি জায়গায় টুলসকে বিন্যাস করে রাখা যেতে পারে।

(গ) টুল রুমে সংরক্ষণ

- ⇨ প্রত্যেক টুলকে ঐ টুলের জন্য সংরক্ষিত নির্দিষ্ট জায়গায় শৃঙ্খলার সাথে সাজিয়ে রাখতে হবে। কাটিং টুলস এবং মেজারিং টুলসকে অন্য টুলস এর সাথে রাখা যাবে না। মেজারিং টুলসকে এর জন্য নির্দিষ্ট আধারে এবং কাটিং টুলসকে পৃথক পৃথকভাবে এক জায়গায় সংরক্ষণের ব্যবস্থা করতে

হবে। খেয়াল রাখতে হবে কাটিং এজ যেন কোনো অবস্থায় নষ্ট না হয়। কাজের শেষে যন্ত্রপাতি সুন্দরভাবে পরিষ্কার করে প্রয়োজন অনুসারে তেল বা গ্রীজ দিয়ে যথাস্থানে সুন্দরভাবে সাজিয়ে রাখতে হবে। দীর্ঘ সময় পর্যন্ত সংরক্ষণের প্রয়োজন হলে মাঝে মাঝে পরিষ্কার করে তেল বা গ্রিজ দিয়ে রাখতে হবে।

⇨ এক বা একাধিক টুলবোর্ড প্রয়োজন অনুযায়ী টুলরুমে স্থাপন করতে হবে। দৈনিক ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিকে টুলবোর্ডে স্থাপন করতে হবে। কোনো টুল দৈনিক ব্যবহার হচ্ছে কিনা বা ব্যবহারের পরিমাণ টুলবোর্ড দেখে বোঝা যায়। নির্দিষ্ট কাজে সঠিক টুল নির্বাচনে টুল বোর্ড সাহায্য করে।

⇨ ছোট, মূল্যবান এবং কম ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি স্টিলের আলমারির মধ্যে রাখা উচিত।

⇨ অনেক টুলের ক্ষেত্রে টুল নির্মাতাদের সরবরাহকৃত টুল প্যানেল পাওয়া যায়। টুল রুমে টুল প্যানেল স্থাপন করে এ সমস্ত টুলস মজুত রাখা উচিত।

⇨ ফাইলকে পৃথক পৃথকভাবে র‍্যাকে ঝুলিয়ে রাখা উচিত। এক্ষেত্রে বিশেষভাবে তৈরি ফাইল কেস ব্যবহার করা যেতে পারে।

⇨ বিভিন্ন সাইজের ড্রিল বিট রাখতে কাঠের তৈরি ড্রিল বিট স্ট্যান্ড ব্যবহার বাঞ্ছনীয়।

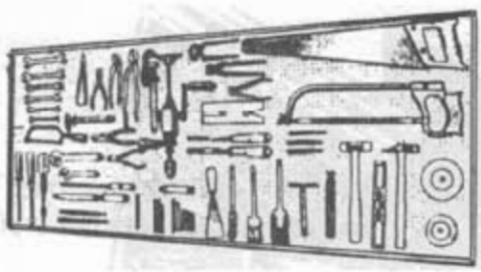
⇨ বিভিন্ন প্রকার ও সাইজের চিজেল ও পাঞ্চ রাখতে কাঠের তৈরি ছিদ্র বিশিষ্ট বিশেষ স্ট্যান্ড ব্যবহার করা যেতে পারে।

⇨ গ্রাইন্ডিং হুইলকে ভালোভাবে রাখতে গ্রাইন্ডিং হুইল র‍্যাক ব্যবহার করা যায়।

⇨ একই ধরনের একই আয়তন বিশিষ্ট যন্ত্রপাতি বা ম্যাটিরিয়্যাল একত্রে রাখতে স্টোরেজ র‍্যাক ব্যবহার করা উচিত। ফলে ইহাদের সহজে দেখা যায়। অনেক ক্ষেত্রে যন্ত্রপাতি বা ধাতুর নাম ও পরিমাণ র‍্যাকের সামনে লিপিবদ্ধ করে রাখলে মজুত মালামাল নিয়ন্ত্রণে যথেষ্ট সুবিধা হয়।

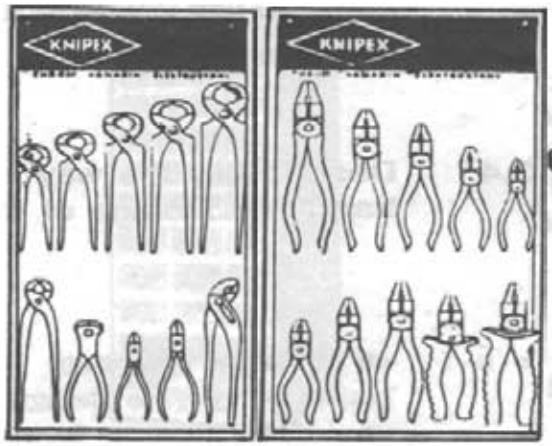
⇨ মিলিং আরবারগুলো প্রায়ই ব্যবহৃত হয়। এদের টুল রুমে না রেখে মিলিং মেশিনের কাছে আরবার স্ট্যান্ডে রাখা উচিত।

⇨ লেদ মেশিনের চাক ও অন্য অ্যাটাচমেন্টগুলো মেশিনের নিকটবর্তী স্থানে র‍্যাকে রাখা উচিত।

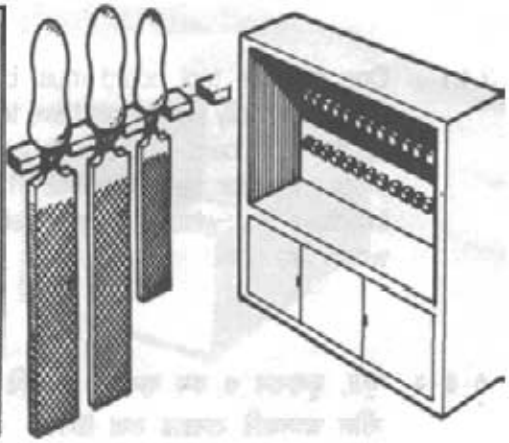


চিত্র-১.১ : টুলবোর্ডে রক্ষিত যন্ত্রপাতি

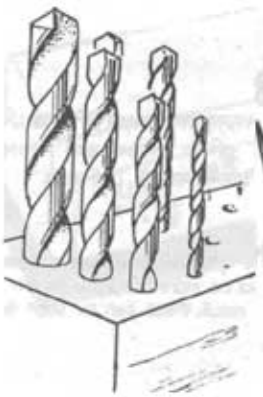
চিত্র-১.২ : স্টোর রুমের র‍্যাকে রক্ষিত যন্ত্রপাতি



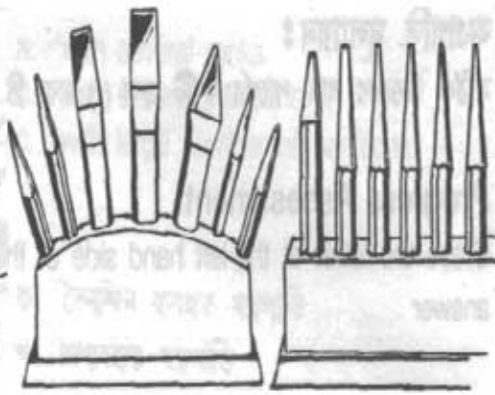
চিত্র-১.৩ : টুল প্যানেলে রক্ষিত টুলস



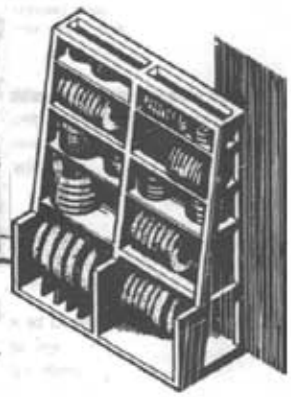
চিত্র-১.৪ : ফাইল কেসে সংরক্ষিত ফাইল



চিত্র-১.৫ : ড্রিল বিট স্ট্যান্ডে রক্ষিত ড্রিল বিট।



চিত্র-১.৬ : টুল স্ট্যান্ডে রক্ষিত পাঞ্চ এবং চিজেল।



চিত্র-১.৭ : হুইল র‍্যাকে রক্ষিত গ্রাইন্ডিং হুইল

১.৫ যন্ত্রপাতি ব্যবহারে নিরাপত্তার বিষয়াদি

(ক) ড্রিল প্রেস ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়সমূহ–

- যে কোনো মাপের ছিদ্র করা হোক না কেন ওয়ার্কপিসকে হাত দ্বারা ধরার চেষ্টা করবে না
- বড় মাপের ছিদ্র করতে ড্রিলভাইসকে অবশ্যই মেশিন টেবিলে দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে।
- ভোঁতা ড্রিলবিটে ধাতু কাটে না, তাই অবশ্যই যথাযথ কোণে গ্রাইন্ডিং করা ড্রিলবিট ব্যবহার করবে।

(খ) লেদ মেশিন ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়সমূহ

- চাকের মধ্যে কি রাখা অবস্থায় লেদ মেশিন চালু করা হলে চাক কি অপারেটরের বা অন্যের মাথায় বা চোখে আঘাত করতে পারে, যা মারাত্মক দুর্ঘটনার কারণ হতে পারে। কাজেই চাকের মধ্যে কি রাখা অবশ্যই উচিত নয়।

- ❖ লেদ ওয়ার্কের উত্তপ্ত বিরতিহীন চিপ বিপজ্জনক। ইহা অপারেটরের শরীর বা পোশাক পুড়িয়ে দিতে পারে। এই প্রকার চিপকে লেদ প্যানের মধ্যে চেপে দিতে এক টুকরা কাঠ ব্যবহার করা উচিত।
- ❖ লেদে কাজ করার সময় ছিটকে যাওয়া চিপস চোখের জন্য বিপজ্জনক। ছিটকে যাওয়া চিপস হতে চোখকে রক্ষা করতে অবশ্যই সেফটি গগলস পরিধান করতে হবে।
- ❖ নেক-টাই এবং চাদর পরিধান করে লেদে কাজ করা বিপজ্জনক। নেক-টাই বা চাদর ঘুরন্ত ওয়ার্কপিসের সাথে জড়িয়ে যেতে পারে, যা মারাত্মকভাবে দুর্ঘটনার কারণ। কাজেই লেদে কাজ করার সময় ঝুলন্ত নেক-টাই, চাদর ও ঢিলা পোশাক অবশ্যই বর্জনীয়।
- ❖ ঘুরন্ত ওয়ার্কপিসের গায়ে ওয়েস্ট কটন ব্যবহার করা উচিত নয়।

(গ) মিলিং মেশিন ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়সমূহ

- ⌗ ভারী অ্যাটাচমেন্ট স্থানান্তর বা সংযোগ করার সময় একাকী হাত লাগানো উচিত নয়। ইহা শরীর ও অ্যাটাচমেন্টের ক্ষতির কারণ। তাই ভারী অ্যাটাচমেন্ট স্থানান্তর বা স্থাপন কাজে দুই ব্যক্তির হাত লাগানো উচিত।
- ⌗ ধারালো মিলিং কাটারে কাপড়ের টুকরা ছাড়া হাত লাগনো উচিত। কারণ এতে হাত কেটে যেতে পারে।
- ⌗ আরবার সাপোর্ট ছাড়া আরবার প্রান্তে লকিং নাট ঢিলা দেওয়া বা টাইট করা উচিত নয়। কারণ এতে আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।
- ⌗ মেশিন চালু করার পূর্বে জব, কাটার, আরবার, আরবার সাপোর্টার ভাইস এবং ডিভাইডিং হেডের ক্লিয়ারেন্স অবশ্যই পরীক্ষা করতে হবে।
- ⌗ মেশিন চালু করার পূর্বে স্পিড, এবং ফিড সেটিং পরীক্ষা করতে হবে।
- ⌗ মিলিং মেশিন চালু করার পূর্বে দৃঢ়ভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা সম্পর্কে নিশ্চিত হওয়া উচিত। দৃঢ়ভাবে ওয়ার্কপিস না বাঁধলে কাটার ভেঙে যেতে পারে।

(ঘ) শেপার ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়সমূহ–

- ◈ শেপার চালু করার পূর্বে র‍্যাম, টুলহেড, টুল, ওয়ার্কপিস, র‍্যাম লকিং লিভার এবং ভাইস অবশ্যই দৃঢ়ভাবে টাইট দিতে হবে।
- ◈ চালু অবস্থায় হাত দ্বারা চিপ পরিষ্কার করা উচিত হবে না। কারণ ইহা হাতের জন্য বিপজ্জনক। ব্রাশের সাহায্যে চিপ পরিষ্কার করা যেতে পারে।
- ◈ শেপিং অপারেশনের সময় অপারেটরকে অবশ্যই সেফটি গগলস পরিধান করতে হবে। কারণ ছিটকে যাওয়া চিপস চোখের জন্য বিপজ্জনক।
- ◈ যখন টুল স্লাইডকে অ্যাঙ্গেলে সেট করা হয় তখন স্লাইডের কিছু অংশ কলামে আঘাত করতে পারে। র‍্যামকে হাত দ্বারা গতিশীল করে এর কোনো প্রতিবন্ধকতা আছে কি না তা পরীক্ষা করতে হবে।
- ◈ সকল গার্ডই যথাযথ স্থানে থাকা নিশ্চিত করতে হবে।
- ◈ শেপার চালু করার পূর্বে ওয়ার্কপিস হতে কাটিং টুল অবশ্যই মুক্ত থাকতে হবে।

(ঙ) সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিন ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়সমূহ–

- ☑ সেফটি গগলস অবশ্যই পরিধান করতে হবে। সেফটি গগলস ক্ষুদ্র ক্ষুদ কণা হতে চোখকে রক্ষা করে।
- ☑ মেশিন চালু করার পূর্বে সকল গার্ড যথাস্থানে লাগানো থাকবে।
- ☑ ওয়ার্কপিসের উপর হুইলকে হাতে ঘুরিয়ে ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা করতে হবে।
- ☑ ক্ষুদ্র ওয়ার্কপিসের জন্য মজবুতভাবে নেস্ট তৈরি করতে হবে এবং নেস্টকে দুই পার্শ্বে আবদ্ধ করতে হবে।
- ☑ গ্রাইন্ডিং মেশিন চালু করার জন্য অপারেটরকে অবশ্যই এক পার্শ্বে দাঁড়াতে হবে।
- ☑ অপারেটর অবশ্যই চলমান হুইলের নিকট হাত দিবে না।
- ☑ হুইল সম্পূর্ণরূপে থেমে না গেলে ওয়ার্কপিস বা ভাইস অপসারণ করা উচিত হবে না।

প্রশ্নমালা-১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্রয়োজনীয় ডকুমেন্টে বর্ণিত নির্দেশাবলি মোতাবেক যন্ত্রপাতি গ্রহণ পদ্ধতি বিবৃত কর।
২. বেঞ্চ ওয়ার্কের সময় যন্ত্রপাতি সুবিন্যস্ত করে রাখার প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লেখ।
৩. মেশিনে কাজ করার সময় যন্ত্রপাতি সুবিন্যস্ত করে রাখার প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লেখ।
৪. ড্রিল প্রেস ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতার বিষয়গুলি লেখ।
৫. লেদ মেশিন ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতার বিষয়গুলি লেখ।
৬. মিলিং মেশিন ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতার বিষয়গুলি লেখ।
৭. শেপিং মেশিন বা শেপার ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতার বিষয়গুলি লেখ।
৮. সারফেস গ্রাইন্ডার ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতার বিষয়গুলি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে ম্যানুয়ালি তেল দেওয়ার ব্যবস্থা বর্ণনা কর।
২. অটোমেটিক লুব্রিকেটিং সিস্টেম সংবলিত মেশিনে তেল দেওয়ার ব্যবস্থা বর্ণনা কর।
৩. যন্ত্রপাতি পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখার নিয়মাবলি বর্ণনা কর।
৪. যন্ত্রপাতি ও টুলস সংরক্ষণের কৌশল বর্ণনা কর।
৫. বিভিন্ন যন্ত্রপাতি ব্যবহারে নিরাপত্তার কৌশল বর্ণনা কর।

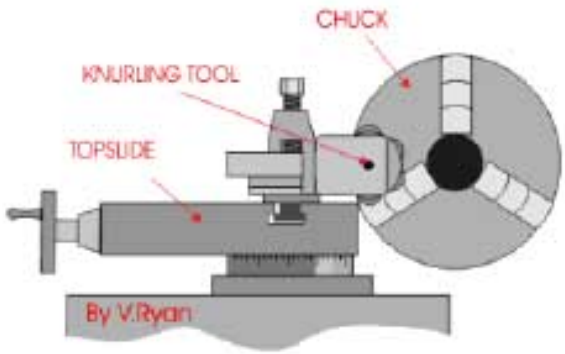
অধ্যায়-২

লেদার লেদে নার্লিং অপারেশন

(Knurling on Lathe)

২.১ নার্লিং (Knurling)

যন্ত্র ও যন্ত্রপাতির হাতল, লেদের হ্যান্ডেল ইত্যাদি হাত ও আঙুল জায়গা ধরার অংশে পিছলিয়ে না যাওয়ার জন্য বহু খাঁজ কাটা থাকে, এই খাঁজ কাটার কাজকে নার্লিং বলে। এটা করার জন্য জব ঘূর্ণন অবস্থায় নার্লিং টুল জবে জোরে চাপ দিয়ে খাঁজ কাটা হয়। এই পদ্ধতিতে জব কাটবে না, ইহা লেদ মেশিনে ব্যবহৃত প্লাস্টিক ওয়ার্কিং-এর একটি প্রকার, এটাকে এমবোসিং (Embossing) ও বলা হয়। যে কোনো জবকে নার্লিং করলে এর ব্যাস বেড়ে যায়।



চিত্র-২.১: নার্লিং প্রক্রিয়ার মডেল

২.২ বিভিন্ন প্রকার নার্লিং প্যাটার্ন ও গ্রেড শনাক্তকরণ

নার্লিং-এর বিভিন্ন প্যাটার্ন

- ডায়মন্ড প্যাটার্ন নার্লিং (Diamond Pattern Knurling)
- স্ট্রেইট প্যাটার্ন নার্লিং (Straight Pattern Knurling)
- ক্রস প্যাটার্ন নার্লিং (Cross Pattern Knurling)

চিত্র-১.২ : বিভিন্ন প্রকার নার্লিং-এর প্যাটার্ন

নার্লিং-এর বিভিন্ন প্রকার গ্রেড

- কোর্স নার্লিং (Coarse Knurling)
- মিডিয়াম নার্লিং (Medium Knurling)
- ফাইন নার্লিং (Fine Knurling)

চিত্র-২.৩ : বিভিন্ন প্রকার নার্লিং-এর গ্রেড

২.৩ নার্লিং টুল নির্বাচন প্রক্রিয়া

নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করে নার্লিং টুল নির্বাচন করতে হয়

☑ স্ট্রেইট নার্লিং-এর জন্য একটি স্ট্রেইট নার্লিং রোলার নির্বাচন করতে হয়।

চিত্র-২.৪ : স্ট্রেইট নার্লিং রোলার

☑ ক্রস নার্লিং-এর জন্য এক জোড়া ক্রস নার্লিং রোলার নির্বাচন করতে হবে।

চিত্র-২.৫ : ক্রস নার্লিং

☑ ডায়মন্ড নার্লিং-এর জন্য একটি বিপরীত হ্যান্ড নার্লিং রোলার নির্বাচন করতে হয়।

চিত্র-২.৬ : ডায়মন্ড নার্লিং

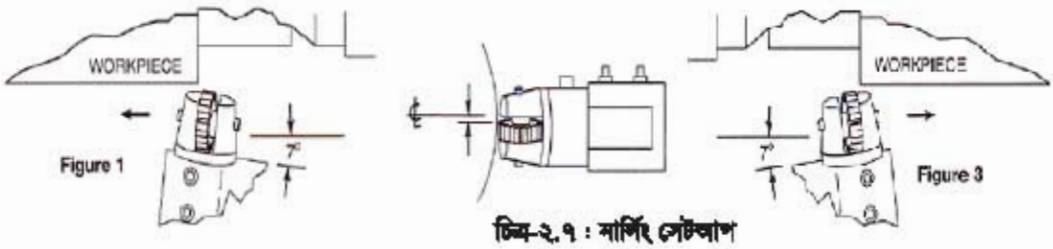
☑ গ্রেড অনুসারে নার্লিং রোল নির্বাচন করতে হলে

⇨ ফাইন গ্রেডের জন্য F চিহ্নিত এক জোড়া রোলার নির্বাচন করতে হয়।

⇨ মিডিয়াম গ্রেডের জন্য M চিহ্নিত এক জোড়া রোলার নির্বাচন করতে হবে।

⇨ কোর্স গ্রেডের জন্য C চিহ্নিত এক জোড়া রোলার নির্বাচন করতে হবে।

২.৪ নার্লিং সেটআপ



চিত্র-২.৭ : নার্লিং সেটআপ

ওয়ার্কপিস এবং নার্লিং টুল ধরার পদ্ধতি হলো নার্লিং সেটআপ। নার্লিং-এর জন্য সেটআপ নির্বাচন করতে হলে ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য এবং ওয়ার্কপিসের প্রান্তে সেন্টার ড্রিল করা গর্ত বিবেচনা করতে হয়। ওয়ার্কপিস চাকে ধরা এবং নার্লিং টুলকে টুল পোস্টে ধরার পদ্ধতি নির্বাচন করতে হয়। লম্বা ওয়ার্কপিসের মুক্ত প্রান্তে টেইলস্টক সাপোর্ট দেওয়া অবস্থায় চাকে বেঁধে নার্লিং টুলকে টুল পোস্টে দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে। তারপর নার্লিং টুল ৯৭ ডিগ্রি

কোণে ওয়ার্কপিসের সাথে রেখে নার্লিং করতে হবে। নার্লিং শুরু করার আগে সঠিক সেন্টার হাইটে নার্লিং রোল সেট করতে হয় এবং নার্লিং রোলের ফেসের অর্ধেক ওয়ার্কপিসের সংস্পর্শে রাখতে হয়। নার্লিং-এর পূর্ণ গভীরতা না আসা পর্যন্ত ওয়ার্কপিস হতে নার্লিং টুল উঠিয়ে নেওয়া উচিত নয়। নার্লিং রোলকে আদি অবস্থায় ফিরিয়ে নেওয়ার জন্য প্রতিবার অগ্রসর হওয়ার পর স্পিন্ডলকে বিপরীতে ঘুরাতে হয়। নার্লিং-এ অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফিড ব্যবহার করতে হয়। নার্লিং রোলের ওপর সর্বদা সমান চাপ রাখতে হয় এবং অবশ্যই কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করতে হয়।

২.৫ নার্লিং-এর ক্ষেত্রে আর পি এম ও ফিড নির্বাচন

- টার্নিং-এর জন্য যে স্পিন্ডল স্পিড নির্বাচন করা হয় নার্লিং-এর জন্য তার এক চতুর্থাংশ স্পিন্ডল স্পিড নির্বাচন করা হয় ।
- নিম্ন টানা শক্তিসম্পন্ন স্টিলের জন্য প্রতি মিনিটে ২০-৩০ মিটার এবং উচ্চ টানা শক্তিসম্পন্ন স্টিলের জন্য প্রতি মিনিটে ১০-২৫ মিটার সারফেস স্পিড ব্যবহার করতে হবে।
- সারফেস স্পিড ওয়ার্কপিসের ব্যাস অনুযায়ী আর পি এম এর মান নির্ণয় করতে হবে ।
- নার্লিং-এর জন্য ফিড = ০.৫ × নার্লিং রোলারের পিচ এই সূত্র ব্যবহার করা হয়।

২.৬ নার্লিং-এর সঠিক গভীরতা

নার্লিং করার প্রথম ও শেষ স্থান উল্লেখ করে, নার্লিং টুলকে ওয়ার্কপিসে স্থাপন করে লেদ মেশিন চালু করে ওয়ার্কপিসের মধ্যে নার্লিং টুল প্রায় ০.০৩ মি মি ঢুকিয়ে না পড়া পর্যন্ত ক্রস স্লাইড হ্যান্ডেলকে ডান পাকে ঘুরাতে হবে। মাঝে মাঝে থামিয়ে ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করে আবারও মেশিন চালিয়ে যতক্ষণ পর্যন্ত সঠিক নার্লিং না হবে, ততক্ষণ মেশিন চালাতে হবে। মাঝে মাঝে কুল্যান্ট বা লুব্রিকেন্ট দিতে হবে।

প্রশ্নমালা-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. নার্লিং বলতে কী বোঝায় ?
২. নার্লিং-এর গ্রেড কত প্রকার ?
৩. নার্লিং-এর প্যাটার্ন কত প্রকার ?
৪. নার্লিং-এর সঠিক গভীরতা উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. নার্লিং-এর প্যাটার্ন কত প্রকার ও কী কী ?
২. নার্লিং-এর গ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
৩. নার্লিং-এর জন্য আর পি এম এবং ফিড নির্ধারণ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. নার্লিং বলতে কী বোঝায়? নার্লিং টুল নির্বাচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
২. নার্লিং সেটআপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অধ্যায়-৩

জিগ ও ফিক্সচার (Jigs and Fixtures)

৩.১ জিগ (Jig)

জিগ ধাতু নির্মিত এক প্রকার বিশেষ ধরনের টুল যা ড্রিলিং, রিমিং এবং টেপিং অপারেশন-এর সময় ব্যবহার করা হয়। জিগ ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে ধরে রাখে এবং কাটিং টুলের পথ নির্দেশ করে। জিগ ব্যবহার করলে লেআউট করার প্রয়োজন হয় না এবং অধিক সূক্ষ্মতা বজায় রাখা সম্ভব। এটা একই আকারের বহু সংখ্যক যন্ত্রাংশ উৎপাদন করার ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। ওয়ার্কপিসের আকার ও মাপ অনুসারে জিগ তৈরি করা হয়। জবের মধ্যে ছিদ্র করার সময় মূলত জিগকে ধরে রাখার জন্য ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস এবং ড্রিল পরিচালনা করার জন্য বুশ (bush) ব্যবহৃত হয়। যদি কার্যবস্তু সরল আকৃতির হয় তবে জিগকে ক্ল্যাম্পিং-এর মাধ্যমে কার্যবস্তুর সাথে আটকানো হয়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে মেশিনিং অপারেশনের সময় জিগের মধ্যে কার্যবস্তু তাড়াতাড়ি প্রবেশ করানো এবং বের করার ব্যবস্থা থাকে। এটা ড্রিল মেশিনের সাথে আটকানো হয় না এবং টেবিলের উপর চারদিকে জিগকে যথাস্থানে সরিয়ে ড্রিলের নিচে বুশ সরাসরি স্থাপন করা হয়। জিগ বাহ্যিকভাবে কাটিং টুলের পথকে সীমাবদ্ধ এবং নিয়ন্ত্রণ করে।

সাধারণত ড্রিলিং, রিমিং, ট্যাপিং ইত্যাদি ক্রিয়ায় জিগ ব্যবহৃত হয়। এটি ব্যবহার করলে আর প্রতিটি কার্যবস্তুর উপরিভাগকে পৃথকভাবে মার্কিং করার প্রয়োজন পড়ে না। ওজনে হালকা বলে এটিকে টেবিলের সাথে আবদ্ধ করে অথবা হাতে ধরে ব্যবহার করা চলে। এটি ব্যবহার করে মেশিনিং করতে দক্ষ কারিগর না হলেও চলে।

৩.২ জিগ-এর প্রকারভেদ

কয়েকটি সাধারণ জিগের নাম ও তাদের বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো

(১) প্লেট জিগ (Plate Jig)

চিত্র-৩.১ : প্লেট জিগ

(২) চ্যানেল জিগ (Channel Jig)

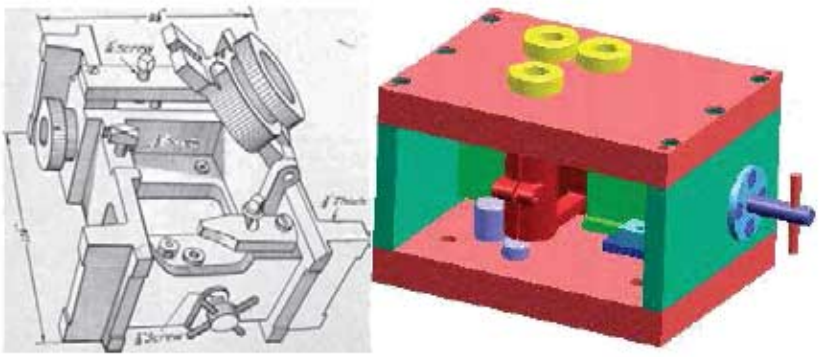
এই জিগের আকৃতি অনেকটা চ্যানেলের মতো বিধায় একে চ্যানেল জিগ বলা হয়। আয়তাকার ওয়ার্কপিসকে চ্যানেল জিগের ভিতর স্থাপন করে নার্লিং করা নব-এর সাহায্যে যথাস্থানে আবদ্ধ বা লোকেটিং করা হয়। ড্রিল বুশ দ্বারা ড্রিল বিট নিয়ন্ত্রিত হয়ে ওয়ার্কপিসের মধ্যে ছিদ্র করা হয়ে থাকে।

(৩) ডায়ামেটার জিগ (Diameter Jig)

বেলনাকার (Cylindrical) বা গোলাকার (Spherical) ওয়ার্কপিসের উপরে ড্রিল দ্বারা ব্যাসার্ধ সূত্রে ছিদ্র (Radial Hole) করতে ডায়ামিটার জিগ ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে ওয়ার্কপিসকে ভি-ব্লকে স্থাপন করে ক্ল্যাম্পিং প্লেট দ্বারা আবদ্ধ করা হয়। ব্যাসার্ধ সূত্রে (Radially) অবস্থিত 'ড্রিল বুশ' ড্রিলকে পরিচালিত করে ছিদ্রকরণ বা ড্রিলিং সম্পন্ন করা হয়।

(৪) বক্স জিগ (Box Jig)

এই জিগের গঠন বাক্স আকারের হয় বলে এটিকে বক্স জিগ বলা হয়। ওয়ার্কপিসকে এই জিগের ভিতরে স্থাপন করে ক্যাম হ্যান্ডল-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিসকে আবদ্ধ করা হয়। বিভিন্ন অ্যাঙ্গেলে ওয়ার্কপিসের ভিতর ড্রিল দ্বারা ছিদ্র করতে বক্স জিগ ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৩.২ : বক্স জিগ

(৫) লিফ জিগ (Leaf Jig)

এই প্রকার জিগ-এ কব্জা (Hinge)-এর সাহায্যে যুক্ত ঢাকনাটিকে চালনা করে ওয়ার্কপিসকে ভিতরে রাখা হয় অথবা বাইরে বের করে আনা হয়। ব্যবহার করার সময় ওয়ার্কপিসকে সেট স্ক্রু-এর সাহায্যে আবদ্ধ করা হয় এবং 'ড্রিল বুশ' দ্বারা পরিচালিত হয়ে ড্রিল ছিদ্র করে। এই জিগের প্রধান অসুবিধা এই যে, এটির ভিতরে আবদ্ধ ওয়ার্কপিসের কর্তিত ধাতু খণ্ডগুলি বাইরে আসার পথ পায় না বলে প্রায়ই ঢাকনাটির কব্জাতে ত্রুটি দেখা দেয়, ফলে ভুল স্থানে ড্রিল হওয়ার আশঙ্কা থাকে।

(৬) রিং জিগ (Ring Jig)

গোল পাইপ বা 'ফ্লেঞ্জ' (Flange)-এর উপর ড্রিল বুশ দ্বারা পরিচালিত ড্রিল দ্বারা সমদূরত্বে ছিদ্র করতে এটি উপযোগী হয়।

চিত্র-৩.৩ : রিং জিগ

(৭) শ্যাফট জিগ

এটা একটি সহজ আকৃতির জিগ যা মাধ্যমে গোলাকার শ্যাফট-এর মধ্যে ছিদ্র করা হয়। সাধারণত যেখানে উৎপাদন কম সেখানে এটি ব্যবহার করা হয়। শ্যাফট স্থাপনের জন্য সলিড ব্লকের ভিতর দিয়ে সরাসরি ছিদ্র করা থাকে এবং ডান পার্শ্বে ৬০ ডিগ্রি কাউন্টার সিংক করা থাকে যাতে কার্যবস্তু সহজে ভিতরে ঢুকানো যায়। উপরের তলে নির্দিষ্ট স্থানে বুশিং স্টপ ও ক্ল্যাম্প থাকে। এটি তৈরি করতে খরচ কম পড়ে এবং উৎপাদন ক্ষেত্রে এটা ব্যবহার করা খুবই সুবিধাজনক।

চিত্র-৩.৪ : শ্যাফট জিগ

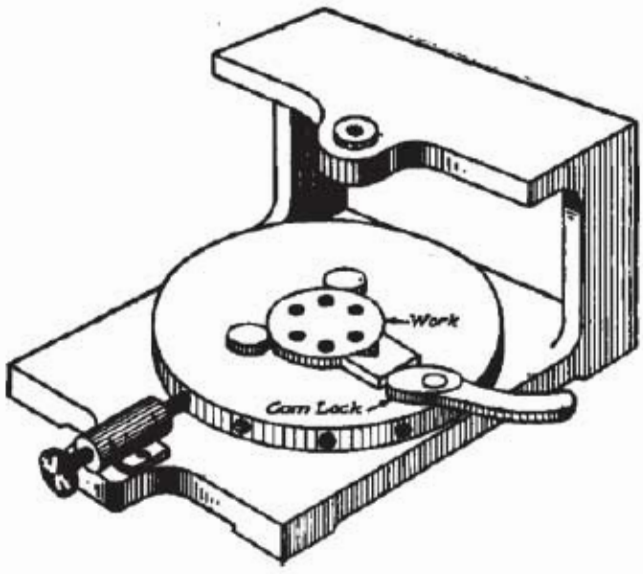
(৮) টেমপ্লেট জিগ

অন্য সকল জিগের মধ্যে টেমপ্লেট জিগের নির্মাণ খুবই সহজ। প্লেটের উপর প্রয়োজন অনুযায়ী অবস্থানে ছিদ্র থাকে। এই প্লেটকে টেমপ্লেট হিসাবে ব্যবহার করে কার্যবস্তুর উপর স্থাপন করে ক্ল্যাম্প বা অন্য কোনো লকিং ডিভাইসের সাহায্যে মজবুতভাবে আটকানো হয়। ড্রিলকে টেমপ্লেট-এর ছিদ্র বরাবর পরিচালনা করলে কার্যবস্তুর ঠিক অবস্থানে ও অনুরূপ মাপের ছিদ্র হবে।

চিত্র-৩.৫ : টেমপ্লেট জিগ

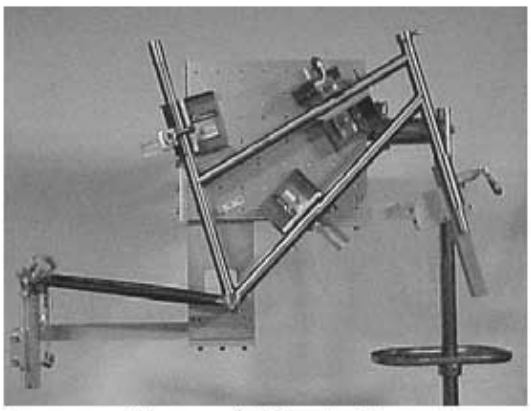
(৯) ইনডেক্সিং জিগ

গোলাকার কার্যবস্তুর কেন্দ্রবিন্দু হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে বৃত্তাকার সমদূরত্বে সারিবদ্ধভাবে শুধু একটি বুশের মধ্য দিয়ে ছিদ্র করার জন্য ইনডেক্সিং জিগ ব্যবহৃত হয়ে থাকে। প্রথমে একটি ছিদ্র করার পর কার্যবস্তুসহ ইনডেক্সিং প্লেটকে নির্দিষ্ট মাপ অনুযায়ী ঘুরিয়ে পরবর্তী ছিদ্রের স্থান বুশ ও ড্রিল বিটের নিচে আনার পর দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে ছিদ্র করা হয়। তাই অনেক ক্ষেত্রে ছিদ্রের স্থান সমবণ্টনের সুবিধার জন্য ইনডেক্সিং প্লেট বা সমবণ্টন কৌশল জিগে সংযুক্ত করা হয়। একটি মাত্র ড্রিল বুশ বিভিন্ন উচ্চতায় এবং একই সমতলে বিভিন্ন জায়গায় সমন্বয় করে বিভিন্ন মাপের পিচ নিয়ে বৃত্তের পরিধি বরাবর ছিদ্র করা যায়। মিলিং মেশিনে ব্যবহৃত ইউনিভার্সেল ইনডেক্সিং হেড একটি সূক্ষ্ম ইনডেক্সিং জিগ, কিন্তু এটি ব্যাপক উৎপাদনের ক্ষেত্রে কার্যকরী নয়।



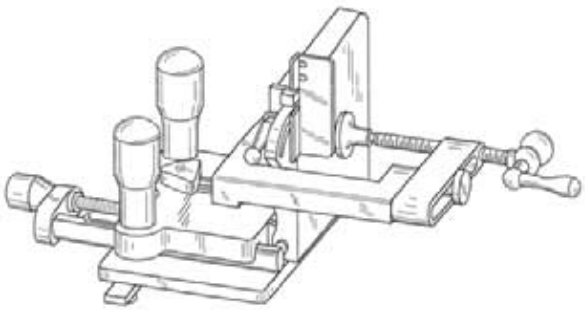
চিত্র-৩.৬ : ইনডেক্সিং জিগ

(১০) ইউনিভার্সেল জিগ : এই ধরনের জিগ একটি মৌলিক ইউনিট হিসাবে বাণিজ্যিক ভিত্তিতে তৈরি করা হয়। টুল ডিজাইনার ও টুল প্রস্তুতকারকরা এটাকে বিশেষ কাজের ব্যবহার করে থাকেন। এই জিগের বিশেষ সুবিধা এই যে জবকে দৃঢ়ভাবে আটকানো যায়, কম উচ্চতাসম্পন্ন টিপ বের হওয়ার স্থানে পর্যাপ্ত পরিমাণে জায়গা থাকে। এটার পরিচালনা পদ্ধতিও সহজ। সঞ্চালিত অংশসমূহ টিপ হতে সম্পূর্ণ মুক্ত থাকে। জিগের একটি হাতল ক্যাম বা র‍্যাকের সাথে সংযুক্ত থাকে। এই হাতল দ্বারা বুশিং প্লেট বা বুশিং রেস্টকে উপরে-নিচে নড়াচড়া করে কার্যবস্তুকে ক্ল্যাম্পিং করা হয়।



চিত্র-৩.৭ : ইউনিভার্সেল জিগ

ভাইস জিগ : সচরাচর কাজে ব্যবহৃত ভাইসের সঙ্গে বিশেষ আকৃতির চোয়াল সংযুক্ত করে কার্যবস্তুকে ধরার কাজে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ ভাইসে স্ক্রু লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। কিন্তু এই জিগে বিশেষ ধরনের দ্রুত ক্রিয়াশীল ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। এটার এক পার্শ্বের উপর কার্যকরী হাতল সুবিধামতো স্থানে লাগানো হয়। হাতল ঘুরালে পিনিয়নসহ শ্যাফট ঘুরে, যা চলনশীল চোয়ালের সঙ্গে আটকানো র‍্যাককে সংযুক্ত করে। এইভাবে কার্যবস্তুকে খুব কম সময়ে আটকানো যায়। যতক্ষণ পর্যন্ত হাতল পশ্চাৎ দিকে ঘুরানো না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত একটি স্বয়ংক্রিয় লক চোয়ালের পশ্চাৎ দিকের যে কোনো গতি প্রতিরোধ করে। জিগে প্লেটের সাথে বুশিং থাকে। বিভিন্ন মাপের ছিদ্র করার জন্য প্লেটে বুশিং-এর পরিবর্তন করতে হয়। এই জিগ সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুর উপর ছিদ্র করার জন্য বিশেষ সুবিধাজনক। তাছাড়া ছোট ছোট কাজের জন্যও এই ধরনের জিগ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।



চিত্র-৩.৮ : ভাইস জিগ

৩.৩ জিগ-এর ব্যবহার (Uses of Jig) :

সাধারণত নিম্নলিখিত কাজে জিগ ব্যবহার করা হয়–

- ⇨ ড্রিলিং অপারেশন (Drilling Operation)
- ⇨ রিমিং অপারেশন (Reaming Operation)
- ⇨ ট্যাপিং অপারেশন (Tapping Operation) ইত্যাদি।

৩.৪ জিগ ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা :

জিগ ব্যবহারের সুবিধা :

- ☑ কার্যবস্তুর উপরিভাগে 'মার্কিং' করার প্রয়োজন হয় না বলে কাজের সময় কম লাগে।
- ☑ নির্ভুলভাবে কাজ করতে সাহায্য করে।
- ☑ আধা-দক্ষ কারিগর দ্বারা কাজ করা সম্ভব হয়।
- ☑ একই সঙ্গে অধিক সংখ্যক জব তৈরি করা যায় বলে উৎপাদন খরচ কম পড়ে।
- ☑ বড় কার্যবস্তুর উপরিভাগে জিগ অনায়াসেই স্থাপন করে প্রয়োজনীয় স্থানে মেশিনিং করা যায়।
- ☑ জিগ কাটিং টুল-এর গতিপথ নিয়ন্ত্রণ করে এবং নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ রাখে।

জিগ ব্যবহারের অসুবিধা :

- ✪ জিগ শুধু ব্যাপক উৎপাদন (Production)-এর ক্ষেত্রে লাভজনক।
- ✪ জিগ তৈরি করার জন্য দক্ষ কারিগর দরকার পড়ে।
- ✪ জিগ তৈরি করতে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতির প্রয়োজন পড়ে।
- ✪ লিফ জিগের ভিতরে চিপস আটকে গিয়ে ঢাকনাটির কব্জাতে ত্রুটি ঘটে এবং ফলে ভুল স্থানে ড্রিল করার আশঙ্কা থাকে।

৩.৫ ফিক্সচার (Fixture)

মেশিনে কাজ করার সময় বস্তুকে মেশিনের সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করতে যে সরঞ্জাম ব্যবহৃত হয়, তাকে ফিক্সচার বলে। মেশিন টুলের গঠন, ফিক্সচারের দৃঢ়তা ও অপারেটরের দক্ষতার উপর কাজের সূক্ষ্মতা নির্ভর করে। কাটিং টুল যাতে যথাযথভাবে কাজ করতে পারে সেজন্য ওয়ার্কপিসকে দৃঢ়ভাবে ধারণ করে ধরে রাখতে এটি একটি সরঞ্জাম। ফিক্সচার ছাড়া জিগ নিখুঁতভাবে এবং দক্ষতার সাথে কাজ করতে সক্ষম হয় না।

৩.৬ ফিক্সচারের শ্রেণিবিভাগ :

মেশিনের আকার এবং কাজের প্রণালি অনুসারে ফিক্সচার ডিজাইন করা হয়ে থাকে। আকৃতি অনুসারে ফিক্সচার সাধারণত গোল, সমতল, অ্যাঙ্গেল প্লেট, থাক বিশিষ্ট, 'ভি' বা সমান্তরাল ব্লকবিশিষ্ট ইত্যাদি রকমের হয়ে থাকে। আবার বিভিন্ন মেশিন টুলের নাম অনুসারে ফিক্সচারের নামকরণ করা হয়ে থাকে, যেমন– গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার, মিলিং ফিক্সচার, ড্রিলিং ফিক্সচার, শেপিং ফিক্সচার ইত্যাদি।

কাজ এবং আকৃতির উপর ভিত্তি করে ফিক্সচারকে প্রধানত ছয়টি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে।

- ভাইস ফিক্সচার
- মিলিং ফিক্সচার
- বোরিং ফিক্সচার
- ব্রোচিং ফিক্সচার
- লেদ ফিক্সচার
- গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার
- ভাইস ফিক্সচার

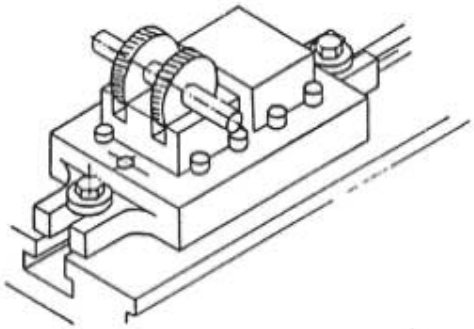
ভাইস ফিক্সচার :

আদর্শ মেশিন ভাইসে বিশেষ ধরনের চোয়াল (jaws) সংযুক্ত করে সহজ ও অল্প সময়ে কার্যবস্তুকে ধরে মেশিনিং বা বিভিন্ন অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। ভাইস ফিক্সচার বিভিন্ন মেশিনে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যখন যে মেশিনে ব্যবহৃত হয় সেই মেশিনের নামানুসারে এটার নামকরণ করা হয়। সমান্তরাল পার্শ্ব বিশিষ্ট কার্যবস্তুকে এই ধরনের ফিক্সচার দ্বারা সহজেই ধরা যায় কিন্তু কোনো গোলাকার বা অনিয়মিত পার্শ্ব বিশিষ্ট কার্যবস্তুকে সঠিকভাবে ধরা কষ্টকর। অত্যন্ত সাবধানতা অবলম্বন না করে কার্যবস্তুকে ক্ল্যাম্পিং করলে ইহার মসৃণ তলে দাগ পড়ে যায়। অনিয়মিত বা অসমতল বিশিষ্ট কার্যবস্তুকে সঠিকভাবে ধরার জন্য বিশেষ ধরনের চোয়াল ব্যবহার করে কার্যবস্তুর তল নষ্ট হওয়ার হাত হতে রক্ষা করা যায়।

চিত্র-৩.৯ : ভাইস ফিক্সচার

মিলিং ফিক্সচার :

এই ধরনের ফিক্সচার মিলিং কাটারের সাথে সঠিক সম্পর্ক রেখে কার্যবস্তুকে ধরে রাখে এবং কার্যবস্তুসহ টেবিল কাটারের নিচে যাতায়াত করে।



চিত্র-৩.১০ : মিলিং ফিক্সচার

মিলিং ফিক্সচারে পাঁচটি অংশ থাকে

(ক) বেজ, (খ) ক্ল্যাম্প, (গ) রেস্ট ব্লক বা নেস্ট, (ঘ) লোকেটিং পয়েন্টস ও (ঙ) গেজিং সারফেস।
মিলিং ফিক্সচারের বেজটি একটি সমতল ও সঠিক মসৃণ মার্কেল যুক্ত প্লেট দ্বারা নির্মিত। ইহার নিচের তল মিলিং টেবিলের তলের সাথে মিলে যায় এবং মিল ফিড মুভমেন্টের সাথে এটি সূক্ষ্ম রেখা (Reference Line) হিসাবে কাজ করে। তা ছাড়া বেজটি ক্লাম্পিং-এর সুবিধার জন্য বর্ধিত করা থাকে, এই ফিক্সচারকে বোল্ট দ্বারা মিলিং মেশিনের টেবিলের সাথে (টি-স্লটের মধ্যে বোল্ট পরিয়ে) আটকানো যায়। মিলিং ফিক্সচার সহজতর হওয়া উচিত। ডিজাইনারের মনে রাখা দরকার যে, যত বেশি সংখ্যক অংশ থাকবে তত ভুল এবং অসুবিধা দেখার আশঙ্কা থাকে। মিলিং ভাইস একটি অতি সহজতম মিলিং ফিক্সচার।

ইউনিভার্সেল ফিক্সচার:

এই ধরনের ফিক্সচার দ্বারা সাদৃশ্যপূর্ণ আকৃতির বিভিন্ন প্রকারের কার্যবস্তুকে ধরা হয়।

চিত্র-৩.১১ : ইউনিভার্সেল ফিক্সচার

প্রগ্রেসিভ ফিক্সচার:

এই ফিক্সচার দ্বারা কার্যবস্তুকে বিভিন্ন অবস্থায় Locate করা যায় এবং সমুদয় অপারেশন সম্পন্ন না হওয়া পর্যন্ত এই ফিক্সচার এক ওয়ার্ক স্টেশন হতে অন্য ওয়ার্ক স্টেশনে কার্যবস্তুকে চালনা করা যায়।

বোরিং ফিক্সচার:

ড্রিল জিগ বা মিলিং ফিক্সচারের বৈশিষ্ট্যের ন্যায় বোরিং ফিক্সচারের অনুরূপ বৈশিষ্ট্য থাকতে পারে, যা অপারেশনের উপর নির্ভর করে। কার্যবস্তুর মধ্যে বিদ্যমান ছিদ্রকে বোরিং অপারেশন দ্বারা বড় করা হয়। বোরিং অপারেশন সাধারণত ড্রিল প্রেস, মিলিং মেশিন, লেদ, বোরিং মেশিন, ভার্টিক্যাল বা হরাইজন্টাল বোরিং মিল ইত্যাদি মেশিনের সাহায্যে সমাধা করতে হয়। তবে বোরিং নীতিমালা সকল মেশিনের বেলায় একই। কোনোটির কার্যবস্তু স্থির থাকে, বোরিং বার চলাচল করে আবার কোনোটিতে বোরিং বার স্থির থাকে কার্যবস্তু চলাচল করে।

চিত্র-৩.১২ : বোরিং ফিক্সচার

ফিক্সচার ডিজাইনের সাধারণ নীতিমালা:

বোরিং ফিক্সচার ডিজাইনে প্রয়োগ করা বোরিং ফিক্সচারকে সাধারণত দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। একটিতে ড্রিল জিগের ন্যায় ফিক্সচার বোরিং টুলকে পরিচালনা করে। অপরটিতে মিলিং ফিক্সচারের ন্যায় কার্যবস্তুকে ধরে রাখে। কোন ধরনের ফিক্সচার ব্যবহার করা হবে তা নির্ভর করে বোরিং বারের ধরনের উপর এবং মেশিনের ধরনের উপর বা উভয়ের উপর।

স্টেশনারী ফিক্সচার:

যে ফিক্সচার মেশিনের টেবিলের উপর আটকিয়ে কার্যবস্তুকে বোরিং বারে উপস্থাপনপূর্বক মেশিনিং করা হয়, এই জাতীয় ফিক্সচারকে স্টেশনারি ফিক্সচার বলা হয়। এই ফিক্সচারের বডি সাধারণত একটি ভারী অ্যালেল প্লেট দ্বারা গঠিত। এই ধরনের উৎপাদনমুখী ফিক্সচারের জন্য ক্ল্যাম্পগুলি এমনভাবে তৈরি করতে হয় যাতে তাড়াতাড়ি এবং সুবিধামতো লোডিং করা যায়। জ্যাক স্ক্রুর সাহায্যে কার্যবস্তুকে ফিক্সচারের সাথে সূক্ষ্মভাবে সমন্বয় সাধন করা যায়।

চিত্র-৩.১৩ : স্টেশনারি ফিক্সচার

ইউনিভার্সেল ফিক্সচার:

বোরিং মেশিন উৎপাদনকারী কোম্পানিগুলি ইউনিভার্সেল ফিক্সচার বাণিজ্যিক ভিত্তিতে তৈরি করে থাকে। এই জাতীয় ফিক্সচারের base আড়াআড়ি চলাচল ও সমন্বয় সাধনের জন্য একটি স্লাইড এবং খাড়াভাবে চলাচল এবং সমন্বয়ের জন্য একটি খাড়া স্লাইড থাকে। কার্যবস্তুকে বাঁধার জন্য প্রতিটি স্লাইডে টি-স্লট বা থ্রেড যুক্ত ছিদ্র থাকে।

ইনডেক্সিং ফিক্সচার:

এর একটি বেস বা একটি স্লাইড আছে এবং এতে একটি ঘূর্ণায়মান টেবিল বা ঘূর্ণায়মান ইনডেক্সিং প্লেট স্থাপন করা আছে যাতে সঠিকভাবে ইনডেক্সিং করা যায়। অপারেশনের সময় এই ধরনের ফিক্সচার এ অপারেটরের মেশিন লোড এবং আনলোড করার সুযোগ বেশি থাকে।

স্বয়ংক্রিয় লোডিং ফিক্সচার:

টুল ডিজাইনের ক্ষেত্রে এই ধরনের ফিক্সচার কার্যবস্তুকে বিভিন্ন অবস্থায় সঠিকভাবে ধরার জন্য অত্যাধুনিক কৌশল সংবলিত একটি ফিক্সচার। ইহা আধা-স্বয়ংক্রিয় বা পুরা-স্বয়ংক্রিয় হতে পারে। এই ধরনের ফিক্সচার কোনো নির্দিষ্ট কার্যবস্তুর দীর্ঘ সময় ধরে উৎপাদনের ক্ষেত্রে উপযোগী।

ব্রোচিং ফিক্সচার:

ব্রোচিং অপারেশনকে সাধারণত দুই শ্রেণিতে ভাগ করা যায় যেমন–

- অভ্যন্তরীণ ব্রোচিং
- অনভ্যন্তরীণ ব্রোচিং

অভ্যন্তরীণ ব্রোচিং:

সাধারণত অভ্যন্তরীণ ব্রোচিং-এ ছিদ্র সঠিক মাপে আনা এবং চূড়ান্তভাবে শেষ করার জন্য বিশেষ ধরনের ফিক্সচারের প্রয়োজন হয় না। এই সকল কাজের জন্য প্রয়োজনীয় ফিক্সচার যেমন-

- সিম্পল প্লেট ফিক্সচার
- সিম্পল প্লাগ ফিক্সচার

অনভ্যন্তরীণ ব্রোচিং:

অনভ্যন্তরীণ ব্রোচিং-এ সচরাচর প্রতি জবের জন্য বিশেষ ধরনের ফিক্সচারের প্রয়োজন হয়। এই জাতীয় ফিক্সচার অবশ্যই তীব্র কাটিং চাপে টিকে থাকতে হবে। এটিকে মজবুতভাবে তৈরি করতে হয়, যাতে ব্রোচিং অপারেশনের সময় কার্যবস্তুকে সুদৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে সমর্থ হয়। কার্যবস্তুকে একটি নির্ধারিত প্রতিরোধক (Fixedstop) বা ক্ল্যাম্প দ্বারা ঠেস (Support) দেওয়া আবশ্যক। কাটিং ফোর্স সরাসরি নির্ধারিত প্রতিরোধকের দিকে পড়ে। ইহা লক্ষনীয় যে, ব্রোচিং অপারেশনের সময় ব্রোচড সারফেস ব্রোচড অক্ষের সাথে সমান্তরাল রাখতে হয়। ব্রোচিং-এর সময় কার্যবস্তুর যে কোনো পিচ্ছিলতা বা টালমাটাল (any slipping or tilting of the part) ব্রোচের বিপরীতে এটি আটকে যাওয়ার কারণ হয়।

লেদ ফিক্সচার (Lathe fixtures):

অধিকাংশ লেদ অপারেশন সম্পন্ন করা হয় আদর্শ চাক ও হোল্ডিং পদ্ধতি ব্যবহারের মাধ্যমে। তবে অনেক যন্ত্রাংশ, যেমন– ঢালাই করা, পিটিয়ে তৈরি করা যন্ত্রাংশ ইত্যাদি আদর্শ পদ্ধতিতে ধরা সম্ভব হয় না, তাই এই ধরনের যন্ত্রাংশ মেশিনিং করার জন্য বিশেষ ধরনের কার্যবস্তু ধরার ফিক্সচার তৈরি করার প্রয়োজন পড়ে।

লেদ ফিক্সচার ডিজাইনের মূল নীতিমালা:

ফিক্সচার ডিজাইনের মূল নীতিমালা লেদ ফিক্সচার ডিজাইনের ক্ষেত্রেও প্রয়োগ হবে। এ ছাড়া যেহেতু ফিক্সচার এবং কার্যবস্তু একই সঙ্গে ঘোরে সেজন্য নিম্নের অতিরিক্ত শর্তগুলিও লেদ ফিক্সচার ডিজাইনের সময় প্রয়োগ করতে হবে-

- ক্লাম্প এবং অন্যান্য হোল্ডিং ডিভাইস এমনভাবে ডিজাইন করতে হবে যাতে কেন্দ্রচ্যুতি বলের প্রভাবে ঐগুলি ঢিলা বা আলগা (loose) না হয়।
- কার্যবস্তুর বৃহত্তর ব্যাসে শক্তভাবে ধরতে হবে এবং যখনই সম্ভব গ্রিপিং ব্যাস, মেশিনিং করার ব্যাস অপেক্ষা বড় হতে হবে।
- ফিক্সচার অবশ্যই সুষ্ঠু ভারসাম্যের হতে হবে। অনিয়মিত আকারের কার্যবস্তুর বেলায় ইহার বিপরীত ভার স্থাপন করে কম্পন রোধ করার ব্যবস্থা করতে হবে।
- যেহেতু ফিক্সচার ঘোরে, সেহেতু ইহার ওজন যতটা সম্ভব কম হওয়া আবশ্যক।
- বর্ধিত অংশে (Projection) তীক্ষ্ণ কোণ (sharp corners) পরিহার করা উচিত, টুল ঘুরার সময় ঐগুলি মেশিন চালকের নজরে নাও পড়তে পারে।
- লেদ টুলের চাপ প্রতিরোধ করার জন্য কার্যবস্তুর পাতলা অংশের জন্য ঠেস (support) প্রয়োজন।

গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার :

গ্রাইন্ডিং ফিক্সচারের ডিজাইন মূলত অন্যান্য মেশিনটুলে ব্যবহৃত ফিক্সচারের অনুরূপ, তবে মিলিং ফিক্সচার ও সারফেস গ্রাইন্ডিং কাজে ব্যবহৃত ফিক্সচারের মতো কিছু পার্থক্য আছে। ইহা সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারে ব্যবহৃত ফিক্সচারের অনুরূপ। গ্রাইন্ডিং অপারেশন সাধারণত একটি ফিনিশিং অপারেশন, অতএব গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার ডিজাইনও তৈরি করতে অতি সূক্ষ্মতা ও সঠিকতার দিকে খুবই লক্ষ রাখা দরকার হয়। নিম্নে কয়েকটি গ্রাইন্ডিং ফিক্সচারের নাম উল্লেখ করা হলো–

- ✪ ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic chuck)
- ✪ ভ্যাকুয়াম চাক (Vacuum chuck)
- ✪ ইলেকট্রোস্ট্যাটিক চাক (Electrostatic chuck)

৩.৭ ফিক্সচারের ব্যবহার :

- ☑ কার্যবস্তুকে দৃঢ়ভাবে বেঁধে কাজ করার জন্য ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়।
- ☑ কাটিং ফোর্সকে ব্যালেন্স করে মেশিনের কম্পন রোধ করার জন্য ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়।
- ☑ কাটিং টুলের গতিপথকে নিয়ন্ত্রণ বা নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ রাখতে ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়।
- ☑ কার্যবস্তু লোড ও আনলোড করার জন্য ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়।

৩.৮ জিগ ও ফিক্সচারের মধ্যে মৌলিক পার্থক্য :

জিগ	ফিক্সচার
(ক) জিগ কার্যবস্তুকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখে এবং কাটিং টুলকে সঠিক পথে পরিচালনা করে।	(ক) ফিক্সচার কার্যবস্তুকে নির্দেশ করে ও সুদৃঢ়ভাবে ধরে রাখে, কিন্তু কাটিং টুলকে পরিচালনা করার তেমন কোনো ব্যবস্থা নাই।
(খ) জিগ শুধু ড্রিলিং, রিমিং ও ট্যাপিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়।	(খ) ফিক্সচার প্রায় সকল প্রকার মেশিনিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়।
(গ) জিগ ব্যবহারের সময় দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন হয় না।	(গ) ফিক্সচার ব্যবহারের সময় দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন হয়।
(ঘ) জিগ কাটিং টুলের গতিপথকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ রাখে।	(ঘ) ফিক্সচার কাটিং টুলের গতিপথ নিয়ন্ত্রণ করে না বা নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ রাখতেও সমর্থ নয়।
(ঙ) মেশিনিং করার সময় জিগের অবস্থান নড়াচড়া করে কাটিং টুলের নিচে আনা হয়।	(ঙ) মেশিনিং বা অন্য কোনো যান্ত্রিক কাজ করার সময় ফিক্সচার মেশিনের টেবিলের সাথে নির্দিষ্ট স্থানে আটকানো থাকে কারণ একে নড়াচড়া করলে কার্যবস্তুর সূক্ষ্মতা নষ্ট হতে পারে।
(চ) কাজ করার সময় জিগ টেবিলের উপর সাধারণ অবস্থায় থাকে।	(চ) কাজ করার সময় ফিক্সচার মেশিন টেবিলের সাথে শক্তভাবে আটকানো থাকে।

প্রশ্নমালা-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. জিগ কাকে বলে?
২. জিগের কাজ কী?
৩. জিগ কত প্রকার ও কী কী?
৪. বকস জিগে কার্যবস্তু কীভাবে প্রবেশ করানো হয় ?
৫. ফিক্সচার বলিতে কী বোঝায়?
৬. ফিক্সচারের কাজ কি কি ?
৭. ফিক্সচার কত প্রকার ও কী কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. জিগ ও ফিক্সচারের মধ্যে পার্থক্য কী?
২. জিগ ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?
৩. একটি চ্যানেল জিগের নকশা অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।
৪. টেমপ্লেট জিগকে উন্মুক্ত জিগ (Open Jig) বলা হয় কেন ?
৫. প্লেট জিগের সুবিধা ও অসুবিধা কী কী?
৬. টেমপ্লেট জিগের সুবিধা কী কী?
৭. একটি টেমপ্লেট জিগের চিত্র অঙ্কন কর।
৮. ইনডেক্সিং জিগ কোথায় ব্যবহৃত হয় ?
৯. ইনডেক্সিং জিগের সুবিধা কী কী ?
১০. একটি ভাইস জিগের চিত্র অঙ্কন কর।
১১. ভাইস ফিক্সচার কী ধরনের কাজে ব্যবহার করা হয় ?
১২. ভাইস জিগ কী কী ধরনের কাজে ব্যবহার করা সুবিধাজনক ?
১৩. মিলিং ফিক্সচারের প্রধান প্রধান অংশগুলো কী কী?
১৪. ফিক্সচার ব্যবহারে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

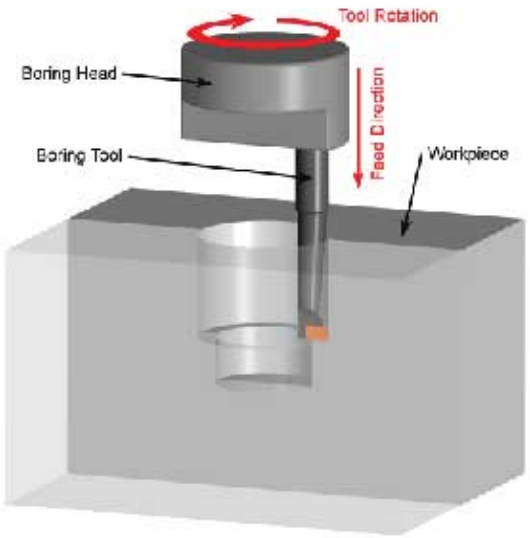
১. লিফ জিগের গঠনপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর?
২. বকস ও টাম্বল জিগের চিত্র অঙ্কন কর এবং এগুলো কোথায় ব্যবহৃত হয়?
৩. ইউনিভার্সেল জিগের গঠন চিত্র অঙ্কন করে দেখাও।
৪. ইউনিভার্সেল জিগের সুবিধা ও অসুবিধাগুলি কী কী?
৫. মিলিং ফিক্সচার ডিজাইন করার সময় কী কী বিষয়ের প্রতি লক্ষ রাখা দরকার ?
৬. কী কী উপায়ে ফিক্সচারকে শ্রেণিবিন্যাস করা যায়?
৭. লেদ ফিক্সচার ডিজাইনের বেলায় কী কী শর্তাবলি প্রয়োগ করতে হয়?

অধ্যায়-৪

বোরিং অপারেশন (Boring operation)

৪.১ বোরিং অপারেশন (Boring Operation)

যে পদ্ধতিতে মেশিনের সাহায্যে বোরিং টুল দ্বারা বড় আকারের ছিদ্রের ভিতরের ব্যাস আরও বড়, মসৃণ ও সূক্ষ্ম মাপে আনা হয়, তাকে বোরিং অপারেশন বা সংক্ষেপে বোরিং বলা হয়। এই মেশিনিং অপারেশন করার জন্য পূর্বে নির্মিত ছিদ্রের ভিতরে বোরিং মেশিনে স্থাপিত লম্বা শ্যাফট ঢুকিয়ে এই শ্যাফটে স্থাপিত কাটিং টুল দ্বারা ছিদ্রের ব্যাস বড় করতে হয়। জব বাঁধা টেবিলে বা কাটিং টুল স্থাপিত শ্যাফটে ঘূর্ণন গতি দিয়ে জবের ভিতরের পরিধির ধাতু ইন্টার্নাল টার্নিং করে বোরিং কার্য সমাধা করা হয়। কাটিং টুল লাগানো শ্যাফটটি বেশি লম্বা হলে শ্যাফটের প্রান্তে বিয়ারিং লাগিয়ে বোরিং শ্যাফটের দৃঢ়তা বৃদ্ধি করা হয়। সাধারণত কাটিং টুল লাগানোর শ্যাফটকে বোরিং বার বলা হয় আর যখন বিয়ারিং দ্বারা স্থাপন করা হয় তখন এটিকে লাইন বোরিং বার বলা হয়। আবার যদি বিয়ারিং ব্যবহার না করে শ্যাফটের প্রান্তে কাটিং টুল স্থাপন করা হয় এবং বোরিং কার্য সমাধা করা হয় তখন বোরিং বারকে স্টাব বোরিং বার (Stub Boring Bar) বলা হয়।



চিত্র-৪.১: বোরিং অপারেশন

৪.২ বিভিন্ন মেশিনের জন্য বোরিং টুল সনাক্তকরণ :

নিচে বিভিন্ন মেশিনের জন্য বোরিং টুলের চিত্র ৪.২ (ক) তে দেওয়া হলো–

চিত্র–৪.২ (ক) বিভিন্ন প্রসার বোরিং টুলস

hole boring tool fine boring tool cylinder boring tool boring bars

চিত্র-৪.২। বিভিন্ন ধরনের বোরিং টুল

৪.৩ বিভিন্ন মেশিন বোরিং অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় সেটআপ সনাক্তকরণ

- ⇨ বোরিং অপারেশনের জন্য সঠিক টুল নির্বাচন করতে হবে।
- ⇨ সঠিক সেন্টার হাইটে বোরিং টুল স্থাপন করা ও ভালোভাবে টুল হোল্ডার-এর সাথে টাইট দিতে হবে।
- ⇨ জবের ছিদ্রের কাছাকাছি বোরিং টুল স্থাপন করতে হবে।
- ⇨ মেশিন অন করে খুব সাবধানে আস্তে আস্তে কাট দিতে হবে।
- ⇨ বোরিং এর জন্য প্রয়োজনীয় ফিড ও আর পি এম সেট করতে হবে।

বিভিন্ন বোরিং অপারেশনের জন্য কাটিং স্পিড

জবের পদার্থ	হাই স্পিড স্টিলের টুল		সিমেন্টেড কার্বাইডের টুল	
	কাটিং স্পিড (m/min)	গতি (mm/rev)	কাটিং স্পিড (m/min)	গতি (mm/rev)
কাস্ট আয়রন	১২-২৫	০.২-১.২	৩০-৬০	০.২-১.২
কাস্ট স্টিল	১০-২০	০.২-১.০	২৫-৪০	০.২-১.০
কার্বন স্টিল	৩০-৪০	০.২-১.০	৬০-৭০	০.২-১.০
স্টেইনলেস স্টিল	১৫-২০	০.২-০.৮	৩০-৪০	০.২-০.৮
কপার অ্যালয়	২০-৫০	০.২-০.৮	৪০-৮০	০.২-০.৮
অ্যালুমিনিয়াম	১৫০-৪০০	০.১-১.০	৪০০-৬০০	০.২-০.৮

৪.৪ বিভিন্ন মেশিনে বোরিং অপারেশন পদ্ধতি :

টেবিল টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন (Table Type Horizontal Boring Machine) :

এটি অনুভূমিক স্পিন্ডল বিশিষ্ট একটি বোরিং মেশিন। স্পিন্ডল স্টকের ভিতরে স্পিন্ডল স্পিড চেঞ্জ গিয়ার, স্পিন্ডল, কুইল, ফিড চেঞ্জ গিয়ার, স্পিন্ডল স্টকের ভার্টিক্যাল ফিড গিয়ার থাকে। স্পিন্ডল স্টক বেডে স্থির কলাম বরাবর উপরে-নিচে চলে বলে যে কোনো উচ্চতায় স্থির করা যায়। স্পিন্ডল কুইল নলের ভিতরে থাকায় ভিতর অক্ষ বরাবর স্পিন্ডলকে চালানো যায়। কুইলের সাহায্যে স্পিন্ডলের দৃঢ়তা বৃদ্ধি করা হয়। টেবিল বেডের সাথে ফাঁক করা স্যাডলের উপরে দুটি পা (Two Legs) থাকায় স্যাডলটি সমকোণে চলতে পারে।

চিত্র-৪.৩ : টেবিল টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন

ফ্লোর টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন (Floor Type Horizontal Boring Machine) :

ইহা উপরে-নিচে চালিত স্পিন্ডল স্টকযুক্ত কলাম বেডের উপর চলাচল করে। জব যন্ত্রের সামনে পৃথকভাবে অবস্থিত টেবিলের উপরে বাঁধা হয়। এই কারণে বৃহদাকার ও বেশি ওজনের জব-এর উপর বোরিং অপারেশন এই মেশিন দ্বারা চালানো খুবই সুবিধাজনক হয়।

চিত্র-৪.৪ : ফ্লোর টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন

প্লেনার টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন (Planer Type Horizontal Boring Machine) ঃ
এটি প্লেনার মেশিনের মতো টেবিলযুক্ত একটি বোরিং মেশিন। কলামের সাথে আটকানো স্পিন্ডল স্টক সমকোণে টেবিলের উপর চলাচল করতে পারে। ফ্লোর টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিনের তুলনায় জবের বাঁধা ও সেন্টারিং সহজ হয়।

চিত্র-৪.৫ : প্লেনার টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন

ফাইন বোরিং মেশিন (Fine Boring Machine) ঃ
এই বোরিং মেশিনে সিমেন্টেড কার্বাইড টুল ও ডায়মন্ড টুল ব্যবহার করে অতি সূক্ষ্মভাবে গতি দেওয়া হয়। সূক্ষ্ম বোরিং-এর জন্য ফাইন বোরিং মেশিন ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৪.৬: ফাইন বোরিং মেশিন

জিগ বোরিং মেশিন (Jig Boring Machine) ঃ

জিগ তৈরি করার জন্য প্রত্যেক ছিদ্রের কেন্দ্রের দূরত্ব সূক্ষ্মভাবে বোরিং করা যায় বলে এটিকে জিগ বোরিং মেশিন বলা হয়। এই মেশিন দিয়ে শীতাতপনিয়ন্ত্রিত কক্ষে রেখে কনস্ট্যান্ট তাপমাত্রায় বোরিং অপারেশন চালাতে হয় নতুবা তাপমাত্রার তারতম্যের দরুন মাপের সূক্ষ্মতা বজায় থাকে না।

চিত্র-৪.৭ : জিগ বোরিং মেশিন

৪.৫ বোরিং অপারেশনের সতর্কতার বিষয়াদি

- সর্বদা সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে।
- সঠিকভাবে টুল হোল্ডার ও টুল বিট টাইট দিতে হবে।
- সঠিক পদ্ধতিতে মেশিন সেট করে সঠিক বোরিং টুল নির্বাচন করতে হবে।
- সঠিক মেশিন স্পিড দিতে হবে।
- বোরিং অপারেশন করার সময় সেকটি গগলস ব্যবহার করতে হবে।
- মেশিন থামিয়ে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- প্রথম কাটে বেশি ডেপথ অব কাট দেওয়া উচিত নয়।
- বোরিং অপারেশনের সময় লক রাখতে হবে যেন বোরিং টুল না কাঁপে।

প্রশ্নমালা-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বোরিং অপারেশন কী ?
২. বিভিন্ন মেশিনের জন্য বোরিং টুল শনাক্ত কর।
৩. জিগ বোরিং কী ?
৪. টেবিল টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন কী ?
৫. ফ্লোর টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন কী ?
৬. প্লেনার টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং মেশিন কী ?
৭. ফাইন বোরিং মেশিন কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বোরিং অপারেশন বলতে কী বোঝায় ?
২. জিগ বোরিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৩. টেবিল টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৪. ফ্লোর টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৫. প্লেনার টাইপ হরাইজন্টাল বোরিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৬. ফাইন বোরিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বিভিন্ন মেশিনে বোরিং অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় সেট-আপ সম্পর্কে আলোচনা কর।
২. বোরিং অপারেশনের ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি উল্লেখ কর।
৩. জিগ বোরিং পদ্ধতির বিস্তারিত বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-৫

'কি' বা চাবি (Keys)

৫.১ কি (Keys):

'কি'-এর বাংলা নাম চাবি। রট আয়রন বা মাইল্ড স্টিল দ্বারা এগুলো তৈরি করা হয়। শ্যাফটের সাথে সংযুক্ত পুলি, গিয়ার, ক্র্যাংক ইত্যাদি যাতে শ্যাফটের সঙ্গে সঙ্গে একই হারে এবং একই দিকে ঘোরে এই উদ্দেশ্যে এগুলোকে শ্যাফটের সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করে রাখার জন্য শ্যাফটের অক্ষ সূত্রে (along the axis) 'কি'-এর এক অর্ধাংশ শ্যাফটের মধ্যে এবং অপর অর্ধাংশ পুলি, গিয়ার ইত্যাদির হাব (Hub) অংশের মধ্যে অবস্থান করে।

'কি'-এর দুটি পার্শ্ব সমান্তরাল থাকে এবং এটি মাথাবিহীন ও মাথাসহ উভয় প্রকারের হয়। যে স্থলে 'কি-ওয়ে'-এর উভয় দিক হতে 'কি'-এর উপর আঘাত দেওয়ার মতো পর্যাপ্ত স্থান পাওয়া সম্ভব হয়, ঐ স্থলে মাথাবিহীন 'কি', আর, যে স্থলে পুলি, গিয়ার ইত্যাদিকে শ্যাফটের একটি প্রান্তে আবদ্ধ করা আবশ্যক হয় ঐ স্থলে মাথাসহ 'কি' ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৫.২ 'কি'-এর শ্রেণিবিভাগ (Classification of Keys) :

'কি'-কে নিম্নলিখিত উপায়ে বিভক্ত করা যায়–

- সাঙ্ক 'কি' (Sunk Key)
    - ১) টেপার 'কি' (Taper Key)
    - ২) প্যারালাল 'কি' (Parallel Key)
    - ৩) উডরাফ 'কি' (Woodruff Key)
- স্যাডল 'কি' (Saddle Key)
    - ১) ফ্ল্যাট স্যাডল 'কি'
    - ২) হলো স্যাডল 'কি'
- রাউন্ড 'কি' (Round Key)
    - ১) ইউনিফর্ম রাউন্ড কি
    - ২) টেপার রাউন্ড কি

৫.৩ বিভিন্ন প্রকার চাবি সনাক্তকরণ :

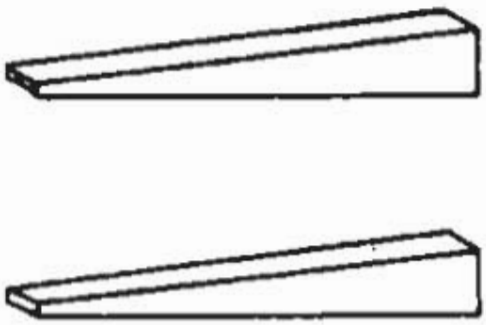
১) টেপার কি
২) প্যারালাল কি
৩) ফেদার কি
৪) জিব হেড কি
৫) উডরাফ কি
৬) ফ্ল্যাট স্যাডল কি
৭) হলো স্যাডল কি
৮) টেপার রাউন্ড কি

৫.৪ 'কি' বা চাবি ব্যবহারের উদ্দেশ্য

পুলি বা গিয়ার শ্যাফটের সাথে একই গতিতে ঘোরার জন্য শ্যাফটের সঙ্গে আটকে রাখতে সমান্তরালভাবে তৈরি নালি বা চ্যানেল-এর মধ্যে প্রবেশ করানোর উদ্দেশ্যে চাবি ব্যবহার করা হয়।

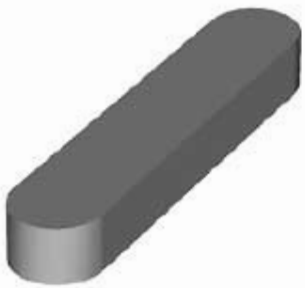
৫.৫ বিভিন্ন প্রকার চাবি বা 'কি'-এর বিবরণ

- টেপার 'কি'- এটার উর্ধ্বভাগ ক্রমশ ঢালু করা কিন্তু তলদেশ ভূমির সমান্তরাল হয়। এটা আয়তাকার বা বর্গাকার উভয় প্রকার হতে পারে। ঢালের পরিমাণ সাধারণত প্রতি ফুটে ১/৮ ইঞ্চি হারে থাকে।



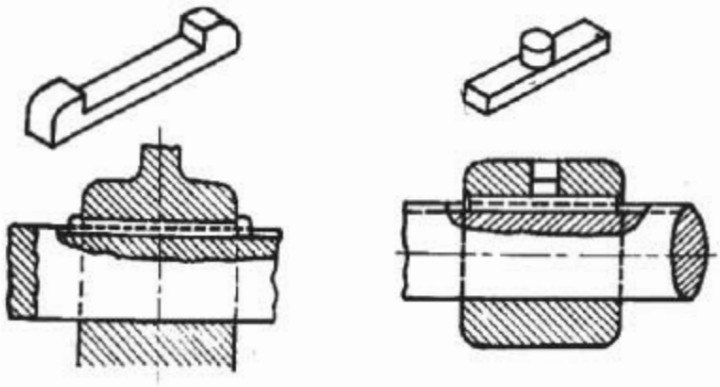
চিত্র-৫.১ : টেপার 'কি'

- প্যারালাল 'কি'- এটার উর্ধ্বভাগ ও তলদেশ উভয়ই সমান্তরাল। এর প্রান্ত দুটি গোলাকার ও সমকোণী দুই প্রকারই হয়ে থাকে। এটাও আয়তাকার ও বর্গাকার উভয় প্রকারের হতে পারে।



চিত্র-৫.২ : প্যারালাল 'কি'

- ফেদার 'কি'- এটা দেখতে প্যারালাল কি এর মতো কিন্তু দুই প্রান্ত অর্ধেক রেডিয়াস করা থাকে এবং এটা পুলির শ্যাফটের মধ্যস্থলে আবদ্ধ করে রাখতে উপযোগী হয়ে থাকে ।

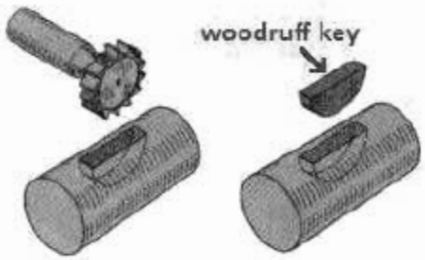


চিত্র-৫.৩ । ফেদার 'কী'

- জিব হেড 'কি'- যে সকল টেপার কি এর মাথা থাকে, তাকে জিব হেড বলে। এটা ভারী ওজনের ক্লাই হুইল-এ ব্যবহৃত হওয়ার জন্য উপযোগী।

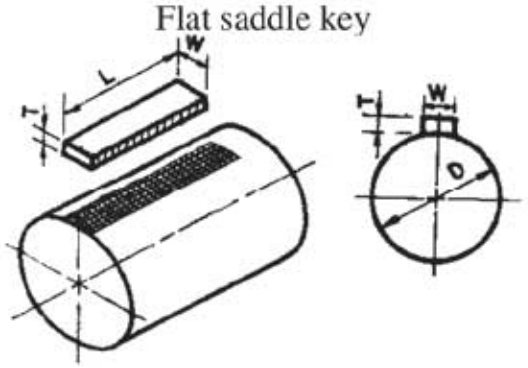
চিত্র-৫.৪ : জিব হেড 'কি'

- উডরাফ 'কী'- একটি গোলাকার চাকতির অর্ধেক পরিমাণ কেটে নিলে যে রূপ দেখা যায় এটিও দেখতে সেরূপ। গোল করা তলদেশকে শ্যাফটের মধ্যে এই অর্ধ গোলাকার শ্যাফট বসানো হয়।



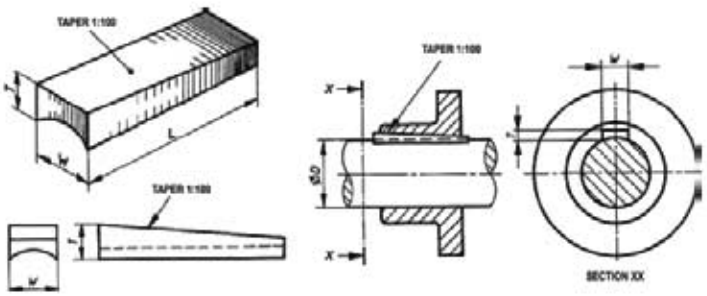
চিত্র-৫.৫ : উডরাফ 'কি'

- **ফ্ল্যাট স্যাডল 'কি'**- এটার ঊর্ধ্বদেশ ও তলদেশ উভয়ই প্যারালাল কি এর ন্যায় ভূমি সমান্তরাল বলে এটাতে উক্ত কি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৫.৬ : ফ্ল্যাট স্যাডল 'কি'

- **হলো স্যাডল 'কি'**- এটার ঊর্ধ্বদেশ সমতল কিন্তু তলদেশ শ্যাফটের ডায়মিটার অনুযায়ী কনকেভ (Concave) বিশিষ্ট হয়ে থাকে ।



চিত্র-৫.৭৬। হলো স্যাডল 'কি'

প্রশ্নমালা-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. 'কি' বা চাবি বলতে কী বোঝায় ?
২. চাবি প্রধাণত কত প্রকার ও কী কী ?
৩. টেপার 'কি' এর বর্ণনা দাও।
৪. উডরাফ 'কি'এর বর্ণনা দাও।
৫. চাবি বা 'কি'-এর ব্যবহার লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. চাবি বা 'কি' বলতে কী বোঝায় ? বিভিন্ন প্রকার চাবি ব্যবহারের উদ্দেশ্য লেখ।
২. চাবি বা 'কি' কত প্রকার ও কী কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বিভিন্ন প্রকার চাবি বা 'কি' এর বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-৬

ইনডেক্সিং (Indexing)

৬.১ ইনডেক্সিং (Indexing):

মিলিং মেশিনে যত প্রকারের কাজ হয় তন্মধ্যে ইনডেক্সিং (বিভক্তিকরণ) এর কাজই সর্বাপেক্ষা অধিক। সুতরাং মিলিং মেশিন চালনা শিক্ষা করতে হলে সর্বপ্রথম ইনডেক্সিং পদ্ধতি সম্বন্ধে জ্ঞান থাকা আবশ্যক। মিলিং মেশিনে কোনো বস্তুকে এক পাকের কোনো ভগ্নাংশে ঘোরানোকে 'ইনডেক্সিং করা' বলা হয়। মিলিং মেশিনে ইউনিভার্সেল ডিভাইডিং হেড বা ইনডেক্সিং হেড-এর সাহায্যে এই কার্য করা হয়। যদিও মেশিন-চালকের ইনডেক্সিং হেড-এর গঠনপ্রণালি সম্বন্ধে জ্ঞান না থাকলে কাজের বিশেষ অসুবিধা হয় না, তথাপি দক্ষ ও ওয়াকিবহাল কারিগরের এ সম্বন্ধে জ্ঞান থাকা বিশেষ প্রয়োজন।

৬.২ ইনডেক্সিং-এর প্রকারভেদ:

নিচে বিভিন্ন প্রকার ইনডেক্সিং-এর প্রকারভেদ দেওয়া হলো–

- ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং (Direct Indexing)
- সিম্পল ইনডেক্সিং (Simple Indexing)
- কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং (Compound Indexing)
- ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং (Differential Indexing)
- অ্যাংগুলার ইনডেক্সিং (Angular Indexing)
- লিনিয়ার ইনডেক্সিং (Linear Indexing)

৬.৩ বিভিন্ন প্রকার ইনডেক্সিং প্রক্রিয়ার বর্ণনা

ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং:

ইনডেক্সিং ক্র্যাংক-এর সাহায্যে অর্থাৎ ওয়ার্ম হুইলের মাধ্যমে ইনডেক্স হেড স্পিন্ডলকে না ঘুরিয়ে এটির সংলগ্ন ইনডেক্স প্লেটকে ঘুরিয়ে সরাসরি যে ইনডেক্সিং করা হয় তাকে ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং বলা হয়। ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং-এ ইনডেক্স প্লেটটি স্পিন্ডলে আটকানো থাকে এবং স্পিন্ডলকে কেন্দ্র করে এর মধ্যে বৃত্তাকারে সমান দূরে দূরে কতকগুলো গর্ত থাকে। সাধারণত ডাইরেক্ট ইনডেক্স প্লেটে 24টি গর্ত থাকে। ইনডেক্স প্লেটটির যে কোনো একটি গর্তের ভিতর একটি পিন ঢুকিয়ে দিয়ে এটিকে আটকিয়ে রাখা হয়। পিনটি খুলে প্রয়োজন অনুসারে প্লেটটি ঘোরাতে হয় এবং জব নির্দিষ্ট পরিধিতে ঘুরে যাওয়ার পর পিনটিকে গর্তে বসিয়ে দিতে হয়।

নিম্নোক্ত সূত্রটির সাহায্যে ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং করা হয়–

$$T = \frac{24}{N}$$

যখন, T = ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক সংখ্যা
N = প্রয়োজনীয় ভাগের সংখ্যা

ডাইরেক্ট ইনডেক্স প্লেট 24, 28, 32, 36 ছিদ্র বা স্লট বিশিষ্ট পাওয়া যায়।

উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক, একটি বোল্ট হেডকে ষড়ভুজাকৃতি করতে হবে।
উপরিলিখিত সূত্রটি ব্যবহার করে পাওয়া যায়–

ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক সংখ্যা, $T = \frac{24}{N} = \frac{24}{6} = 4$

অর্থাৎ ইনডেক্সিং করার জন্য প্রত্যেক ৪র্থ খাঁজে ইনডেক্স প্লেট লকিং পিন সেট করতে হবে। ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং দ্বারা আমরা কেবল সেই সকল সংখ্যায় বিভক্ত করতে পারি, যে সংখ্যাগুলি প্লেটের সংখ্যার উৎপাদকের অন্তর্গত। মনে রাখতে হবে ইনডেক্সিং করার সময় যে খাঁজে লকিং পিন থাকবে পরবর্তী ইনডেক্সিং-এর সময় সেটা গণনা করতে হবে না এবং করলেও সেটাকে শূন্য ধরতে হবে।

সিম্পল ইনডেক্সিং :
যখন ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং করা যায় না, তখন সিম্পল ইনডেক্সিং ব্যবহার করা হয়। সিম্পল ইনডেক্সিং-এ ওয়ার্ম এবং ওয়ার্ম হুইল-এর সাহায্যে স্পিন্ডলটি (যার সাথে জব বাঁধা হয়) ঘোরানো হয়। অধিকাংশ আধুনিক মেশিনে ওয়ার্ম সিঙ্গেল থ্রেড বিশিষ্ট এবং ওয়ার্ম হুইলে 40টি দাঁত থাকে। ওয়ার্ম শ্যাফটের এক প্রান্তে অবস্থিত ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর সাহায্যে ওয়ার্মটিকে এক পাক ঘোরালে ওয়ার্ম গিয়ারের একটি দাঁত ঘোরে অর্থাৎ স্পিন্ডলটি এক পাকের $\frac{1}{40}$ অংশ ঘোরে। ওয়ার্ম-শ্যাফটের উপর অবস্থিত একটি ড্রিভে ইনডেক্স প্লেট বসানো থাকে, ফলে ওয়ার্ম-শ্যাফট ঘুরলে ইনডেক্স প্লেট ঘোরে না। উপরন্তু প্লেটটি যাতে ঘুরে না যায় সেজন্য এটি একটি পিন দ্বারা আটকানো থাকে।

ওয়ার্ম এবং ওয়ার্ম-হুইলের মধ্যে অনুপাত হচ্ছে $\frac{1}{40}$ । কোনো কার্যবস্তুকে নির্দিষ্ট সংখ্যক সংখ্যায় বিভক্ত করতে হলে ইনডেক্স ক্র্যাংকটিকে কয় পাক ঘোরাতে হবে তা নিচের সূত্র হতে জানা যায়–

$$T = \frac{40}{N}$$

এখানে T = ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক সংখ্যা
N = ঈপ্সিত বিভক্তিকরণের (Indexing) সংখ্যা।

উদাহরণ-১ : একটি গোলাকার কার্যবস্তুর পরিধিকে সমান ৪ ভাগে বিভক্ত করতে ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক-সংখ্যা বের কর।

সমাধান :

ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক-সংখ্যা, $T = \frac{40}{N} = \frac{40}{4} = 10$ (উত্তর)।

যদি ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাকের সংখ্যা পূর্ণসংখ্যা না হয়ে ভগ্নাংশ হয়, তাহলে ভগ্নাংশ অংশের লব এবং হরকে এরূপ একটি সংখ্যা দ্বারা একই সঙ্গে গুণ অথবা ভাগ করতে হবে যাতে হরের সংখ্যাটি ইনডেক্স প্লেটের উপর বৃত্তাকারে বিভিন্ন সারিতে যে সকল বিভিন্ন সংখ্যক গর্ত আছে তার যে কোন একটির সাথে মিলে যায়। এখন ইনডেক্স ক্র্যাংকটি যত পূর্ণসংখ্যা আছে সেই কয় পাক পূর্ণ ঘোরাতে হবে এবং তারপর হর-এ যে সংখ্যাটি থাকবে সেই সংখ্যক গর্ত ইনডেক্স প্লেটের যে সারিতে থাকবে সেই সারিতে লব-এর সমান সংখ্যক ঘর আরও ঘোরাতে হবে।

উদাহরণ-২ : একটি স্পিয়ার ব্ল্যাংকের মধ্যে ২৮টি দাঁত কাটতে হবে। ইনডেক্সিং সেটআপ বের কর।

সমাধান

এখানে, ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর পাক সংখ্যা, $T = \frac{40}{N} = \frac{40}{28} = 1\frac{12}{28}$

আমরা জানি যে, ইনডেক্স প্লেটের কোনো সারিতে ২৮টি গর্ত নাই। সুতরাং ভগ্নাংশ অংশটিকে লঘিষ্ঠ আকারে পরিণত করলে পাওয়া যায়–

$$\frac{12}{28} = \frac{4 \times 3}{4 \times 7} = \frac{3}{7}$$

এখন লব ও হরকে ৭ দ্বারা গুণ করলে আমরা পাই–

$$\frac{3 \times 7}{7 \times 7} = \frac{21}{49}$$

সুতরাং ইনডেক্স ক্র্যাংকটিকে 49টি গর্তবিশিষ্ট সারিতে বসালে ইনডেক্স ক্র্যাংকটিকে পূর্ণ এক পাক ঘোরানোর পর 21 ঘর ঘোরাতে হবে।

সাধারণত মিলিং মেশিনে তিনটি অথবা দুইটি সিম্পল ইনডেক্স প্লেট থাকে।

তিনটি ইনডেক্স প্লেটের ক্ষেত্রে

১ম ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যা = 15, 16, 17, 18, 19, 20
২য় ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যা = 21, 23, 27, 29, 31, 33
৩য় ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যা = 37, 39, 41, 43, 47, 49

দুইটি ইনডেক্স প্লেটের ক্ষেত্রে

১ম ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যা = 38, 42, 47, 49, 53, 59, 77, 87, 98, 111, 119
২য় ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যা = 30, 41, 43, 48, 51, 57, 69, 81, 91, 99, 117

কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং প্লেট :

কতকগুলি সংখ্যা আছে, যে সংখ্যায় ইনডেক্স প্লেটকে অস্বাভাবিক রকম বড় না করে সিম্পল ইনডেক্সিং-এর দ্বারা বিভক্ত করা যায় না। সেই সকল সংখ্যায় বিভক্ত করতে হলে কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং পদ্ধতির সাহায্য নিতে হয়। এই পদ্ধতিতে সাধারণত ক্র্যাংকটিকে প্রথমে ডান দিকে ঘোরাতে হয়। তারপর ক্র্যাংক সমেত সমস্ত প্লেটটি একই দিকে বা বিপরীত দিকে ঘোরাতে হয়। এই দুই গতির বীজগাণিতিক যোগফল, যে পরিমাণ জব বা ওয়ার্কপিসকে ঘোরাতে হবে, তার সমান। নিচের উদাহরণগুলির দ্বারা ইহা পরিষ্কাররূপে বোঝা যাবে।

উদাহরণ-১ : কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং-এর সাহায্যে ৮৭ ভাগে বিভক্ত কর।

সমাধান

প্রতিবার $\frac{1}{87}$ পাক ঘোরাতে হবে। এজন্য ওয়ার্ম-শ্যাফটকে এক পাকের $\frac{40}{87}$ অংশ ঘোরাতে হবে। কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং করার সময় এই $\frac{40}{87}$ অংশের সম্পূর্ণটা ইনডেক্স ক্র্যাংকের সাহায্যে না ঘুরিয়ে, আংশিকভাবে ইনডেক্স ক্র্যাংক-এর সাহায্যে ও বাকি অংশটা ইনডেক্স প্লেটের সাহায্যে ঘোরানো হয়। এই উদ্দেশ্যে $\frac{40}{87}$ অংশটিকে এরূপ দুটি ভগ্নাংশে বিভক্ত করতে হবে, যাতে তাদের যোগফল বা বিয়োগফল $\frac{40}{87}$ অংশের সমান হয়। এটি সত্যিকারের একই প্লেটের উপর দুইবার দুইটি বিভিন্ন বৃত্তসারির গর্ত নিয়ে সিম্পল ইনডেক্সিং-এর সমতুল্য। নিয়মটি নিচে বর্ণিত হলো–

- ☑ প্রথমে 87-কে দুইটি উৎপাদকে বিভক্ত কর, 3 × 29, একবার ইনডেক্সিং-এর সময় আমরা 29টি গর্ত বিশিষ্ট বৃত্ত সারি ব্যবহার করব।
- ☑ একই প্লেটের উপর যে অন্যান্য সংখ্যক গর্তবিশিষ্ট বৃত্তসারি আছে, তার মধ্যে আর একটি লও। ধর, এটি 21.
- ☑ একটি কাগজে একটি সরলরেখা টান। এই রেখার উপর দিকে 87 সংখ্যাটি উৎপাদকসহ লিখ। 29 - 21 = 8 (দুই বৃত্তসারির গর্তের সংখ্যার বিয়োগফল) সংখ্যাটিও উৎপাদকসহ লিখ।
- ☑ এইবার এই রেখার নিচে ওয়ার্ম গিয়ারে যে কয়টি দাঁত আছে সেই সংখ্যাটি (সাধারণত 40) এবং দুই বৃত্তসারির গর্তসংখ্যা দুইটি লিখ। প্রত্যেকটির উৎপাদক বের কর।

এখন নিচের উৎপাদকগুলির দ্বারা উপরের সবগুলি উৎপাদক কেটে যাবে বা বাদ যাবে। যদি উপরের অংশ সম্পূর্ণরূপে কেটে যায় তাহলে আমরা ঐ সংখ্যক (এক্ষেত্রে ২১ গর্তবিশিষ্ট) বৃত্তসারি নির্ধারণ করব। আর যদি কেটে না যায় তাহলে আমাদের অন্য সংখ্যক গর্তবিশিষ্ট বৃত্তসারি নিয়ে আবার পরীক্ষা করে দেখতে হবে।

87	=	3 × 29
29 - 21 = 8	=	2 × 2 × 2
40	=	5 × 2 × 2 × 2
29	=	29 × 1
21	=	7 × 3 (= 5 × 1 × 7 = 35)

রেখার নিচে যে উৎপাদকগুলি কাটা যায় নাই তাদের গুণফল = 5 × 1 × 7= 35. এখন উল্লেখিত দুইটি বৃত্তসারি হতে 35টি গর্ত নিতে হবে। সুতরাং ডানদিকে $\frac{35}{21} = 1\frac{2}{3}$ পাক ঘোরাতে হবে। বাম দিকে $\frac{35}{29} = 1\frac{6}{29}$ পাক ঘোরাতে হবে। যেহেতু ডান দিকে পূর্ণ এক পাক এবং বাম দিকে পূর্ণ এক পাক ঘুরাতে হবে, তাই কোনো দিকেই পূর্ণ এক পাক ঘুরাতে হবে না, কারণ এরা পরস্পর বিপরীত বলে কেটে যাবে। কাজেই প্রকৃতপক্ষে ডান দিকে এক পাকের $\frac{2}{3}$ অংশ ও বাম দিকে $\frac{6}{29}$ অংশ ঘুরাতে হবে। এই দুই গতির বিয়োগফল হচ্ছে–

$$\frac{2}{3} - \frac{6}{29} = \frac{58-18}{87} = \frac{40}{87}$$ এবং আমরা এক পাকের এই ভগ্নাংশটিই চাই।

ডান দিকের গতিটা ক্র্যাংক-এর সাহায্যে দেওয়া হয় এবং এক্ষেত্রে এটি 21টি গর্তবিশিষ্ট বৃত্তসারির 14টি গর্ত। বাম দিকে ঘুরানোর পূর্বে ইনডেক্স প্লেটটিকে যে পিনটি আটকিয়ে রাখে সেই পিনটি সরিয়ে নিতে হবে। তারপর ক্র্যাংক সমেত সমস্ত ইনডেক্স প্লেটটি 29 সংখ্যক গর্তবিশিষ্ট বৃত্তসারির 6টি গর্ত পরিমিত অংশ বাম দিকে ঘুরাতে হবে।

ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং:

ইহাকে ডিফারেন্সিয়াল বলার উদ্দেশ্য যে ইহার দুইটি গতি আছে। একটা হলো সিম্পল ইনডেক্সিং দ্বারা ক্র্যাংককে পরিচালিত করে এবং দ্বিতীয়টি হলো ইনডেক্স প্লেটের নিজস্ব আবর্তন দ্বারা।

নিচে ৫৯ দাঁতের গিয়ার কাটার জন্য ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং করা হলো–
ধরি,

N = 59 দাঁতের সংখ্যা।

N′=60 (একটি নিকটবর্তী দাঁতের সংখ্যা যার সিম্পল ইনডেক্সিং করা যায়)।

তাহলে, গিয়ারিং রেশিও, $G = (N' - N)\times\frac{40}{N} = (60 - 59) \times\frac{40}{60} = 1\times\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$

$$\therefore G = \frac{2}{3} = \frac{2\times9}{3\times9} = \frac{18}{27}$$

সুতরাং এখানে ২৭ ছিদ্রবিশিষ্ট প্লেটের ১৮ ছিদ্র ইনডেক্সিং-এর জন্য নির্ধারণ করতে হবে।
উল্লেখ থাকে যে, অনুমিত দাঁতের সংখ্যা হতে প্রকৃত দাঁতের সংখ্যা বেশি এবং গিয়ারিং সিম্পল হওয়াতে একটি আইডলার গিয়ারের প্রয়োজন হবে।

এক্ষেত্রে গিয়ারিং = $\frac{2\times24}{3\times24} = \frac{48}{72} = \frac{\text{চালক গিয়ার}}{\text{চালিত গিয়ার}}$

অর্থাৎ এখানে ৪৮ দাঁতের স্পিন্ডল গিয়ার, ৭২ দাঁতের ওয়ার্ম গিয়ার এবং একটি আইডলার গিয়ার ব্যবহার করতে হবে।

উদাহরণ-১ : ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে ২৭১ ভাগে বিভক্ত করতে হবে।

সমাধান :

মনে কর ২৮০, ২৭১ এর কাছাকাছি এমন একটি সংখ্যা যাকে অতি সিম্পল ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে বিভক্ত করা যায়। তা হলে, $G = (২৮০\text{-}২৭১) \times \frac{40}{280} = \frac{9}{1} = \frac{9}{7}$

$$\frac{9}{7} = \frac{\text{চালক গিয়ার}}{\text{চালিত গিয়ার}}$$

$$\frac{9}{7} \times \frac{8}{8} = \frac{72(\text{স্পিণ্ডল গিয়ার})}{56(\text{ওয়ারম গিয়ার})}$$

উদাহরণ-২ : ৩১৯ ভাগে বিভক্ত করতে হবে।

সমাধান :

ধর, ২৯০ হচ্ছে ৩১৯ এর কাছাকাছি একটি সংখ্যা যাহাকে সিম্পল ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে বিভক্ত করা যায়।

তা হলে $G = (319 - 290) \times \frac{40}{290} = \frac{29}{1} \times \frac{40}{290} = \frac{4}{1}$

$$\frac{4}{1} = \frac{4\times1}{1\times1} = \frac{4\times3}{1\times3} = \frac{4}{3} \times \frac{3}{1} = \frac{4\times16}{3\times16} \times \frac{3\times24}{1\times24} = \frac{64\times72}{48\times24} = \frac{\text{চালক গিয়ার}}{\text{চালিত গিয়ার}}$$

যেহেতু 'N_1' ঈপ্সিত সংখ্যv 'N' অপেক্ষা ছোট, কম্পাউন্ড গিয়ারিং-এ একই আইডলার লাগবে।

ইনডেক্স ক্র্যাংকটিকে $\frac{40}{290} = \frac{4}{29}$ পাক অর্থাৎ ২৯ টি গর্তবিশিষ্ট বৃত্তের ৪টি ঘর ঘোরাতে হবে।

অ্যাংগুলার ইনডেক্সিং (Angular Indexing) :

একটি সম্পূর্ণ বৃত্তের কৌণিক মাপ হচ্ছে ৩৬০ ডিগ্রি। ইনডেক্স ক্র্যাংকটি সম্পূর্ণ এক পাক ঘুরলে স্পিন্ডলটি ৩৬০ ডিগ্রির $\frac{1}{40}$ অংশ বা ৯ ডিগ্রি ঘোরে। সুতরাং যে কোণগুলি ৯ ডিগ্রির গুণিতক সেগুলিকে পূর্ণসংখ্যাক পাকের দ্বারা ইনডেক্সিং করা যায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, ৮১ ডিগ্রি কোণ ঘুরাতে হলে ক্র্যাংকটিকে পুরা ৯ পাক ঘোরাতে

হবে। যে কোণগুলি ৯ ডিগ্রির কম তাকে ইনভেল্য করতে হলে সেই অনুপাতে এক পাকের ভগ্নাংশ পাকে ঘোরাতে হবে। যেমন ১ ডিগ্রি ঘোরাতে হলে $\frac{1}{9}$ পাক ঘোরাতে হবে। ৫ ডিগ্রি ঘোরাতে হলে $\frac{5}{9}$ পাক ঘোরাতে হবে।

১ ডিগ্রির ছোট কোণকেও ইনভেল্যিং করা যায়। যেমন ২০ মিনিট, ৩০ মিনিট, ৪০ মিনিট অর্থাৎ $\frac{1}{3}$ ডিগ্রি, $\frac{1}{2}$ ডিগ্রি, $\frac{2}{3}$ ডিগ্রি। $\frac{1}{3}$ ডিগ্রি কোণ ঘোরানোর জন্য $\frac{1}{3}\times\frac{1}{9}=\frac{1}{27}$ পাক ঘোরাতে হবে। অর্থাৎ ২৭টি গর্তবিশিষ্ট বৃত্তের ১টি ঘর ঘোরাতে হবে।

নিচে 7°12′কোণের অ্যাংগুলার ইনভেল্যিং করা হলো–

$$7°=7\times 60' = 420 \text{ মিনিট}$$
$$+ 12 \text{ মিনিট}$$
$$432 \text{ মিনিট}$$

এখন $432 \div 540 = \frac{432}{540} = \frac{4}{5} = \frac{4\times3}{5\times3} = \frac{12}{15}$

সুতরাং এই ক্ষেত্রে 15 ছিদ্র বিশিষ্ট ইনভেল্যিং প্লেটের 12 নম্বর ছিদ্র নির্ধারণ করতে হবে।

৬.৪ ডিফারেন্সিয়াল ইনভেল্যিং-এর ক্ষেত্রে গিয়ার ট্রেন নির্বাচন:

ডিফারেন্সিয়াল ইনভেল্যিং-এর জন্য ওয়ার্ম শ্যাফট গিয়ার ট্রেনের সাহায্যে ইনভেল্য হেড স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত করে ইনভেল্য প্লেট লকমুক্ত করা হয়।

মনে রাখতে হবে যে, নির্বাচিত সংখ্যাটি (N′) এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যার (N) চেয়ে বড় হলে ইনভেল্য প্লেট অবশ্যই ডানে পাকে ঘুরবে আর সিম্পল গিয়ার ট্রেনের জন্য একটি আইডলার গিয়ার লাগবে।

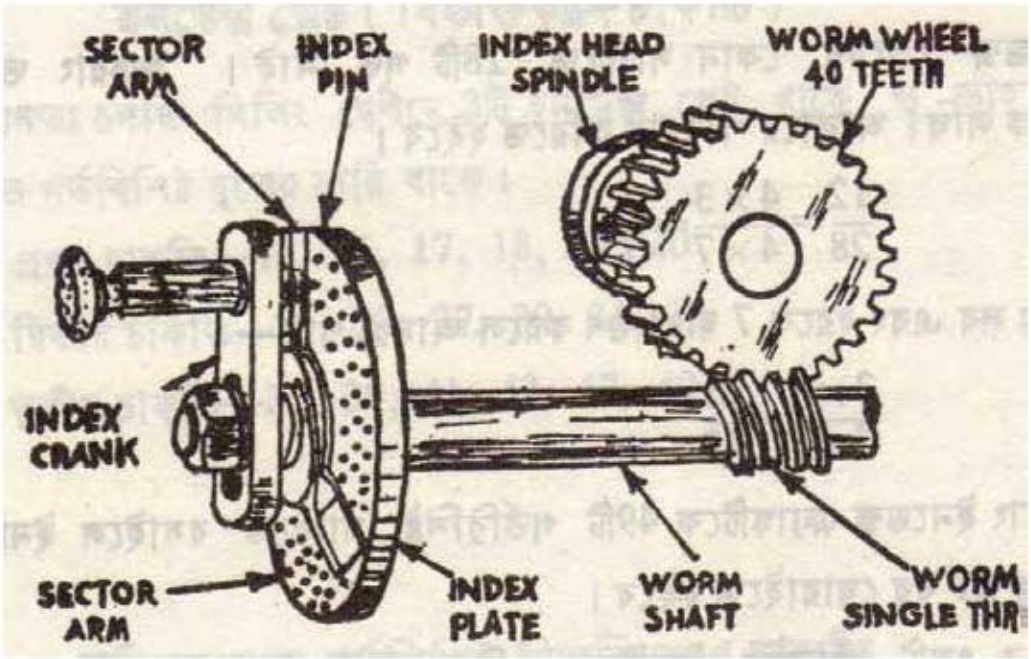
এক্ষেত্রে নির্বাচিত সংখ্যাটি (N′) এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যার (N) চেয়ে ছোট হলে ইনভেল্য প্লেট অবশ্যই বাম পাকে ঘুরবে আর এতে সিম্পল গিয়ার ট্রেনে ২টি ও কম্পাউন্ড গিয়ার ট্রেনে ১টি আইডল গিয়ার লাগবে।

৬.৫ প্রয়োজনীয় ভাগ সংখ্যার ক্ষেত্রে সচরাচর ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার ইনডেক্সিং-এর প্রয়োগ:

সাধারণত বিভিন্ন ধরনের গিয়ার কাটার সময় নির্দিষ্ট সংখ্যক গিয়ারের দাঁত আনুপাতিক হারে কাটার জন্য ইনডেক্সিং ব্যবহৃত হয়। যেমন– স্পার গিয়ার, হেলিক্যাল গিয়ার, ওয়ার্ম গিয়ার, বিভেল গিয়ার কাটতে ইনডেক্সিং হেড ব্যবহৃত হয়। সাধারণ কাজে সচরাচর ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং, সিম্পল ইনডেক্সিং ও ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং ব্যবহৃত হয়।

৬.৬ ইনডেক্সিং হেডের বিভিন্ন অংশসমূহ

নিচে চিত্রসহ ইনডেক্সিং হেডের বিভিন্ন অংশের নাম দেওয়া হলো–



- ইনডেক্স ক্র্যাংক (Index Crank)
- ইনডেক্স পিন (Index Pin)
- সেক্টর আর্ম (Index Arm)
- ইনডেক্স প্লেট (Index Plate)
- ওয়ার্ম শ্যাফট (Worm Shaft)
- ইনডেক্স হেড স্পিন্ডল (Index Head Spindle)
- ওয়ার্ম হুইল (Worm Wheel)
- ওয়ার্ম (Worm)

৬.৭ ইনডেক্সিং হেডের বিভিন্ন অংশের ব্যবহার :

ইনডেক্স ক্র্যাংক ঃ ইহা ওয়ার্ম ও ওয়ার্ম গিয়ারের মাধ্যমে ইনডেক্স হেড স্পিন্ডলকে ঘুরাতে ব্যবহৃত হয়।

ইনডেক্স পিন : ইনডেক্স ক্র্যাংককে ইনডেক্স প্লেটে আটকিয়ে রাখতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

সেক্টর আর্ম : ইনডেক্স প্লেটের সারফেসে ছিদ্রের সংখ্যা চিহ্নিত করতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

ইনডেক্স প্লেট : ইহা একটি গোলাকার প্লেট। ইহার সারফেসে বৃত্তাকারে ছিদ্র থাকে ও ইনডেক্সিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ওয়ার্ম শ্যাফট : ইহা এমন একটি শ্যাফট যার মাথায় সিঙ্গেল স্টাড থ্রেড থাকে।

ইনডেক্স হেড স্পিন্ডল : ইহা হেডের স্পিন্ডল, ডাইরেক্ট ইনডেক্স প্লেট ও চাক বহন করে।

স্পিন্ডল : এর নোজ টেপার ছিদ্র যুক্ত। ইহাতে টেপার শ্যাংক, আরবার ইত্যাদি ধরতে ব্যবহৃত হয়।

ওয়ার্ম হুইল : ইনডেক্স হেডের ভিতরে 40টি দাঁত বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল গিয়ারটিকে ওয়ার্ম হুইল বলা হয়। এটি দ্বারা স্পিন্ডল এবং ইনডেক্স প্লেটের গতির অনুপাত ও দিক নিয়ন্ত্রিত হয়।

প্রশ্নমালা-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় ?
২. ইনডেক্সিং কত প্রকার ও কী কী ?
৩. সাধারণত চলতি মিলিং মেশিনে কয়টি ইনডেক্স প্লেট থাকে?
৪. সিম্পল ইনডেক্সিং-এর প্রথম ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যাগুলো লেখ।
৫. সিম্পল ইনডেক্সিং-এর দ্বিতীয় ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যাগুলো লেখ।
৬. সিম্পল ইনডেক্সিং-এর তৃতীয় ইনডেক্স প্লেটের ছিদ্র সংখ্যাগুলো লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।
২. সিম্পল ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।
৩. কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।
৪. ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।
৫. অ্যাংগুলার ইনডেক্সিং বোলতে কী বোঝায় সংক্ষেপে লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ডাইরেক্ট ইনডেক্সিং বর্ণনা কর।
২. সিম্পল ইনডেক্সিং বর্ণনা কর।
৩. কম্পাউন্ড ইনডেক্সিং বর্ণনা কর।
৪. ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং বর্ণনা কর।
৫. অ্যাংগুলার ইনডেক্সিং বর্ণনা কর।
৬. ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং-এর গিয়ার ট্রেন নির্বাচন কর।
৭. চিত্রসহ একটি সিম্পল ইনডেক্স হেডের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
৮. ইনডেক্স হেডের বিভিন্ন অংশের ব্যবহার লেখ।

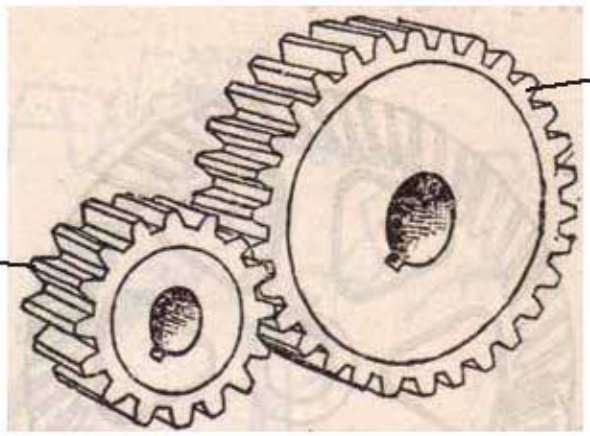
অধ্যায়-৭
গিয়ার (Gear)

৭.১ গিয়ার (Gear):

গিয়ার এক প্রকার দাঁতবিশিষ্ট যন্ত্রাংশ বা সংযোগ যারা একটি শ্যাফট হতে গতি সঞ্চারিত হয়ে অন্য শ্যাফটে গতি স্থানান্তর করে। পুলি এবং বেল্টের সাহায্যে যেমন একটি শ্যাফট হতে অপর শ্যাফটে যান্ত্রিক শক্তি পরিবহণ করা যায় অর্থাৎ, একটি শ্যাফট দ্বারা অপর শ্যাফটকে ঘুরানো যায়, তেমনি গিয়ারের সাহায্যে আরও কার্যকরীভাবে যান্ত্রিক শক্তি এক শ্যাফট থেকে অন্য শ্যাফট-এ পরিবহন করা যায়। তবে এক্ষেত্রে শ্যাফট বা স্পিন্ডল দুইটি পরস্পর অতি নিকটে থাকা প্রয়োজন হয়। গিয়ার ব্যবহার করার প্রধান সুবিধা এই যে, পুলির বেলায় যেমন বেল্টের পিছলে যাওয়া অর্থাৎ স্লিপ (Slip) হেতু চালিত শ্যাফট বা স্পিন্ডলের ঘূর্ণন হার কমে যাওয়ার বা বেল্ট ছিঁড়ে যাওয়ার ফলে এর ঘূর্ণন একেবারেই বন্ধ হয়ে যাওয়ার আশঙ্কা থাকে, কিন্তু গিয়ারের বেলায় এই আশঙ্কা থাকে না। এছাড়া, পুলির বেলায় শ্যাফট দুইটি সমান্তরালভাবে থাকা প্রয়োজন হয়, কিন্তু গিয়ারের বেলায় এরকম বাধ্যবাধকতা নাই।

৭.২ গিয়ার ও পিনিয়নের মধ্যে পার্থক্য:

ব্যবহারিক ক্ষেত্রে গিয়ার দুই বা ততোধিক সাইজের ব্যবহৃত হতে পারে। যখন কোনো বিভিন্ন সাইজের গিয়ার মেশিনের শ্যাফটে থাকে, তখন বড়টিকে গিয়ার এবং ছোটটিকে পিনিয়ন বলে।



চিত্র-৭.১। গিয়ার ও পিনিয়ন

৭.৩ গিয়ারের শ্রেণিবিভাগ:

বিভিন্ন যন্ত্রপাতির পাওয়ার ট্রান্সমিশন ব্যবস্থার উপযোগী করে গিয়ার দাঁতগুলি বিভিন্ন রকমের তৈরি করা হয়ে থাকে। সেই অনুযায়ী নিম্নের কয়েকটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যেতে পারে–

- স্পার গিয়ার (Spur Gear).
- বিভেল গিয়ার (Bevel Gear).
- হেলিক্যাল গিয়ার (Helical Gear).
- ব্যাক গিয়ার (Rack Gear).
- হেরিং বোন গিয়ার (Herring bone Gear).
- ওয়ার্ম গিয়ার (Worm Gear).
- ইন্টারন্যাল গিয়ার (Internal Gear).
- স্পাইরেল বিভেল গিয়ার (Spiral Bevel Gear).

৭.৪ গিয়ার ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা:

সাধারণত নিম্নোলিখিত কার্যসমূহের জন্য গিয়ার ব্যবহৃত হয়-

- ☑ চালক ও চালিত গিয়ারকে ঘুরাতে।
- ☑ দুটি গিয়ারকে বিপরীত দিকে ঘুরাতে।
- ☑ চালক গিয়ারের সাথে চালিত গিয়ারকে কোণিকভাবে ঘুরাতে।
- ☑ ঘূর্ণন গতি হতে সরল গতি বা সরল গতি হতে ঘূর্ণন গতি পেতে।
- ☑ লম্ব গতি হতে অনুভূমিক গতিতে পরিবর্তন সাধন করতে।
- ☑ ঘূর্ণন হার পরিবর্তন করতে।

গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ:

- মেশিনের এক অংশ হতে অন্য অংশে শক্তি স্থানান্তর করা যায়।
- মেশিনের অন্য অংশে স্থানান্তর করলে শক্তির কোনো ঘাটতি হয় না।
- গিয়ারের সাহায্যে মেশিনের গতি বাড়ানো বা কমানো যায়।
- দীর্ঘস্থায়ী ও লাভজনক।

গিয়ার ব্যবহারের অসুবিধা:

- ⇨ গিয়ারের সাহায্যে দূরে শক্তি স্থানান্তর করা যায় না।
- ⇨ অদক্ষ শ্রমিকেরা গিয়ারের সাহায্যে কাজ করতে পারে না।
- ⇨ ইহার ব্যবহার বেশ ব্যয়বহুল।

৭.৫ বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের ব্যবহার:

স্পার গিয়ার (Spur Gear): ঘূর্ণনের অক্ষের সাথে সমান্তরাল করে এটার দাঁতগুলো কাটা থাকে। একই তলে এবং সমান্তরালভাবে অবস্থিত দুটি শ্যাফটে এটা ব্যবহার হয়ে থাকে।

চিত্র-৭.২। স্পার গিয়ার

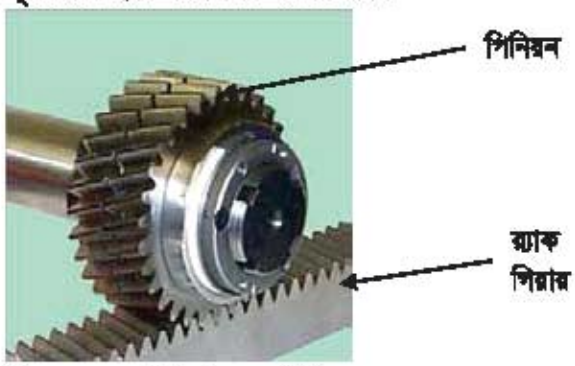
বিভেল গিয়ার (Bevel Gear): এই গিয়ার শ্যাফটের গতি স্থানান্তর করতে ব্যবহার হয়। সব সময় অ্যাঙ্গেলে অবস্থিত ও অক্ষরেখা দ্বারা পরস্পর ছেদ করে এবং সমকোণে অবস্থিত শ্যাফটের মধ্যে গতি স্থানান্তর করতে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৭.৩ : বিভেল গিয়ার

হেলিক্যাল গিয়ার (Helical Gear): হেলিক্যাল গিয়ার স্পার গিয়ারের ন্যায় দেখতে, কেবল পার্থক্য এই যে, স্পার গিয়ারের দাঁতগুলো অক্ষের সমান্তরাল হয়, আর হেলিক্যাল গিয়ারের দাঁতগুলো গিয়ারের পৃষ্ঠে স্পাইরেল আকারে ঘুরে যায়। এই প্রকার গিয়ার সাধারণত সমান্তরাল শাফটকে সংযুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৭.৪ : হেলিক্যাল পিয়ার

র‍্যাক পিয়ার (Rack Gear): এটার সৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দাঁত যুক্ত সরল অংশটিকে র‍্যাক বলে। উক্ত পিয়ারের সাহায্যে সরল গতি হতে ঘূর্ণন গতি ও ঘূর্ণন গতি হতে সরল গতি পাওয়া যায়।



চিত্র-৭.৫ : র‍্যাক পিয়ার এবং পিনিয়ন

হেরিংবোন পিয়ার (Herringbone gear): এই পিয়ার পরস্পর সমান্তরাল শ্যাফটের সাথে ব্যবহৃত হয়। এটা অতি উচ্চ গতি ও ভারী ওজনের পক্ষে যান্ত্রিক শক্তি পরিবহন করতে উপযোগী হয়ে থাকে।

চিত্র-৭.৬ : হেরিংবোন পিয়ার

ওয়ার্ম পিয়ার : ঘূর্ণনের অক্ষের সাথে যাহার দাঁতগুলো কৌণিকভাবে কাটা থাকে। উক্ত পিয়ার অধিক পরিমাণে স্পিড কমাতে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৭.৭ : ওয়ার্ম গিয়ার

ইন্টারনাল গিয়ার : ঘূর্ণনের অক্ষের সাথে সমান্তরাল করে এটার দাঁতগুলো গোলাকার রিং-এর ভিতরের উপরিভাগে কাটা থাকে। এটা অল্প জায়গায় অধিক পরিমাণে স্পিড কমাতে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র-৭.৮ : ইন্টারনাল গিয়ার

স্পাইরেল বিভেল গিয়ার : এই গিয়ার সাধারণত অ্যাঙ্গেলে অবস্থিত শ্যাফটের মধ্যে গতি স্থানান্তর করতে ব্যবহার হয়।

চিত্র-৭.৯ : স্পাইরেল বিভেল গিয়ার

প্রশ্নমালা-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বোলতে কী বোঝায় ?
২. গিয়ার ও পিনিয়নের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।
৩. স্পার গিয়ার কাকে বলে ?
৪. বিভেল গিয়ার কেন ব্যবহার করা হয় ?
৫. ওয়ার্ম গিয়ার কাকে বলে ?
৬. র‍্যাক গিয়ার কাকে বলে ?
৭. হেলিক্যাল গিয়ার কাকে বলে ?
৮. স্পাইরেল বিভেল গিয়ার কেন ব্যবহার করা হয় ?
৯. ইন্টারনাল গিয়ার কেন ব্যবহার করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গিয়ার কত প্রকার ও কি কি উল্লেখ কর।
২. গিয়ার ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা কী ?
৩. গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. গিয়ার বোলতে কী বোঝায়? গিয়ার ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
২. বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের বর্ণনা কর।

অধ্যায়-৮

গিয়ার কাটার (Gear Cutter)

৮.১ গিয়ার কাটারের প্রকারভেদ (Different Types of Gear Cutter):

ইনভলিউট স্পার গিয়ার কাটারকে প্রধানত দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়–

১) ডিপি কাটার (Diametral Pitch Cutter or DP Cutter)

২) মডিউল কাটার (Module Cutter)

৮.২ ডিপি ও মডিউল:

ডিপি : ব্রিটিশ পদ্ধতিতে গিয়ার কাটারের সাইজ প্রকাশ করার জন্য ডিপি ব্যবহৃত হয়। ইহা প্রতি ইঞ্চি পিচ ডায়ামিটারে কয়টি করে দাঁত আছে, তা নির্দেশ করে। অর্থাৎ 4 ইঞ্চি পিচ ডায়ামিটার বিশিষ্ট গিয়ারে 36টি দাঁত থাকলে ডায়ামেট্রাল পিচ হবে 9। ইহা দাঁতের সংখ্যাকে পিচ ডায়ামিটার দিয়ে ভাগ করলে পাওয়া যায়।

চিত্র-৮.১। ডিপি গিয়ার কাটার (১৬ ডিপি কাটার নম্বর-১)

মডিউল : মেট্রিক পদ্ধতিতে গিয়ার কাটারের সাইজ প্রকাশ করার জন্য মডিউল ব্যবহৃত হয়। সার্কুলার পিচ (CP), পিচ সার্কেলের যত অংশ, মডিউল পিচ ডায়ামিটারের তত অংশ। একটি গিয়ারের যতগুলো সার্কুলার পিচ অর্থাৎ দাঁত আছে, পিচ ডায়ামিটারকে যদি তত অংশে বিভক্ত করা যায়, তাহলে এক একটি অংশের মাপের সমান ঐ গিয়ারের মডিউল হবে। অর্থাৎ একটি 4 ইঞ্চি পিচ বিশিষ্ট গিয়ারে যদি 48টি দাঁত থাকে, তাহলে মডিউল হবে $\frac{4}{48} = \frac{1}{12}$ ইঞ্চি। মডিউল $= \frac{1}{\text{DP}}$ । একটি গিয়ারের পিচ ব্যাস 96 মি মি এবং এর দাঁতের সংখ্যা 48 টি হলে উক্ত গিয়ারের মডিউল হবে $96 \div 48 = 2$ মি মি।

চিত্র-৮.২ : ইনভলিউট মডিউল গিয়ার কাটার

৮.৩ গিয়ার কাটারের সাইজ ও ফর্ম সনাক্তকরণ

ডিপি বা মডিউল গিয়ারের দাঁতের সাইজ বিভিন্ন হতে পারে। দাঁত এবং কাটারের সাইজ এক হওয়া উচিত। কাটারের সাইজ বলতে আমরা বুঝি, যে সাইজের দাঁত কাটতে যে কাটার ব্যবহৃত হয়। গিয়ার কাটার শনাক্ত করতে কাটারের গায়ে লেখা দেখে বুঝতে হবে। পিচ বৃত্তের যে বৃত্তাংশ একটি দাঁত ধারণ করে, তার অনুপাতই গিয়ারের দাঁতের পার্শ্বের বক্রতা বোঝায়। অল্প সংখ্যক দাঁতের পার্শ্বের বক্রতা, একই সাইজের এবং অধিক সংখ্যক দাঁতের বেলায় বক্রতার চেয়ে বড় হয়। একই সাইজের বিভিন্ন সংখ্যক দাঁত কাটতে কাটারের দাঁতের ফর্ম বিভিন্ন হওয়া দরকার। কিন্তু বর্তমানে কাটারের সংখ্যা কমাতে গিয়ে একটি গিয়ার কাটার দিয়ে বিভিন্ন ফর্ম-এর গিয়ার কাটতে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এটাতে দাঁতের কার্যকারিতা নষ্ট হয়।

৮.৪ বহুল ব্যবহৃত গিয়ারের ক্ষেত্রে গিয়ার নম্বর নির্বাচন

বিভিন্ন মাপের গিয়ার কাটার জন্য বিভিন্ন আকৃতি বিশিষ্ট কাটার ব্যবহার করা হয়। প্রতিটি আলাদা মাপের জন্য আলাদা আলাদা আকৃতি বিশিষ্ট গিয়ার কাটার ব্যবহার করা উচিত। কিন্তু একটি কারখানার পক্ষে এত প্রকারের গিয়ার কাটার মজুত রাখা অসম্ভব। তাই প্রস্তুতকারকেরা নিম্নোক্ত আট প্রকারের ইনভলিউট কাটার তৈরি করেছেন।

ডিপি কাটারের ক্ষেত্রে ঃ

১ নম্বর কাটার	১৩৫ হতে	র‍্যাক	পর্যন্ত কাটার জন্য
২ নম্বর কাটার	৫৫ হতে	১৩৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৩ নম্বর কাটার	৩৫ হতে	৫৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৪ নম্বর কাটার	২৬ হতে	২৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৫ নম্বর কাটার	২১ হতে	২৫ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৬ নম্বর কাটার	১৭ হতে	২০ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৭ নম্বর কাটার	১৪ হতে	১৬ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৮ নম্বর কাটার	১২ হতে	১৩ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য

মডিউল কাটারের ক্ষেত্রে ঃ

১ নম্বর কাটার	১২ হতে	১৩ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
২ নম্বর কাটার	১৪ হতে	১৬ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৩ নম্বর কাটার	১৭ হতে	২০ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৪ নম্বর কাটার	২১ হতে	২৫ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৫ নম্বর কাটার	২৬ হতে	৩৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৬ নম্বর কাটার	৩৫ হতে	৫৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৭ নম্বর কাটার	৫৫ হতে	১৩৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৮ নম্বর কাটার	১৩৪ হতে	র‍্যাক	পর্যন্ত কাটার জন্য

স্পার গিয়ার কাটার নির্বাচন করতে হলে প্রথমে দেখতে হবে, যে গিয়ারটি কাটতে হবে তার ডায়ামেট্রাল পিচ (DP) কত। ধরা যাক ৪ ডায়ামেট্রাল পিচ এবং ৪০ দাঁত বিশিষ্ট গিয়ার কাটতে হবে। তাহলে এক্ষেত্রে ৪ ডিপি ৩ নম্বর কাটার ব্যবহার করতে হবে।

৮.৫ গিয়ার মিলিং কাটারের বিবরণ:

গিয়ার কাটার নির্দিষ্ট মাপের দাঁতের জন্য ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন মাপের দাঁতের জন্য বিভিন্ন মাপের কাটার ব্যবহার করা হয়। উক্ত কাটার শুধু গিয়ার কাটার কাজে ব্যবহৃত হয় এবং বিবরণ উল্লেখের ক্ষেত্রে মডিউল অথবা ডিপি সংখ্যা, কাটার নম্বর, প্রেসার অ্যাঙ্গেল, ছিদ্রের ব্যাস এবং কাটার ম্যাটারিয়ালের নাম লিপিবদ্ধ করতে হয়।

প্রশ্নমালা-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গিয়ার কাটার প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?
২. ডিপি কাটার বলতে কী বোঝায় ?
৩. মডিউল কাটার বলতে কী বোঝায় ?
৪. গিয়ার মিলিং কাটারের বিবরণ লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গিয়ার কাটারের সাইজ ও ফর্ম বলতে কী বোঝায় ?
২. ডিপি কাটারের ক্ষেত্রে গিয়ার কাটার নম্বর নির্বাচন করার তালিকা উল্লেখ কর।
৩. মডিউল কাটারের ক্ষেত্রে গিয়ার কাটার নম্বর নির্বাচন করার তালিকা উল্লেখ কর।

অধ্যায়-৯

মিলিং কাটার (Milling Cutter)

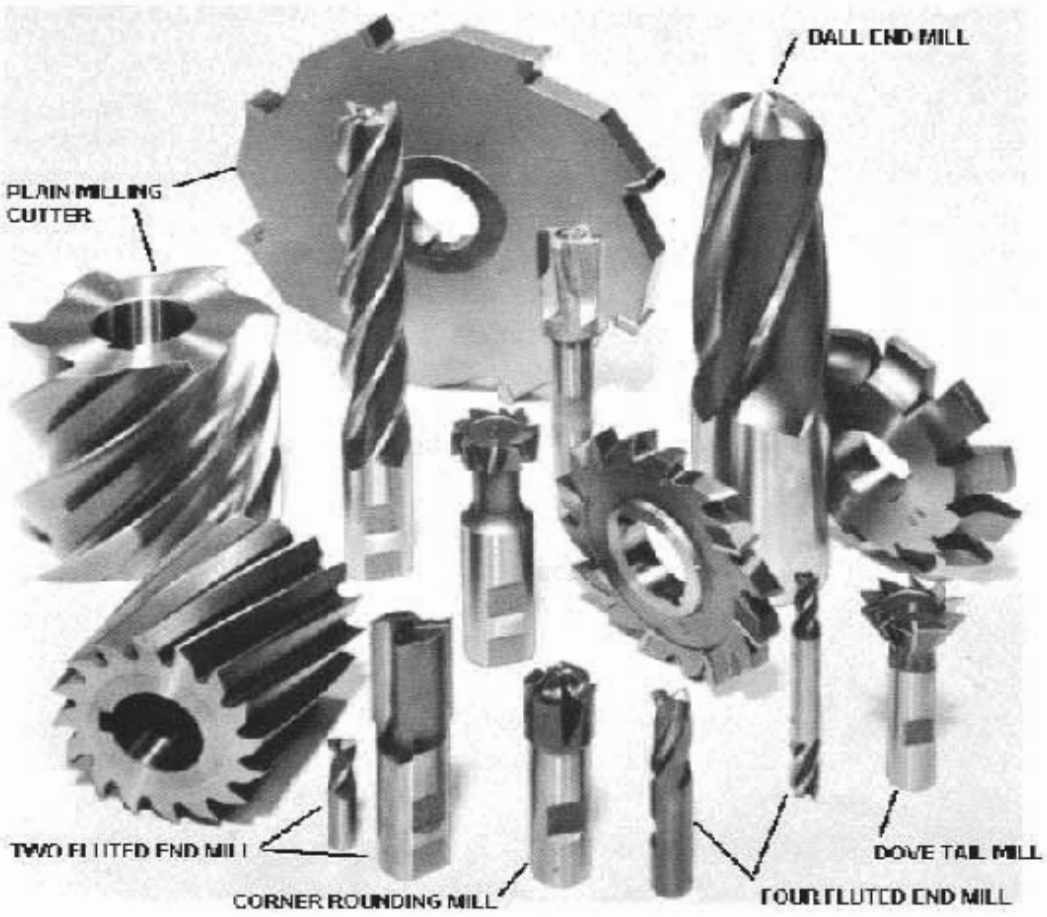
৯.১ মিলিং কাটারের প্রকারভেদ:

প্রধানত মিলিং কাটারের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী নিম্নলিখিত দুই প্রকারের মিলিং কাটার ব্যবহৃত হয়–

- হাইস্পিড স্টিল (High Speed Steel) মিলিং কাটার,
- টাংস্টেন কার্বাইড (Tungsten Carbide) মিলিং কাটার।

আবার গঠন অনুযায়ী মিলিং কাটার প্রধানত দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যথা–

- আরবার টাইপ মিলিং কাটার
- শ্যাংক টাইপ মিলিং কাটার



চিত্র-৯.১ : মিলিং কাটারের সচিত্র প্রকারভেদ।

৯.২ আরবার টাইপ এবং শ্যাংক টাইপ মিলিং কাটার সনাক্তকরণ

নিচে শ্যাংক টাইপ কাটারসমূহের চিত্র দেয়া হলো–

চিত্র-৯.১ : প্লেন শ্লট মিল কাটার

চিত্র-৯.২ : শ্লট মিল কাটারস

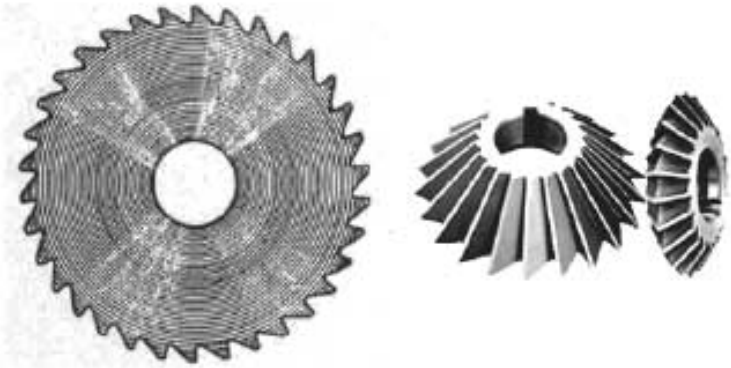
চিত্র-৯.৩ : উল্লাস মিল কাটার

চিত্র-৯.৪ : টি-স্লট কাটারস

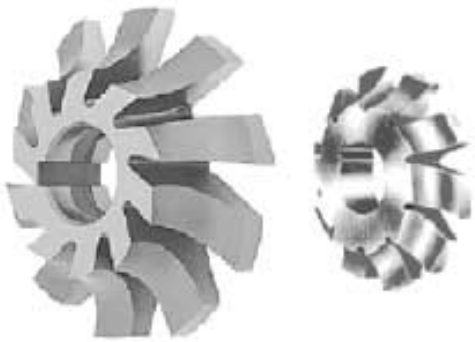
নিচে আরবার টাইপ কাটারসমূহের চিত্র দেওয়া হলো–

চিত্র-৯.৫ : প্লেইন মিলিং কাটারস

চিত্র-৯.৬ : সাইড মিলিং কাটারস



চিত্র-৯.৮ : স্লিটিং 'সা' কাটারচিত্র-৯.৮ : অ্যাংগুলার কাটার-(১) সিঙ্গেল অ্যাংগেল (বামে) (২) ডাবল অ্যাংগেল (ডানে)



চিত্র-৯.৯ । কর্নার রাউন্ডিং কাটারস

৯.৩ প্লেইন সারফেস মিলিং-এ প্রয়োজনীয় কাটারসমূহের ব্যবহার

সাইড এন্ড ফেস মিলিং কাটার : এই প্রকার মিলিং কাটারের পরিধিতে ও দুই পার্শ্বে দাঁত কাটা থাকে। এটার দাঁত স্ট্রেইট বা স্পাইরেল উভয় প্রকার হয়। এটা দ্বারা ফ্ল্যাট এবং আর্টিক্যাল সারফেস কাটা যায়। এই কাটিং টুল হাইস্পিড স্টিলের তৈরি হয়ে থাকে।

চিত্র-৯.১০ : সাইড এন্ড ফেস মিলিং কাটার।

৯.৪ স্লট ও গ্রুভ মিলিং-এর প্রয়োজনীয় কাটারসমূহের ব্যবহার:

নিম্নলিখিত কাটারসমূহ দিয়ে স্লট ও গ্রুভ কাটা যায়–

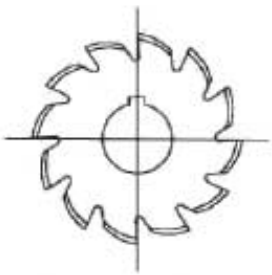
চিত্র-৯.১১ : (১) ফলতেন্স ও (২) ফলকেড কাটার।

চিত্র-৯.১২ । স্ট্যাগার্ড টুথ কাটার।

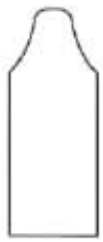
৯.৫ ফর্ম মিলিং কাটার:

মিলিং মেশিনে ফর্ম কাটার দ্বারা যখন কোনো বস্তু কাটা হয়, তাকে ফর্ম মিলিং বলে। যেমন- গিয়ার কাটা এক ধরনের ফর্ম মিলিং।

চিত্র-৯.১৩ : রোটারি ফর্ম মিলিং কাটার।



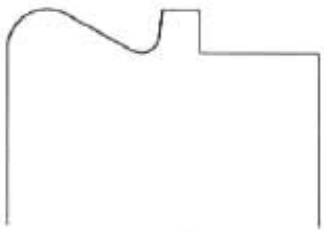
FORM RELIEVED CUTTER
THE FORM REMAINS CONSTANT
AFTER RE-GRINDING



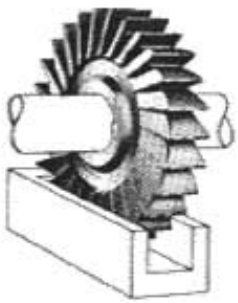
INVOLUTE / SPLINE
GEAR FORM

STRAIGHT SIDED
SPLINE FORM

SERRATION FORM



COMPLEX OR MULTI-FORM



Slotting thin walled section. The straight tooth side mill is advantageous for slotting where maximum tooth engagement (fine pitch cutter) on thin walled parts or interrupted cuts is required.

Straddle milling. The straight tooth side mill is advantageous for straddle milling where maximum tooth engagement (fine pitch cutter) is required. It may be reversed and used on the other side, eliminating one resharpening operation. Matched cutters are selected at no extra charge.

চিত্র-৮.১৪ : ফর্ম মিলিং

প্রশ্নমালা-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কাটারের ধাতুভেদে মিলিং কাটার কত প্রকার ও কী কী ?
২. গঠনভেদে মিলিং কাটার কত প্রকার ও কী কী ?
৩. ফর্ম মিলিং বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. আরবার টাইপ এবং শ্যাংক টাইপ মিলিং কাটার কিভাবে শনাক্ত করা হয়?
২. প্লেইন সারফেস মিলিং-এ প্রয়োজনীয় কাটারের বর্ণনা দাও।
৩. স্লট ও গ্রুভ মিলিং-এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় কাটারসমূহের বর্ণনা দাও।
৪. ৪টি আরবার টাইপ মিলিং কাটারের নাম লেখ।
৫. ৪টি শ্যাংক টাইপ মিলিং কাটারের নাম লেখ।

অধ্যায়-১০

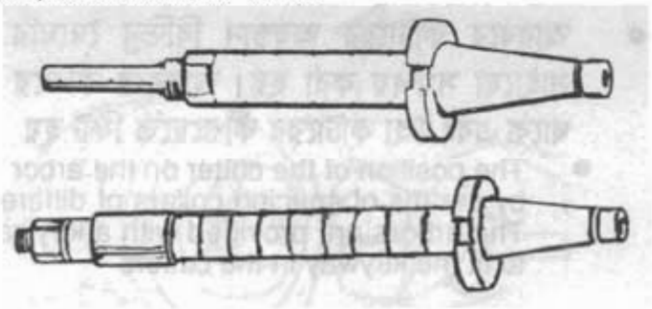
মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইস (Milling Cutter Mounting Device)

১০.১ মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইস

মাউন্টিং ডিভাইস বলতে বাঁধা বা আটকানোর কাজে ব্যবহৃত যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে বোঝায়। এটি হলো বিশেষভাবে নির্মিত কিছু ডিভাইস যা মিলিং মেশিনে সংযুক্ত করে মিলিং কাটারকে কাজ করার জন্য মেশিনে আটকানো বা বাঁধা হয়। অর্থাৎ মিলিং মেশিনে যার সাহায্যে কাটারকে দৃঢ়ভাবে আটকানো হয় যাতে নিরাপদে এটি কাটিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে পারে, তাকে মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইস বলে।

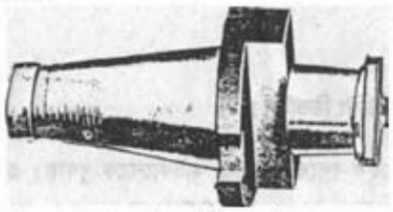
১০.২ বিভিন্ন প্রকার মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইস সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া

(ক) মিলিং আরবার/হরাইজন্টাল মিলিং আরবার:



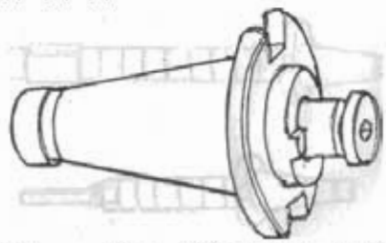
চিত্র-১০.১ : মিলিং আরবার/হরাইজন্টাল মিলিং আরবার

(খ) ফেইস মিলিং কাটার আরবার:



চিত্র-১০.২ : ফেইস মিলিং কাটার আরবার

(গ) শেল এন্ড মিলিং কাটার অ্যাডাপটার:

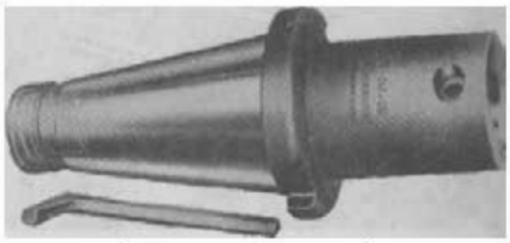


চিত্র-১০.৩ : শেল এন্ড মিলিং কাটার অ্যাডাপটার

(ঘ) ক্লাই কাটার আরবার:

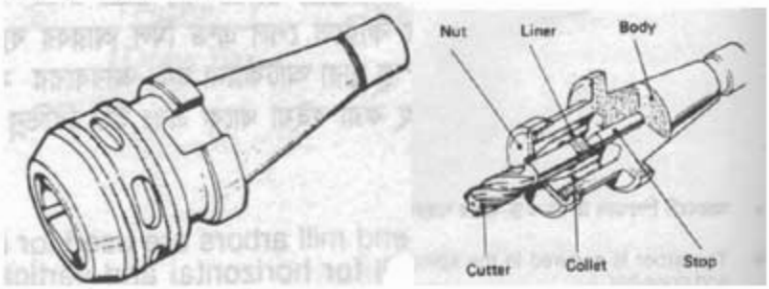
চিত্র-১০.৪ । ক্লাই কাটার আরবার

(ঙ) কাটার অ্যাডাপটার:



চিত্র-১০.৫ : কাটার অ্যাডাপটার

(চ) ড্র ব্যাক চাক বা কলেট চাক :

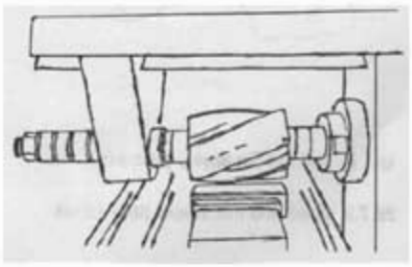


চিত্র-১০.৬ : ড্র ব্যাক চাক বা কলেট চাক

১০.৩ কাটার মাউন্টিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার:

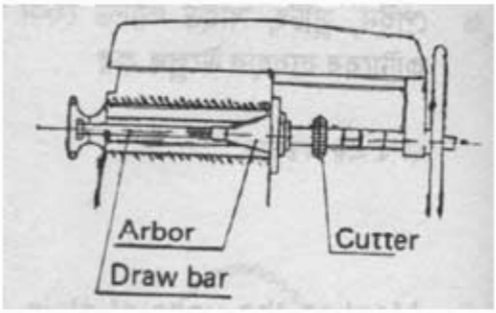
(ক) মিলিং আরবার/হরাইজন্টাল মিলিং আরবার

☑ মিলিং আরবার সাধারণত থ্রো-হোল (Through Hole) বিশিষ্ট কাটার হোল্ডিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়।



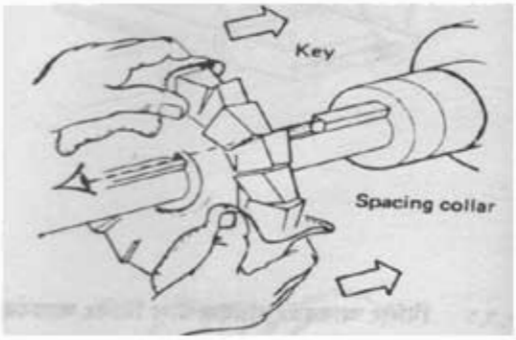
চিত্র-১০.৭ : হরাইজন্টাল মিলিং আরবারে কাটার সেটিং।

☑ মিলিং আরবার স্পিন্ডল নোজে টেপার ও ড্র-বারের সাহায্যে মাউন্টিং করা হয়। অন্য প্রান্তে স্টেডি বিয়ারিং-এর সাহায্যে সাপোর্ট দেওয়া হয়।



চিত্র-১০.৮: হরাইজন্টাল মিলিং আরবারে ড্র-বারের ব্যবহার।

☑ আরবারে কাটারের অবস্থান বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের স্পেসিং কলারের সাহায্যে সমন্বয় করা হয়। আরবারে কি-ওয়ে ও কি-এর ব্যবস্থা থাকে এবং এটা কাটারের কি-ওয়েতে ফিট হয়।



চিত্র-১০.৯ : হরাইজন্টাল মিলিং আরবারে কাটার কি-ওয়েতে সঠিকভাবে স্থাপন।

(খ) ফেইস মিলিং কাটার আরবার

মোর্স টেপার বিশিষ্ট শ্যাংকযুক্ত কাটার সেট করতে এই অ্যাডাপটার ব্যবহৃত হয়।

(গ) শেল এন্ড মিলিং কাটার অ্যাডাপটার

☑ হরাইজন্টাল ও আর্টিক্যাল মিলিং-এর জন্য শেল এন্ড মিলকে মাউন্টিং করতে শেল এন্ড মিল আরবার ব্যবহৃত হয়। কাটার একটি স্ক্রু দ্বারা আটকানো হয়। আরবারের সঙ্গে সেট স্প্যানার সরবরাহ করা হয়ে থাকে এবং ইহা বিভিন্ন ডিজাইনের হতে পারে।

☑ কাটারের স্লটে ফিটিং উপযোগী দুইটি লাগ আরবার ও কাটারের মধ্যে ড্রাইভিং এলিমেন্ট হিসাবে কাজ করে।

☑ আরবারটি স্পিন্ডলে টেপার ও ড্র-বারের সাহায্যে আটকানো হয়।

(ঘ) ফ্লাই কাটার আরবার : সাধারণত এই আরবারে ফর্মিং কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়।

(ঙ) কাটার অ্যাডাপটার : এটা ভার্টিক্যাল মিলিং অপারেশনে বহুল ব্যবহৃত একটি ডিভাইস। এন্ড মিল, কি-ওয়ে এবং টি-স্লট কাটার ধরার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(চ) ড্র ব্যাক চাক বা কলেট চাক :

- ☑ ড্র ব্যাক চাক শ্যাংক বিশিষ্ট কাটার যেমন- শ্যাংক এন্ড মিল, কি-ওয়ে কাটার ও টি-স্লট কাটারকে হোল্ডিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এই চাক বডি, কলেট ও নাটের সমন্বয়ে গঠিত।
- ☑ ড্র ব্যাক চাকের কলেট বিভিন্ন ব্যাসের কাটার শ্যাংকের জন্য পাওয়া যায়।
- ☑ যখন নাট টাইট দেওয়া হয় এবং বডির টেপারের মধ্যে কলেটটি চাপ খায়, কাটারটি দৃঢ়ভাবে আটকে যায়।

প্রশ্নমালা-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. মিলিং মাউন্টিং ডিভাইস বোলতে কী বোঝায় ?
২. কাটার আরবার কেন ব্যবহার করা হয়?
৩. ফেইস মিলিং কাটার আরবার কী কাজে ব্যবহার করা হয়?
৪. শেল এন্ড মিলিং কাটার অ্যাডাপটার কোন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়?
৫. ফ্লাই কাটার আরবার-এ কোন ধরনের কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়?
৬. কাটার অ্যাডাপটার কোন কোন মিলিং অপারেশনে ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বিভিন্ন প্রকার মিলিং মেশিনের কাটার মাউন্টিং ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. মিলিং কাটার মাউন্টিং ডিভাইসসমূহের বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-১১

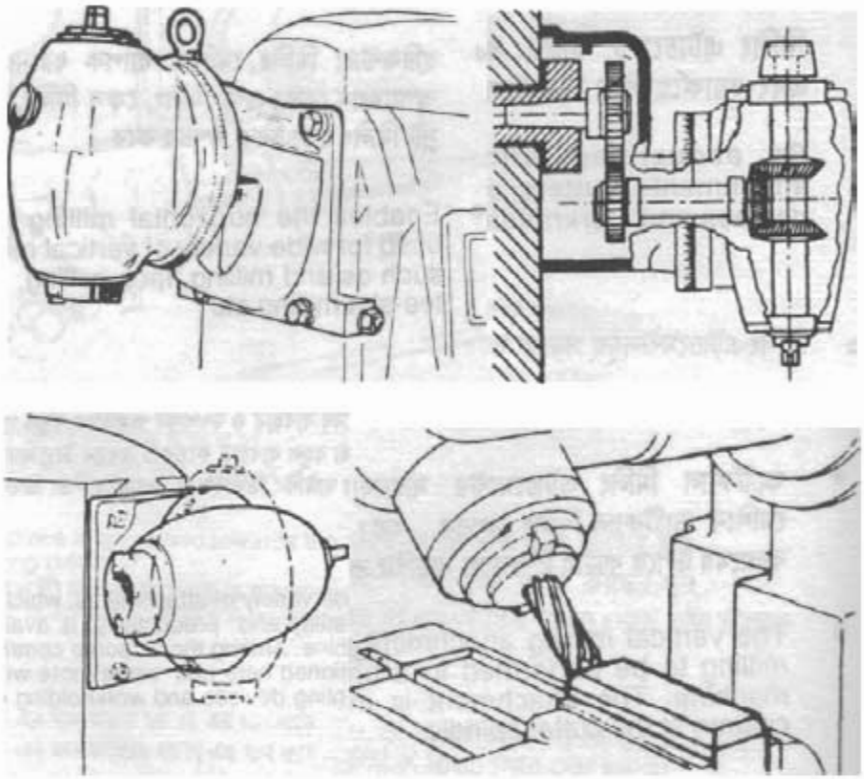
মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Milling Attachment)

১১.১ মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

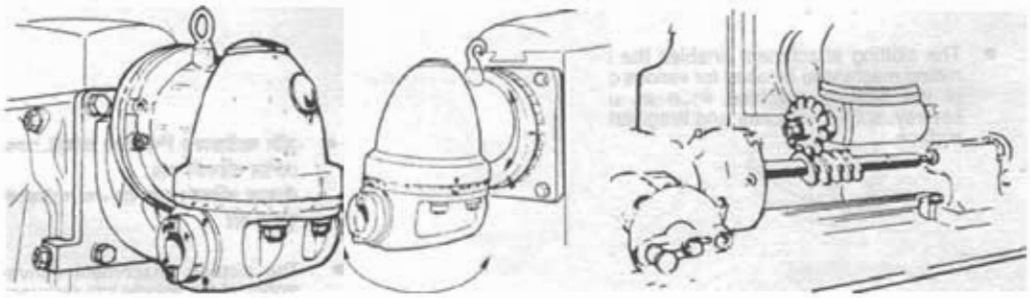
এটি বিশেষভাবে নির্মিত ডিভাইস যা মিলিং মেশিনে অ্যাটাচমেন্টসমূহ সংযুক্ত করে বিভিন্ন প্রকার কাজ সহজে সম্পাদনের যোগ্যতা, কার্যদক্ষতা সহকারে মিলিং অপারেশন সম্পাদনের সুযোগ-সুবিধা বৃদ্ধি করে।

১১.২ বিভিন্ন প্রকার মিলিং অ্যাটাচমেন্ট শনাক্তকরণ :

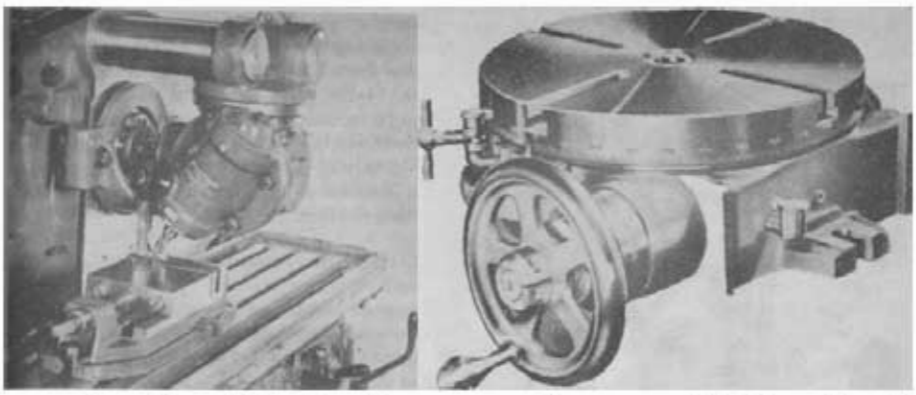
নিচে বিভিন্ন প্রকার মিলিং অ্যাটাচমেন্টের চিত্র দেওয়া হলো–



চিত্র-১১.১ : আর্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

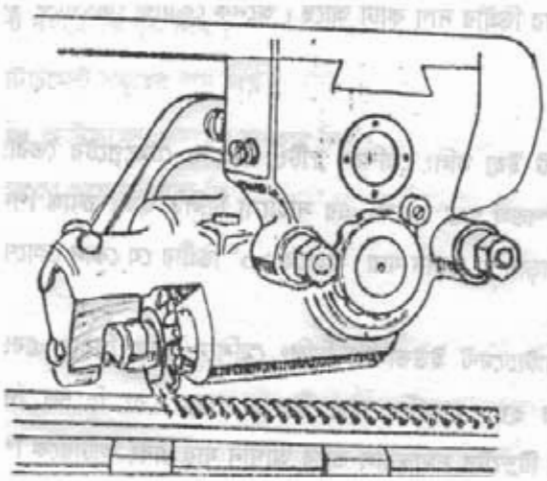


চিত্র-১১.২ : ইউনিভার্সেল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

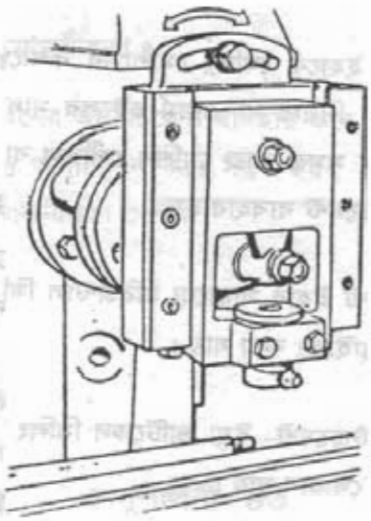


চিত্র-১১.৩ : কম্পাউন্ড আর্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

চিত্র-১১.৪ ঃ রোটারি মিলিং অ্যাটাচমেন্ট



চিত্র-১১.৫ : র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট



চিত্র-১১.৬ : স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট

২০২০

১১.৩ বিভিন্ন প্রকার মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার:

ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট:

ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে ভার্টিক্যাল মিলিং সম্ভব হয়। এই অ্যাটাচমেন্টকে কলামের উপরে কাটার স্পিন্ডলে মাউন্টিং করা হয়। গিয়ারিং-এর মাধ্যমে কাটার স্পিন্ডল হতে ড্রাইভিং করা হয়। কাটারটি প্রান্ত অতিক্রমকারী ড্র-বারের সাহায্যে মাউন্টিং করা হয়। এই অ্যাটাচমেন্টকে একটি তলে মাত্রাঙ্কিত স্কেলের চতুর্দিকে ঘুরানো যায়। হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে ব্যাপক ধরনের ভার্টিক্যাল মিলিং অপারেশন যেমন- এন্ড মিলিং, ফেস মিলিং, ড্রিলিং, বোরিং, টি-স্লট মিলিং ইত্যাদি করা যায়।

ইউনিভার্সেল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট:

ইউনিভার্সেল মিলিং অ্যাটাচমেন্টকে হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে ভার্টিক্যাল অ্যাটাচমেন্টের মতো একইভাবে মাউন্টিং ও ড্রাইভিং করা হয়। এই অ্যাটাচমেন্টকে দুইটি তলে মাত্রাঙ্কিত স্কেলের চতুর্দিকে ঘুরানো যায়, ফলে অতিরিক্ত মিলিং অপারেশন সম্ভব হয়। ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের সকল ব্যবহার এই অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে করা সম্ভব হয়। বিশেষত ডাই মিলিং অপারেশনে এটি খুবই উপযোগী।

কম্পাউন্ড ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট:

এটা ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের উন্নত রূপ। ইহার সাহায্যে স্পিন্ডলকে পরস্পর লম্ব দুই তলে ঘোরানো যায়।

রোটারি টেবিল:

মিলিং মেশিনে কোনো জবকে গোলাকার করে কাটতে অথবা বৃত্তাকারে ছিদ্র বা স্লট কাটতে উক্ত টেবিল ব্যবহৃত হয়। টেবিলটিকে ওয়ার্ম এবং ওয়ার্ম হুইলের সাহায্যে ঘোরানো যায়। টেবিলের পরিধির উপর ডিগ্রির দাগ কাটা থাকে। অনেক রোটারি টেবিলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালানোর ব্যবস্থা থাকে।

স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট:

স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট স্পিন্ডলের রোটারি মোশনকে রিসিপ্রোকেটিং মোশনে পরিবর্তন করে। স্ট্রোককে পরিবর্তন করা যায়। এই অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে স্লটিং মেশিনের বিভিন্ন অপারেশন যেমন– কি-ওয়ে, স্প্লাইন, টেমপ্লেট ও অনিয়মিত আকৃতির পৃষ্ঠ মেশিনিং সম্ভব করে।

র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট:

ইউনিভার্সেল মিলিং মেশিনে র‍্যাক গিয়ার এবং ওয়ার্ম কাটতে এই অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করা হয়। হার্ডেনিং করা স্টিলের স্পার এবং বিভেল গিয়ারের সাহায্যে এটার স্পিন্ডলকে টেবিলের টি-স্লটের সমান্তরালভাবে আগানো যায় এবং কাটারকে স্পিন্ডলে বেঁধে জব কাটা যায়।

১১.৪ মিলিং অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

মিলিং মেশিনে বিভিন্ন ধরনের অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করে, উৎপাদন ক্ষমতা বৃদ্ধি, সঠিক মাপে কাজ সমাধা, অতি সহজে বিভিন্ন অপারেশন করা সম্ভব হয়। অ্যাটাচমেন্ট ছাড়া মিলিং অপারেশন সম্ভব নয় বিধায় মিলিং অ্যাটাচমেন্টের গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্নমালা-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. মিলিং অ্যাটাচমেন্ট বোলতে কী বোঝায় ? লেখ।
২. মিলিং অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বিভিন্ন প্রকার মিলিং অ্যাটাচমেন্টসমূহের নাম লেখ।
২. ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।
৩. ইউনিভার্সেল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।
৪. কম্পাউন্ড ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।
৫. রোটারি টেবিল মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।
৬. স্লটিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।
৭. র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

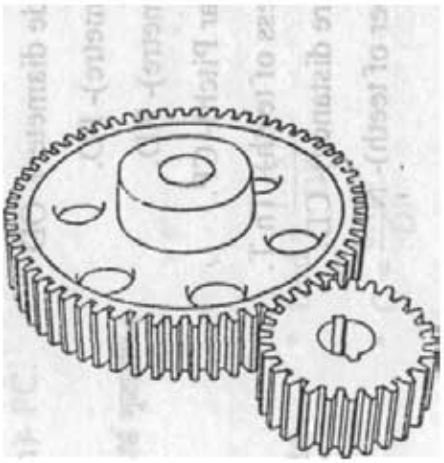
১. মিলিং অ্যাটাচমেন্ট বোলতে কী বোঝায়? বিভিন্ন মিলিং অ্যাটাচমেন্টের নাম লেখ।
২. বিভিন্ন প্রকার মিলিং অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার লেখ।

অধ্যায়-১২

স্পার গিয়ার (Spur Gear)

১২.১ স্পার গিয়ার:

স্পার গিয়ার হলো গিয়ার র‍্যাক-এর পরিবর্তে দাঁত কাটা চক্র বা রোলার। একটি শ্যাফট বা স্পিন্ডল হতে গতি স্থানান্তর করতে একটি গিয়ারের দাঁত অপর গিয়ারের দাঁতের সাথে মিশে থাকে এবং স্লিপ করে না। এটার দাঁতগুলো ঘূর্ণন অক্ষের সাথে সমান্তরাল থাকে। যে স্থলে দুইটি শ্যাফটের অক্ষ একই তলে এবং সমান্তরালভাবে থাকে ঐ স্থলে এটা ব্যবহৃত হয়। মোটর গাড়ি, লেদ, মিলিং মেশিন, ক্রেন ইত্যাদির গিয়ার বক্স এবং অন্য অনেক যন্ত্রাদিতে এটা ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-১২.১ : স্পার গিয়ার

১২.২ স্পার গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ:

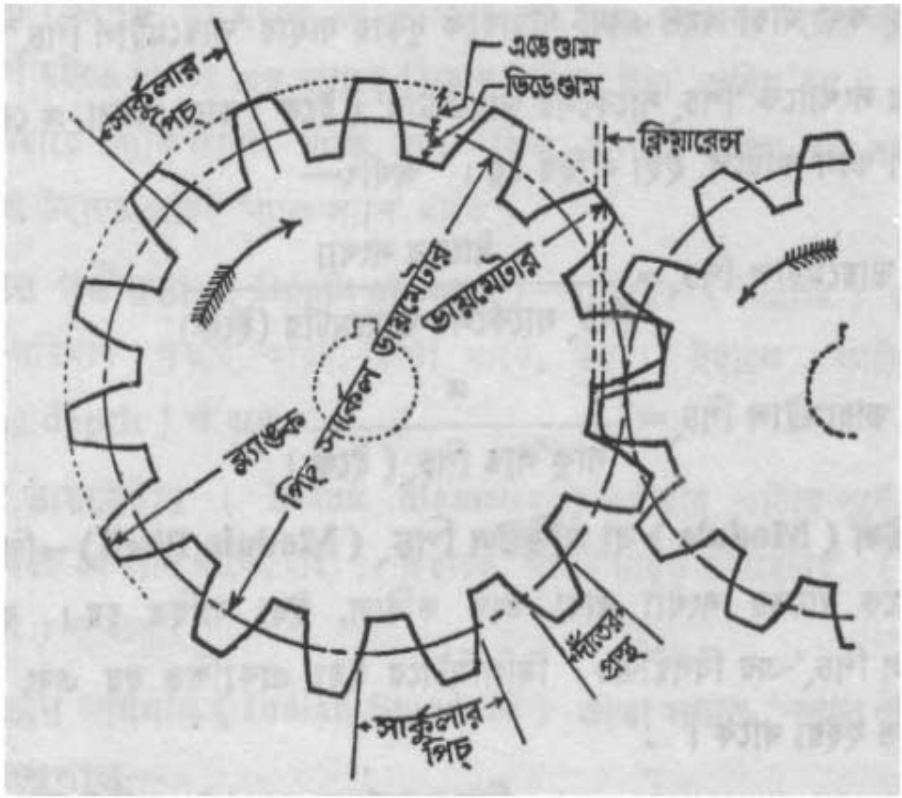
সুবিধাসমূহ:

- ⇨ গঠন অনুসারে স্পার গিয়ার সহজ ও সাধারণ।
- ⇨ সমান্তরাল শ্যাফটসমূহে গতি স্থানান্তর করতে স্পার গিয়ার ব্যবহৃত হয়।
- ⇨ কম খরচে স্পার গিয়ারের সাহায্যে গতি স্থানান্তর করা যায়।
- ⇨ স্পার গিয়ারের উৎপাদন ব্যয় অনেক কম।

অসুবিধাসমূহ:

- ⇨ স্পার গিয়ারের সাহায্যে কৌণিকভাবে অবস্থিত দুইটি শ্যাফটের মধ্যে গতি স্থানান্তর করা যায় না।
- ⇨ স্পার গিয়ার সংযোগের মাধ্যমে বেশি লোডে গতি সঞ্চালন করা যায় না।
- ⇨ সংযোগ গিয়ারদ্বয়ের মধ্যে ফ্রিকশন বা ঘর্ষণ বেশি হয়।

১২.৩ স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশ সনাক্তকরণ :



চিত্র-১২.২ : স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশ

একটি স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশ হলো–

- বাইরের ব্যাস (Outside Diameter) - OD
- পিচ ব্যাস (Pitch Diameter) - PD
- রুট ব্যাস (Root Diameter) - RD
- সার্কুলার পিচ (Circular Pitch) - CP
- দাঁতের পুরুত্ব (Thickness of Teeth) - T
- কেন্দ্রের দূরত্ব (Centre Distance)- CD
- দাঁতের সংখ্যা (Number of Teeth)- N

- ডায়ামেট্রাল পিচ (Diametral Pitch) -DP
- এডেন্ডাম (Addendum)-Add
- ডিডেন্ডাম (Dedendum)- Ded
- ক্লিয়ারেন্স (Clearance) - C
- ওয়ার্কিং গভীরতা (Working Depth)- WD
- দাঁতের চওড়া (Breadth of Teeth)- b

১২.৪ স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশের বিবরণ:

- **পিচ সার্কেল (Pitch Circle):** পরস্পর সংযুক্ত দুইটি গিয়ারের ঘুরবার সময় চালক গিয়ারের দাঁত যে বিন্দুতে চালিত গিয়ারের দাঁতের উপর চাপ দেয়, চালক বা চালিত গিয়ারের কেন্দ্র হতে ঐ বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে ব্যাসার্ধ লয়ে এবং গিয়ারের কেন্দ্রকে কেন্দ্র রূপে যে বৃত্ত অঙ্কন করা যায়, তাকে পিচ সার্কেল বলে।
- **আউটসাইড ডায়ামিটার বা ব্ল্যাংক ডায়ামিটার (OD) :** গিয়ারের বাইরের পরিধির ব্যাস।
- **পিচ ব্যাস (PD):** পিচ সার্কেলের ব্যাস।
- **রুট ব্যাস (RD):** আউটসাইড ডায়ামিটার হতে দ্বিগুণ পূর্ণ গভীরতা বিয়োগ করে রুট ব্যাস পাওয়া যায়।
- **সার্কুলার পিচ (CP):** পিচ সার্কেলের উপর একটি দাঁতের কেন্দ্র হতে পরবর্তী কেন্দ্রের দূরত্ব।
- **দাঁতের পুরুত্ব (T):** এটা পিচ পরিধি বরাবর দাঁতের পুরুত্ব।
- **কেন্দ্রের দূরত্ব (CD) :** দুইটি পরস্পর সংলগ্ন গিয়ারের কেন্দ্রদ্বয় সংযুক্ত সরলরেখার দূরত্ব।
- **দাঁতের সংখ্যা (N) :** একটি গিয়ারের কতটি দাঁত হবে, তার সংখ্যা উল্লেখ করা।
- **ডায়ামেট্রাল পিচ (DP):** এটা প্রতি ইঞ্চি পিচ ডায়ামিটারে কয়টি করে দাঁত আছে, তা নির্দেশ করে।
- **এডেন্ডাম (Add) :** এটা পিচ সার্কেল ও বাইরের পরিধির মধ্যে লম্ব দূরত্ব।

- **ডিডেন্ডাম (Ded) :** এটা পিচ সার্কেল হতে দাঁতের তলদেশ পর্যন্ত লম্ব দূরত্ব।
- **ক্লিয়ারেন্স (C):** যদি দুইটি গিয়ার পরস্পরের সাথে সংযুক্ত হয়, তাহলে একটি গিয়ারের দাঁতের মাথা হতে অপর গিয়ারটির দাঁতের তলদেশ পর্যন্ত যে লম্ব দূরত্ব, তাই ক্লিয়ারেন্স।
- **ওয়ার্কিং গভীরতা বা কার্যকরী গভীরতা (WD):** একটি গিয়ারের দাঁত অপর গিয়ারের দাঁতের মধ্যে সর্বাধিক যে গভীরতা পর্যন্ত প্রবেশ করতে পারে, তাই কার্যকরী গভীরতা।
- **পূর্ণ গভীরতা (FD):** রুট সার্কেল হতে বাইরের বৃত্ত পর্যন্ত লম্ব দূরত্বই পূর্ণ গভীরতা।

১২.৫ স্পার গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি:

DP পদ্ধতি

- ☑ $OD = \frac{N+2}{DP} = PD + 2\,Add$
- ☑ $PD = \frac{N}{DP}$
- ☑ $RD = PD - 2\,Ded$
- ☑ $CP = \frac{\pi}{DP}$
- ☑ $T = \frac{PD \times \pi}{2N}$
- ☑ $CD = \frac{N_g + N_p}{2DP}$, যেখানে N_g= গিয়ারের দাঁত সংখ্যা এবং N_p= পিনিয়নের দাঁত সংখ্যা।
- ☑ $DP = \frac{N}{PD}$
- ☑ $Add = \frac{1}{DP}$
- ☑ $Ded = \frac{1.157}{DP}$
- ☑ $C = \frac{0.157}{DP}$

- ☑ $WD = \frac{2 \times Add}{DP}$
- ☑ $FD = \frac{2.157}{DP} = Add + Ded$
- ☑ $b = \frac{DP}{8.5} - \frac{DP}{12.5}$
- ☑ $CP = \frac{PD \times \pi}{N} = \frac{\pi}{DP}$
- ☑ $N = DP \times PD$

মডিউল পদ্ধতি

- ☑ $OD = M \times (N + 2) = PD + 2M$
- ☑ $PD = M \times N = OD - 2M$
- ☑ $RD = PD - 2 \times Ded$
- ☑ $T = m \times 1.5708$
- ☑ $M = \frac{PD}{N}$
- ☑ $Add = M$
- ☑ $Ded = Add + C = 1.157M$
- ☑ $N = \frac{PD}{M}$
- ☑ $WD = 2M$
- ☑ $FD = 2.157M$
- ☑ $CP = \frac{M}{0.3183}$
- ☑ $C = 0.157M$

১২.৬ স্পার গিয়ার তৈরিতে দাঁত কাটার পদ্ধতি:

স্পার গিয়ার মিলিং মেশিনে ইনভলিউট গিয়ার কাটারের সাহায্যে কাটা হয়। এখানে মিলিং মেশিনে ইনভলিউট কাটারের সাহায্যে স্পার গিয়ার কী রূপে কাটা যায়, সে সম্বন্ধে আলোচনা করা হলো।

বিভিন্ন মাপের গিয়ার কাটার জন্য বিভিন্ন আকৃতিবিশিষ্ট কাটার ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি আলাদা আলাদা মাপের জন্য আলাদা আলাদা আকৃতিবিশিষ্ট গিয়ার কাটার ব্যবহার করা হয়। গিয়ার কাটার প্রস্তুতকারকেরা নিম্নের আট প্রকার ইনভলিউট কাটার তৈরি করেছেন–

ডিপি কাটারের ক্ষেত্রে

১ নম্বর কাটার	১৩৫ হতে	র‍্যাক	পর্যন্ত কাটার জন্য
২ নম্বর কাটার	৫৫ হতে	১৩৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৩ নম্বর কাটার	৩৫ হতে	৫৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৪ নম্বর কাটার	২৬ হতে	২৪ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৫ নম্বর কাটার	২১ হতে	২৫ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৬ নম্বর কাটার	১৭ হতে	২০ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৭ নম্বর কাটার	১৪ হতে	১৬ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য
৮ নম্বর কাটার	১২ হতে	১৩ দাঁত	পর্যন্ত কাটার জন্য

স্পার গিয়ার কাটার জন্য কাটার নির্বাচন করতে হলে প্রথমে দেখতে হবে, যে গিয়ারটি কাটতে হবে তার ডায়ামেট্রাল পিচ বা ডিপি কত। তারপর দেখতে হবে গিয়ারটিতে কতকগুলি দাঁত কাটতে হবে।

উদাহরণ-১ : একটি স্পার গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা 42 এবং পিচ ব্যাস 3.5 ইঞ্চি হলে পিচবৃত্তের পরিধি ও সার্কুলার পিচ এবং অন্যান্য অংশের মাপ কত হবে ?

সমাধান :

আমরা জানি, পিচবৃত্তের পরিধি $= \pi \times PD$

$= 3.1416 \times 3.5$ ইঞ্চি

$= 10.9956$ ইঞ্চি

$= 11$ ইঞ্চি (প্রায়)

সার্কুলার পিচ (Circular Pitch), $CP = \frac{PD \times \pi}{N}$

$= \frac{3.5 \times 3.146}{42}$

$= 0.2618$ ইঞ্চি।

ডায়ামেট্রাল পিচ (Diametral Pitch), $DP = \frac{N}{PD}$

$= \frac{42}{3.5} = 12$

দাঁতের সংখ্যা (Number of Teeth), $N = DP \times PD$

$= 3.5 \times 12 = 42$

বাইরের ব্যাস (Outside Diameter), $OD = \frac{N+2}{DP}$

$$= \frac{42+2}{12} = 3.67 \text{ ইঞ্চি (প্রায়)}$$

এডেন্ডাম (Addendum), $\text{Add} = \frac{1}{\text{DP}}$

$$= \frac{1}{12} = 0.0833 \text{ ইঞ্চি}$$

ডিডেন্ডাম (Dedendum), $\text{Ded} = \frac{1.157}{\text{DP}}$

$$= \frac{1.157}{12} = 0.0964 \text{ ইঞ্চি}$$

পূর্ণ গভীরতা (Full Depth), $\text{FD} = \frac{2.157}{\text{DP}}$

$$= \frac{2.157}{12} = 0.1797 \text{ ইঞ্চি}$$

ক্লিয়ারেন্স (Clearance), $\text{C} = \frac{0.157}{\text{DP}}$

$$= \frac{0.157}{12} = 0.013 \text{ ইঞ্চি}$$

রুট ব্যাস (Root Diameter), $\text{RD} = \text{PD} - 2\ \text{Ded}$

$$= 3.5 - 2 \times 0.0964$$

$$= 3.3072 \text{ ইঞ্চি}$$

দাঁতের পুরুত্ব (Thickness of Teeth), $\text{T} = \frac{\text{PD} \times \pi}{2\text{N}}$

$$= \frac{3.5 \times 3.1416}{2 \times 42}$$

$$= 0.1309$$

১২.৭ স্পার গিয়ার তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি

স্পার গিয়ার তৈরিতে নিম্নলিখিত সতর্কতামূলক ব্যবস্থার প্রতি লক্ষ রাখতে হবে–

- ☑ মিলিং মেশিনে কাজের সময় মাথা ঠান্ডা রাখতে হবে এবং ধীরস্থিরভাবে সকল কাজ করতে হবে।
- ☑ সঠিক পদ্ধতিতে মেশিন সেট করতে হবে।
- ☑ কাজের সময় নিরাপত্তামূলক অ্যাপ্রোন পরতে হবে।
- ☑ মেশিনের ইনডেক্স হেডে জবকে ভালোভাবে স্থাপন করতে হবে।
- ☑ সঠিকভাবে ইনডেক্সিং করতে হবে।
- ☑ মেশিনে জবের উপর প্রথম কাট সতর্কতার সাথে দিতে হবে।
- ☑ মাঝে মাঝে মেশিন-এর সুইচ অফ করে মাপ নিতে হবে।
- ☑ কাজ করার সময় কাটিং ফ্লুইড দিতে হবে।
- ☑ কাটা শেষ হলে, জবের মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ☑ কাজের সময় কোনো অসুবিধা হলে মেশিন বন্ধ করে শিক্ষককে জানাতে হবে।

প্রশ্নমালা-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্পার গিয়ার বলতে কী বোঝায় লেখ।
২. গিয়ারের আউট সাইড ডায়ামেটার বলতে কী বোঝায় লেখ।
৩. পিচ সার্কেল কাকে বলে ?
৪. এডেন্ডাম কাকে বলা হয় ?
৫. ডিডেন্ডাম কাকে বলা হয় ?
৬. ডায়ামেট্রাল পিচ বলতে কী বোঝায় ?
৭. গিয়ারের ওয়ার্কিং গভীরতা বলতে কী বোঝায়?
৮. সার্কুলার পিচ কাকে বলে ?
৯. রুট ব্যাস কী ?
১০. পূর্ণ গভীরতা বলতে কী বোঝ ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. স্পার গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।
২. স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশ চিত্র অঙ্কন করে দেখাও।
৩. স্পার গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্পার গিয়ার তৈরিতে দাঁত কাটার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
২. স্পার গিয়ার তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি উল্লেখ কর।
৩. স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

অধ্যায়-১৩

হেলিক্যাল গিয়ার (Helical Gear)

১৩.১ হেলিক্যাল গিয়ার পরিচিতি (Introduction to Helical Gear):

গিয়ার যখন খুব দ্রুত গতিতে ঘোরে তখন স্পার গিয়ার দ্বারা ভালো কাজ পাওয়া যায় না। পিচ লাইনে যে দাঁতগুলো পরস্পরকে স্পর্শ করে, তা সব সময় ভালোভাবে স্পর্শ করে না এবং একটি দাঁত যখন অপরটির সাথে যুক্ত হতে আরম্ভ করে এবং পরস্পরকে ছেড়ে দেয়, সেই সময় একটি দাঁত অপরটির গায়ে রগড়িয়ে যায়। এটাতে শব্দ, কম্পন এবং ঘর্ষণে ক্ষয় হয় ও ঠিকমতো সমহারে গতি সঞ্চারিত হয় না। স্পার গিয়ারের দাঁতগুলো অক্ষের সাথে কোণ করে অর্থাৎ হেলিক্যাল করে উপরিউক্ত অসুবিধাসমূহ দূর করা যায়। এই প্রকার গিয়ারই হেলিক্যাল গিয়ার নামে পরিচিত।

হেলিক্যাল গিয়ার হলো হেলানো দাঁতবিশিষ্ট এক প্রকার গোলাকার যন্ত্রাংশ, যার দাঁতগুলো গোলাকার আকৃতির গিয়ার বডির ঘূর্ণায়মান অক্ষের সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণে অবস্থান করে।

চিত্র-১৩.১ : হেলিক্যাল গিয়ার

১৩.২ হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা :

সুবিধা :

- স্পার গিয়ারের দাঁতগুলোর মতো একটি দাঁত অন্য দাঁতকে ধাক্কা দেয় না বলে হেলিক্যাল গিয়ার অত্যন্ত মসৃণভাবে কাজ করে।
- হেলিক্যাল গিয়ার-এর দাঁতগুলো অন্য দাঁতগুলোর উপর স্পর্শ করে পড়িয়ে চলে। এই গিয়ার চলার সময় এটার কয়েকটি দাঁত অন্য হেলিক্যাল গিয়ারের দাঁতের সাথে মিশে থাকে এবং চাপ ছড়িয়ে পড়ার ফলে স্পার গিয়ারের চেয়ে বেশি শক্তি সরবরাহ করা যায়।

অসুবিধা

- এই প্রকার গিয়ার-এর দাঁতসমূহ বেশি পরিমাণে স্পর্শ করে পড়িয়ে চলার ফলে চাপের সৃষ্টি হয়, ফলে ঘর্ষণজনিত তাপ সৃষ্টি হয়।
- এই গিয়ারের ক্ষয় বেশি হয় বিধায় কুলান্ট ব্যবহার করতে হয়।
- উৎপাদন খরচ বেশি হয়।

১.৩ বামহাতি ও ডানহাতি হেলিক্যাল গিয়ার সনাক্তকরণ :

চিত্র-১৩.২ : বামহাতি হেলিক্যাল গিয়ার

চিত্র-১৩.৩ : ডানহাতি হেলিক্যাল গিয়ার

১.৪ হেলিক্যাল গিয়ারের বিভিন্ন অংশ সনাক্তকরণ :

১.৫ নিচে হেলিক্যাল গিয়ারের বিভিন্ন অংশের নাম দেওয়া হলো–

- হেলিক্স কোণ
- হেলিক্স লিড
- পিচ ব্যাস
- দাঁতের সংখ্যা
- বাইরের ব্যাস
- রুট ব্যাস
- পূর্ণ গভীরতা
- অ্যাডেন্ডাম
- ডিডেন্ডাম

১.৬ হেলিক্যাল গিয়ারের বিবরণ:

স্পার গিয়ারের একটি দাঁত যখন অপরটির সাথে যুক্ত হতে আরম্ভ করে, তখন পরস্পরকে ছেড়ে দেওয়ার ফলে এবং স্পার গিয়ার তাড়াতাড়ি ঘোরার ফলে ভালো কাজ পাওয়া যায় না। তাছাড়া একটি দাঁত অপর দাঁতের সঙ্গে রগড়িয়ে যায়। তাতে শব্দ, কম্পন, ক্ষয় হওয়ার ফলে সঠিকভাবে সমহারে গতি সঞ্চারিত হয় না। কিন্তু হেলিক্যাল গিয়ারের সাহায্যে উপরে উল্লেখিত বাধাসমূহ দূর হয়। হেলিক্যাল গিয়ারের বিবরণ দিতে হলে, এর বাইরের ব্যাস, দাঁতের সংখ্যা, হেলিক্স কোণ, প্রস্থ, ধাতুর রকম এবং ডিপি বা মডিউল ইত্যাদি উল্লেখ করার প্রয়োজন হয়।

প্রশ্নমালা-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. হেলিক্যাল গিয়ার বলতে কী বোঝায় লেখ।
২. হেলিক্যাল গিয়ারের বিবরণ লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।
২. বামহাতি ও ডানহাতি হেলিক্যাল গিয়ার শনাক্ত কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. হেলিক্যাল গিয়ারের বিভিন্ন অংশ বিবৃত কর।

অধ্যায়-১৪
হেলিক্যাল গিয়ার তৈরি পদ্ধতি

১৪.১ গিয়ার রেশিও:

নিচে গিয়ার রেশিও সম্বন্ধে সম্যক ধারণা দেওয়া হলো–

যদি,

গিয়ারের পিচ ব্যাস = PD

পিনিয়নের পিচ ব্যাস = Pd

গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা = N

পিনিয়নের দাঁতের সংখ্যা = n

তাহলে, গিয়ারের পেরিফেরাল স্পিড = পিনিয়নের পেরিফেরাল স্পিড

বা, $\pi DN = \pi dn$

বা, $DN = dn$

বা, $\frac{N}{n} = \frac{d}{D}$

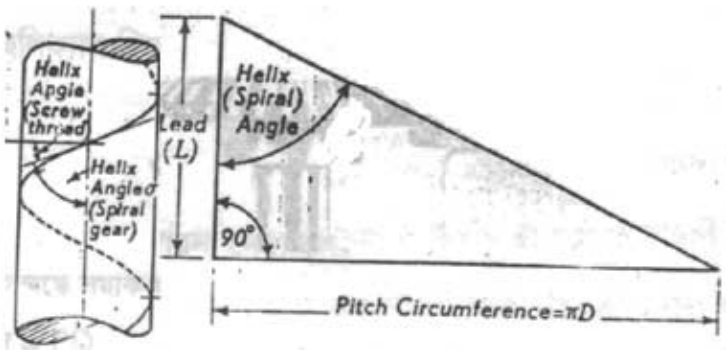
উপরের সমীকরণটির বাম দিকের অংশ হলো- গিয়ারের দাঁতের সাথে পিনিয়নের দাঁতের অনুপাত এবং এটিই হলো গিয়ার রেশিও অর্থাৎ গিয়ার রেশিও হলো গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা ভাগ পিনিয়নের দাঁতের সংখ্যা।

$$\therefore \text{Gear ratio} = \frac{\text{Number of teeth of Gear}}{\text{Number of teeth of Pinion}} = \frac{N}{n}$$

১৪.২ হেলিক্স লিড ও মেশিন লিড:

হেলিক্স লিড : এক আবর্তনে হেলিক্স এর অক্ষের সমান্তরালে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাই হেলিক্স লিড।

মেশিন লিড : মিলিং মেশিনে ওয়ার্ম গিয়ার বিশিষ্ট ডিভাইডিং হেড স্থাপন করে, একই সংখ্যক দাঁত বিশিষ্ট চেঞ্জ গিয়ার প্রয়োগ করে, জবকে সম্পূর্ণ এক পাক ঘুরালে, লিড স্ক্রু যতটুকু স্থান আগায়, ঐ আগানোর স্থানটুকুই মেশিন লিড।



চিত্র-১৫.১ : হেলিক্স ও মেশিন লিড

১৪.৩ হেলিক্যাল গিয়ার কাটার জন্য গিয়ার ট্রেইন নির্বাচন:

উদাহরণ– একটি হেলিক্যাল গিয়ারের লিড 12 ইঞ্চি হলে এবং মেশিন লিড 10 ইঞ্চি হলে গিয়ারিং কত হবে?

সমাধান : বিভিন্ন মেশিনে বিভিন্ন কোম্পানির বিভিন্ন সংখ্যক গিয়ার থাকে। গিয়ারিং করার পূর্বে অবশ্যই এই ব্যাপারে ভালো ধারণা থাকা দরকার। নিচে একটি কোম্পানির গিয়ারের সংখ্যা দেওয়া হলো–

24 (দুইটি), 28, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 86 ও 100।

এখানে দেওয়া আছে, মেশিন লিড = 10 ইঞ্চি এবং গিয়ারের লিড = 12 ইঞ্চি।

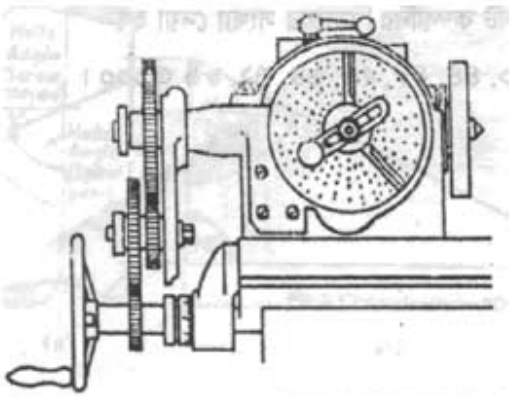
$$\therefore \text{Gearing} = \frac{\text{Machine Lead}}{\text{Gear Lead}} = \frac{10}{12} = \frac{10\times4}{12\times4} = \frac{40}{48} \text{ (সাধারণ গিয়ারিং)}$$

আবার যৌগিক গিয়ারিং দেখানো হলো–

$$\text{Compound Gearing} = \frac{\text{Machine Lead}}{\text{Gear Lead}} = \frac{10}{12} = \frac{5\times2}{4\times3}$$

$$= \frac{5\times8}{4\times8} \times \frac{2\times24}{3\times24}$$

$$= \frac{40}{32} \times \frac{48}{72}$$



চিত্র-১৫.২ : কম্পাউন্ড গিয়ারিং

অর্থাৎ এখানে কম্পাউন্ড গিয়ারিং-এর জন্য গিয়ার বেছে নিতে হবে–

৭২ দাঁতের গিয়ার (চালিত) ওয়ার্ম।
৪০ দাঁতের গিয়ার (চালক) ১ম স্টাডে।
৩২ দাঁতের গিয়ার (চালিত) ২য় স্টাডে।
৪৮ দাঁতের গিয়ার (চালক) স্ক্রুতে।

গিয়ারের চার্ট অনুযায়ী উপরে উল্লেখিত গিয়ারসমূহ পাওয়া যাবে।

১৪.৪ হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি :

☑ হেলিক্স কোণ θ হলে, $\text{Tan}\,\theta = \frac{PD \times \pi}{L}$

☑ হেলিক্স লিড, $L = \frac{PD \times \pi}{\text{Tan}\,\theta}$

☑ হেলিক্স লিড, $L = \cot\theta \times PD \times \pi$

☑ পিচ ব্যাস, $PD = \frac{\tan\theta \times L}{\pi}$

☑ পিচ ব্যাস, $PD = \frac{L}{\text{Cot}\,\theta \times \pi}$

☑ পিচ ব্যাস, $PD = \frac{N \times \text{Sec}\theta}{DP}$

☑ পিচ ব্যাস, $PD = \frac{N}{\text{Cos}\theta \times DP}$

☑ হেলিক্স কোণ θ হলে, $\text{Cot}\theta = \frac{L}{PD \times \pi}$

☑ ডায়ামেট্রাল পিচ, $DP = \frac{N \times \text{Sec}\theta}{PD}$

☑ ডায়ামেট্রাল পিচ, $DP = \frac{N}{\text{Cos}\theta \times PD}$

☑ ডায়ামেট্রাল পিচ, $DP = \frac{2}{OD - PD}$

☑ ডায়ামেট্রাল পিচ, $DP = \frac{N_g \times \text{Sec}\theta + N_p \times \text{Sec}\theta}{2CD}$

☑ দাঁতের সংখ্যা, $N = \frac{PD \times DP}{\text{Sec}\theta}$

☑ দাঁতের সংখ্যা, $N = PD \times DP\,\text{Cos}\theta$

☑ হেলিক্স কোণ, $\theta = \text{Sec}^{-1}\frac{PD \times DP}{N}$

☑ $\text{Cos}\theta = \frac{N}{DP \times PD}$

☑ পিয়ারের পিচ ব্যাস, $PD_g = \frac{2CD \times N_g}{N_g + N_p}$

☑ পিনিয়নের পিচ ব্যাস, $PD_p = \frac{2CD \times N_p}{N_g + N_p}$

☑ মনোনীত কাটারের দাঁত সংখ্যা $N' = \frac{N}{(\text{Cos}\theta)^3}$

☑ পিয়ারের কোণ, $\theta_g = \text{Cos}^{-1} \frac{N_g + N_p}{2DP \times CD}$

☑ প্রকৃত পিচ, $RP = NP \times \text{Sec}\theta$

১৪.৫ হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলির ব্যবহার :

উদাহরণ-১

একটি হেলিক্যাল গিয়ারের পিচ ব্যাস (PD) 3" এবং লিড 24" হলে হেলিক্স কোণ কত ?

হেলিক্স কোণ $\tan\theta = \frac{PC}{L}$

$= \frac{PD \times \pi}{L}$

$= \frac{3 \times 3.1416}{24}$

$= \frac{3.1416}{8}$

$= .3927$

$\therefore \theta = \tan^{-1} .3927 = 21°26'$

উদাহরণ-২

একটি হেলিক্স গিয়ারের কোণ 26° ডিগ্রি এবং পিচ ব্যাস (PD) 3.5" হলে লিড কত ?

লিড (L) $= \frac{PC}{\tan\theta}$

$= \frac{PD \times \pi}{\tan 26°}$

$= \frac{3.5 \times 3.1416}{.48773}$ $\quad \therefore \tan 26° = .48773$

$= \frac{10.9956}{.48773}$

$= 22.54"$

উদাহরণ-৩

একটি হেলিক্যাল গিয়ারের কোণ 26° ডিগ্রি এবং লিড 22.54'' হলে পিচ ব্যাস (PD) কত?

$$PD = \frac{\tan 26^\circ \times L}{\pi}$$

$$= \frac{.48773 \times 22.54''}{3.1416}$$

$$= \frac{10.9934}{3.1416}$$

$$= 3.4993$$

$$= 3.5''$$

১৪.৬ হেলিক্যাল গিয়ারের জন্য কাটার নম্বর নির্বাচন:

স্পার গিয়ারের কাটারের ছক অনুযায়ী হেলিক্যাল গিয়ারের দাঁত কাটার জন্য কাটার ব্যবহার সহজ নয়। প্রথমত হেলিক্যাল গিয়ারের কত দাঁত কাটতে স্পার গিয়ারের কত দাঁতের কাটার মনোনীত করতে হবে, তার হিসাব করতে হবে।

ধরা যাক, একটি হেলিক্যাল গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা 40 এবং হেলিক্স কোণ 20° হলে স্পার গিয়ারের ছকের অনুকূলে কাটার নির্বাচিত করতে হবে।

সমাধান

এখানে দেওয়া আছে,

হেলিক্যাল গিয়ার কাটার মনোনীত দাঁত সংখ্যা, $N = 40$

হেলিক্স কোণ, $\theta = 20^\circ$

স্পার গিয়ার কাটার মনোনীত দাঁত সংখ্যা, $N' =$ কত ?

আমরা জানি,

$$N' = \frac{N}{(\cos\theta)^3}$$

$$= \frac{40}{(\cos 20^\circ)^3}$$

$$= \frac{40}{(0.9397)^2}$$

$$= \frac{40}{0.8298}$$

= ৪৮.২০ = ৪৮ (প্রায়, পূর্ণসংখ্যায়)

তাহলে ৩ নং কাটার মনোনীত করা হলো।

১৪.৭ হেলিক্যাল গিয়ার তৈরির জন্য মেশিন সেটকরণ:

হেলিক্যাল গিয়ার ইউনিভার্সেল মিলিং মেশিনে তৈরি করা যায়। ইহাতে গিয়ার টুথ কাটার ব্যবহার করা হয়। টেবিলকে হেলিক্স অ্যাঙ্গেলে সেট করে ইনডেক্স হেডের ওয়ার্মকে টেবিলের ফিড স্ক্রু-এর সাথে চেঞ্জ গিয়ার দ্বারা সংযুক্ত করা হয়। ইহাতে ঘূর্ণন গতি ও লম্বালম্বি গতির জন্য গিয়ার ব্ল্যাংককে ঘুরন্ত কাটারের দিকে আগানো হয় এবং টেবিলের উল্লম্ব গতি দ্বারা কাটের গভীরতা দেয়া হয়। একটি দাঁত কাটার পর অন্য দাঁতের জন্য আবার ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে গিয়ার ব্ল্যাংককে ঘুরানো হয়। সকল দাঁত না কাটা পর্যন্ত এ পদ্ধতি চলতে থাকে।

১৪.৮ হেলিক্যাল গিয়ার তৈরির দাঁত কাটার পদ্ধতি:

ইউনিভার্সাল মিলিং মেশিনে হেলিক্যাল গিয়ার মেশিনিং করা যায়। এই পদ্ধতিতে ফর্ম মিলিং কাটার (গিয়ার টুথ কাটার) ব্যবহৃত হয়। হেলিক্যাল গিয়ার কাটতে একই সাথে ব্ল্যাংকের ঘূর্ণন এবং লম্বালম্বি গতির প্রয়োজন হয়। এই জন্য ইনডেক্স হেডের ওয়ার্মকে টেবিল ফিড স্ক্রুর সাথে চেঞ্জ গিয়ার দ্বারা সংযুক্ত করা হয়। এটা ছাড়া টেবিলকে হেলিক্স অ্যাঙ্গেলে সেট করা হয়। এই পদ্ধতিতে টেবিলের লম্বালম্বি গতি দ্বারা গিয়ার ব্ল্যাংককে ঘুরন্ত কাটারের দিকে আগানো হয় এবং টেবিলের উল্লম্ব গতি দ্বারা কাটের গভীরতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। একটি দাঁত কাটার পর পরবর্তী দাঁতের জন্য ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে ব্ল্যাংককে ঘুরানো হয় এবং সকল দাঁত কাটা না হওয়া পর্যন্ত এভাবে চলতে থাকে।

১৪.৯ হেলিক্যাল গিয়ার তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি:

- ⇨ গিয়ার কাটার সঠিক পদ্ধতি নির্বাচন করতে হবে।
- ⇨ ব্ল্যাংক ও কাটার শক্তভাবে বাঁধতে হবে।
- ⇨ সঠিক পদ্ধতিতে ইনডেক্সিং করতে হবে।
- ⇨ গিয়ার ব্ল্যাংককে নির্দিষ্ট গতিতে ঘুরাতে হবে।
- ⇨ মেশিন বন্ধ করে কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ⇨ একটি দাঁত কাটার পর সঠিক ইনডেক্সিং করে অপর দাঁতটি কাটতে হবে।
- ⇨ সমস্ত দাঁত কাটার পর ভালোভাবে মাপ পরীক্ষা করে মেশিন থেকে জবকে নামাতে হবে।
- ⇨ দাঁত কাটার সময় চেঞ্জ গিয়ার ট্রেইনের সংযোগ কোনো অবস্থায় বিচ্ছিন্ন করা যাবে না।

প্রশ্নমালা-১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গিয়ার রেশিও বলতে কী বোঝায় ?
২. হেলিক্স লিড বলতে কী বোঝায় ?
৩. মেশিন লিড বলতে কী বোঝায় ?
৪. হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রগুলোর ব্যবহার কেন প্রয়োজন হয় ?
৫. হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত কাটার নম্বর নির্বাচন করার সূত্রটি লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত ৫টি স্ট্যান্ডার্ড সূত্রগুলো লেখ।
২. হেলিক্যাল গিয়ার কাটার জন্য গিয়ার ট্রেইন নির্বাচন পদ্ধতি উল্লেখ কর।
৩. হেলিক্যাল গিয়ার তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি উল্লেখ কর।
৪. হেলিক্যাল গিয়ার কাটার জন্য মেশিন সেট পদ্ধতি উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. হেলিক্যাল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রগুলো লেখ।
২. হেলিক্যাল গিয়ার তৈরিতে দাঁত কাটার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১৫
বিভেল গিয়ারের গঠন

১৫.১ বিভেল গিয়ার :

যে সকল শ্যাফটের অক্ষকে বর্ধিত করলে একটি বিন্দুতে মিলিত হয়, তাদের বিভেল গিয়ার দ্বারা যুক্ত করা যায়। যদি কোনো বিভেল গিয়ার দ্বারা পরস্পরের মধ্যে কোনো কোণ উৎপন্ন করে তবে এরূপ শ্যাফটসমূহকে বিভেল গিয়ার দ্বারা যুক্ত করা হয়। যখন এক জোড়া বিভেল গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা সমান হয় এবং সমকোণে অবস্থিত শ্যাফটদ্বয়কে যুক্ত করে, তখন তাদের বিভেল গিয়ার বা মিটার গিয়ার বলা হয়।

চিত্র-১৫.১ : বিভেল গিয়ার

১৫.২ বিভেল গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা :

সুবিধা :

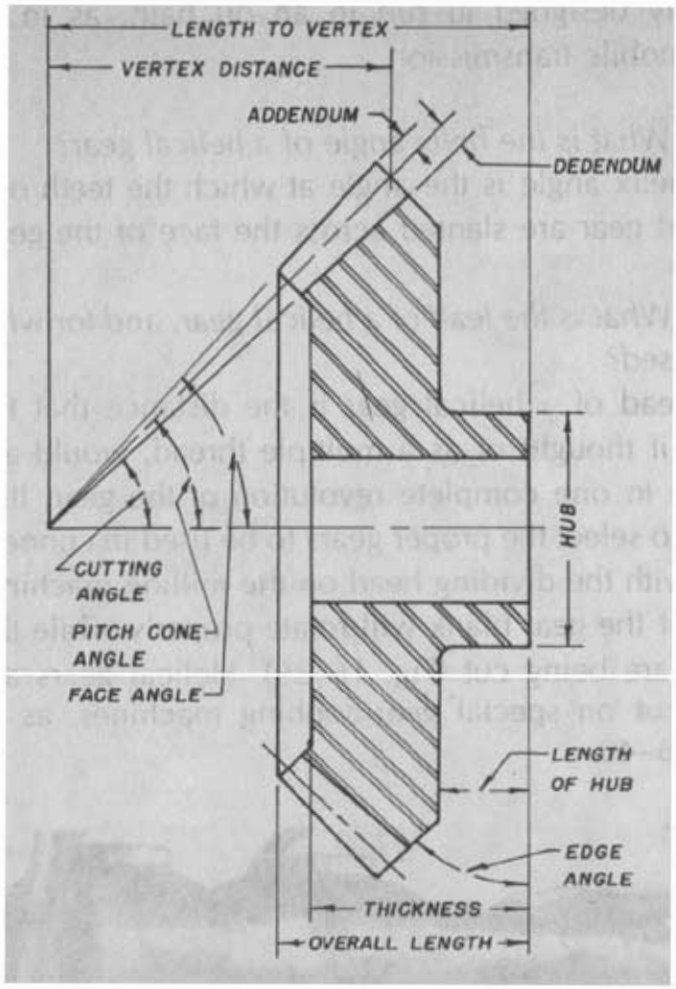
- ☑ বিভেল গিয়ারের সাহায্যে ৯০° কোণে যান্ত্রিক শক্তি স্থানান্তর করা যায়।
- ☑ অটোমোবাইলে প্রপেলার শ্যাফট হতে চাইলে এই গিয়ারের সাহায্যে শক্তি স্থানান্তর করা হয়।
- ☑ ফ্রিকশনাল লস অপেক্ষাকৃত কম।

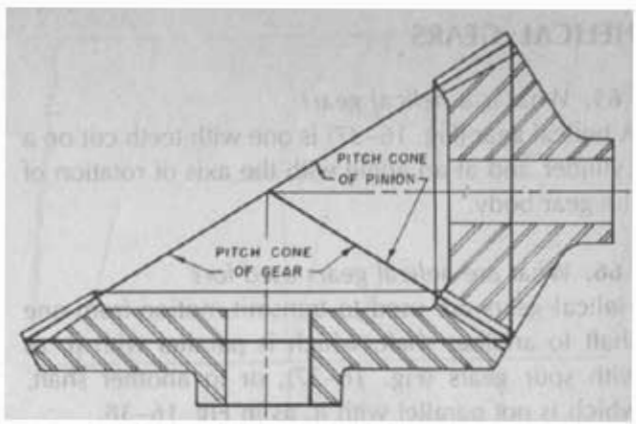
অসুবিধা :

- ¤ বিভেল গিয়ারের সাহায্যে সমান্তরালে শক্তি স্থানান্তর করা যায় না।
- ¤ ইহা তৈরি করতে কষ্টসাধ্য এবং ব্যয় বেশি।
- ¤ ইহা মিলিং মেশিনে কাটা খুব জটিল।

১৫.৩ বিভেল গিয়ারের বিভিন্ন অংশ সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া :

১) এডেন্ডাম -Add.
২) ডিডেন্ডাম- Ded.
৩) ফেস অ্যাঙ্গেল- Fa.
৪) ফ্রন্ট অ্যাঙ্গেল- Fra.
৫) আউটসাইড ডায়ামিটার- OD.
৬) পিচ সার্কেল- PC.
৭) রুট ডায়ামিটার- RD.
৮) রুট অ্যাঙ্গেল- RA.





চিত্র-১৫.২ : বিভেল গিয়ারের বিভিন্ন অংশ

১৫.৪ বিভেল গিয়ারের বিবরণ :

এডেন্ডাম অ্যাঙ্গেল
গিয়ারের অক্ষ দিয়ে গিয়েছে এরূপ কোনো তলের পিচ কোণ এবং ফেস কোণের মধ্যবর্তী কোণ।

ডিডেন্ডাম অ্যাঙ্গেল
গিয়ারের অক্ষ দিয়ে গিয়েছে এরূপ কোনো তলের পিচ কোণ ও রুট কোণের মধ্যবর্তী কোণ।

ফেস কোণ
যে কোণে গিয়ারের দাঁতের মাথাগুলো থাকে।

ফ্রন্ট অ্যাঙ্গেল
পিচ সার্কেলের তল দাঁতের ক্ষুদ্রতম প্রান্তের স্পর্শকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে ফ্রন্ট অ্যাঙ্গেল বলা হয়। এটা পিচ কোণের সমান।

আউটসাইড ডায়ামিটার
যে বৃত্তে গিয়ারের দাঁতের মাথাগুলো থাকে, তার ব্যাসকে আউটসাইড ডায়ামেটার বলা হয়।

পিচ সার্কেল
পিচ কোণকে অক্ষের সাথে লম্বতল ছেদ করলে যে বৃত্তের উৎপত্তি হয়, তাই পিচ সার্কেল।

রুট ডায়ামেটার
রুট সার্কেলের ব্যাসকে রুট ডায়ামিটার বলা হয়।

রুট অ্যাঙ্গেল
যে কোণে দাঁতের তলদেশগুলো থাকে।

প্রশ্নমালা-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. বিভেল গিয়ার বলতে কী বোঝায় ?
২. এডেন্ডাম অ্যাঙ্গেল কাকে বলে ?
৩. ডিডেন্ডাম অ্যাঙ্গেল কাকে বলে ?
৪. ফেস অ্যাঙ্গেল কাকে বলে ?
৫. রুট অ্যাঙ্গেল কাকে বলে ?
৬. ফ্রন্ট অ্যাঙ্গেল কাকে বলে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বিভেল গিয়ার ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
২. বিভেল গিয়ারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

অধ্যায়-১৬

বিভেল গিয়ার তৈরি পদ্ধতি

১৬.১ বিভেল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি:

গিয়ারের পিচ কোণ, $\theta = \text{Tan}^{-1}\frac{PD_g}{PD_p}$

পিনিয়নের পিচ কোণ, $\alpha = \text{Tan}^{-1}\frac{PD_p}{PD_g}$

গিয়ারের পিচ কোণ, $\theta = \text{Tan}^{-1}\frac{N_g}{N_p}$

পিনিয়নের পিচ কোণ, $\alpha = \text{Tan}^{-1}\frac{N_p}{N_g}$

পিচ ব্যাস $= \frac{PD_g}{\text{Sin}\,\theta}$

পিচ ব্যাসার্ধ $OA = \frac{\frac{১}{২}PDp}{\text{Cos}\alpha}$

পিচ ব্যাসার্ধ $OA = \frac{১}{২}PDp \times \text{Sec}\,\alpha$

পিচ ব্যাসার্ধ $OA = \sqrt{(\frac{১}{২}PDp)^2 + (\frac{১}{২}PDg)^2}$

এডেন্ডাম কোণ $\tan\lambda = \frac{Add}{OA}$

এডেন্ডাম কোণ $\text{Cot}\,\lambda = \frac{OA}{Add}$

ফেইস কোণ g = পিচ কোণ g + এডেন্ডাম কোণ।

ফেইস কোণ p = পিচ কোণ p + এডেন্ডাম কোণ।

ডিডেন্ডাম কোণ $\tan\mu = \frac{Ded}{\text{পিচ কোণ ব্যাসার্ধ}}$

ডিডেন্ডাম কোণ $\text{Cot}\ \mu = \frac{\text{পিচ কোণ ব্যাসার্ধ}}{\text{Ded}}$

মৌলিক কোণ g = পিচ কোণ g - ডিডেন্ডাম কোণ।

মৌলিক কোণ P = পিচ কোণ P - ডিডেন্ডাম কোণ।

পিচ কোণ g = মৌলিক কোণ g + ডিডেন্ডাম কোণ।

পিচ কোণ p = মৌলিক কোণ p + ডিডেন্ডাম কোণ।

ফেইস কোণ g = মৌলিক কোণ g + এডেন্ডাম কোণ

ফেইস কোণ p = মৌলিক কোণ p + এডেন্ডাম কোণ

পিচ কোণ g = ফেইস কোণ g - এডেন্ডাম কোণ।

পিচ কোণ P = ফেইস কোণ p - এডেন্ডাম কোণ।

অ্যাঙ্গুলার এডেন্ডাম = এডেন্ডাম Cos পিচ কোণ।

বৃহত্তম ব্যাস OD = PD + 2A Cosθ.

$$N' = \frac{N}{\text{Cos পিচ কোণ}}$$

১৬.২ বিভেল গিয়ার তৈরি করার জন্য কাটার নম্বর নির্বাচন :

একটি বিভেল গিয়ারের 16টি দাঁত আছে এবং পিচ কোণ 16 ° 26′ হলে কাটার মনোনীত কর।

সমাধান

এখানে দেওয়া আছে,

বিভেল গিয়ারের মনোনীত দাঁত সংখ্যা, N = 16

পিচ কোণ, θ = 16 ° 26′

বিভেল গিয়ার কাটারের মনোনীত দাঁত সংখ্যা, N′ = কত ?

আমরা জানি,

$$N' = \frac{N}{\text{Cos}\theta}$$

$$= \frac{16}{\text{Cos } 16°26'}$$

$$= \frac{16}{0.95915}$$

= 16.68 = 17 (প্রায়, পূর্ণসংখ্যায়)

এখানে কাটার নম্বর মডিউল পদ্ধতিতে 3 এবং ডিপি পদ্ধতিতে 6 নিতে হবে।

১৬.৩ বিভেল গিয়ার তৈরির জন্য মেশিন সেটআপ:

১) নাট দ্বারা টাইট এবং স্পিন্ডলের ছিদ্রে ঢুকাবার আগে আরবারকে ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে।
২) যথা সম্ভব কলামের নিকবর্তী স্থানে কাটার সেট করতে হবে।
৩) কাটিং অ্যাঙ্গেলের মান নির্ণয় করে সেটিং করতে হবে।
৪) ডিভাইডিং হেড-
- অ্যালাইমেন্ট পিন অপসারণ করতে হবে।
- ক্ল্যাম্পিং বোল্ট ঢিলা দিয়ে অপসারণ করতে হবে।
- ওয়ার্ম ও বিভেল গিয়ার সহ X চিহ্নিত অংশটি অপসারণ করতে হবে।
- ডিভাইডিং হেডের স্পিন্ডলকে রুট/কাটিং অ্যাঙ্গেলে সেট করতে হবে।
- সুইভেল ব্লকের ক্ল্যাম্পিং বোল্টগুলো আটকাতে হবে।

৫) গিয়ার ব্ল্যাংককে ম্যান্ডেলে দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে।
৬) যথা সম্ভব চাকের নিকটবর্তী করে গিয়ার বাঁধতে হবে।
৭) মেশিন টেবিল ও ইনডেক্সিং সেট করতে হবে।

১৬.৪ বিভেল গিয়ার তৈরিতে দাঁত কাটার পদ্ধতি:

⇨ গিয়ারের দাঁতগুলিকে মার্কিং কালার দ্বারা প্রলেপ দিতে হবে।

⇨ গিয়ারের দাঁতের প্রত্যেক পার্শ্ব হতে কী পরিমাণ ধাতু কাটতে হবে তা নির্ণয় করতে হবে।

⇨ মেশিনের কীড হাতলকে ঘুরায়ে গিয়ারকে কাটার হতে দূরে সরাতে হবে।

⇨ টেবিল আড়াআড়ি চলাচলের বন্ধন মুক্ত করতে হবে।

⇨ ইনডেক্স ক্র্যাংক পিন যে গর্তে আছে, তা চিহ্নিত করতে হবে।

⇨ টেবিলকে লম্বালম্বি চলাচল করাও, ইনডেক্স ক্র্যাংক পিনকে ছিদ্র হতে টেনে তোল এবং ঘুরন্ত কাটার, গিয়ারের দাঁতের পার্শ্বে স্পর্শ না করা পর্যন্ত আস্তে আস্তে আগাতে থাক।

⇨ ক্র্যাংক পিনকে প্রয়োজনীয় ছিদ্র পরিমাণ করে ঘুরিয়ে পরীক্ষামূলক কাট দাও।

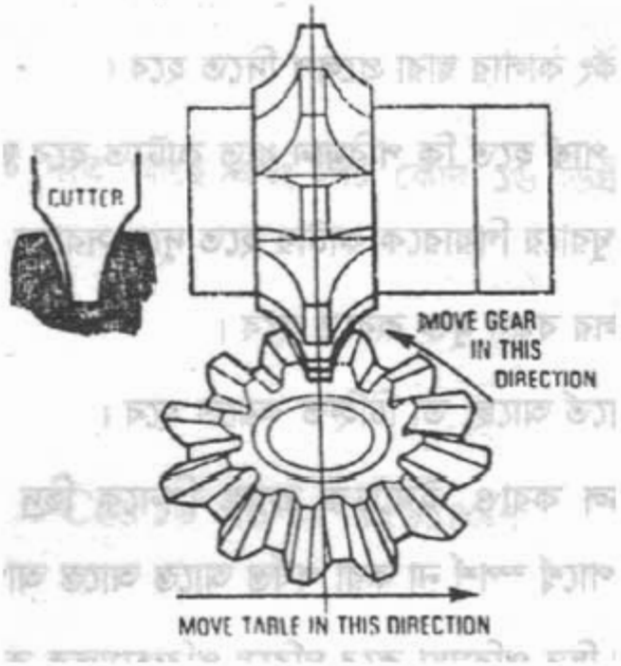
⇨ গিয়ারের দাঁতের পুরুত্ব পরীক্ষা কর।

⇨ কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর।

- ⇨ প্রথম টুথ স্পেস কেটে টেবিলকে আদি অবস্থানে আনতে হবে।
- ⇨ কাটের গভীরতা পরীক্ষা করে কাটের গভীরতা সমন্বয় করতে হবে।
- ⇨ বারবার ইনডেক্সিং করে দাঁত কাটা সম্পন্ন করতে হবে।
- ⇨ মেশিন থামিয়ে গিয়ারকে অপসারণ করতে হবে।

১৬.৫ রোলিং এন্ড অফসেটিং পদ্ধতি:

মিলিং মেশিনে ফর্ম টুল দ্বারা বিভেল গিয়ার কাটা হলে দাঁতগুলো সঠিক আকৃতির হয় না বিধায় যার সাহায্যে বিভেল গিয়ারের দাঁত সংশোধন করা যায়, তাই রোলিং এন্ড অফসেটিং পদ্ধতি। ইহাতে প্রথমেই টেবিলের অফসেটের পরিমাণ হিসাব করে নেওয়া হয়। যেমন–



চিত্র-১৬.১ : রোলিং এন্ড অফসেটিং

এখানে টেবিলের অফসেট = $\frac{1}{6}$ × বড় প্রান্তের দাঁতের পুরুত্ব − $\frac{1}{7}$ × বড় প্রান্তের দাঁতের পুরুত্ব

$= \left(\frac{1}{6} \times 1.57 \times m - \frac{1}{7} \times 1.57 \times m\right)$ মি মি

$= \left(\frac{1}{6} \times 1.57 \times 3 - \frac{1}{7} \times 1.57 \times 3\right)$ মি মি (মডিউল= 3 ধরে)

$= 0.785 - 0.673 = 0.112$ মি মি

উপরোক্ত হিসাবে টেবিল অফসেট করলে সঠিক বিভেল গিয়ারের দাঁত কাটা যায়।

১৬.৬ বিভেল গিয়ার তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি :

- ☑ বিভেল গিয়ার কাটতে সঠিক পদ্ধতি নির্বাচন করতে হবে।
- ☑ সঠিকভাবে ইনডেক্সিং করে গিয়ার ব্ল্যাংককে নির্দিষ্ট গতিতে ঘুরাতে হবে।
- ☑ ক্র্যাংক পিনকে একটি ছিদ্র করে ঘুরিয়ে পরীক্ষামূলক কাট দিতে হবে।
- ☑ কাজের সময় মাপ পরীক্ষা করতে মেশিন বন্ধ করে নিতে হবে।
- ☑ গিয়ারের একটি দাঁত ব্ল্যাংক ও মেশিন আরবারে কাটার শক্ত করে বাঁধতে হবে।
- ☑ গিয়ারের একটি দাঁত কাটার পর আবার ইনডেক্সিং করে দাঁত কাটতে হবে।
- ☑ প্রয়োজনে গিয়ারের দাঁতের পুরুত্ব পরীক্ষা করে প্রয়োজনে কাটের সমন্বয় করতে হবে।
- ☑ প্রথমে দাঁতের এক পার্শ্ব কাটতে হবে।
- ☑ দাঁতের অপর পার্শ্বগুলি কাটার জন্য টেবিলকে সেন্টার লাইন থেকে কলামের বিপরীত দিকে ০.৬৭ - ০.৭৮ মি.মি. অফসেট করা হয়।
- ☑ গিয়ারের সব দাঁত কাটা শেষ হওয়ার পর ছোট প্রান্তে দাঁতের বক্রতল সঠিক আকৃতির হয় না বিধায় অতি যত্নসহকারে ফাইলিং করে ছোট প্রান্তের দাঁতগুলোর বক্রতল সঠিক করতে হয়।

প্রশ্নমালা-১৬

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

১. বিভেল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলির ৫ টি সূত্র লেখ।
২. বিভেল গিয়ার সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলির ব্যবহার লেখ।
৩. বিভেল গিয়ার তৈরিতে দাঁত কাটার পদ্ধতি সংক্ষেপে উল্লেখ কর।
৪. রোলিং এন্ড অফসেটিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৫. বিভেল গিয়ার তৈরিতে মেশিন সেটআপ প্রক্রিয়া উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

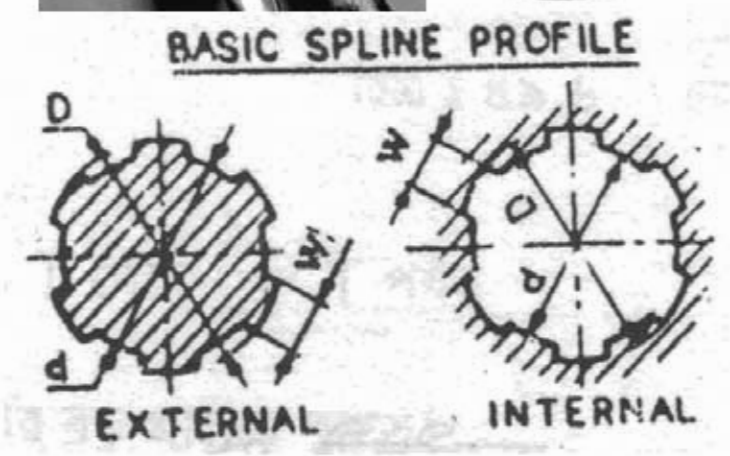
১. বিভেল গিয়ার তৈরির জন্য কাটার নির্বাচন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
২. বিভেল গিয়ার তৈরিতে সতর্কতামূলক ব্যবস্থা বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১৭

স্প্লাইন (Spline)

১৭.১ স্প্লাইন (Spline):

কোনো সমতল শ্যাফটের উপর স্লট কাটলে ঐ স্লটগুলোকে স্প্লাইন বলে। এটা আবার বাইরের এবং ভিতরের ও স্প্লাইন হতে পারে। সম আকারের স্প্লাইন দিয়ে শক্তি স্থানান্তরিত করা হয়।



চিত্র-১৭.১ : এক্সটারনাল ও ইন্টারনাল স্প্লাইন

১৭.২ স্প্লাইন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা :

সাধারণত মেশিনের ভিতরে শক্তি সঞ্চালন করার জন্য এই স্প্লাইন ব্যবহার করা হয়, কারণ তা সহজে খোলা এবং লাগানো যায়। প্রয়োজনে সম্পূর্ণ অংশ খুলে মেরামত করে পুনরায় লাগানো বা নতুন স্প্লাইন সহজে ফিটিং করা যায়। যেমন– গাড়ির গিয়ার এবং ক্লাচপ্লেটের সংযোগ ইত্যাদি।

১৭.৩ স্প্লাইন সংক্রান্ত স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি :

ধরা যাক,

স্প্লাইনের প্রয়োজনীয় দাঁত সংখ্যা, $N = 97$

স্প্লাইনের নির্বাচিত দাঁত সংখ্যা, $N' = 90$

$$\text{Gear Ratio} = \frac{\text{Driver Gear}}{\text{Driven Gear}} = \frac{\text{Spindle Gear}}{\text{Worm Gear}}$$

$$= (N - N') \times \frac{40}{N}$$

$$= (97 - 90) \times \frac{40}{90}$$

$$= 7 \times \frac{4}{9}$$

$$= \frac{7 \times 4}{3 \times 3}$$

$$= \frac{7 \times 8}{3 \times 8} \times \frac{4 \times 16}{3 \times 16}$$

$$= \frac{56}{24} \times \frac{64}{48}$$

প্রকৃত দাঁতের সংখ্যা যদি অনুমিত দাঁতের সংখ্যার বেশি হয়, তাহলে সিম্পল গিয়ারিং-এ ২টি আইডল গিয়ার ও কম্পাউন্ড গিয়ারিং-এ ১টি আইডল গিয়ার প্রয়োজন হয়। কিন্তু যদি প্রকৃত দাঁতের সংখ্যা অনুমিত দাঁতের সংখ্যার কম হয়, তাহলে সিম্পল গিয়ারিং-এ ১টি আইডল গিয়ার এবং কম্পাউন্ড গিয়ারিং-এ কোনো আইডল গিয়ারের প্রয়োজন হয় না।

১৭.৪ রোলিং এন্ড অফসেটিং পদ্ধতি :

এই অফসেটিং পদ্ধতি বিভেল গিয়ারের অনুরূপ। তাই অফসেটিং পদ্ধতি সম্পর্কে সম্যক ধারণা থাকা আবশ্যক। এই অফসেটিং পদ্ধতি অনুসরণ করলে স্প্লাইনের দাঁত সঠিকভাবে কাটা সম্ভব হবে।

এ ক্ষেত্রে, অফসেট = $\frac{1}{6}$ × বড় প্রান্তের দাঁতের পুরুত্ব − $\frac{1}{7}$ × বড় প্রান্তের দাঁতের পুরুত্ব

$= (\frac{1}{6} \times 4.7 - \frac{1}{7} \times 4.7)$ মি মি

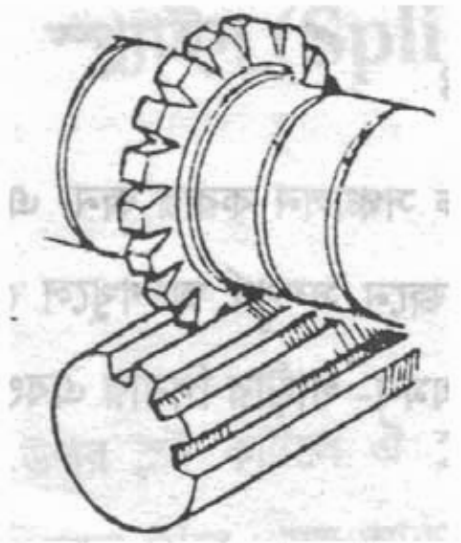
$= 0.10$ মি মি

উপরোক্ত হিসাব অনুযায়ী টেবিল অফসেট করলে সঠিক মাপের স্প্লাইনের দাঁত কাটা যায়।

১৭.৫ স্প্লাইন তৈরির পদ্ধতি :

১) কাটার হতে শ্যাফটকে দূরে সরাতে হবে।
২) ভার্টিক্যাল ফিড-স্ক্রু-কলার শূন্যতে সেট করতে হবে।
৩) প্রয়োজনীয় কাটের গভীরতায় টেবিল উঁচু করতে হবে।
৪) ঘূরন্ত কাটারের দিকে শ্যাফটকে অগ্রসর করাতে হবে।
৫) ইনডেক্সিং পরীক্ষা করতে প্রত্যেক স্প্লাইনের জন্য খাঁজ কাটতে হবে।
৬) কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করতে হবে।
৭) প্রথম স্প্লাইন কাটতে হবে।
৮) মেশিন টেবিলকে পূর্বের অবস্থানে ফিরিয়ে আনতে হবে।
৯) মেশিন থামিয়ে কাটের গভীরতা পরীক্ষা করতে হবে।

১০) প্রয়োজনে কাটের গভীরতা সমন্বয় করতে হবে।
১১) টেবিলের খাড়া চলাচল বন্ধ করতে হবে।
১২) ইনডেক্সিং করে সমস্ত স্প্লাইন কাটতে হবে।
১৩) কাট শেষে মেশিন থামিয়ে স্প্লাইন শ্যাফট অপসারণ করতে হবে।



চিত্র-১৭.২ : স্প্লাইন কাটার পদ্ধতি

১৭.৬ স্প্লাইন তৈরিতে মেশিন সেটআপ :

- ☑ মিলিং মেশিনের টেবিলে ডিভাইডিং হেড ও সেন্টারকে সঠিক পদ্ধতিতে বাঁধতে হবে।
- ☑ স্প্লাইন-এর ধরন ও মাপ অনুসারে কাটার নির্বাচন করতে হবে।
- ☑ কাটারের ছিদ্র অনুযায়ী আরবার বেছে নিতে হবে।
- ☑ মেশিনের স্পিন্ডলের ছিদ্রে আরবার ঢুকিয়ে দেখতে হবে যে, এটা ড্রাইভিং কি-ওয়েতে সেট করে পূর্ণভাবে নাট আটকাতে হবে।
- ☑ কাটারকে সেট করার জন্য আরবার হতে প্রয়োজনীয় সংখ্যক কলার বের করে যথাসম্ভব কলাম ফেইসের নিকটবর্তী স্থানে সেট করতে হবে।
- ☑ আরবার সাপোর্ট সেট করে প্রথমে লক নাট হাতে আটকিয়ে রেঞ্চের সাহায্যে পূর্ণ টাইট দিতে হবে।
- ☑ চাক কি-এর সাহায্যে জবকে দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে। কাটারের সাথে ট্রাই স্কয়ার ধরে শ্যাফটের পার্শ্ব মিলিয়ে টেবিল নিচু করে ট্রাইস্কয়ার সরাতে হবে।
- ☑ মেশিন টেবিলকে কলামের দিকে $\frac{1}{2}$ (OD + T) দূরত্ব আগাতে হবে। এখানে OD = শ্যাফটের ব্যাস এবং T = মিলিং কাটারের থিকনেস।
- ☑ মেশিন টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল বন্ধ করতে হবে।
- ☑ চার্ট থেকে কাটিং ডাটা নির্বাচন করে মেশিনে কাটিং স্পিড সেট করতে হবে।

১৭.৭ স্প্লাইন তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি :

- সঠিক স্প্লাইন কাটিং পদ্ধতি নির্বাচন করতে হবে।
- ব্ল্যাংক ও কাটার শক্তভাবে বাঁধতে হবে।
- সঠিক পদ্ধতিতে ইনডেক্সিং করতে হবে।
- গিয়ার ব্ল্যাংককে নির্দিষ্ট গতিতে ঘুরাতে হবে।
- মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- টেবিলের খাড়া গতি দিয়ে জবের সঠিক গভীরতা নিশ্চিত করতে হবে।
- একটি দাঁত কাটার পর সঠিক ইনডেক্সিং করে অপর দাঁতটি কাটতে হবে।
- সমস্ত দাঁত কাটার পর মেশিন বন্ধ করে পরীক্ষা করে জব খুলতে হবে।

প্রশ্নমালা-১৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্প্লাইন বলতে কী বোঝায়?
২. স্প্লাইন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
৩. স্প্লাইন প্রধানত কত প্রকার ও কি কি ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্প্লাইন ব্যবহারের স্ট্যান্ডার্ড সূত্রাবলি বিবৃত কর।
২. রোলিং এন্ড অফসেটিং পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্প্লাইন তৈরি পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২. স্প্লাইন তৈরিতে মেশিন সেটআপ উল্লেখ কর।
৩. স্প্লাইন তৈরিতে সতর্কতার বিষয়াদি আলোচনা কর।

অধ্যায়-১৮

গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)

১৮.১ বিভিন্ন স্ট্যান্ডার্ড আকৃতির গ্রাইন্ডিং হুইল সনাক্তকরণ :

গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহারিক প্রয়োজনে বহু আকৃতিতে পাওয়া যায়। অনেক দেশে গ্রাইন্ডিং হুইলের বহুল ব্যবহৃত নয়টি আকৃতি 'স্ট্যান্ডার্ড আকৃতি' হিসাবে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। গ্রাইন্ডিং হুইল সাধারণত 'টাইপ নম্বর' দ্বারা শনাক্ত করা হয়ে থাকে। নিম্নে চিত্রসহ বিভিন্ন টাইপের গ্রাইন্ডিং হুইলের নাম উল্লেখ করা হলো–

- **স্ট্রেইট বা প্লেইন গ্রাইন্ডিং হুইল (Straight or Plain Grinding wheel) :**

  টাইপ নং-১

চিত্র-১৮.১ : স্ট্রেইট বা প্লেইন গ্রাইন্ডিং হুইল।

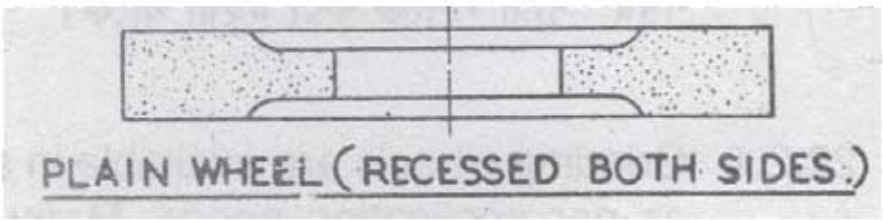
- **সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং হুইল (Cylindrical Grinding wheel) :**

চিত্র-১৮.২ : সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং হুইল।

- **স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল, এক পার্শ্বে রিসেস বিশিষ্ট (Straight or Plain Grinding wheel with recess on one side) :**

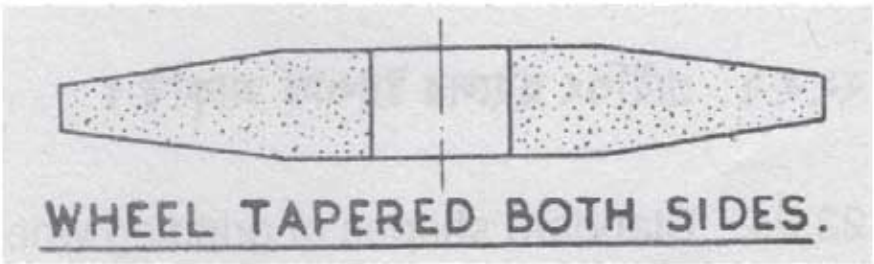
চিত্র-১৮.৩ : স্ট্রেইট বা প্লেইন গ্রাইন্ডিং হুইল (এক পার্শ্বে রিসেস বিশিষ্ট)।

- **স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল, উভয় পার্শ্বে রিসেস বিশিষ্ট (Straight or Plain Grinding wheel with recess on both side) :**



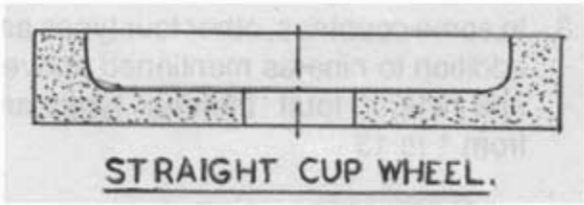
চিত্র-১৮.৪ : স্ট্রেইট বা প্লেইন গ্রাইন্ডিং হুইল (উভয় পার্শ্বে রিসেস বিশিষ্ট)।

- **উভয় পার্শ্বে টেপার বিশিষ্ট হুইল (Both Side Tapered Grinding Wheel) :**



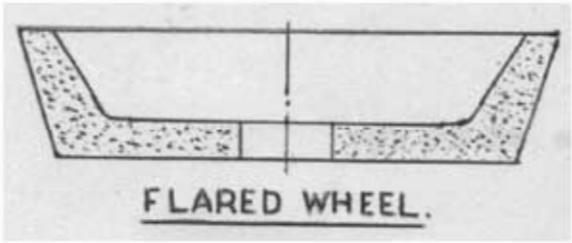
চিত্র-১৮.৫ : উভয় পার্শ্বে টেপার বিশিষ্ট হুইল।

○ স্ট্রেইট কাপ গ্রাইন্ডিং হুইল (Straight Cup Grinding Wheel) :



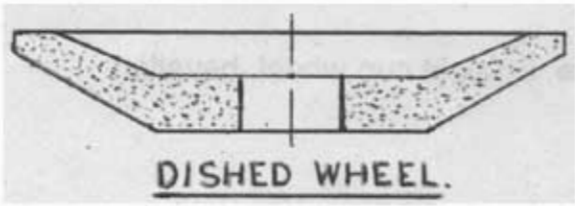
চিত্র-১৮.৬ : স্ট্রেইট কাপ গ্রাইন্ডিং হুইল।

○ ফ্লেয়ারিং কাপ গ্রাইন্ডিং হুইল (Flaring Cup Grinding Wheel) :



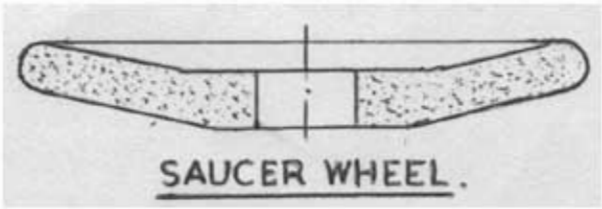
চিত্র-১৮.৭ : ফ্লেয়ারিং কাপ গ্রাইন্ডিং হুইল।

○ ডিশ গ্রাইন্ডিং হুইল (Dish Grinding Wheel) :



চিত্র-১৮.৮ : ডিশ গ্রাইন্ডিং হুইল।

○ সসার গ্রাইন্ডিং হুইল (Saucer Grinding Wheel) :



চিত্র-১৮.৯ : সসার গ্রাইন্ডিং হুইল।

১৮.২ বিভিন্ন স্ট্যান্ডার্ড আকৃতির গ্রাইন্ডিং হুইলের প্রয়োগক্ষেত্র :

স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইলের ব্যবহার–

- এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং
- এক্সটারনাল সেন্টারলেস গ্রাইন্ডিং
- ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং
- টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং
- সারফেস গ্রাইন্ডিং
- অহফ্যান্ড গ্রাইন্ডিং

সিলিন্ডার হুইলের ব্যবহার :

- সারফেস গ্রাইন্ডিং, হরাইজন্টাল ও ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল গ্রাইন্ডার উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল, এক পার্শ্বে রিসেসবিশিষ্ট-এর ব্যবহার :

- এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল (সেন্টার টাইপ) গ্রাইন্ডিং।
- এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল সেন্টার গ্রাইন্ডিং।
- ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং।
- সারফেস গ্রাইন্ডিং।

স্ট্রেইট বা প্লেইন হুইল (উভয় পার্শ্বে রিসেসবিশিষ্ট)-এর ব্যবহার :

- এক্সটারনাল সিলিন্ডিক্যাল (সেন্টার টাইপ) গ্রাইন্ডিং।
- এক্সটারনাল সিলিন্ডিক্যাল সেন্টারলেস গ্রাইন্ডিং।
- সারফেস গ্রাইন্ডিং

উভয় পার্শ্বে টেপারবিশিষ্ট হুইলের ব্যবহার :

- স্ল্যাগিং অপারেশন।

স্ট্রেইট কাপ হুইলের ব্যবহার :

- টুল ও কাটার গ্রাইন্ডিং।
- সারফেস গ্রাইন্ডিং, ভার্টিক্যাল ও হরাইজন্টাল স্পিন্ডল মেশিন উভয় ক্ষেত্রে।

ফ্লেয়ারিং কাপ হুইলের ব্যবহার :

- মিলিং কাটার ও রিমার শার্পেনিং।
- কখনও কখনও স্ল্যাগিং অপারেশনের কাজে ব্যবহৃত হয়।

ডিস হুইলের ব্যবহার :

- টুল ও কাটার গ্রাইন্ডিং, ইহার পাতলা প্রান্ত সরু গ্রাইন্ডিং করা সম্ভব করে।

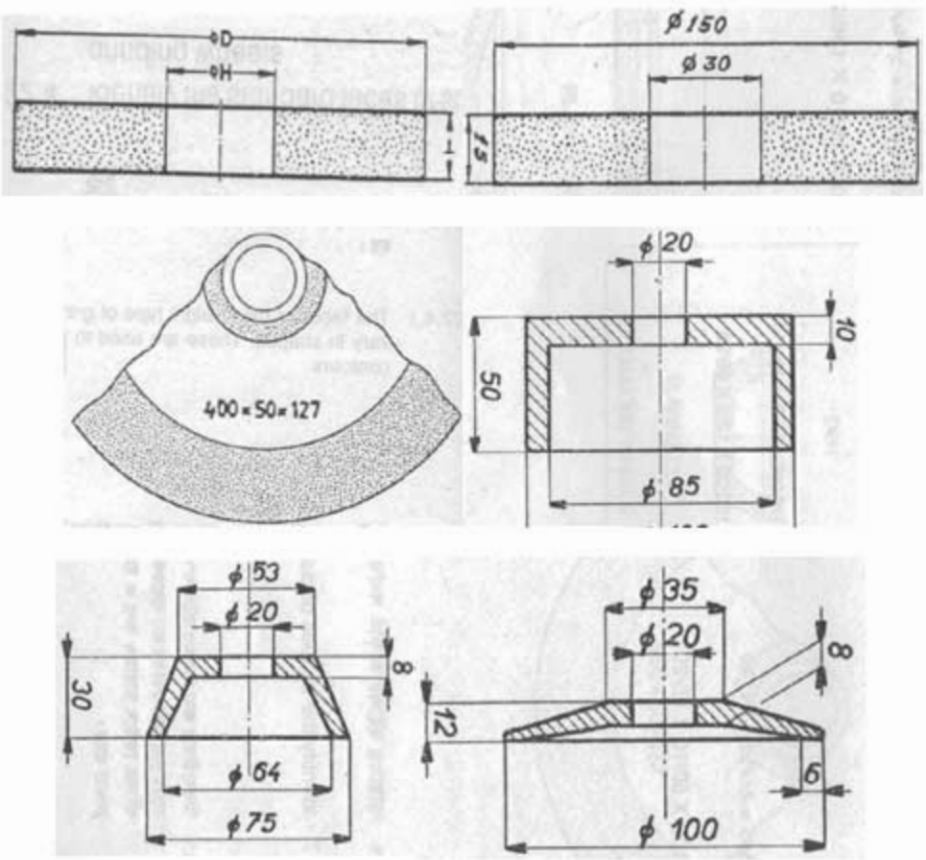
সচরাচর হুইলের ব্যবহার :

- 'স' গামিং
- মিলিং কাটারের দাঁত গ্রাশিং

১৮.৩ গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার উল্লেখের পদ্ধতি:

গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার তিনটি প্রধান পরিমাপ দ্বারা উল্লেখ করা হয়ে থাকে। যথা–

১) বাহ্যিক ব্যাস।
২) পুরুত্ব বা প্রস্থ।
৩) বোর ব্যাস।
৪) হুইলের আকার 'বাহ্যিক ব্যাস × পুরুত্ব বা প্রস্থ × বোর ব্যাস' বিন্যাসে উল্লেখিত থাকে।
৫) হুইলের কোনো পরিমাপ মাত্রার একাধিক পরিমাপ থাকলে ইহা '/' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন– ১০০ × ৫০/১০ × ৮৫/২০।



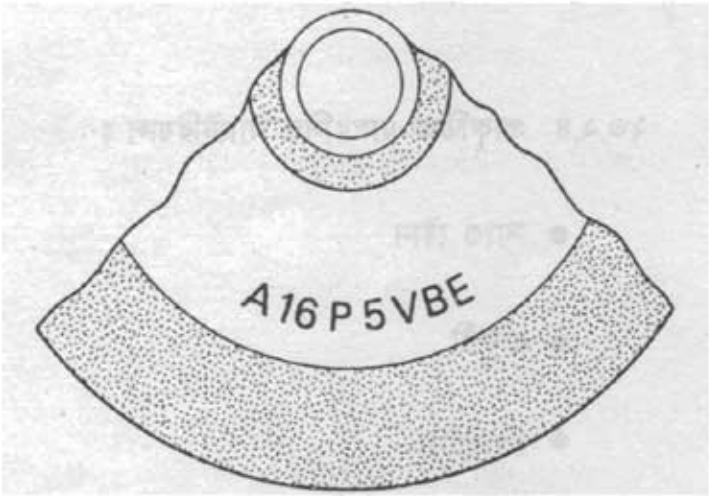
চিত্র-১৮.১০ : গ্রাইন্ডিং হুইল-এর আকার উল্লেখের পদ্ধতি।

১৮.৪ গ্রাইন্ডিং হুইলের স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং :

যে কোনো গ্রাইন্ডিং হুইলের গঠন বিন্যাস ও বৈশিষ্ট্য পাঁচটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় দ্বারা নির্ধারিত হয়ে থাকে। যেমন–

- অ্যাব্রাসিভ ম্যাটারিয়াল
- গ্রেইনের আকার
- গ্রেড
- স্ট্রাকচার
- বন্ডিং ম্যাটারিয়াল

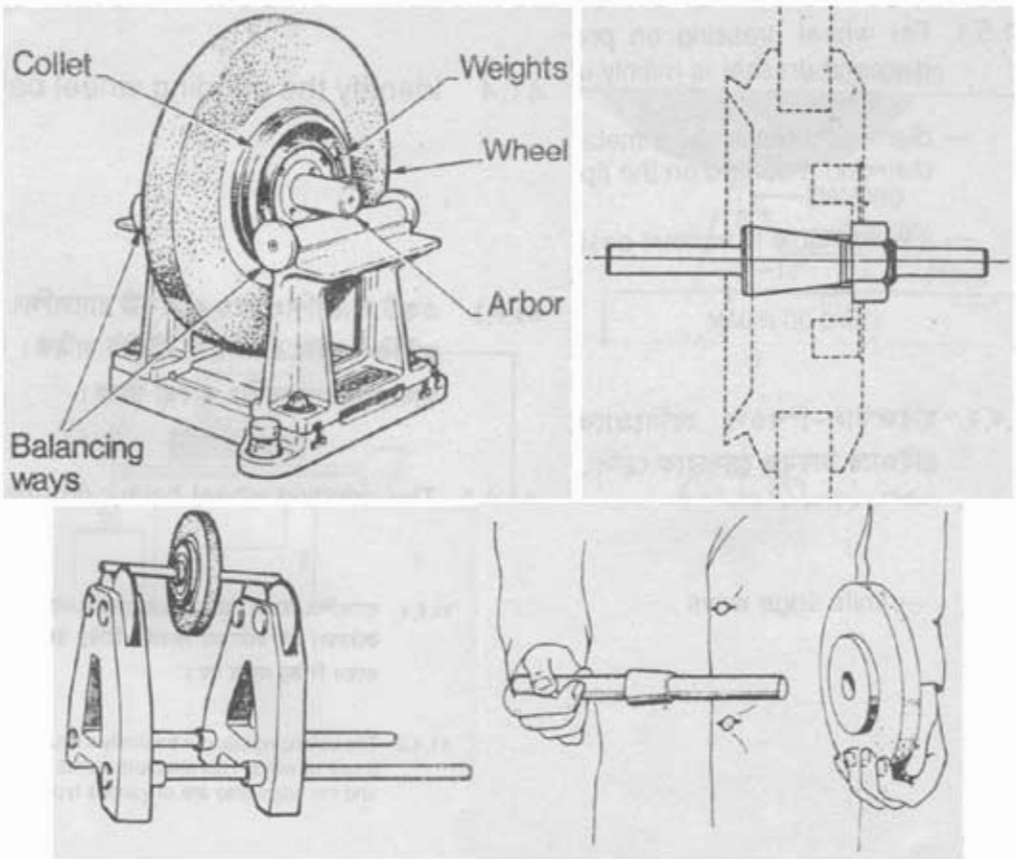
অ্যাব্রাসিভ ম্যাটারিয়াল, গ্রেইন সাইজ, গ্রেড,স্ট্রাকচার ও বন্ডিং ম্যাটারিয়াল– এই পাঁচটি বিষয় দ্বারা হুইলের বিবরণ একত্রে উল্লেখিত থাকে এবং একেই হুইল মার্কিং বলা হয়। এক সময়ে প্রত্যেক গ্রাইন্ডিং হুইল নির্মাতা নিজস্ব মার্কিং পদ্ধতি ব্যবহার করতেন। বর্তমানে বিভিন্ন সংস্থা একটি স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং পদ্ধতি প্রতিষ্ঠিত করেছেন। ইহাই গ্রাইন্ডিং হুইলের স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং নামে পরিচিত। গ্রাইন্ডিং হুইলের প্রতিটি বৈশিষ্ট্যের প্রতীক সংখ্যা বা অক্ষর একত্রে স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং হিসাবে হুইল রুটারে উল্লেখিত থাকে। বড় হুইলের ক্ষেত্রে হুইলের পার্শ্বে স্টেনসিল করা থাকে।



চিত্র-১৮.১১ : গ্রাইন্ডিং হুইলের স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং।

১৮.৫ গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যালেন্সিং :

গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যালেন্সিং হলো হুইলের অক্ষের উভয় অর্ধাংশের ওজনকে মোটামুটি সমতায় আনা, যা কোনো অর্ধাংশের ওজন বিপরীত অর্ধাংশের ওজনের চেয়ে ভারী বা হালকা না হয়। গ্রাইন্ডিং হুইলের হালকা পার্শ্বে ওজন সংযোগ করে অথবা ভারী পার্শ্ব থেকে ওজন কমিয়ে ব্যালেন্সিং সম্পন্ন করা হয়। প্রিসিশন গ্রাইন্ডারের স্পিন্ডলে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ফ্লেঞ্জ অ্যাসেমব্লিতে সেট করে মাউন্টিং করা হয়। এজন্য হুইলকে ফ্লেঞ্জ অ্যাসেমব্লিসহ ব্যালেন্সিং করা হয়।



চিত্র-১৮.১১ : গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যালেন্সিং।

নতুন মাউন্টিং করা হুইলকে প্রারম্ভিক ট্রুইং/ড্রেসিং-এর পূর্বে ও পরে ব্যালেন্সিং করা উচিত। কারণ প্রারম্ভিক ব্যালেন্সিং ওজনের মধ্যে সমতা আনে। প্রারম্ভিক পর্যায়ে ব্যালেন্সিং করা হলে মেশিন স্পিন্ডলে মাউন্টিং করে ট্রুইং/ড্রেসিং করা হলে হুইল এককেন্দ্রিক হয় বটে, কিন্তু হুইলের অক্ষের উভয় অর্ধাংশের ওজনের সমতা নষ্ট হয়ে যায়। এজন্য গ্রাইন্ডিং হুইলকে চূড়ান্ত বা দ্বিতীয় পর্যায়ে ব্যালেন্সিং করা হয়।

১৮.৬ গ্রাইন্ডিং হুইলের ট্রুইং ও ড্রেসিং-এর পার্থক্য :

গ্রাইন্ডিং হুইল ট্রুইং :

গ্রাইন্ডিং হুইল ট্রুইং বলতে হুইল স্পিন্ডলের সাথে সমকেন্দ্রিক চালিত হওয়ার জন্য হুইলের আকৃতি গঠন করার অপারেশনকে বোঝায়। প্রকৃতপক্ষে গ্রাইন্ডিং হুইল ট্রুইং বলতে হুইলের ফেসকে এককেন্দ্রিক এবং পার্শ্বদ্বয়কে সমতল ও সমান্তরাল করার জন্য এর অংশ বিশেষকে কেটে বাদ দেওয়ার অপারেশনকে বোঝায়।

গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং :

গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং বলতে ফেসকে ধার দেওয়া বা তীক্ষ্ণ করাকে বোঝায়। প্রকৃতপক্ষে গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং বলতে অ্যাব্রাসিভ গ্রেইনের নুতন কাটিং এজ বের করার জন্য হুইলের ভোঁতা গ্রেইন ফাটিয়ে ও বিচ্ছিন্ন করে গ্রেইনের ফাঁকে ঢুকে থাকা পদার্থকে সরিয়ে দেওয়ার অপারেশনকে বোঝায়।

১৮.৭ ট্রুইং ও ড্রেসিং-এর প্রয়োজনীয়তা :

- ✪ গ্রাইন্ডিং হুইলের আকৃতি অসম হয়ে গেলে সুষম করতে ট্রুইং ও ড্রেসিং করা হয়।
- ✪ গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রাইন্ডিং এজ স্মুথ করার জন্য ট্রুইং ও ড্রেসিং করা হয়।
- ✪ গ্রাইন্ডিং হুইলের ফেটে যাওয়া গ্রেইনগুলোকে সুষম করতে ড্রেসিং করতে হয়।

১৮.৮ বিভিন্ন প্রকার হুইল ড্রেসার সনাক্তকরণ :

- ☑ সারফেস গ্রাইন্ডারে টেবিল মাউন্টেড ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্টকে টেবিল বা ম্যাগনেটিক চাকে সেট করা হয়। ডায়মন্ড পয়েন্টকে প্রয়োজনীয় কোণে সেট করতে হয়।
- ☑ কতক ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্টে ডায়মন্ড পয়েন্টটি স্বাভাবিকভাবেই কৌণিক সেটিং-এ থাকে।
- ☑ সারফেস গ্রাইন্ডারে হুইল হেড মাউন্টেড ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্ট হুইল হেডে স্থায়ীভাবে সেট করা থাকে।
- ☑ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারে শুধু ডায়মন্ড পয়েন্টকে টেইল স্টকে সেট করে ড্রেসিং করা যায়।
- ☑ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্টকে টেবিলে সেট করা যায়।
- ☑ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারে প্রায়ই অ্যাব্রেসিভ স্টিক দ্বারা হাতে ড্রেসিং করা হয়ে থাকে।

১৮.৯ গ্রাইন্ডিং হুইলের ত্রুটি সনাক্তকরণ :

- ¤ গ্রাইন্ডিং হুইলে কোনো অদৃশ্য ফাটল আছে কি না নির্ণয় করার জন্য হুইলের বিভিন্ন স্থানে হালকা আঘাত দ্বারা বাজিয়ে পরীক্ষা করার পদ্ধতিকে রিং টেস্টিং বলা হয়।
- ¤ ছোট হুইলের ক্ষেত্রে, হুইলের বোরের মধ্যে পিন, আঙুল বা সুতায় ঝুলিয়ে, স্ক্রু-ড্রাইভার-এর হ্যান্ডেল বা অন্য কোনো অধাতব হ্যান্ডেল দ্বারা হুইলের কয়েকটি স্থানে আঘাত করতে হয়।
- ¤ হুইলকে পরিষ্কার ও শক্ত মেঝেতে উল্লম্বভাবে স্থাপন করে এক হাতে হালকাভাবে ধরে ছোট ম্যালেট দ্বারা কয়েক স্থানে মৃদু আঘাত করা হয়।
- ¤ স্পষ্ট বাজার ধ্বনি নির্দেশ করে যে হুইলটি ফাটলমুক্ত।
- ¤ অস্পষ্ট বাজার ধ্বনি দ্বারা বোঝা যায় যে হুইলটি ফাটা।
- ¤ বিভিন্ন প্রকার হুইলের ক্ষেত্রে কিছুটা ভিন্ন ভিন্ন ধ্বনি শোনা যায়।

প্রশ্নমালা-১৮

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বিভিন্ন স্ট্যান্ডার্ড আকৃতির গ্রাইন্ডিং হুইল সনাক্ত কর।
২. বিভিন্ন স্ট্যান্ডার্ড আকৃতির গ্রাইন্ডিং হুইলের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।
৩. গ্রাইন্ডিং হুইলের স্ট্যান্ডার্ড মার্কিং-এর বিষয়াদি সংক্ষিপ্তভাবে বর্ণনা কর।
৪. গ্রাইন্ডিং হুইলের ব্যালেন্সিং বলতে কী বোঝায় উল্লেখ কর।
৫. ট্রুইং এবং ড্রেসিং-এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
৬. বিভিন্ন প্রকার হুইল ড্রেসার শনাক্ত কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার উল্লেখের পদ্ধতি বর্ণনা কর।
২. গ্রাইন্ডিং হুইলের ট্রুইং এবং ড্রেসিং-এর পার্থক্য বর্ণনা কর।
৩. গ্রাইন্ডিং হুইলের ত্রুটি সনাক্তকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অধ্যায়-১৯

প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং (Precission Grinding)

১৯.১ প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং:

প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং বলতে বোঝায়– ঘূর্ণায়মান অ্যাব্রাসিভ হুইল দ্বারা ধাতু অপসারণ। হুইল বা ওয়ার্কপিস উভয়টি সূক্ষ্ম গাইডে নিয়ন্ত্রিত বলে উচ্চমানের তল মসৃণতা ও সূক্ষ্ম পরিমাপ বজায় রাখতে পারে। মেশিনশপে উৎপাদিত কার্যবস্তুর হিট ট্রিটমেন্ট সম্পাদনের পর ইহার পরিমাপ বা ডাইমেনশন টলারেন্স সীমার মধ্যে আনার জন্য সূক্ষ্ম পরিমাণে ধাতু অপসারণ করা হয়। খুব কম চাপ প্রদান করে প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং করার ফলে ওয়ার্কপিস বাঁকা হয়ে যায় না।

চিত্র-১৯.১ : প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং মেশিন

১৯.২ গ্রাইন্ডিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ:

নিম্নলিখিতভাবে গ্রাইন্ডিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ করা যায়–

১) সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিন।
২) সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৩) টুলস এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৪) এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৫) ইন্টারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৬) স্পেশাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৭) ক্র্যাঙ্ক শ্যাফট গ্রাইন্ডিং মেশিন।
৮) থ্রেড গ্রাইন্ডিং মেশিন, ইত্যাদি।

১৯.৩ বিভিন্ন প্রকার গ্রাইন্ডিং মেশিনের ব্যবহার :

সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিন (Surface Grinding Machine) :

সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিনের গঠন মিলিং মেশিনের ন্যায়। মিলিং কাটারের পরিবর্তে গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহৃত হয়। মিলিং, সেপার ও প্লেনার মেশিন দ্বারা রাফ কাট সম্পন্ন তল গ্রাইন্ডিং মেশিন দ্বারা ফিনিশিং করা হয়। হরাইজন্টাল স্পিন্ডল স্কয়ার টেবিল টাইপ সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিন সবচেয়ে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হওয়ার ফলে ভালো ফিনিশিং তল ও উচ্চ নির্ভুলতা পাওয়া যায়।

এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন (External Cylindrical Grinding Machine) :

এই মেশিন দ্বারা সাধারণত এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস গ্রাইন্ডিং করা হয় বলে এই গ্রাইন্ডিং মেশিনকে এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন বলা হয়। এই মেশিন সিলিন্ড্রিক্যাল টেপার ও সিলিন্ড্রিক্যাল ফর্ম সারফেস গ্রাইন্ডিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ইন্টারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন (Internal Cylindrical Grinding Machine) :

এটা সিলিন্ডার, বিয়ারিং জাতীয় গোলাকার ছিদ্রের অভ্যন্তরীণ তল গ্রাইন্ডিং করতে ব্যবহৃত হয়। লম্বভাবে অভিক্ষিপ্ত স্পিন্ডলের প্রান্তে ছোট ব্যাসের গ্রাইন্ডিং হুইল বেঁধে উচ্চ গতিতে ঘুরানো হয়। জবে ছিদ্রের একটি মুখ হতে অপর মুখ পর্যন্ত গ্রাইন্ডিং করার জন্য গ্রাইন্ডিং হুইলের অক্ষের দিকে গতি দিতে হয়।

১৯.৪ গ্রাইন্ডিং মেশিনের বিবরণ :

গ্রাইন্ডিং মেশিনের বিবরণ উল্লেখের ক্ষেত্রে মেশিনের শ্রেণি বা প্রকার, টেবিলের প্রকার, স্পিন্ডল ও টেবিলের সর্বোচ্চ যাতায়াত পথের দৈর্ঘ্য, স্পিন্ডলের আর পি এম, মোটরের অশ্বশক্তি ও প্রস্তুতকারী দেশের নাম লিপিবদ্ধ করতে হয়।

১৯.৫ বিভিন্ন প্রকার প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং মেশিনের প্রয়োগক্ষেত্র :

- ☑ **সমতল পৃষ্ঠ গ্রাইন্ডিং**
  - ⇨ অনুভূমিক
  - ⇨ উল্লম্ব (পার্শ্বতল)
  - ⇨ কৌণিক
- ☑ **ফর্মবিশিষ্ট পৃষ্ঠ গ্রাইন্ডিং**
  - ⇨ কনভেক্স
  - ⇨ কনকেইভ
  - ⇨ রেডিয়াস
  - ⇨ অন্যান্য
- ☑ **গ্রুভ ও স্লট গ্রাইন্ডিং**
  - ⇨ প্লেইন
  - ⇨ ভি
  - ⇨ ডাভটেইল
  - ⇨ টি

সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং (এক্সটারনাল):

- ☑ এক্সটারনাল প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং।
- ☑ এক্সটারনাল টেপার সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং।
- ☑ এক্সটারনাল ফর্মড সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং।
  - ⇨ সোলডার বিশিষ্ট সিলিন্ডার।
  - ⇨ গ্রুভ বিশিষ্ট সিলিন্ডার।
  - ⇨ রেডিয়াস বিশিষ্ট সিলিন্ডার।
  - ⇨ অন্যান্য ফর্ম বিশিষ্ট সিলিন্ডার।
- ☑ সিলিন্ডার ফেস গ্রাইন্ডিং।

সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং (ইন্টারনাল):

- ☑ প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল ইন্টারনাল বোর গ্রাইন্ডিং।
- ☑ টেপার সিলিন্ড্রিক্যাল ইন্টারনাল বোর গ্রাইন্ডিং।
- ☑ স্টেপ সিলিন্ড্রিক্যাল ইন্টারনাল বোর গ্রাইন্ডিং।
- ☑ ফর্মড সিলিন্ড্রিক্যাল ইন্টারনাল বোর গ্রাইন্ডিং।
- ☑ বোর ফেইস ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং।

প্রশ্নমালা-১৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্রিসিশন গ্রাইন্ডিং বলতে কী বোঝায় ?

২. গ্রাইন্ডিং মেশিনের বিবরণ উল্লেখ কর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।

২. সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিনের ব্যবহার লেখ।

৩. এক্সটারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিনের ব্যবহার লেখ।

৪. ইন্টারনাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিনের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. বিভিন্ন প্রকার গ্রাইন্ডিং মেশিনের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

সারফেস গ্রাইন্ডার (Surface Grinder)

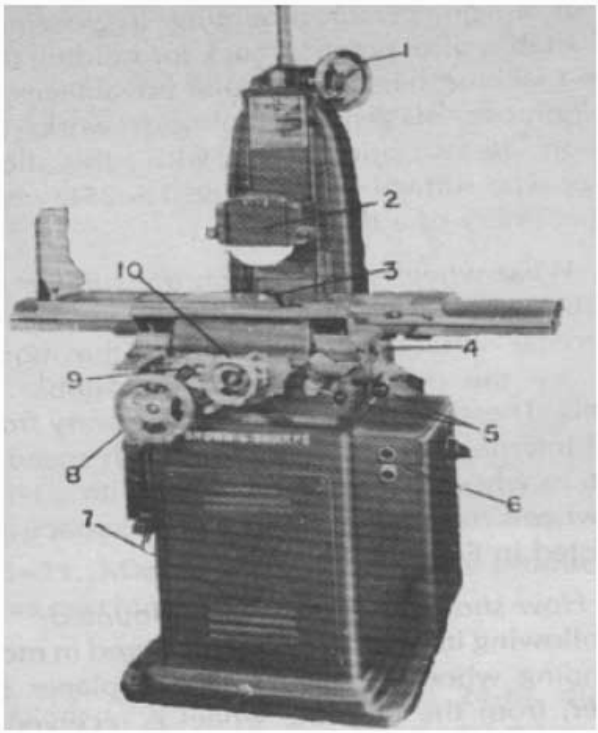
২০.১ সারফেস গ্রাইন্ডারের প্রকারভেদ :

সারফেস গ্রাইন্ডারকে টেবিলের চলন ও গ্রাইন্ডিং হুইল স্পিন্ডলের অবস্থান অনুযায়ী নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে।

১) হরাইজন্টাল স্পিন্ডল টাইপ সারফেস গ্রাইন্ডার।
- রিসিপ্রোকেটিং টেবিল টাইপ
- রোটারি টেবিল টাইপ

২) ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল টাইপ সারফেস গ্রাইন্ডার।
- রিসিপ্রোকেটিং টেবিল টাইপ
- রোটারি টেবিল টাইপ

২০.২ হরাইজন্টার রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ



চিত্র-২০.১ : হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ।

২০২০

হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ হলো–

১) হ্যান্ড হুইল
২) রিমোভেবল ইউনিট স্পিন্ডল– প্লেইন বিয়ারিং বা অ্যান্টিফ্রিকশন বিয়ারিং স্পিন্ডল।
৩) টেবিল রিভার্সিং মেকানিজম।
৪) অ্যাডজাস্টেবল ডগস।
৫) স্টার্টিং লিভার এন্ড ট্রিপ লিভার।
৬) স্টার্ট-স্টপ পুশ বাটন সুইচ এবং ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল কম্পার্টমেন্ট।
৭) লার্জ বেইজ কম্পার্টমেন্ট ফর স্পিন্ডল এন্ড টেবিল ড্রাইভিং মোটর।
৮) লংগিচুডিনাল টেবিল হ্যান্ড হুইল।
৯) অ্যাডজাস্টেবল স্টপস।
১০) গ্র্যাজুয়েটেড হ্যান্ড হুইল ফর ট্র্যাভার্স অ্যাডজাস্টমেন্ট।

২০.৩ হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের কার্যাবলি :

হ্যান্ড হুইল : এটি এক ইঞ্চির ১ হাজার ভাগের ০.৫ ভাগ পর্যন্ত দাগাঙ্কিত থাকে এবং স্পিন্ডল হেডকে ভার্টিক্যাল অ্যাডজাস্টমেন্ট করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

রিমোভেবল ইউনিট স্পিন্ডল–প্লেইন বিয়ারিং বা অ্যান্টিফ্রিকশন বিয়ারিং স্পিন্ডল :
এই অংশের সাথে গ্রাইন্ডিং হুইলকে কলার ও ফ্ল্যাঞ্জের মাধ্যমে দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়। এটি মোটর থেকে প্রাপ্ত ঘূর্ণন গতিতে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ঘুরায়।

টেবিল রিভার্সিং মেকানিজম : এই মেকানিজম ম্যানুয়ালি বা অটোমেটিকেলি একটি লিভার দ্বারা কন্ট্রোল করা হয় যা একই শ্যাফটে সংযুক্ত থাকে এবং অ্যাডজাস্টেবল টেবিল ডগস-এর মাধ্যমে ট্রিপ করানো হয়।

অ্যাডজাস্টেবল ডগস : এই মেকানিজম ক্রস ফিডের প্রতিটি দিকে যে কোনো নির্দেশিত বিন্দুতে শক্তি স্থানান্তর প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ করে দিতে পারে।

স্টার্টিং লিভার এন্ড ট্রিপ লিভার : লম্বালম্বি এবং আড়াআড়ি শক্তি স্থানান্তর প্রক্রিয়া চালু এবং বন্ধ করার জন্য যথাক্রমে স্টার্টিং লিভার ও ট্রিপ লিভার ব্যবহার করা হয়।

স্টার্ট-স্টপ পুশ বাটন সুইচ এবং ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল কম্পার্টমেন্ট
কোনো কোনো মেশিনে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি পৃথক ইলেকট্রিক কেবিনেটে স্থাপন করা থাকে এবং এই ক্ষেত্রে ইহাকে প্রধান অংশ হিসাবে বিবেচনা করা হয়। কখনও কখনও প্রধান বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি বেইজের মধ্যে কম্পার্টমেন্টে স্থাপিত থাকে।

সার্জ বেইজ কম্পার্টমেন্ট ফর স্পিন্ডল এন্ড টেবিল ড্রাইভিং মোটর :
ইহাই মেশিনের মূল অংশ। ইহা একটি ভারী ঢালাই করা স্টিলের স্ট্রাকচার এবং ইহা অন্যান্য অংশের অবলম্বন হিসাবে কাজ করে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ও হাইড্রলিক ব্যবস্থা বেডের মধ্যেই অবস্থিত থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে কুল্যান্ট ট্যাংক এবং পাম্প এর মধ্যে অবস্থিত থাকে।

লংগিচুডিনাল টেবিল :
টেবিলের উপর টি-স্লট আছে এবং এটার উপরে ম্যাগনেটিক চাক স্থাপন করে ওয়ার্কপিস আটকানো হয়, আবার ওয়ার্কপিসকে সরাসরি ক্ল্যাম্পিং ও করা যায়।

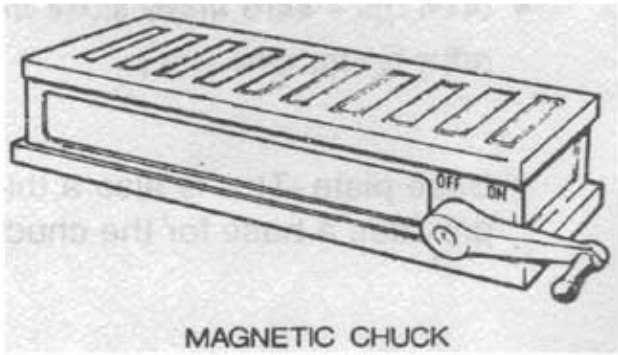
কুল্যান্ট ইউনিট :
পাম্প, পাইপ ও হোস, নজল, শাট অফ ভালভ এবং ট্যাংক এটার অন্তর্গত। পাম্পসহ ট্যাংকটি বেইসের মধ্যে অবস্থিত হতে পারে অথবা পৃথক ইউনিট হিসাবেও থাকতে পারে।

হাইড্রলিক ইউনিট :
পাম্প, পাইপ, হোস, কন্ট্রোল ভালভ এবং ট্যাংক এটার অন্তর্গত। সাধারণত ট্যাংক ও পাম্প বেইসের মধ্যে অবস্থিত হয়ে থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে এটা বেইসের বাইরে ও ভিন্ন ইউনিট হিসাবে থাকে।

২০.৪ হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের ব্যবহার :

- **ম্যাগনেটিক চাক :** এটার সাহায্যে লৌহ জাতীয় ওয়ার্কপিসকে আটকানো যায়। তাছাড়া পাতলা জবকে বাঁধা ও খোলা যায়। একত্রে অনেক জবকে একসঙ্গে বেঁধে কাজ করা যায়। ম্যাগনেটিক চাক দুই প্রকার। যথা– (১) পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক ও (২) ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাক।

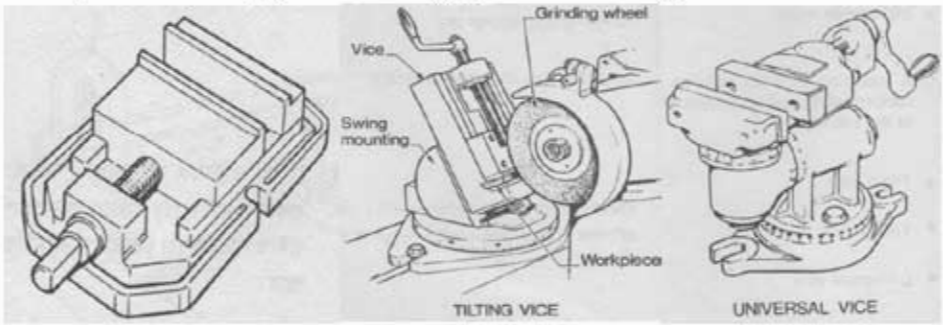
  পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক : পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক সারফেস গ্রাইন্ডারে সর্বাধিক ব্যবহৃত ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস। হরাইজন্টাল স্পিন্ডল রিসিপ্রোকেটিং টেবিল সারফেস গ্রাইন্ডারে শুধু আয়তাকার ম্যাগনেটিক চাক ব্যবহৃত হয়। এই চাক মূলত কয়েকটি স্থায়ী চুম্বকের সমন্বয়ে গঠিত।



চিত্র-২০.২ : পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক।

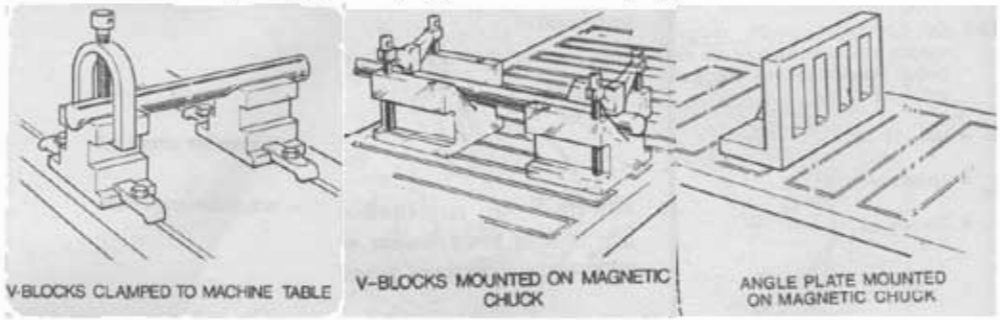
ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাক : ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাককে পাওয়ার চাক বা পারমানেন্ট ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাকও বলা হয়ে থাকে। বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হলে ওয়ার্কপিস চুম্বকিত হয় ও আবদ্ধ হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করা হলে ওয়ার্কপিস মুক্ত হয়ে যায়।

- **মেশিন ভাইস :** এটা সাধারণত অলৌহজাত ও অনিয়মিত আকৃতির ওয়ার্কপিস আটকানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটাতে শুধু একটি ফ্লাট বেঁধে গ্রাইন্ডিং করা যায়। মেশিন ভাইস সাধারণত তিন প্রকার হয়ে থাকে। যথা– (১) প্লেইন ভাইস, (২) টিল্টিং ভাইস ও (৩) ইউনিভার্সেল ভাইস



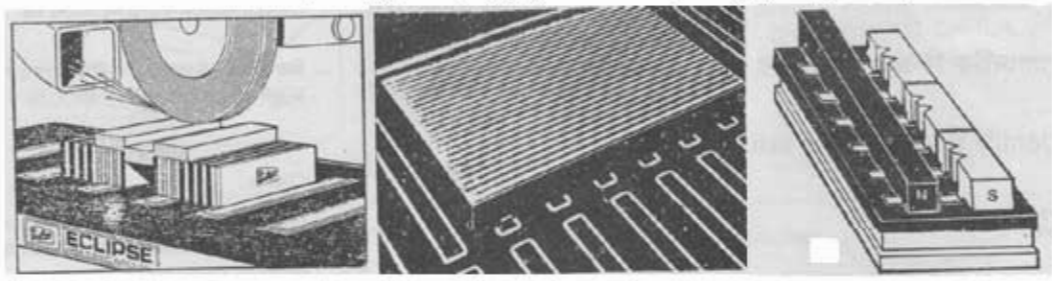
চিত্র-২০.৩ : (১) প্লেইন ভাইস, (২) টিল্টিং ভাইস ও (৩) ইউনিভার্সেল ভাইস ।

- **স্ট্যান্ডার্ড ফিক্সচার–** (১) ভি-ব্লক, (২) অ্যাঙ্গেল প্লেট ও (৩) ক্ল্যাম্প



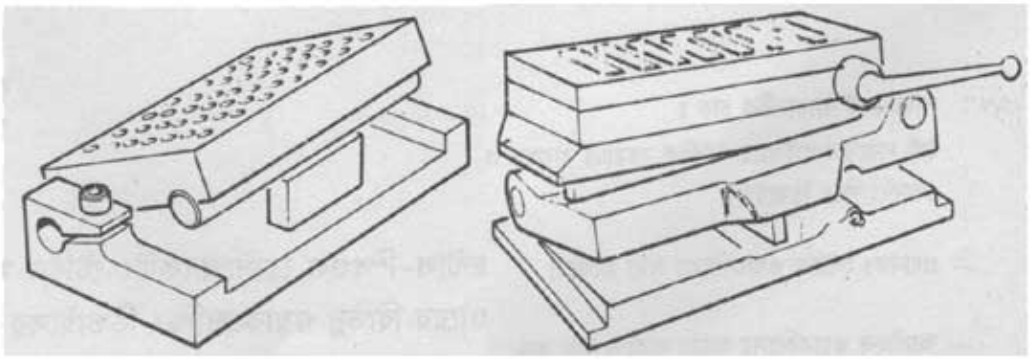
চিত্র-২০.৪ : (১) ভি-ব্লক, (২) অ্যাঙ্গেল প্লেট ও (৩) ক্ল্যাম্প।

- **ম্যাগনেটিক ফিক্সচার–** (১) চাক ব্লক, (২) অ্যাডাপ্টার প্লেট ও (৩) এক্সট্রা টপ প্লেটস।



চিত্র-২০.৫ : (১) চাক ব্লক, (২) অ্যাডাপটার প্লেট ও (৩) অ্যাডিশনাল বা এক্সট্রা টপ প্লেটস।

◆ সাইন চাক ও টেবিল



চিত্র-২০.৬ : (১) সাইন চাক ও (২) সাইন টেবিল।

২০.৫ হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার :

হুইল : এটার সাহায্যে ওয়ার্কপিসের প্রয়োজনীয় মাল অপসারণ করা হয়।

ভাইস : এটা মেশিনের টেবিলের উপর স্থাপন করা হয়। ভাইসের মধ্যে ওয়ার্কপিসকে বাঁধা হয়। সুবিধা অনুযায়ী জবের মালকে অপসারণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

ডাস্ট-এপজস্ট ইউনিট : কার্বয়ুল থেকে ডাস্ট সরানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যালেন্সিং ইউনিট : হুইল ব্যালেন্সিং করতে ব্যবহৃত হয়।

গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্ট : হুইল ড্রেসিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগনেটিক চাক : ওয়ার্কপিস আটকানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।

২০.৬ হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল লিভার ও নব-এর ব্যবহার :

মেইন সুইচ : এটা অন করার পর মেশিনে বৈদ্যুতিক সাপ্লাই আসে এবং বন্ধ করলে বৈদ্যুতিক পাওয়ার চলে যায়।

ইমারজেন্সি স্টপ : এটার সাহায্যে জরুরিভাবে মেশিন বন্ধ করা যায়। যখন কোনো দুর্ঘটনা ঘটার আশঙ্কা থাকে, তখনই এটার সাহায্যে মেশিন বন্ধ করা হয়।

স্টার্ট/অন : এটার সাহায্যে মেশিন-এর হুইল চালু করা হয়।

স্টপ/অফ : এটার সাহায্যে মেশিন-এর হুইল অফ করা হয়।

লিভার : এটা মেশিন চালু বা বন্ধ করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

হাইড্রলিক সিস্টেম মেইন সুইচ : হাইড্রলিক সিস্টেম চালু ও বন্ধ করা হয়।

কুল্যান্ট কন্ট্রোল ভালভ : কুল্যান্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

ক্রস ফিড সিলেক্টর নব : ক্রস ফিড অটোমেটিক/ম্যানুয়াল নির্বাচন করে।

২০.৭ হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কন পাঠ :

সারফেস গ্রাইন্ডার চালানোর সময় নিম্নলিখিত ডাটাগুলি লক্ষ করতে হবে–

- ☑ টেবিল লংগিচুডিনাল স্পিড।
- ☑ টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড।
- ☑ হুইল ডাউন ফিড/ইন ফিড।

মেশিনের ডাটা নির্বাচনের জন্য হুইল ও মেশিন প্রস্তুতকারকের সুপারিশ ও অভিজ্ঞতা কাজে লাগানোই ভালো।

নিম্নে গ্রাইন্ডিং ডাটার তালিকা দেওয়া হলো–

স্পিড/ফিড	ম্যাটারিয়াল	রাফ	ফিনিশ
টেবিল লংগিচুডিনাল স্পিড মি/মিনিট	নরম স্টিল	৯-১৫	১৫-২১
	শক্ত স্টিল	২১-২৭	২৭-৩৬
টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড মি/মিনিট	নরম স্টিল	৩-৪	
	শক্ত স্টিল	১৫-৩	
হুইল ডাউন ফিড/ইন ফিড	নরম স্টিল	০.০৫	০.০০২-০.০১
মিনি/ট্র্যাভার্স	শক্ত স্টিল	০.০২	০.০০২-০.০১

টেবিল-২০.১

২০.৮ গ্রাইন্ডিং মেশিন চালানোর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি :

১) গ্রাইন্ডিং মেশিনের চারপার্শ্ব পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন ও শুকনা রেখে পর্যাপ্ত আলোর ব্যবস্থা করতে হবে।
২) প্রচুর পরিমাণে কুল্যান্টের ব্যবস্থা রাখতে হবে
৩) নতুন গ্রাইন্ডিং হুইলকে ড্রেসার দিয়ে ভালোভাবে ড্রেসিং করে নিতে হবে।
৪) নতুন গ্রাইন্ডিং হুইলকে ওয়ার্কপিসে স্পর্শ করানোর পূর্বে মুক্তভাবে এক মিনিট চালিয়ে দেখতে হবে।
৫) গ্রাইন্ডিং শুরু করার পূর্বে সেফটি ডিভাইসগুলো যথাস্থানে সেট করতে হবে।

৬) সেফটি গগলস ও ড্রেস পরিধান করে সাবধানতার সাথে কাজ করতে হবে।
৭) কাজের প্রাক্কালে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে নিতে হবে।
৮) ওয়ার্কপিসের তল গ্রাইন্ডিং করতে হুইলকে উঠিয়ে নিয়ে পরে আস্তে আস্তে ইনফিড দিতে হবে।
৯) ক্রটিমুক্ত গ্রাইন্ডিং হুইল অবশ্যই ব্যবহার করতে হবে।
১০) প্রয়োজনীয় কাজের জন্য উপযুক্ত নির্দিষ্ট হুইল ব্যবহার করতে হবে।

প্রশ্নমালা-২০

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সারফেস গ্রাইন্ডারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
২. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
৩. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্ট-এর ব্যবহার লেখ।
৪. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কন পাঠ উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের কাজ বর্ণনা কর।
২. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৩. হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল নবের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৪. গ্রাইন্ডিং মেশিন চালানোর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা কর।

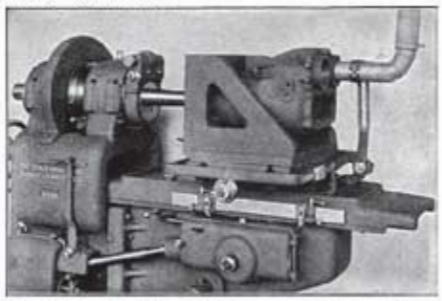
অধ্যায়-২১

সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার (Cylindrical Grinder)

২১.১ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের প্রকারভেদ :

সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন সাধারণত তিন প্রকার। যেমন-

১. প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।



চিত্র-২১.১ : প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন

২. ইউনিভার্সাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।

চিত্র-২১.২ : ইউনিভার্সেল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন

৩. স্পেশাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন।

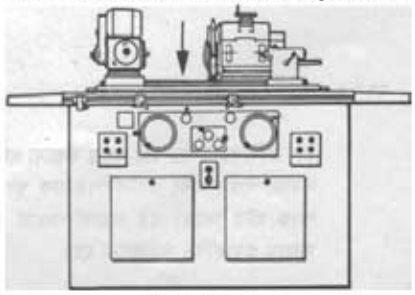
চিত্র-২১.৩ : স্পেশাল (সিএনসি) সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিন

২১.২ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ সনাক্তকরণ :

১. টেবিল (Table)
২. হ্যান্ড ফিড হ্যান্ডেল (Hand Feed Handle)
৩. ড্রাইভিং প্লেট (Driving Plate)
৪. গ্রাইন্ডিং হুইল ফিড হ্যান্ডেল (Grinding Wheel Feed Handle)
৫. গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)
৬. টেইল স্টক (Tail Stock)
৭. মেশিন বেইস বা বেড (Machine Base or Bed)
৮. হুইল হেড (Wheel Head)
৯. হেড স্টক (Head Stock)

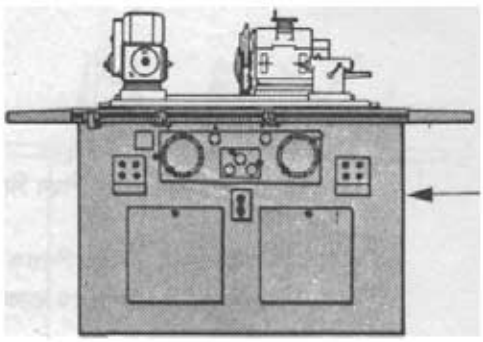
২১.৩ বিভিন্ন অংশের কাজ :

টেবিল : এটা মেশিন বেডের উপর বসানো থাকে এবং লম্বালম্বিভাবে চালনা করা যায়। টেবিলের আপার ও লোয়ার দুটি অংশ আছে। টেবিলের উপরে হেডস্টক ও টেইলস্টক স্থাপন করা থাকে।



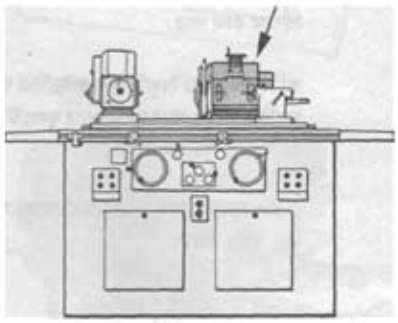
চিত্র-২১.৪

বেড : এটাই মেশিনের মূল অংশ। এটা একটি ভারী ঢালাই করা গঠন বিশিষ্ট এবং এটা অন্যান্য অংশের অবলম্বন হিসাবে কাজ করে। টেবিল চালনার জন্য বেডের উপরিভাগে সঠিকভাবে করা গাইড থাকে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ও হাইড্রলিক ব্যবস্থা বেডের মধ্যে থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে কুল্যান্ট ট্যাংক এবং পাম্প এটার ভিতরে অবস্থিত থাকে।



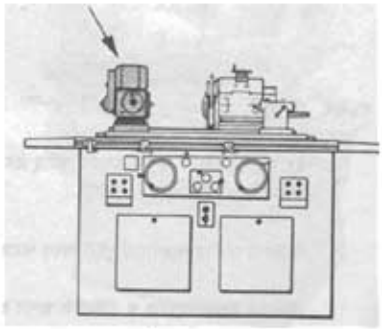
চিত্র-২১.৫

হুইল হেড : এটি বেডের উপর পিছন দিকে স্থাপিত থাকে। হুইল হেডকে একটি ক্রস স্লাইডের উপর ইনফিডের দিকে চালনা করা যায়। এটাতে এক্সটারনাল গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল থাকে আবার অনেক ক্ষেত্রে ইন্টারনাল গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডলও থাকে।



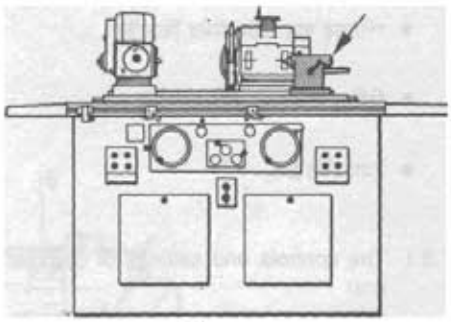
চিত্র-২১.৬

হেডস্টক : এটা টেবিলের উপর বাম প্রান্তে বসানো থাকে। এটাতে একটি ওয়ার্কস্পিন্ডল এবং ওয়ার্কস্পিন্ডলকে ঘুরানোর জন্য একটি পৃথক মোটর আছে। এই ওয়ার্কস্পিন্ডলে বিভিন্ন ডিভাইসের মাধ্যমে ওয়ার্কপিস আটকানো হয়।



চিত্র-২১.৭

টেইলস্টক : টেইলস্টক ওয়ার্কপিসের ডান প্রান্তে অবলম্বন দেওয়ার জন্য টেবিলের ডান পার্শ্বে স্থাপন করা থাকে।



চিত্র-২২.৮

২১.৪ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের ব্যবহার :

গ্রাইন্ডিং ডগ : ঘূর্ণন গতিকে জবের মধ্যে স্থানান্তরের জন্য এটা ব্যবহৃত হয়।

সেন্টার স্টেডি রেস্ট : লম্বা জবের মাঝখানে ঝাঁকুনি কমাতে এবং সঠিক মাপে কাজ সমাধা করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।

ফুটস্টক : গোলাকার জবের বাইরে গ্রাইন্ডিং করার জন্য দুই পাশে দুটি ডেড সেন্টারে জব বাঁধা হয়। এটার একটির নাম ফুটস্টক।

হেডস্টক : জবটি ড্রাইভিং প্লেটের সাহায্যে হেডস্টকের ডেড সেন্টারে ঘুরানো হয়।

ব্যাকরেস্ট : লম্বা জব যাতে টালে না ঘোরে সে জন্য জবের মাঝে মাঝে সাপোর্ট দেওয়ার জন্য ব্যাকরেস্ট ব্যবহৃত হয়।

২১.৫ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার :

সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের জন্য বেশ কয়েক প্রকারের অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহৃত হয়, যা মেশিনের কার্যদক্ষতা, উৎপাদন ক্ষমতা ও ব্যবহার বৃদ্ধি করে থাকে।

কুল্যান্ট ইউনিট : এটা মোটর চালিত পাম্প, পাইপিং ও হোস, নজল ও শাট-অফ ভালভ এবং ট্যাংক সহকারে কুল্যান্ট ইউনিট গঠিত। এটাকে ওয়েট গ্রাইন্ডিং ইউনিটও বলা হয়।

ডাস্ট এগজস্ট ইউনিট :

এই ইউনিট বিভিন্ন ডিজাইনের হয়ে থাকে, তবে এটাতে একটি মোটরচালিত সাকশন ফ্যান ও ফিল্টারিং ব্যবস্থা সংবলিত চেম্বার ফ্লেক্সিবল সাকশন হোস এবং সাকশন নজল থাকে।

সেন্টার টাইপ অ্যাটাচমেন্ট ইউনিট :

এটা সাধারণত ওয়ার্কপিস ধরে রাখার কাজে ব্যবহৃত হয়, যা হেডস্টক ও টেইলস্টকের সাথে যুক্ত থাকে।

হাইস্পিড অ্যাটাচমেন্ট ইউনিট :

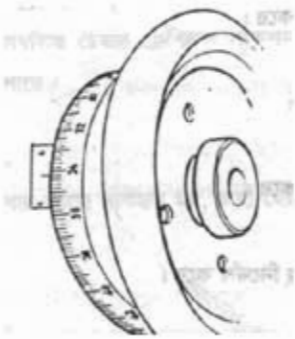
এটা গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডলের সাথে বেল্টের সাহায্যে সংযুক্ত থাকে। এটার সাহায্যে প্রয়োজনমতো স্পিড দিয়ে কাজ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

২১.৬ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল লিভার ও নবসমূহের ব্যবহার :

- **টেবিল মুভমেন্ট অটোমেটিক স্টপিং ডিভাইস :** টেবিলের মুভমেন্ট স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ করে।
- **টেবিল মুভমেন্ট রিভার্সিং ডগ :** এটা টেবিলের চলাচল সীমা নিয়ন্ত্রণ করে।
- **টেবিল হ্যান্ড ট্র্যাভার্স :** এটা টেবিলকে হাতে চলাচল করায়।

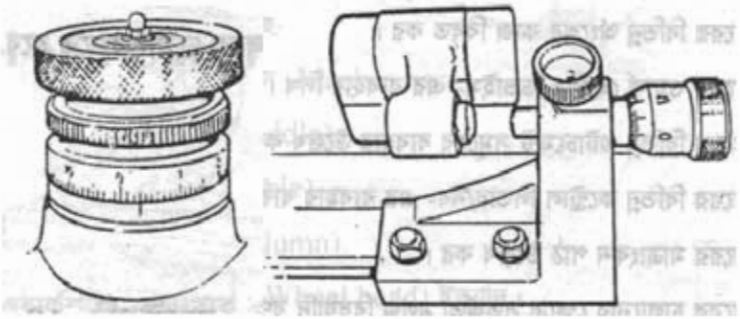
- রিভার্সিং লিভার : এটা টেবিল চলাচলের দিক পরিবর্তন করে।
- ইমার্জেন্সি স্টপ : জরুরি প্রয়োজনে এটা মেশিনকে বন্ধ করে।
- ওয়ার্ক স্পিন্ডল স্টার্ট/স্টপ সুইচ : ওয়ার্ক স্পিন্ডলকে চালু ও বন্ধ করে।
- কুল্যান্ট সুইচ : এটা কুল্যান্ট সরবরাহ চালু ও বন্ধ করে।
- টেবিল স্পিড রেগুলেটর : এটা টেবিলের গতি নিয়ন্ত্রণ করে।
- ইন্ডিকেটর লাইট : এটা মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ নির্দেশ করে।
- মেইন সুইচ : এটা মেশিনকে চালু ও বন্ধ করে।
- ফিড স্টপ লিভার : হুইল-এর ইনফিড থামিয়ে দেয়।
- ফিড স্টপ লকিং নব : এটা ইনফিড হুইলকে লক করে।
- হাইড্রলিক স্পিন্ডল স্টার্ট/স্টপ সুইচ : গ্রাইন্ডিং চালু ও বন্ধ করে।

২১.৭ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কিত পাঠ :



সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের হুইল ইনফিড হ্যান্ড হুইলের দাগসমূহই প্রধান মাত্রাঙ্কিত। এটার মান মেশিনের ডিজাইন ভেদে বিভিন্ন হয়ে থাকে। কোনো মেশিনের ক্ষুদ্রতম ঘরের মান ০.০১ মি মি আবার কোনো মেশিনের ০.০২ মি মি হয়ে থাকে। পার্শ্বের চিত্রের ক্ষেত্রে সূক্ষ্মতম ঘরের মান হলো ০.০২ মি মি এবং ০.২ মি মি করে মান চিহ্নিত আছে। পূর্ণ এক ঘূর্ণনের মান হলো ১০ মি মি। হ্যান্ড হুইলের এই সেটিং-এর পাঠ হলো ৩.৪২ মি মি।

কিছু কিছু সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং মেশিনে গ্রাইন্ডিং হুইল ইনফিডের সূক্ষ্ম সমন্বয় ও গ্রাইন্ডিং হুইলের ক্ষয় পরিপূরণ করার জন্য মাত্রাঙ্কিত এডজাস্টিং নব থাকে। এটা হুইল হেডে অবস্থিত, যার ক্ষুদ্রতম ঘরের মান সাধারণত ০.০০১ মি মি।



আবার অনেক মেশিনে মাত্রাঙ্কিত অ্যাডজাস্টেবল টেবিল স্টপ থাকে, যা সাধারণত ক্ষুদ্রতম ঘরের মান ০.০০২ মি মি হয়ে থাকে।

২১.৮ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়াদি :

১) নিরাপত্তামূলক ড্রেস পরিধান করবে।
২) কাজের সময় গগলস ব্যবহার করবে।
৩) সাবধানতার সাথে কাজ করবে।
৪) ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বাঁধতে হবে।
৫) হুইল এবং ওয়ার্কপিসের মাঝে সামান্য ফাঁক রাখতে হবে।
৬) ভালো ফিনিশিং-এর জন্য হুইলকে ড্রেসিং করতে হবে।

প্রশ্নমালা-২১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
২. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসগুলোর নাম লেখ।
৩. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কন পাঠ পদ্ধতি উল্লেখ কর।
৪. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার ব্যবহারে সতর্কতার বিষয়াদি উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
২. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের কাজ বিবৃত কর।
৩. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসগুলোর ব্যবহার বর্ণনা কর।
৪. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৫. সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল লিভার ও নবসমূহের ব্যবহার বর্ণনা কর।

অধ্যায়-২২

টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং মেশিন (Tool and Cutter Grinding Machine)

২২.১ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার:

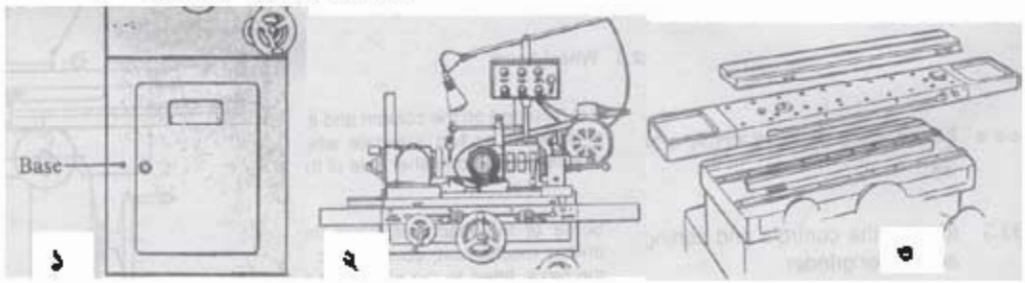
বর্তমান যুগে আধুনিক ওয়ার্কশপে বহুসংখ্যক একই আকার ও আকৃতি বিশিষ্ট টুল সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং করতে এবং বিভিন্ন কাটারের কাটিং অ্যাঙ্গেল ও কাটিং এজ সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং করতে ব্যবহৃত হয়। এটা অত্যন্ত প্রয়োজনীয় এবং গুরুত্বপূর্ণ মেশিন টুল।

চিত্র-২২.১ : টুল অ্যান্ড কাটার গ্রাইন্ডার।

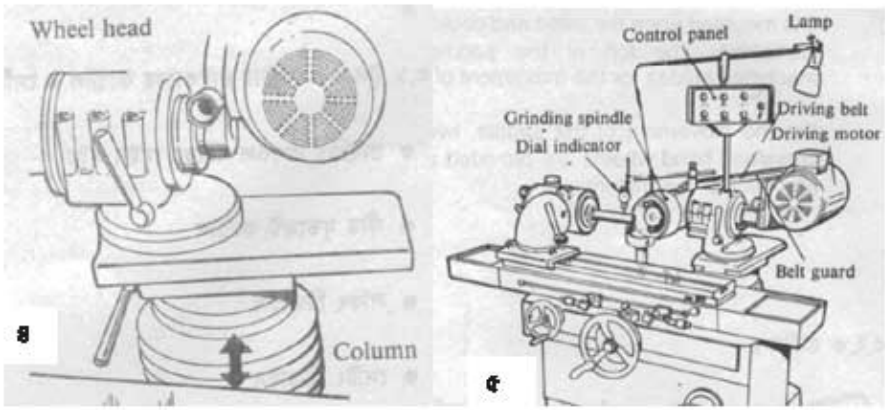
২২.২ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ এবং কন্ট্রোল ও সেটিং সনাক্তকরণ:

টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের প্রধান অংশসমূহ:

- মেশিন বেইস (Machine Base)
- স্যাডল (Saddle)
- টেবিল (Table)
- কলাম (Column)
- হুইল হেড (Wheel Head)



চিত্র-২২.২ : টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার-এর (১) বেইস, (২) স্যাডল ও (৩) টেবিল।



চিত্র-২২.৩ । টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার-এর (ক) কলাম, (খ) হুইল হেড।

কন্ট্রোল ও সেটিং:

টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন মেশিনের ডিজাইন ভেদে ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। এ জন্য কন্ট্রোল ও সেটিং-এর কোনো সাধারণ নির্দেশনা প্রদান সম্ভব নয়। এ জন্য মেশিন ম্যানুয়াল অনুসরণ করা উচিত। নিচে কন্ট্রোল ও সেটিং সমূহের নাম দেওয়া হলো–

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল মোটরের মেইন সুইচ।
- ফিড মুভমেন্ট কন্ট্রোল।
- লকিং ডিভাইস।
- সেটিং ডিভাইস।

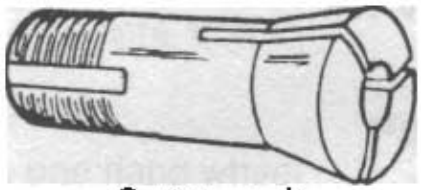
২২.৩ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার:

টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারে কাটার আটকানোর জন্য বিভিন্ন ডিভাইস ব্যবহৃত হয়। তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো–

আরবার : ছিদ্র বিশিষ্ট কাটার আটকানোর জন্য ব্যবহৃত ডিভাইসসমূহের মধ্যে আরবার অন্যতম। তাছাড়া শেল এন্ড মিল ও সাইড মিলিং কাটার শার্পেনিং-এর ক্ষেত্রে হোল্ডিং ডিভাইস হিসাবে মিলিং আরবার ব্যবহৃত হয়।

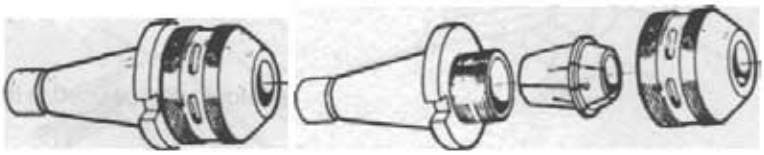
চিত্র-২২.৪ : আরবার

কলেট : স্ট্রেইট শ্যাংক কাটার আটকানোর জন্য কলেট ব্যবহৃত হয়। কলেট বিভিন্ন আকারে সেট হিসাবে পাওয়া যায়। কলেটকে ড্র-বারের সাহায্যে হেডস্টককে আটকিয়ে টাইট রাখা হয়।



চিত্র-২২.৫ : কলেট

কলেট চাক : বৃহদাকারের কলেটকে কলেট চাক বলা হয়। একটি কলেট, একটি আরবার ও একটি ক্ল্যাম্পিং নাটের সমন্বয়ে এটা গঠিত। এটাকে ড্র-বারের সাহায্যে হেডস্টকে আটকানো হয়।



চিত্র-২২.৬ : কলেট চাক

ম্যান্ড্রেল ও সেন্টার : প্লেইন হেলিক্যাল মিলিং কাটার গ্রাইন্ডিং করার সময় কাটার দৃঢ়ভাবে ধরার জন্য ম্যান্ড্রেল আবশ্যক। ম্যান্ড্রেলে কাটার আটকানোর পর উভয় সেন্টারের মাঝে সেট করা হয়।

২২.৪ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার চালনার ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি :

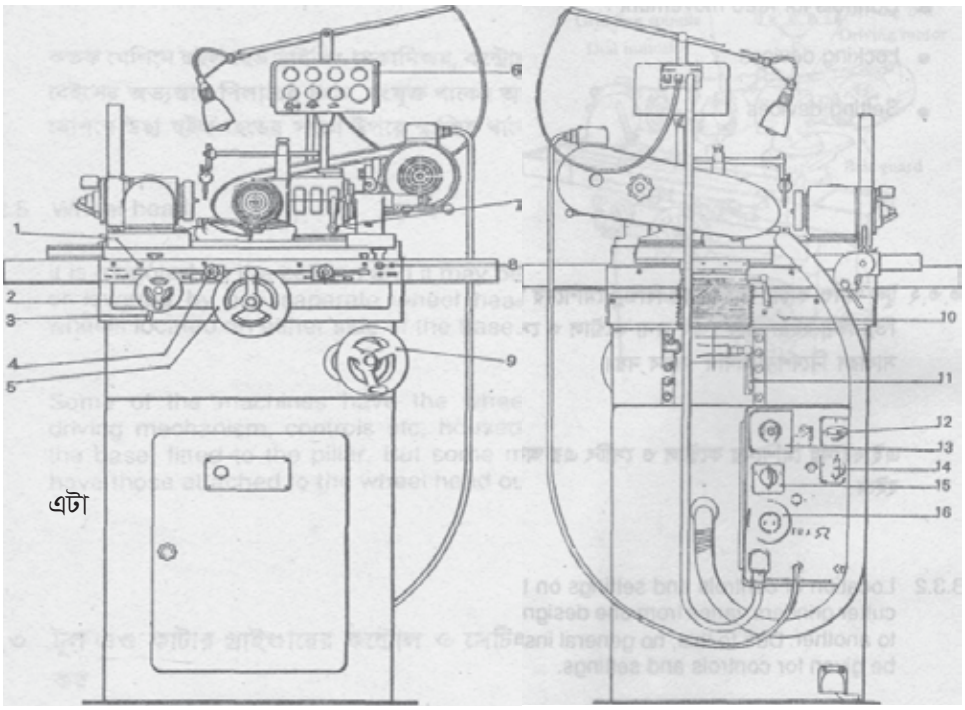
- ☑ মেশিনের হুইল গার্ড, পুলি ও বেল্ট গার্ড আছে কি না দেখতে হবে।
- ☑ গ্রাইন্ডিং হুইল সঠিকভাবে টাইট আছে কি না দেখতে হবে।
- ☑ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডিং করার সময় বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে শক্তভাবে বাঁধতে হবে।
- ☑ গ্রাইন্ডিং-এর সময় ছুটে চলা কণা হতে চোখ রক্ষার জন্য অবশ্যই গগলস পরিধান করতে হবে।
- ☑ প্রথম কাট দেওয়ার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে।
- ☑ উক্ত মেশিনে কাজ করার সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করতে হবে।

২২.৫ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারে সিয়ার টুথ কাটার গ্রাইন্ডিং পদ্ধতি :

নিচে সিয়ার টুথ কাটার গ্রাইন্ডিং-এর কার্যধাপ নিম্নরূপ–

১) গ্রাইন্ডারের হুইল হেড ও টেবিল পরস্পর সমান্তরাল আছে কি না তা দেখতে হবে।
২) গ্রাইন্ডার হুইল ড্রেসিং করার পর হুইল হেডকে টেবিলের সাথে ১° কোণে লক করতে হবে।
৩) হাইট গেজের লিপকে একই উচ্চতায় আনতে হুইল হেডের উচ্চতা সমন্বয় করতে হবে।
৪) স্থাপনকৃত হাইট গেজকে সরিয়ে নিতে হবে।
৫) কাটারসহ ম্যান্ড্রেলকে উভয় সেন্টারের মাঝে সেট করে কাটারের যে কোনো একটি দাঁতকে স্লিডলে স্থাপনকৃত গেজের লিপ-এর উপর স্থাপন করতে হবে।
৬) তারপর উক্ত গেজ অপসারণ করে দেখতে হবে যে, কাটারের দাঁত হুইল ফেস থেকে মুক্ত হয়েছে কি না।
৭) সিনিয়ার সেটিং পদ্ধতিতে ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল সেটিং-এর জন্য হুইল হেডকে প্রয়োজন অনুসারে নিচু করে হুইল হেডকে লক করতে হবে।
৮) কাটার গ্রাইন্ডিং করার সময় সেফটি গগলস পরিধান করতে হবে।
৯) মেশিন চালু করে হুইল-এর ঘূর্ণন হার পরীক্ষা করতে হবে।
১০) ক্রমান্বয়ে প্রত্যেকটি দাঁত গ্রাইন্ডিং করে, কাটারের দাঁতসমূহ পরীক্ষা করতে হবে।

২২.৬ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল, লিভার ও নব-এর ব্যবহার :



চিত্র-২২.৭ : টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল, লিভার ও নবসমূহ।

১) **অ্যাডজাস্টেবল টেবিল রিভার্সিং ডগ :** টেবিল চলাচলের সীমা সমন্বয় করে।

২) **টেবিল স্লাইডিং ফিড হ্যান্ড হুইল :** টেবিলকে হাতে চলাচল করতে সাহায্য করে।

৩) **টেবিল লকিং লিভার :** এটা টেবিলকে লক করতে ব্যবহৃত হয়।

৪) **স্টপ ফাইন অ্যাডজাস্টমেন্ট নব :** স্টপকে সূক্ষ্মভাবে সমন্বয় করে।

৫) **কম্পাউন্ড স্লাইড ফিড হ্যান্ড হুইল :** কম্পাউন্ড স্লাইডকে হাতে চালাতে সাহায্য করে।

৬) **কন্ট্রোল প্যানেল :** এটাতে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক কন্ট্রোল সুইচ স্থাপিত থাকে।

৭) **হুইল হেড সুইভেলিং লিভার :** হুইল হেডের সুইভেলিং লক করে।

৮) **টেবিল সুইভেলিং লকিং ডিভাইস :** টেবিলের সুইভেলিং লক করে।

৯) **হুইল হেড রেইজিং হ্যান্ড হুইল :** হুইল হেডকে হাতে উঠানামা করতে ব্যবহৃত হয়।

১০) **হুইল হেড স্লাইড লিভার :** হুইল হেড স্লাইডকে লক করতে ব্যবহৃত হয়।

১১) **কলাম ভার্টিক্যাল হাইট লকিং লিভার :** কলামের উল্লম্ব উচ্চতা লক করতে ব্যবহৃত হয়।

১২) **গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল মোটর রিভার্সিং সুইচ :** এটা গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডলের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করে।

১৩) **প্লাগ পয়েন্ট :** এটা বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টে বৈদ্যুতিক সংযোগ প্রদান করে।

১৪) মেইন সুইচ : এটা মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ চালু ও বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

১৫) রিভার্সিং সুইচ : প্লাগ পয়েন্টে সংযুক্ত অ্যাটাচমেন্টের মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করে।

২২.৭ টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কন (ডাটা) পাঠ :

এটা সাধারণত হুইলের বৈশিষ্ট্য, ওয়ার্কপিস ম্যাটেরিয়াল, মেশিনের অবস্থা, অপারেটিং ব্যবস্থা, প্রয়োজনীয় সারফেস ফিনিশ ও অন্যান্য বিভিন্ন পরিবর্তনশীল ও এদের পারস্পরিক সম্পর্কের উপর নির্ভর করে। তাই সব সময় গ্রাইন্ডিং কাজের উপযোগী গ্রাইন্ডিং ডাটা নির্বাচন সম্ভব নয়। সাধারণত গ্রাইন্ডিং ডাটা নির্বাচনের জন্য হুইল ও মেশিন প্রস্তুতকারকগণের ম্যানুয়াল কাজে লাগানোই উত্তম। সাধারণ নির্দেশনা হিসাবে গ্রাইন্ডিং ডাটার একটি তালিকা টেবিল-২১.১-এ ইতিমধ্যে দেওয়া হয়েছে।

টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ফিডের জন্য প্রযোজ্য ডায়ালের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান সাধারণত ০.০১ মি মি হয়। তবে এই মাপ বা মাত্রাঙ্কন মেশিনের ডিজাইন ও নির্মাতাভেদে বিভিন্ন হতে পারে।

প্রশ্নমালা-২২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার বলতে কী বোঝায় ?
২. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশসমূহের নাম লেখ।
৩. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল ও সেটিংসমূহের নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের মাত্রাঙ্কন (ডাটা) পাঠ পদ্ধতি বিবৃত কর।
২. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল লিভার ও নবসমূহের ব্যবহার লেখ।
৩. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ এবং কন্ট্রোল ও সেটিং শনাক্তকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অ্যাটাচমেন্টের ব্যবহার বর্ণনা কর।
২. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার দিয়ে গিয়ার টুথ কাটার গ্রাইন্ডিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৩. টুল এন্ড কাটার গ্রাইন্ডার চালানোর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি ব্যক্ত কর।

অধ্যায়-২৩

মেশিন টুলের আধুনিক অগ্রগতি (The advancement of modern machine tool)

২৩.১ আধুনিক মেশিনিং পদ্ধতিসমূহের নাম ঃ

নিচে বিশেষ বিশেষ আধুনিক মেশিনিং পদ্ধতিসমূহের নাম-এর তালিকা নিচে দেওয়া হলো–

প্রায়োগিক শক্তির প্রকার	মেশিনিং পদ্ধতির নাম	সংক্ষিপ্ত নাম
বিদ্যুৎ ও তাপ	ইলেকট্রিক ডিসচার্জড মেশিনিং	EDM
	ইলেকট্রন বিম মেশিনিং	EBM
	প্লাজমা আর্ক মেশিনিং	PAM
বিদ্যুৎ ও আলোক	লেজার বিম মেশিনিং	LBM
বিদ্যুৎ ও রাসায়নিক	ইলেকট্রো কেমিক্যাল মেশিনিং	ECM
	ইলেকট্রো কেমিক্যাল গ্রাইন্ডিং	ECG
বিদ্যুতিক ও যান্ত্রিক	আলট্রাসনিক মেশিনিং	USM
যান্ত্রিক	জেট মেশিনিং	JM
রাসায়নিক	কেমিক্যাল মেশিনিং	CHM

২৩.২ কেমিক্যাল মেশিনিং ঃ

কেমিক্যাল মেশিনিং হলো ধাতুর উপর নকশা খোদাই করার একটি পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে প্রথমে একটি ধাতব প্লেট প্রস্তুত করা হয়। তারপর ঐ প্লেটের যে সব জায়গায় মেশিনিং করা হবে না সেগুলোর উপর নন-রিঅ্যাক্টিভ ম্যাটারিয়ালের প্রলেপ দিয়ে অ্যাসিডে ডুবানো হয়। এতে উন্মুক্ত অংশগুলো অ্যাসিডে ক্ষয় হয়ে যায় এবং প্রলেপযুক্ত অংশগুলো অপরিবর্তিত থেকে যায়। ধাতব বস্তুর সৌন্দর্য বৃদ্ধি ও ইলেকট্রনিক সার্কিটের সার্কিট-বোর্ড তৈরিতে কেমিক্যাল মেশিনিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

কেমিক্যাল মেশিনিংকে দুইভাগে বিভক্ত করা যায়–

- ☑ নন-সিলেকটিভ কেমিক্যাল মেশিনিং।
- ☑ সিলেকটিভ কেমিক্যাল মেশিনিং।

যখন ওয়ার্কপিসের সকল তল হতে ধাতু অপসারণ করতে হয় তখন এটা নন-সিলেকটিভ পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। আবার যখন ওয়ার্কপিসের তলের কিয়দংশে কেমিক্যাল কার্যপ্রণালি রোধক দ্বারা প্রলেপ দিয়ে রক্ষা করে মেশিনিং করা হয়, তখন তাকে সিলেকটিভ কেমিক্যাল মেশিনিং বলা হয়।

ওয়ার্কপিসের তলের নির্দিষ্ট অংশের ওজন কমাতে সিলেকটিভ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। যেমন অ্যাসিডে ধাতু ক্ষয় করে নামফলক তৈরি করতে এবং ছাপান সার্কিট তৈরি করতে সিলেকটিভ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

নিম্নের চারটি ধাপে কেমিক্যাল মেশিনিং সম্পন্ন করা হয় ঃ

- ◆ নকশার কাজ নেগেটিভ প্রস্তুতকরণ।
- ◆ ধাতু প্রস্তুতকরণ।
- ◆ ইমেজ প্রিন্টিং এবং ডেভেলপ করা।
- ◆ খোদাই করণ (Etching) ও কেমিক্যাল রোধক অপসারণ।

২৩.৩ যন্ত্রপাতির ডিজিটাল রিডিং :

ব্যবহারের সময় যন্ত্রপাতিতে সময়, ওজন ও আয়তনের পরিমাণের যে পাঠ প্রত্যক্ষভাবে প্রদর্শিত হয় তাকে ডিজিটাল রিডিং বলে। সক্রিয় অবস্থায় ইলেকট্রনিকস ঘড়িতে সময়ের পরিমাণ সংখ্যায় প্রদর্শিত হয়। এটা ডিজিটাল রিডিং-এর অতি পরিচিত উদাহরণ। বর্তমানে ভার্নিয়ার ক্যালিপার, মাইক্রোমিটার, টেকোমিটার এবং মেশিন টুলে ডিজিটাল পদ্ধতি ব্যবহৃত হচ্ছে।

২৩.৪ যন্ত্রপাতির নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল :

অতীতকালে একই আকৃতির বস্তুর ব্যাপক উৎপাদন করতে একটি নির্দিষ্ট যন্ত্র ব্যবহার করা হতো এবং বিশেষ আকৃতির বস্তু কম পরিমাণে উৎপন্ন করতে সাধারণ যন্ত্র ব্যবহার করা হতো। কিন্তু উৎপাদনের পদ্ধতি উন্নত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে সাধারণ পরিমাণের উৎপাদনে ও ফলপ্রসূ যন্ত্র হিসাবে নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল (Numerical Control) মেশিন ব্যবহার করা হয়। সংক্ষেপে এটাকে N C মেশিন বলা হয়।

N C মেশিনে পাঞ্চ টেপ বা পাঞ্চ কার্ড হতে নির্দিষ্ট তথ্য রেকর্ড করে যন্ত্র চালিয়ে জব উৎপন্ন করা হয়। একটি জব কাটার সময় প্রথমেই জবের ড্রয়িং শিট হতে কাটার স্থান, পরিমাপ, ব্যবহৃত কাটিং টুল, কাটিং নিয়মাবলি ইত্যাদি যেগুলি কাটার জন্য প্রয়োজন সেগুলির সকল সংখ্যাগত মান পাড়ে নিয়ে একটি নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী পাঞ্চ টেপ বা পাঞ্চ কার্ড তৈরি করা হয়। এটাকেই এর (N C Machine) -এর প্রোগ্রামিং বলে।

লিপিবদ্ধ সংকেত নির্দেশ প্রোগ্রাম করা চলাচল অনুযায়ী মেশিনিং অপারেশনের ক্রস মেশিনের অবস্থান, স্পিড ও ফিড, কুল্যান্ট প্রবাহ এবং কাটিং টুল সেটিং নিয়ন্ত্রণ করে। N C পদ্ধতিতে একটা টেপ মেশিনিস্ট ও তার অভিজ্ঞতার স্থান দখল করে।

N C পদ্ধতিতে পরিচালিত মেশিন টুল সর্বোচ্চ সূক্ষ্ম মাত্রায় ওয়ার্কপিস মেশিনিং করে। প্রত্যেকটি স্পিন্ডল লিড-স্ক্রু এবং অন্যান্য চলনশীল অংশের নিজ নিজ মোটর ড্রাইভ ইউনিট থাকে। এই মোটরগুলিকে সার্ভো টাইপ মোটর বলে। যা প্রয়োজনে বৈদ্যুতিক সংকেত পেলে বহু পাক, এক পাক বা এক পাকের সামান্য অংশ ঘোরে।

প্রশ্নমালা-২৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. আধুনিক মেশিনিং পদ্ধতিসমূহের নাম লেখ।
২. যন্ত্রপাতির ডিজিটাল রিডিং বলতে কী বোঝায় ?

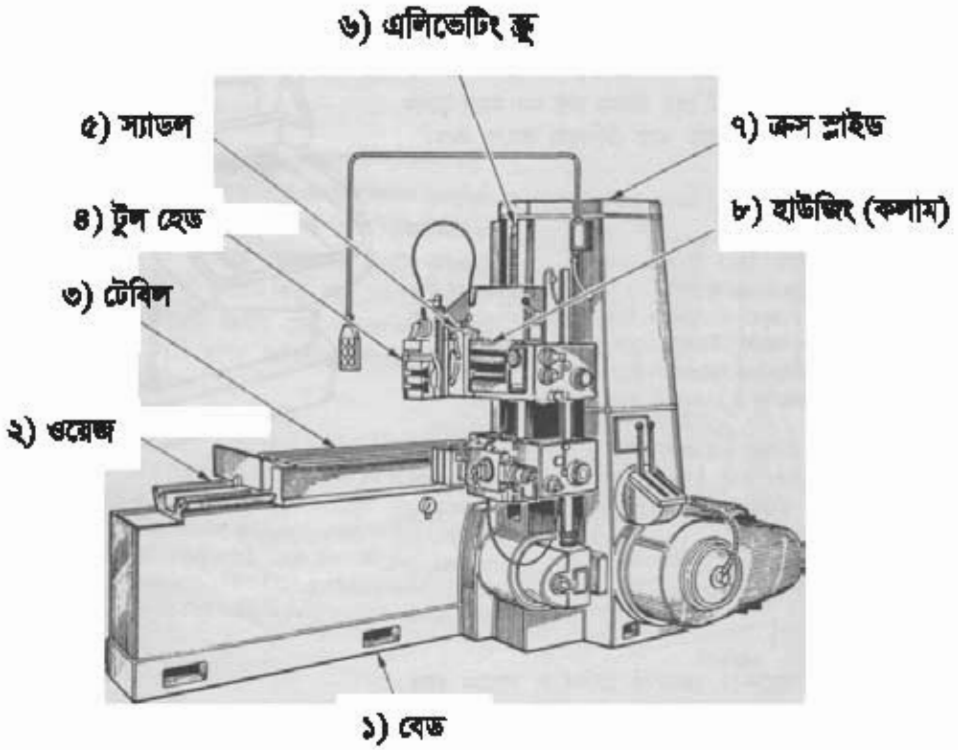
রচনামূলক প্রশ্ন

১. কেমিক্যাল মেশিনিং বলতে কী বোঝায় বর্ণনা কর।
২. নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায় বর্ণনা কর।

অধ্যায়-২৪
প্লেনার (Planer)

২৪.১ প্লেনার

প্লেনার হলো এক প্রকার মেশিন টুল যাতে স্থির সিঙ্গেল এজ বিশিষ্ট কাটিং টুলের দিকে অগ্র-পশ্চাৎ চলাচলকারী টেবিলের সাথে ওয়ার্কপিসকে চালনা করে এটি হতে ম্যাটারিয়াল কাটা হয়। প্লেনারের প্রধান কাজ হলো সমতল তল তৈরি করা, যা অনুভূমিক, উল্লম্ব বা কৌণিক হতে পারে। এটা অনিয়মিত গোলাকার তল মেশিনিং করতেও ব্যবহৃত হয়। টুলহেড ধারণ করার জন্য স্থির হাউজিং (কলাম) এবং ওয়ার্কপিসকে ধারণ ও অগ্র-পশ্চাৎ গতিশীল করার জন্য টেবিল (প্লাটেন)সহ প্লেনার ডিজাইন করা হয়। সাধারণত বড় ওয়ার্কপিস যেমন– কলাম, মেশিন বেস, মেশিন ফন্ডার ইত্যাদি প্লেনিং করতে প্লেনার ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-২৪.১ : প্লেনার ও তার বিভিন্ন অংশ

প্লেনারের বিভিন্ন অংশ হলো–

১) বেড
২) ওয়েজ
৩) টেবিল (প্লাটেন)
৪) টুল হেড
৫) স্যাডল
৬) এলিভেটিং স্ক্রু
৭) হাউজিং (কলাম)
৮) ক্রসরেইল

২৪.২ প্লেনারের শ্রেণিবিভাগ ঃ

নিম্নলিখিত উপায়ে প্লেনারের শ্রেণিবিভাগ করা হয়ে থাকে। যেমন–

(ক) চালনা পদ্ধতি অনুযায়ী ঃ

- ⇨ বেল্ট চালিত প্লেনার (Belt driven planer)
- ⇨ গিয়ার চালিত প্লেনার (Gesr driven planer)
- ⇨ হাইড্রলিক প্লেনার (Hydraulic planer)
- ⇨ ক্র্যাংক চালিত প্লেনার (Crank driven planer)

(খ) হাউজিং (কলাম) অনুযায়ী ঃ

- ◆ ডবল হাউজিং প্লেনার (Double housing planer)
- ◆ ওপেন সাইড প্লেনার (Open side planer)
- ◆ আংশিক ওপেন সাইড প্লেনার (Partly open side planer)
  - ○ কনভার্টিবল ওপেন সাইড প্লেনার (Convertible open side planer)
  - ○ অ্যাডজাস্টেবল ওপেন সাইড প্লেনার (Adjustable open side planer)
- ◆ ওয়াইডেন্ড প্লেনার (Widened planer)

(গ) টুল হেড অনুযায়ী ঃ

- ➢ সিঙ্গেল হেড প্লেনার (Single head planer)
- ➢ মাল্টি হেড প্লেনার (Multi head planer)

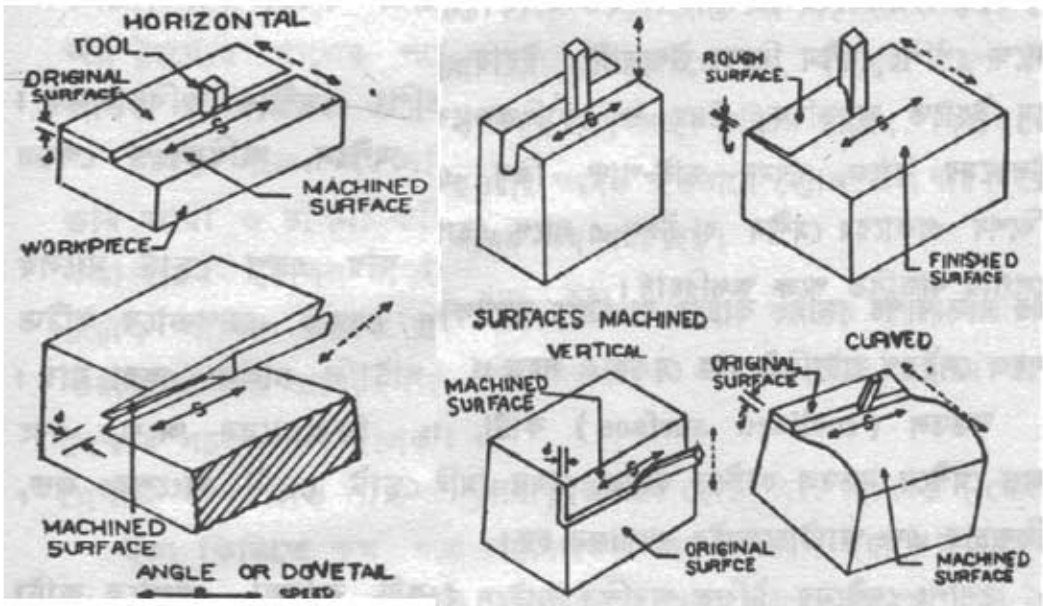
(ঘ) বিশেষ ধরনের প্লেনার ঃ

- ✪ পিট প্লেনার (Pit planer)
- ✪ এজ বা ওপেন সাইড প্লেট প্লেনার (**Edge or open side plate** planer)
- ✪ রোটারি প্লেনার (Rotary planer)
- ✪ ফ্রগ অ্যান্ড সুইচ প্লেনার (Frog and switch planer)
- ✪ ডুপ্লেক্স প্লেনার (Duplex planer)
- ✪ ডবল কাটিং প্লেনার (Double cutting planer)
- ✪ ব্রেস্ট প্লেনার (Breast planer)

২৪.৩ প্লেনিং অপারেশনের জন্য কাটিং স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট নির্ধারণ :

প্লেনিং-এর জন্য	হাইস্পিড স্টিল টুল				কার্স্ট অ্যালয় টুল				কার্বাইড টিপড টুল			
	ডেপথ অব কাট ইঞ্চিতে											
	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{4}$	$^{1}/_{2}$	১	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{4}$	$^{1}/_{2}$	১	$^{1}/_{16}$	$^{3}/_{16}$	$^{3}/_{8}$	$^{3}/_{4}$
ম্যাটেরিয়াল	ফিড ইঞ্চিতে											
	$^{1}/_{32}$	$^{1}/_{16}$	$^{3}/_{32}$	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{32}$	$^{1}/_{16}$	$^{3}/_{32}$	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{32}$	$^{1}/_{32}$	$^{1}/_{16}$	$^{1}/_{16}$
কাস্ট আয়রন (নরম)	৯৫	৭৫	৬০	৫০	১৬০	১৩৫	১১০	৯৫	২৫৫	২০৫	১৬৫	১৪০
কাস্ট আয়রন (মিডিয়াম)	৭০	৫৫	৪৫	৩৫	১২৫	১০৫	৯০	৭৫	২০৫	১৬৫	১৩৫	১১০
কাস্ট আয়রন (হার্ড)	৪৫	৩৫	২৫	-	৯৫	৮০	৬৫	-	১৪০	১১০	৯০	-
স্টিল (ফ্রি-কাটিং)	৯০	৭০	৫৫	৪০	১৪০	১০৫	৮৫	৬৫	৩১৫	২৪৫	১৯০	১৪০
স্টিল (অ্যালয়েড)	৭০	৫৫	৪০	৩০	১০৫	৮০	৬০	৪৫	২৭০	২০৫	১৬০	১২০
স্টিল, লো-মেশিনেবিলিটি	৪০	৩০	২৫	-	৬৫	৫০	৪০	-	১৯৫	১৪৫	১১৫	-
ব্রোঞ্জ	১৫০	১৫০	১২৫	-	সর্বোচ্চ টেবিল স্পিড							
অ্যালুমিনিয়াম	২০০	২০০	১৫০	-	সর্বোচ্চ টেবিল স্পিড							

২৪.৪ প্লেনার মেশিনের ব্যবহার:



চিত্র-২৪.২ : প্লেনারের অপারেশনসমূহ।

প্লেনার শেপারের ন্যায় প্রধানত ২৫.২ নং চিত্রের ন্যায় সমতল পৃষ্ঠ– অনুভূমিক, উল্লম্ব অথবা কৌণিকভাবে কাটবার উদ্দেশ্যে নির্মিত; কিন্তু ইহাতে বিশেষ অ্যাটাচমেন্টের মাধ্যমে ব্যবস্থা করে বক্র পৃষ্ঠ, স্লট, অল্প দৈর্ঘ্যের ভিতর পৃষ্ঠ প্রভৃতি কাটা যায়। সেপারের তুলনায় প্লেনার বৃহদাকার, ভারী ও মজবুত হওয়ায় এবং ইহার বিভিন্ন অংশ সম্পূর্ণ সাপোর্ট পাওয়ায় ইহাতে বৃহৎ, ভারী ও অসম আকৃতির বস্তু যা মিলিং মেশিনে কাটা অসুবিধাজনক ও যেটা শেপিং মেশিনের পক্ষে অনেক বড় মাপের সেই সকল বস্তু কাটা যায়। ইনডেক্স হেড বা অন্য কোনো উপযুক্ত জোগানের সাহায্যে প্লেনিং মেশিনে সমতল পৃষ্ঠ গ্রাইন্ডিং করা, র‍্যাক, বৃত্তাকার পৃষ্ঠ প্রভৃতি কাটার কাজ করা যায়।

২৪.৫ প্লেনার ব্যবহারে যত্ন ও সতর্কতা ঃ

- ☑ প্লেনার টেবিলে জব যথোপযুক্ত ক্ল্যাম্প, বোল্ট ও টো-ডগস ব্যবহার করে বাঁধতে হবে।
- ☑ ফিনিশড পার্ট-এর উপর ক্ল্যাম্পিং করার সময় কপার, ব্রাশ শিট, ভারী কাগজ ইত্যাদি দিয়ে তারপর ক্ল্যাম্পিং করতে হবে যাতে কোনো দাগ না পড়ে।
- ☑ সমতল পাতলা জবকে টো-ডগস-এর সাহায্যে আটকানো উচিত।
- ☑ সঠিক দৈর্ঘ্যের বোল্ট ব্যবহার কর এবং বোল্টের সাথে ওয়াশার ব্যবহার কর।
- ☑ অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ যথাসম্ভব না ব্যবহার করে সঠিক সাইজের ওপেন এন্ড রেঞ্চ ব্যবহার কর।
- ☑ হাউজিং এবং ক্রসরেইলের মাঝে পর্যাপ্ত ক্লিয়ারেন্স রাখতে হবে যাতে কার্যবস্তু নিরাপদে চলাচল করতে পারে।

২৪.৬ প্লেনার ও শেপার-এর মধ্যকার পার্থক্য ঃ

প্লেনার মেশিন	শেপার মেশিন
১) টুল ক্রসরেইলে বাঁধা থাকে, আর ওয়ার্কপিস টেবিলে বাঁধা থাকা অবস্থায় কাটিং স্পিডে টুল অতিক্রম করার সময় ধাতু কাটে।	১) ওয়ার্কপিস টেবিলের ভাইসে বাঁধা থাকে, আর কাটিং টুল র‍্যামের টুলপোস্টে বাঁধা অবস্থায় কাটিং স্পিডে চলাচল করে।
২) প্লেনার মেশিনে বড় ধরনের ওয়ার্কপিস অপারেশন করা হয়।	২) শেপার মেশিনে ছোট ধরনের ওয়ার্কপিস অপারেশন করা হয়।
৩) প্রতি রিটার্ন স্ট্রোকের শেষে টুল হেডকে অনুভূমিক তলে সরিয়ে ফিড দেওয়া হয়।	৩) প্রতি রিটার্ন স্ট্রোকের শেষে টেবিলকে সামান্য পরিমাণ সরিয়ে ফিড দেওয়া হয়।
৪) টেবিলটি মেশিনের পিছনে যাওয়ার সময় ধাতু কাটে।	৪) র‍্যামটি সম্মুখের দিকে যাওয়ার সময় ধাতু কাটে।
৫) ইহাতে এক বা একাধিক টুলপোস্ট থাকায়, প্রয়োজনে সব কয়টি টুলপোস্ট ব্যবহার করা যায়।	৫) কেবল একটি টুলপোস্ট দিয়েই কাজ করতে হয়।

প্রশ্নমালা-২৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্লেনার বলতে কী বোঝায়, তা লেখ।
২. প্লেনারের প্রধান অংশগুলি কি কি ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্লেনার কত প্রকার ও কি কি উল্লেখ কর।
২. প্লেনার ও শেপারের পার্থক্য লেখ।
৩. প্লেনার ব্যবহারে যত্ন ও সতর্কতার বিষয়াদি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. প্লেনারের ব্যবহার বর্ণনা কর।

মেশিন টুল অপারেশন-২

ব্যবহারিক (২য় পত্র)

অধ্যায়-১

লেদে নার্লিং করার দক্ষতা অর্জন

১.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ☑ লেদ মেশিন
- ☑ মার্কিং কালার
- ☑ ডিভাইডার
- ☑ আর্লিয়ার ক্যালিপার
- ☑ নার্লিং টুল
- ☑ ওয়েস্ট কটন

১.২ নার্লিং টুল নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ⌗ নার্লিং-এর প্যাটার্ন ও গ্রেড বিবেচনা করে নার্লিং টুল নির্বাচন কর।
- ⌗ স্ট্রেইট নার্লিং-এর জন্য স্ট্রেইট নার্লিং রোল, ক্রস নার্লিং এর জন্য ক্রস নার্লিং রোল এবং ডায়মন্ড নার্লিং-এর জন্য ডায়মন্ড নার্লিং রোল বেছে নাও।
- ⌗ গ্রেড অনুসারে ফাইন, মিডিয়াম ও কোর্স নার্লিং রোল বেছে নাও।
- ⌗ সঠিক পদ্ধতিতে ওয়ার্কপিস বাঁধতে ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য দেখে এর প্রান্তে সেন্টার ড্রিল কর।
- ⌗ ছোট ওয়ার্কপিসকে লেদ চাকে এবং লম্বা ওয়ার্কপিসকে চাক খুলে তাতে জগ এবং উভয় পার্শ্বে সেন্টার লাগিয়ে বাঁধ।
- ⌗ ওয়ার্কপিসের সেন্টারে ড্রিল করা প্রান্তদ্বয়কে সেন্টারের মাঝে বেঁধে লেদের টুল পোস্টে নার্লিং টুল হোল্ডার লাগাতে হবে।

চিত্র-১.১ : স্ট্রেইট নার্লিং টুল

চিত্র-১.২ : ডায়মন্ড নার্লিং টুল

চিত্র-১.৩ : ক্রস নার্লিং টুল

১.৩ সঠিক পদ্ধতিতে ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- ⇨ কাজের পূর্বে মেশিনকে ওয়েস্ট কটন দিয়ে ভালোভাবে মুছে পরিষ্কার কর ও তেল মুক্ত কর।
- ⇨ চাক কি-এর সাহায্যে লেদ চাকে ওয়ার্কপিস সেট কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিসকে চাক কি এর সাহায্যে টাইট দিয়ে চাক কি অপসারণ করে নিরাপদ স্থানে রেখে দাও।

১.৪ ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটকরণ :

- ✪ নিম্ন টানা শক্তিসম্পন্ন স্টিলের জন্য প্রতি মিনিটে ২৫-৩০ মিটার এবং উচ্চ টানা শক্তিসম্পন্ন স্টিলের জন্য প্রতি মিনিটে ১০-২৫ মিটার সারফেস স্পিড ব্যবহার কর।
- ✪ নার্লিং-এর জন্য টার্নিং স্পিডের অর্ধেক স্পিডে লেদকে সেট করতে হবে।
- ✪ সারফেস স্পিড ও ওয়ার্কপিসের ব্যাস অনুযায়ী আর পি এম এর মান নির্ণয় কর।
- ✪ নার্লিং-এর জন্য টার্নিং আর পি এম-এর অর্ধেক মান ব্যবহার করে লিভার সেট কর।
- ✪ নার্লিং রোলের ফিড পরীক্ষা করে ফিডের পরিমাণ নির্ণয় কর।
- ✪ অটোমেটিক ফিড মেকানিজম সেট কর।

১.৫ নার্লিং-এ প্রয়োজনীয় তৈল প্রয়োগ :

- ◆ ওয়ার্কপিস ম্যাটারিয়ালের প্রকৃতি ও নার্লিং রোলের চাপের উপর নির্ভর করে নার্লিং-এ প্রয়োজনীয় তেল প্রয়োগ কর।
- ◆ ওয়ার্কপিস ও নার্লিং রোলকে ঠান্ডা রাখার জন্য তেল প্রয়োগ কর।
- ◆ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নার্লিং কাজ সম্পাদনের জন্য হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে তেল প্রয়োগ কর।

১.৬ নার্লিং প্রক্রিয়া :

- ➢ ওয়ার্কপিসের সঙ্গে স্টিল রুল ধর এবং নার্লিং করার প্রথম ও শেষ স্থান স্ক্রাইবারের সাহায্যে চিহ্নিত কর।
- ➢ নার্লিং শুরু করার স্থানে ওয়ার্কপিসের সঙ্গে নার্লিং টুল স্থাপন কর।
- ➢ লেদ মেশিন চালু কর।
- ➢ ওয়ার্কপিসের মধ্যে নার্লিং টুল প্রায় ০.৩ মি মি ঢুকে না পড়া পর্যন্ত ক্রস স্লাইড হ্যান্ডেলকে ডান পাকে ঘুরাতে হবে।
- ➢ লেদ মেশিন থামিয়ে নার্লিং ঠিক হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ➢ নার্লিং ঠিক হলে পুনরায় লেদ মেশিন চালু করে ওয়ার্কপিসে লুব্রিক্যান্ট দাও।
- ➢ লেদ মেশিন থামিয়ে মাঝে মাঝে ওয়্যার ব্রাশ দ্বারা নার্লিং রোল পরিষ্কার কর।
- ➢ নার্লিং-এর শেষ প্রান্তে আসলে অটোমেটিক ফিড সংযুক্ত রেখে লেদ মেশিন থামাও এবং ফিড বিপরীতমুখী কর।
- ➢ নার্লিং-এর চাপ বৃদ্ধি করে সন্তোষজনক আকৃতি না আসা পর্যন্ত এই পদ্ধতি বারবার কর।

১.৭ নার্লিং অপারেশন-এর সময় এবং পরে ওয়ার্কপিস পরীক্ষাকরণ :

- ✓ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস বাঁধা হয়েছে কি না দেখ।
- ✓ সঠিকভাবে নার্লিং রোল বাছাই কর ও সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ✓ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সব সেটিং ঠিক হয়েছে কি না দেখ।
- ✓ কাজের মাঝে নার্লিং-এর ডেপথ পরীক্ষা কর।
- ✓ প্রথমে অল্প স্থানে নার্লিং রোল চালিয়ে পরীক্ষা কর।
- ✓ মেশিন চালানোর সময় নার্লিং রোলের মধ্যে ময়লা জমা হয়েছে কি না তা দেখ।
- ✓ ডেপথ অনুযায়ী ওয়ার্কপিসে নার্লিং হয়েছে কি না তা পরীক্ষা কর।

১.৮ নার্লিং-এর প্রয়োজনীয় সতর্কতা :

- ☑ অ্যাপ্রোন ও সেফটি গগলস পরিধান করতে হবে।
- ☑ কাজের স্থান সঠিকভাবে পরিষ্কার করে তেল ও গ্রিজ মুক্ত করতে হবে।
- ☑ লেদ চাকে কি-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টাইট করে চাক-কি অপসারণ করতে হবে।
- ☑ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেশিন সেটিং হয়েছে কি না তা দেখতে হবে।
- ☑ মনোযোগের সঙ্গে কাজ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ☑ কাজ করার সময় মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে।
- ☑ লেদ চাক হতে ওয়ার্কপিস খোলার আগে সব মাপ পরীক্ষা করে খুলতে হবে।

অধ্যায়-২

লেদে স্ট্রেইট বোরিং করার দক্ষতা অর্জন

২.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ☑ লেদ মেশিন।
- ☑ বোরিং টুল হোল্ডার ।
- ☑ বোরিং টুল।
- ☑ ভার্নিয়ার ক্যালিপার।
- ☑ হাতুরি।
- ☑ অয়েল ক্যান।
- ☑ থ্রিজ গান।
- ☑ কাপড়ের টুকরা।

২.২ টুলবিট নির্বাচন ও সেট :

- ◈ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী স্ট্রেইট বোরিং টুল নিবার্চন করতে হবে।
- ◈ প্রথমে লেদ বোরিং হোল্ডারকে সঠিকভাবে সেন্টার হাইটে আনতে টুলের নিচে প্রয়োজনীয় পাতলা শিটের প্যাকিং ব্যবহার করে বোরিং টুল হোল্ডারকে সেট করে টুলপোস্টের নাটসমূহকে টাইট করতে হবে।

২.৩ ওয়ার্কপিস বাঁধা ও সেট :

- ❖ লেদ মেশিনের স্পিন্ডলে থ্রি 'জ' চাক সেট কর এবং চাকের 'জ' গুলি পরিষ্কার করতে হবে।
- ❖ লেদ চাকে ওয়ার্কপিস সেট করে চাক কি দিয়ে টাইট করতে হবে।
- ❖ লেদ মেশিন চালু করে দেখতে হবে যে ওয়ার্কপিস এককেন্দ্রিক ঘুরছে কিনা।
- ❖ যদি ঘোরে তবে সমন্বয় করতে হবে।

২.৪ ডাটা নির্বাচন মেশিন ও সেট :

- ➢ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ডাটা নির্বাচন কর।
- ➢ চার্ট অনুযায়ী আর পি এম এর লিভার সেট কর।
- ➢ ফিড ও অন্যান্য ডাটা সেট কর।
- ➢ লিভার সেটে অসুবিধা হলে লেদ চাক ঘুরিয়ে মেশিন লিভার সেট কর।

২.৫ সঠিক পদ্ধতিতে স্ট্রেইট বোরিং :

- ✪ বোরিং বার-এর টুল ওয়ার্কপিস-এর মধ্যে যত দূর প্রবেশ করাতে হবে সেখানে চক দিয়ে মার্কিং কর।
- ✪ লেদ মেশিন চালু করে বোরিং টুল ওয়ার্কপিসের পূর্বের হোলের মধ্যে প্রবেশ করাও।
- ✪ বোরিং টুলটি উক্ত হোলের পার্শ্ব স্পর্শ না করা পর্যন্ত ব্যাকওয়ার্ড করে স্পর্শ করা মাত্র ওয়ার্কপিসের হোলে বোরিং টুল-এর কাটিং পয়েন্ট বের করে আন।
- ✪ ফরওয়ার্ড ও ব্যাকওয়ার্ড হুইলের (০) শূন্য চিহ্নিত স্থানে সেট করে হুইলকে বাম দিকে ঘুরিয়ে ডেপথ অব কাট দাও।
- ✪ ক্যারেজ ওয়ার্কপিসের দিকে আস্তে আস্তে অগ্রসর করে বোরিং টুলকে পূর্বে চক-মার্কিং পর্যন্ত প্রবেশ করাও।
- ✪ কাটের মাঝে মাঝে মাপ চেক কর।
- ✪ ফিনিশ কাট দিয়ে মাপ পরীক্ষা কর।

২.৬ বোরিং অপারেশনের সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ :

- ☑ যন্ত্রপাতি, টুলবিট, ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং, ডাটা সেটআপ ইত্যাদি সঠিকভাবে পরীক্ষা কর।
- ☑ বোরিং অপারেশনের সময় মেশিন বন্ধ করে ডেপথ অব কাট পরীক্ষা কর।
- ☑ ড্রয়িং অনুসারে ফিনিশ কাট দিয়ে মাপ পরীক্ষা কর।

২.৭ প্রয়োজনীয় সতর্কতা :

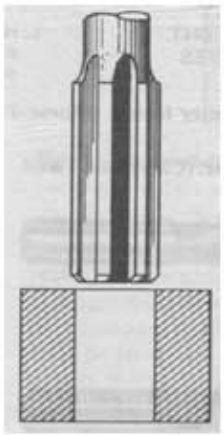
- ⇨ অ্যাপ্রোন ও সেফটি গগলস পরিধান করতে হবে।
- ⇨ কাজের স্থান সঠিকভাবে পরিষ্কার করে তেল ও গ্রিজ মুক্ত করতে হবে।
- ⇨ লেদ চাকে কি এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টাইট করে চাক-কি অপসারণ করতে হবে।
- ⇨ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেশিন সেটিং হয়েছে কি না তা দেখতে হবে।
- ⇨ মনোযোগের সঙ্গে কাজ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ⇨ কাজ করার সময় মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে।
- ⇨ লেদ চাক হতে ওয়ার্কপিস খোলার আগে সব মাপ পরীক্ষা করে খুলতে হবে।

অধ্যায়-৩

লেদে রিমিং করার দক্ষতা অর্জন

৩.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- লেদ মেশিন
- অয়েল ক্যান
- অয়েল গান
- সেফটি গগলস
- লেদ চাক ও চাক-কি
- ড্রিল বিট
- ড্রিল চাক ও চাক-কি
- বোরিং টুল হোল্ডার ও বোরিং টুল
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- টেপার শ্যাংক ড্রিল বিট ও সকেট
- রিমার



চিত্র-৩.১ : রিমিং

৩.২ রিমার নির্বাচন ও সেটকরণ :

- মেশিন রিমারের শ্যাংক সোজা অথবা টেপার হয়ে থাকে। টেপার শ্যাংক বিশিষ্ট মেশিন রিমারকে সরাসরি ড্রিল প্রেস স্পিন্ডল বা টেইলস্টক স্পিন্ডলে বাঁধা যায়। রাফিং অপারেশনের জন্য মেশিন রিমার নির্বাচন কর। হ্যান্ড রিমারের শ্যাংক সোজা এবং এটার গ্রাউন্ড বর্গাকার। এটাকে রেঞ্চ বা ট্যাপ হ্যান্ডেল দ্বারা ঘুরানো হয়। পূর্বে ড্রিল করা ছিদ্র এবং বোরিং বা মেশিন রিমিং করা ছিদ্র সূক্ষ্মভাবে মসৃণ করতে হ্যান্ড রিমার ব্যবহৃত হয়।

- ছোট সাইজের টেপার শ্যাঙ্ক রিমার ধরতে স্লিভ লণ্ড এবং ছোট সাইজের স্ট্রেইট শ্যাংক রিমার ধরতে ড্রিল চাক লণ্ড।

- রিমার শ্যাংকে বা ড্রিল চাকে বাঁধার পর নিয়ম অনুসারে টেইলস্টকে সেট কর।

৩.৩ ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- ☑ সাধারণত ওয়ার্কপিসের একই সেটিং ব্যবহার করে লেদে ড্রিলিং এবং রিমিং করা হয়। কিন্তু কোনো কোনো সময় পূর্বে ছিদ্র করা ওয়ার্কপিসও রিমিং করা হয়।
- ☑ মেশিন ব্রাশ বা কাপড়ের টুকরা দিয়ে মেশিন পরিষ্কার করে অয়েল ক্যান বা অয়েল গান-এর সাহায্যে অয়েলিং করতে হবে।
- ☑ লেদ চাকে চাক-কি এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস ঢুকিয়ে পূর্ণ টাইট করে চাক-কি অপসারণ করে নিরাপদ স্থানে রাখ।

৩.৪ ডাটা নির্বাচন ও মেশিন সেটকরণ :

- রিমিং-এর জন্য অতি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো রিমিং এলাউন্স। যে পরিমাণ ম্যাটারিয়াল রিমার দ্বারা অপসারণ করা হয় তাই রিমিং এলাউন্স।
- ড্রিল করা ছিদ্র ছোট হলে রিমার নির্ধারিত পথ হতে সরে যায় এবং রিমিং করা ছিদ্র বেল মাউন্টেড হয়। ড্রিল করা ছিদ্র বড় হলে রিমার কাটের গভীরতা অপর্যাপ্ত হয়, মেশিনিং (ড্রিলিং) মার্ক থেকে যায় এবং গর্ত মসৃণ হয় না।
- নিচের চার্ট হতে সঠিক রিমিং এলাউন্স নির্বাচন কর–

রিমার সাইজ	রিমিং এলাউন্স
৬ মি.মি.	০.২ মি.মি.
৬ মি.মি. এর উর্ধ্বে ১২ মি.মি. পর্যন্ত	০.৩ মি.মি.
১২ মি.মি. এর উর্ধ্বে ২৫ মি.মি. পর্যন্ত	০.৫ মি.মি.
২৫ মি.মি. এর উর্ধ্বে ৩৮ মি.মি. পর্যন্ত	০.৬ মি.মি.
৩৮ মি.মি. এর উর্ধ্বে	০.৭ মি.মি.

- রিমিং করতে ড্রিল বা বোরিং করা গর্তের সাইজ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। গর্তের সাইজ নির্ধারণ করতে রিমারের সাইজ হতে রিমিং এলাউন্স বিয়োগ কর।
- রিমিং-এর জন্য নিচের চার্ট হতে কাটিং স্পিড এবং ফিড নির্বাচন কর–

ম্যাটারিয়াল	কাটিং স্পিড (মিটার/মিনিট)	ফিড (মি মি/ঘূর্ণন)
লো-কার্বন স্টিল	৫–৮	০.৫–১.০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	৩–৫	
হাই কার্বন স্টিল	২–৩	
গ্রে কাস্ট আয়রন	৮–১০	
কাস্ট আয়রন অ্যালয়	৬–৮	
ব্রাশ (সাধারণ)	৮–১৪	
ব্রোঞ্জ (সাধারণ)	৫–১০	
অ্যালুমিনিয়াম	১৫–২৫	

৩.৫ সঠিক পদ্ধতিতে রিমিং সম্পন্নকরণ :

(ক) লেদে মেশিন রিমিং :

- ☑ মেশিন রিমিং-এর জন্য লেদ স্পিন্ডলের ঘূর্ণনের দিক নির্বাচন কর। এটা রিমারের কাটার বিপরীত হবে।
- ☑ লেদ মেশিন চালু করে ওয়ার্কপিসের প্রতি পাকের জন্য ০.৫–১ মি.মি. হারে রিমার অগ্রসর করাও অর্থাৎ ফিড দাও।
- ☑ লুব্রিকেশনের জন্য লার্ড বা কাটিং অয়েল ব্যবহার কর।

- ☑ লেদ স্পিন্ডল/ওয়ার্কপিসকে কখনো রিমারের কাটারের দিকে ঘুরাবে না। এটাতে চিপস জাম হয়ে যেতে পারে এবং রিমারের প্লেট ভেঙে যেতে পারে।
- ☑ রিমিং সমাপ্ত হলে ওয়ার্কপিসকে ঘুরন্ত রেখে রিমার বের কর। নচেৎ আটকে যাওয়া চিপে ছিদ্র নষ্ট হতে পারে।

(খ) লেদে হ্যান্ড রিমিং ঃ

- ☑ হ্যান্ড রিমিং-এর জন্য ওয়ার্কপিস স্থির রাখ।
- ☑ রিমারের ঘূর্ণনের দিক নির্বাচন কর।
- ☑ ওপেন এন্ডেড রেঞ্চ/ট্যাপ হ্যান্ডেলের সাহায্যে রিমার ঘুরাও।
- ☑ রিমারের প্রতি পাকে আনুমানিক ০.৫–১ মি.মি. হারে রিমারকে অগ্রসর করাও।
- ☑ লুব্রিকেশনের জন্য কাটিং অয়েল ব্যবহার কর।
- ☑ রিমিং সমাপ্ত হলে ওয়ার্কপিসকে রিমারের কাটার বিপরীত দিকে ঘুরিয়ে রিমার বের কর। তা না হলে আটকে যাওয়া চিপে ছিদ্র নষ্ট হতে পারে।

৩.৬ রিমিং-এর সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ ঃ

- ◆ পরীক্ষা করে দেখতে হবে যে হেডস্টক এবং টেইলস্টক স্পিন্ডলের অক্ষরেখা একই লাইনে আছে।
- ◆ ভার্নিয়ার ব্যবহার করে ড্রিল করা ছিদ্রের পরিমাপ এবং রিমিং এলাউন্স পরীক্ষা কর।
- ◆ পূর্বের ছিদ্র করা ওয়ার্কপিস এককেন্দ্রিক আছে কি না দেখ।
- ◆ পরীক্ষা করে দেখ রিমারের ব্লেড চিপ মুক্ত কি না।
- ◆ রিমিং করা ছিদ্রের পরিমাপ প্লাগ গেজ, টেলিস্কোপিক গেজ এবং মাইক্রোমিটারের সাহায্যে পরীক্ষা কর।

৩.৭ সতর্কতার বিষয়াদি ঃ

- ☑ অ্যাপ্রোন ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ কাজের স্থান সঠিকভাবে পরিষ্কার করে তেল ও গ্রিজ মুক্ত কর।
- ☑ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেশিন সেটিং হয়েছে কি না তা পরীক্ষা করে দেখ।
- ☑ রিমারের ঘূর্ণন গতি ও এলাউন্স ঠিক হয়েছে কি না দেখে নাও।
- ☑ লেদ চাকে কি এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টাইট করে চাক-কি অপসারণ কর।
- ☑ মনোযোগের সঙ্গে কাজ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজ করার সময় মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ☑ লেদ চাক হতে ওয়ার্কপিস খোলার আগে সব মাপ পরীক্ষা করে তারপর খোল।

অধ্যায়-৪

ডবল স্টার্ট মেট্রিক থ্রেড (এক্সটারনাল) তৈরি করার দক্ষতা অর্জন

৪.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ⇨ লেদ মেশিন
- ⇨ টুল হোল্ডার
- ⇨ থ্রেড কাটিং টুল
- ⇨ মেট্রিক থ্রেড গেজ
- ⇨ অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
- ⇨ সেন্টার গেজ
- ⇨ অয়েল ক্যান
- ⇨ স্প্রিং গান
- ⇨ ওয়েস্ট কটন

৪.২ টুল নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ➢ অ্যাঙ্গেল বিবেচনা করে এক্সটারনাল থ্রেড কাটিং টুল ৬০° কোণে গ্রাইন্ডিং হুইলে গ্রাইন্ডিং করে নাও।
- ➢ টুলপোস্টের টুল হোল্ডার আটকিয়ে টুল হোল্ডারের ক্ল্যাম্পের ভিতর টুল সেট কর।
- ➢ টুলের কাটিং পয়েন্টকে নির্দিষ্ট সেন্টার হাইটে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ➢ কাটিং টুলকে ক্ল্যাম্পিং-এর সময় সতর্কতা অবলম্বন কর যাতে বোল্টের অধিক চাপে টুল হোল্ডারের ভিতরে কাটিং টুল ভেঙে না যায়।

৪.৩ ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- ✪ ওয়ার্কপিস ও লেদ চাকের 'জ' পরিষ্কার কর।
- ✪ লেদ চাক কি এর সাহায্যে ঘুরিয়ে লেদের 'জ'-কে ফাঁক করে, তাতে ওয়ার্কপিস সেট কর।
- ✪ পুনরায় লেদের চাক-কি ঘুরিয়ে ওয়ার্কপিস টাইট কর এবং চাক-কি অপসারণ কর।
- ✪ মেশিন চালু করে দেখ যে, ওয়ার্কপিস এককেন্দ্রিক ঘোরে কি না।

৪.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

- ☑ $R.P.M = \frac{150 \times CS}{\pi \times D}$ সূত্রটি ব্যবহার করে আর পি এম -এর মান নির্ণয় কর।
- ☑ রাফ কাটের জন্য ০.৩–০.৭ মি মি/ঘূর্ণন ও ফিনিস কাটের জন্য ০.১– ০.৩ মি মি/ঘূর্ণন ফিড ব্যবহার কর।

- ☑ রাফ কাটের সময় ০.২– ০.৫ মি মি এবং ফিনিস কাটের সময় ০.৭–১ মি মি ডেপথ অব কাট ব্যবহার কর।
- ☑ মেশিনের গায়ে সংযুক্ত চার্ট অনুযায়ী কন্ট্রোলসমূহ এবং আর পি এম সেট কর।
- ☑ মেশিনের গায়ে সংযুক্ত চার্ট অনুযায়ী অটোমেটিক ফিড লিভার সেট কর।

৪.৫ সঠিক পদ্ধতিতে থ্রেড কাটিং সম্পন্নকরণ:

- ⌗ লেদ মেশিন চালু কর।
- ⌗ অটোমেটিক ফিড দাও।
- ⌗ প্রথম কাট দাও।
- ⌗ প্রথম কাটের পর পিচ বা টি পি আই পরীক্ষা কর।
- ⌗ কুল্যান্ট অথবা লুব্রিক্যান্ট ব্যবহার কর।
- ⌗ কয়েকটি কাট দিয়ে থ্রেড কাটিং সমাপ্ত কর।
- ⌗ ওয়ার্কপিস অপসারণের পূর্বে পূর্ণ গভীরতা পরীক্ষা কর।

৪.৬ থেড কাটিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ:

- ◈ থ্রেড কাটিং টুল এবং ওয়ার্কপিস-এর ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- ◈ মেশিন ডাটা সেটিং পরীক্ষা কর।
- ◈ থ্রেডের আউটসাইড ডায়ামিটার পরীক্ষা কর।
- ◈ থ্রেডের পিচ পরীক্ষা কর।
- ◈ থ্রেডের গভীরতা পরীক্ষা কর।

৪.৭ সতর্কতার বিষয়াদি:

- ☑ অ্যাপ্রোন ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ☑ কাজের স্থান সঠিকভাবে পরিষ্কার করে তেল ও গ্রিজ মুক্ত কর।
- ☑ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেশিন সেটিং হয়েছে কি না তা পরীক্ষা করে দেখ।
- ☑ লেদ চাকে কি-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে টাইট করে চাক-কি অপসারণ কর।
- ☑ মনোযোগের সঙ্গে কাজ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজ করার সময় মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ☑ লেদ চাক হতে ওয়ার্কপিস খোলার আগে সব মাপ পরীক্ষা করে তারপর খোল।

অধ্যায়-৫

টুলপোস্টে গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট সংযোগ করে টেপার (এক্সটারনাল) গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

৫.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ☑ লেদ মেশিন
- ☑ গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট
- ☑ অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
- ☑ লাইভ ও ডেড সেন্টার
- ☑ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ☑ ম্যালেট
- ☑ অয়েল ক্যান
- ☑ গ্রিজ গান
- ☑ সেফটি গগলস
- ☑ হুক স্প্যানার
- ☑ ওয়েস্ট কটন

৫.২ গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ◆ টুলপোস্টে সাইড হোল্ডার সেট কর।
- ◆ সাইড হোল্ডার চিপ মুক্ত কর।
- ◆ টুলপোস্ট গ্রাইন্ডারের বেস পরিষ্কার কর।
- ◆ টুলপোস্ট গ্রাইন্ডারের বেস, সাইড হোল্ডারে দৃঢ়ভাবে সেট কর।

৫.৩ কম্পাউন্ড স্লাইড প্রয়োজনীয় কোণে বাঁধা :

- ⇨ মেশিন পরিষ্কার কর ও অ্যালাইনমেন্ট কর।
- ⇨ কম্পাউন্ড রেস্ট ক্ল্যাম্পিং নাটদ্বয় ঢিলা দাও।
- ⇨ কম্পাউন্ড রেস্টকে ৩০° কোণে সেট কর।

৫.৪ ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- ⌑ হেডস্টক স্পিন্ডলের টেপার ছিদ্র পরিষ্কার কর।
- ⌑ লাইনার সকেট পরিষ্কার কর।
- ⌑ লেদ সেন্টারের শ্যাংক পরিষ্কার কর।
- ⌑ ওয়ার্কপিসকে লাইনার সকেটে সেট কর।
- ⌑ ওয়ার্কপিসসহ লাইনার সকেটকে স্পিন্ডলের বোরে সেট কর।

৫.৫ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ✪ হেডস্টক স্পিন্ডলে নিম্নতম ৮০–১০০ আর পি এম নির্বাচন কর।

- ✪ নির্বাচিত আর পি এম- এর জন্য লিভার সেট কর।
- ✪ ১.৫ মি .মি থেকে ২ মি মি পর্যন্ত ফিড ব্যবহার কর।
- ✪ ডেপথ অব কাট ০.০২ মি মি হতে ০.০৭ মি মি পর্যন্ত দাও।

৫.৬ সঠিক পদ্ধতিতে নিরাপদে গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ :

- ➢ সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ➢ সঠিক স্থানে ক্যারেজ লক কর।
- ➢ কাপড়ের টুকরা দ্বারা গ্রাইন্ডিং হুইলের নিচে লেদ-ওয়ে ঢেকে দাও।
- ➢ লেদ চালু কর।
- ➢ গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট চালু কর।
- ➢ মনে রাখ যে, এক্সটারনাল গ্রাইন্ডিং-এর জন্য ওয়ার্কপিস এবং গ্রাইন্ডিং হুইলের ঘূর্ণনের দিক পরস্পর বিপরীত হতে হবে।
- ➢ ক্রস স্লাইডের হ্যান্ডেলের সাহায্যে গ্রাইন্ডিং হুইলকে আস্তে আস্তে অগ্রসর করাও যতক্ষণ পর্যন্ত না ওয়ার্কপিসে স্পর্শ করে স্পর্শক তৈরি না করে।
- ➢ ক্রস স্লাইড হ্যান্ডেলের সাহায্যে ডেপথ অব কাট দাও।
- ➢ কম্পাউন্ড স্লাইড হ্যান্ডেলের সাহায্যে গ্রাইন্ডিং হুইলের গ্রাইন্ডিং হুইলের ফিড দাও।
- ➢ কয়েকটি কাট ব্যবহার করে গ্রাইন্ডিং সম্পন্ন কর।
- ➢ গ্রাইন্ডিং হুইলকে ওয়ার্কপিস হতে সরিয়ে দাও।
- ➢ লেদ এবং গ্রাইন্ডিং হুইল থামাও।
- ➢ ওয়ার্কপিস পরীক্ষা কর।
- ➢ ওয়ার্কপিস অপসারণ কর।
- ➢ গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট অপসারণ কর।

৫.৭ গ্রাইন্ডিং-এর আগে ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ☑ যন্ত্রপাতি পরীক্ষা কর।
- ☑ মেশিন ডাটা পরীক্ষা কর।
- ☑ ডাটা সেটিং পরীক্ষা কর।
- ☑ গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজের সময় মেশিন থামিয়ে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজ শেষে ড্রয়িং অনুসারে মাপ পরীক্ষা কর।

৫.৮ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ✓ সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ✓ তেল ও গ্রিজ মুক্ত করে কাজের স্থান সঠিকভাবে পরিষ্কার কর।
- ✓ কাজের সময় মনোযোগের সাথে মাঝে মাঝে পরীক্ষা কর।
- ✓ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেশিনের সেটিং হয়েছে কি না দেখ।
- ✓ মেশিন চলার সময় কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করে দাও।
- ✓ কাজের শেষে ওয়ার্কপিস খোলার আগে সব মাপ সঠিকভাবে পরীক্ষা কর।

অধ্যায়-৬

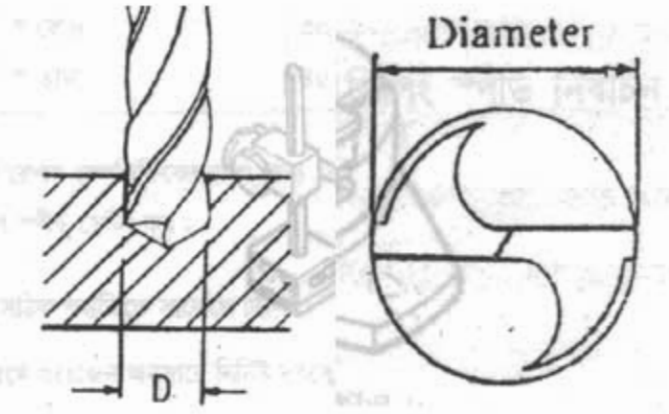
ড্রিলিং মেশিনে ছিদ্র (ড্রিল) করার দক্ষতা অর্জন

৬.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ড্রিলিং মেশিন
- ড্রিল বিট
- হ্যামার
- স্ক্রিক পাঞ্চ
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- মেশিন ভাইস
- সি-ক্ল্যাম্প
- অয়েল ক্যান
- স্ক্রিপ্ত গান
- কাটিং কম্পাউন্ড
- ওয়েস্ট কটন

৬.২ ড্রিল বিট নির্বাচন সেটকরণ :

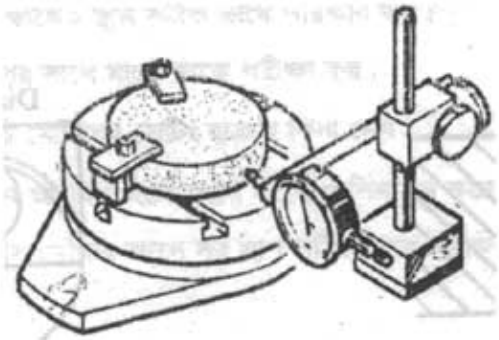
- অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ড্রিল বিট নির্বাচন কর।
- ড্রয়িং-এ বর্ণিত আকারের সঙ্গে ড্রিলের আকার মিল আছে কি না পরীক্ষা কর।
- ড্রিল বিটের এজের ধার এবং অ্যাঙ্গেল পরীক্ষা কর।
- ড্রিল বিটের আয়তন ও শ্যাংক অনুযায়ী হোল্ডিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- পরিষ্কার করে ক্ল্যাম্পিং কর।
- ড্রিলিং মেশিন চালিয়ে দেখ যে ড্রিল বিট এককেন্দ্রিকভাবে ঘুরে কি না।



চিত্র-৬.১ : ড্রিল বিটের ব্যাস নির্ধারণ

৬.৩ রোটারি টেবিলে ওয়ার্কপিস আটকানো :

- অপারেশন স্পেসিফিকেশন বা নির্দেশনা অনুযায়ী রোটারি টেবিলের সাহায্যে সার্কেলে ড্রিলিং উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ওয়ার্কপিস অ্যালাইনমেন্ট ও সুড়াগুভাবে ক্ল্যাম্পিং এমনভাবে কর যাতে ইহার কেন্দ্র রোটারি টেবিলের ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাথে মিলে যায়।
- ডায়াল ইন্ডিকেটর ব্যবহার কর।
- ডায়াল ইন্ডিকেটরের প্রাঞ্জারকে ওয়ার্কপিসের পার্শ্বতলে স্থাপন কর।
- রোটারি টেবিলকে ঘুরিয়ে সমন্বয় কর।
- ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং করে স্প্যানার দ্বারা দৃঢ়ভাবে টাইট কর।
- রোটারি টেবিল শূন্যতে সেট কর। ইহাতে ড্রিলিং অপারেশনের সময় পাঠ গ্রহণ সহজ হবে।
- ড্রিলিং-এর সময় ওয়ার্কপিস যাতে নড়াচড়া করতে না পারে, সেজন্য রোটারি টেবিলকে লক কর।



চিত্র-৬.২ : রোটারি টেবিলে ওয়ার্কপিস আটকানো।

৬.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

সর্বাধিক উপযোগী ড্রিলিং স্পিড অনেকগুলি বিষয়ের উপর নির্ভর করে থাকে। তবে সাধারণভাবে অনুসরণযোগ্য কাটিং স্পিড-এর তালিকা অভিজ্ঞ ব্যক্তিগণ প্রণয়ন করেছেন। নিম্নে চার্টের মাধ্যমে তা উল্লেখ করা হলো–

ম্যাটারিয়াল	কাটিং স্পিড (মিটার/মিনিট)
মাইল্ড স্টিল	২৪–৬০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	১৮–২৮
হাই কার্বন স্টিল	১২–১৮
কাস্ট আয়রন (নরম)	৩০–৪৫
কাস্ট আয়রন (শক্ত)	১৫–২১
পিতল	৩০–৪৫
ব্রোঞ্জ	৩০–৪৫
তামা	৪৫–৬০

অপারেশন স্পেসিফিকেশন বা অন্য কোনো নির্দেশনা অনুযায়ী ড্রিলিং স্পিড নির্বাচন করে সম্ভাব্য স্পিডল স্পিড সেটিং কর।

৬.৫ সঠিক পদ্ধতিতে সার্কেলে ড্রিলিংকরণ :

- প্রথমে প্রয়োজন অনুসারে নির্দিষ্ট দূরত্বে জবকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ড্রিল চাকে নির্দিষ্ট সাইজের ড্রিল বিট, ড্রিল চাক 'কি' এর সাহায্যে আটকাও।
- যেখানে ছিদ্র করতে হবে, ড্রিল বিটের অগ্রভাগ সেখানে স্পর্শ করিয়ে কেন্দ্র ঠিক করে নাও।
- অতঃপর ড্রিল মেশিনের সুইচ অন করে আস্তে আস্তে ফিড হুইল নিচের দিকে চেপে ধরতে হবে এবং প্রয়োজনীয় কুল্যান্ট ব্যবহার করতে হবে।
- কাজের সময় ওয়ার্কপিসকে ভাইসে দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে, তা না হলে ইহা কেন্দ্রচ্যুত হতে পারে।
- ছিদ্র করা শেষ হলে ফিড হুইলকে মুক্ত করে দিয়ে সুইচ অফ করতে হবে।

৬.ড্রলিংঅপারেশনের আগে ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ☑ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ওয়ার্কপিসে সেন্টার পাঞ্চ হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ সঠিক মাপের ড্রিল বিট লওয়া হয়েছে কি না দেখ্
- ☑ ওয়ার্কপিসের সেন্টারে ড্রিলিং হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ড্রিল করার সময় ড্রিল বিটে চিপস আটকে গিয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ড্রিলিং-এর সময় কুল্যান্ট সরবরাহ হচ্ছে কি না দেখ।
- ☑ কাজ শেষে মাপ পরীক্ষা করে ওয়ার্কপিস খোল।

৬.৭ প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি :

- ⇨ ড্রিল মেশিনে ড্রিল করার পূর্বে সব যন্ত্রাংশ ঠিক আছে কি না দেখে নাও।
- ⇨ মেশিনে গার্ড লাগানো আছে কি না দেখে নাও।
- ⇨ ওয়ার্কপিস যাতে ঘুরে না যায় সেজন্য একে দৃঢ়ভাবে ক্ল্যাম্পে আটকাতে হবে।
- ⇨ ড্রিলের ঘূর্ণন হার বাড়াতে বা কমাতে মেশিন বন্ধ করে নাও।
- ⇨ কুল্যান্ট ব্যবহার করার সময় কটন ওয়েস্ট ব্যবহার পরিহার কর।
- ⇨ সতর্কতার সাথে ড্রিলের কাটিং এজ পরীক্ষা কর।
- ⇨ চালু অবস্থায় ড্রিল চাকের নিকট হাত, আঙুল ও মাথা আনবে না।
- ⇨ সেফটি গগলস ব্যবহার কর।

অধ্যায়-৭

রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিনে ছিদ্র (ড্রিল) করার দক্ষতা অর্জন

৭.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- রেডিয়াল ড্রিলিং মেশিন।
- এনভিল।
- হ্যামার।
- ক্ল্যাম্প।
- টেপার শ্যাংক ড্রিল বিট।
- স্লিভ।
- সেন্টার পাঞ্চ।
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার।
- মেশিন ব্রাশ।
- অয়েল ক্যান।
- গ্রিজ গান।
- ওয়েস্ট কটন।

৭.২ ড্রিল বিট নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ড্রিলের আয়তন ও শ্যাংক অনুযায়ী হোল্ডিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ড্রিল অ্যাঙ্গেল ও কাটিং এজের ধার পরীক্ষা কর।
- ড্রয়িং অনুসারে ড্রিলের আকার সঠিক আছে কি না দেখ।

৭.৩ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

- ☑ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী রেডিয়াল ড্রিলে ড্রিলিং উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং-এর সময় ওয়ার্কপিসের নিচে প্যারালাল বার দাও।
- ☑ ওয়ার্কপিসকে সঠিক অবস্থানে স্থাপন করে প্রয়োজনীয় টাইট দাও।

৭.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর–

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

- উক্ত সূত্রের সাহায্যে কাটিং স্পিড বের করার পর রেডিয়াল ড্রিলের সিলেক্টরের সাহায্যে কাটিং স্পিড সেটিং কর।
- ড্রিলিং-এর কাটিং স্পিড চার্ট দেখে ড্রিলিং-এর কাটিং স্পিড ও আর পি এম নির্ণয় কর।

৭.৫ সঠিক পদ্ধতিতে ছিদ্রকরণ :

- ভালোভাবে মেশিন পরিষ্কার কর।
- ড্রিলের গভীরতা ঠিক করে ওয়ার্কপিসের যে স্থানে ড্রিল করা হবে তার উপর রেডিয়াল ড্রিল মেশিনের স্পিন্ডল সেন্টারিং করে স্থাপন কর।
- সেন্টার পাঞ্চ করা ওয়ার্কপিসে ড্রিলিং করার সময়–
  - মেশিন স্টার্ট দাও।
  - আস্তে আস্তে হাতের সাহায্যে মেশিন স্পিন্ডলকে ড্রিল বিট সহকারে ওয়ার্কপিসের সেন্টার পাঞ্চের উপর আন।
  - কুল্যান্ট চালু কর।
  - হাতে ফিড দাও এবং নিশ্চিত হও যে ওয়ার্কপিস কাটছে।
  - ছিদ্রের গভীরতা হতে বারবার ড্রিল বিট উঠিয়ে কাটিং চিপসমূহ পরিষ্কার কর।
  - পূর্বে সেটিং করা স্টপার-এ পৌছা পর্যন্ত আস্তে আস্তে হাতে ফিড দিতে থাক।
  - সতর্কভাবে সঠিক গভীরতায় ড্রিলকে আন।
  - ওয়ার্কপিসের ছিদ্র করা অংশের শেষ প্রান্তে পৌছার পূর্বে খুব সাবধানে ধীরে ধীরে ভেদ করবে।

৭.৬ ড্রিলিং অপারেশনের আগে ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ☑ ওয়ার্কপিস মেশিন ভাইসে সঠিকভাবে ক্ল্যাম্পিং হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড ঠিক আছে কি না দেখ।
- ☑ ড্রয়িং অনুসারে ওয়ার্কপিসে পাঞ্চিং ও মেশিন স্পিন্ডলে ড্রিল বিট সঠিকভাবে লাগানো হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ওয়ার্কপিসের ও ড্রিল বিটের সেন্টার ঠিক হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ ড্রিলিং-এর সময় বিটে কাটিং চিপস জমা হয়ে থাকলে পরিষ্কার কর।
- ☑ সঠিক গভীরতায় সঠিক মাপে ড্রিলিং হয়েছে কি না দেখ।
- ☑ কাজ শেষে মাপ পরীক্ষা করে ওয়ার্কপিস ও ড্রিল বিট খোল।

৭.৭ প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি :

- ⇨ ড্রিল মেশিনে ড্রিল করার পূর্বে সব যন্ত্রাংশ ঠিক আছে কি না দেখে নাও।
- ⇨ মেশিনে গার্ড লাগানো আছে কি না দেখে নাও।
- ⇨ ওয়ার্কপিস যাতে ঘুরে না যায় সেজন্য একে দৃঢ়ভাবে ক্ল্যাম্পে আটকাতে হবে।
- ⇨ ড্রিলের ঘূর্ণন হার বাড়াতে বা কমাতে মেশিন বন্ধ করে নাও।
- ⇨ কুল্যান্ট ব্যবহার করার সময় কটন ওয়েস্ট ব্যবহার পরিহার কর।
- ⇨ সতর্কতার সাথে ড্রিলের কাটিং এজ পরীক্ষা কর।
- ⇨ চালু অবস্থায় ড্রিল চাকের নিকট হাত, আঙুল ও মাথা আনবে না।
- ⇨ সেফটি গগলস ব্যবহার কর।

অধ্যায়-৮

ড্রিলিং মেশিনে কাউন্টার সিঙ্কিং করার দক্ষতা অর্জন

৮.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন:

- ¤ ড্রিল চাক
- ¤ চাক কি
- ¤ হাতুড়ি
- ¤ সেন্টার পাঞ্চ
- ¤ স্ক্রাইবার
- ¤ ভাইস
- ¤ ড্রিলিং মেশিন
- ¤ কাউন্টার সিঙ্ক ড্রিল
- ¤ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ¤ অয়েল ক্যান
- ¤ গ্রিজ গান
- ¤ ওয়েস্ট কটন

৮.২ কাউন্টার সিঙ্ক নির্বাচন ও সেটকরণ:

- ◆ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কাউন্টার সিঙ্ক নির্বাচন কর।
- ◆ কাউন্টার সিঙ্ক টুলের ধার পরীক্ষা কর।
- ◆ ড্রয়িং অনুযায়ী কাউন্টার সিঙ্কের সাইজ ও কোণ ঠিক আছে কি না পরীক্ষা করে দেখ।
- ◆ ওয়ার্কপিস সেটিং-এর জন্য অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ◆ ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং-এর সময় পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখ ও মোটামুটি হালকা টাইট দাও।
- ◆ কাউন্টার সিঙ্কের সাইজ ও শ্যাংক অনুযায়ী হোল্ডার নির্বাচন কর।

৮.৩ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা:

- ☑ ওয়ার্কপিসকে ভাইস বা অন্য কোনো ক্ল্যাম্পিং-এর সাহায্যে সঠিকভাবে মোটামুটি টাইট কর।
- ☑ ওয়ার্কপিসে পূর্বে ড্রিলকৃত স্থানে কাউন্টার সিঙ্ককে স্পর্শ করাও।

৮.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

⇨ নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর–

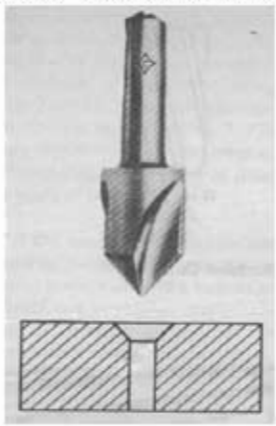
$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

⇨ উক্ত সূত্রের সাহায্যে কাটিং স্পিড বের করার পর ড্রিলিং মেশিনের সিলেক্টরের সাহায্যে কাটিং স্পিড সেটিং কর।

⇨ কাউন্টার সিঙ্কিং-এর কাটিং স্পিড চার্ট দেখে কাটিং স্পিড ও আর পি এম নির্ণয় কর।

৮.৫ সঠিক পদ্ধতিতে কাউন্টার সিঙ্কিংকরণ :

- ড্রিলিং মেশিন চালু কর।
- সঠিক গভীরতায় কাউন্টার সিঙ্কিং কর।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- আস্তে আস্তে ফিড দাও এবং দেখ যে কাউন্টার শ্যাংক দ্বারা ওয়ার্কপিসের ছিদ্র কাটা হচ্ছে কি না।
- মাঝে মাঝে ড্রিল স্পিন্ডল উঠিয়ে টুল ও ছিদ্রের বাইরের চিপস পরিষ্কার কর।
- সতর্কতার সাথে সঠিক গভীরতায় পৌঁছা পর্যন্ত কাটতে থাক।
- ছিদ্র হতে কাউন্টার শ্যাংক অপসারণ করে মেশিন বন্ধ কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কাউন্টার শ্যাংক হয়েছে কি না দেখ।



চিত্র-৮.১ । কাউন্টার সিঙ্কিং।

৮.৬ পরীক্ষাকরণ :

- ড্রয়িং অনুযায়ী কাউন্টার সিঙ্কিং টুল নির্বাচিত হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- মেশিন ডাটা অনুযায়ী সেট হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- সঠিকভাবে টুল ও ওয়ার্কপিস বাঁধা হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- কাজের সময় ভায়ামিটার ও গভীরতা পরীক্ষা কর।
- কাজের শেষে ড্রয়িং অনুযায়ী সঠিক মাপ আছে কি না পরীক্ষা কর।

৮.৭ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ড্রিল মেশিনে কাউন্টার সিঙ্কিং করার পূর্বে সব যন্ত্রাংশ ঠিক আছে কি না দেখে নাও।
- মেশিনে গার্ড লাগানো আছে কি না দেখে নাও।
- ওয়ার্কপিস যাতে ঘুরে না যায় সেজন্য একে দৃঢ়ভাবে ক্ল্যাম্পে আটকাতে হবে।
- ড্রিলের ঘূর্ণন হার বাড়াতে বা কমাতে মেশিন বন্ধ করে নাও।
- কুল্যান্ট ব্যবহার করার সময় কটন গ্লোভস ব্যবহার পরিহার কর।
- সতর্কতার সাথে ড্রিলের কাটিং এজ পরীক্ষা কর।
- চালু অবস্থায় ড্রিল চাকের নিকট হাত, আঙুল ও মাথা আনবে না।
- সেফটি গগলস ব্যবহার কর।

অধ্যায়-৯

ড্রিল মেশিনে কাউন্টার বোরিং করার দক্ষতা অর্জন

৯.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন:

- ⇨ ড্রিল মেশিন
- ⇨ ড্রিল চাক
- ⇨ চাক কি
- ⇨ কাউন্টার বোরিং টুল
- ⇨ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ⇨ প্লাস্টিক হ্যামার
- ⇨ মেশিন ভাইস
- ⇨ অয়েল ক্যান
- ⇨ গ্রিজ গান
- ⇨ ওয়েস্ট কটন

৯.২ কাউন্টার বোরিং টুল নির্বাচন ও সেটকরণ:

- ✪ ড্রয়িং বা অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কাউন্টার বোরিং টুল নির্বাচন কর।
- ✪ কাউন্টার বোরের সাইজ ও পাইলট ড্রিলের সাইজ পরীক্ষা কর।
- ✪ কাউন্টার বোরিং টুলের কাটিং এজ-এর ধার পরীক্ষা কর।

৯.৩ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা:

- ☑ ড্রিল মেশিনের ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে 'ভ' ফাঁক করে তাতে প্যারালাল বার স্থাপন কর।
- ☑ প্যারালাল বারের উপর ওয়ার্কপিস স্থাপন করে, হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস টাইট করে বাঁধ।
- ☑ আস্তে আস্তে ওয়ার্কপিস টাইট দাও এবং প্লাস্টিক হ্যামার দিয়ে মৃদু আঘাত করে পূর্ণ টাইট দাও।

৯.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

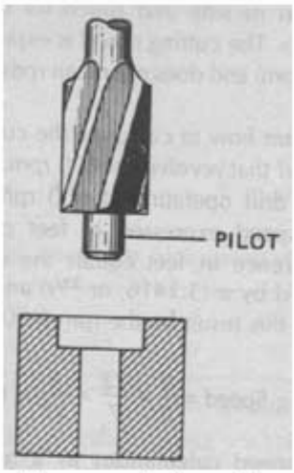
- ◆ নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড নির্বাচন কর–

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

- ◆ উক্ত সূত্রের সাহায্যে কাটিং স্পিড বের করার পর ড্রিলিং মেশিনের সিলেক্টরের সাহায্যে কাটিং স্পিড সেটিং কর।
- ◆ কাউন্টার বোরিং এর কাটিং স্পিড চার্ট দেখে কাটিং স্পিড ও আর পি এম নির্ণয় কর।

৯.৫ সঠিক পদ্ধতিতে কাউন্টার বোরিং সম্পন্নকরণ:

- ড্রিল মেশিন চালু কর।
- পরীক্ষামূলক কাট দাও।
- কাউন্টার বোরকে সতর্কতার সাথে এই পরিমাণ গভীরতায় ফিড দাও যা ব্যাস পরিমাপের জন্য যথেষ্ট হয়।
- প্রয়োজনীয় গভীরতায় কাউন্টার বোরিং কর।
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- হাতে ফিড দিয়ে নিশ্চিত হও যে, কাউন্টার বোরটি কাটছে।
- ছিদ্র হতে মাঝে মাঝে কাউন্টার বোরকে উঠিয়ে চিপ পরিষ্কার কর।
- কাউন্টার বোর যখন সঠিক গভীরতায় পৌঁছে তখন সতর্কভাবে খেয়াল রাখ।
- ছিদ্র হতে কাউন্টার বোর অপসারণ কর এবং মেশিন বন্ধ কর।
- কাউন্টার বোরিংকৃত ছিদ্রের গভীরতা ও ব্যাস পরীক্ষা কর।



চিত্র-৯.১ : কাউন্টার বোরিং

৯.৬ কাউন্টার বোরিং-এর আগে ও পরে পরীক্ষাকরণ:

- সঠিক মাপের কাউন্টার বোরিং টুল নির্বাচিত হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ড্রিল মেশিনে কাউন্টার বোরিং করার পূর্বে সব যন্ত্রাংশ ঠিক আছে কি না দেখে নাও।
- মেশিনে গার্ড লাগানো আছে কি না দেখে নাও।
- ওয়ার্কপিস যাতে ঘুরে না যায় সেজন্য একে দৃঢ়ভাবে ক্ল্যাম্পে আটকাতে হবে।
- ড্রিলের ঘূর্ণন হার বাড়াতে বা কমাতে মেশিন বন্ধ করে নাও।
- কুল্যান্ট ব্যবহার করার সময় কটন ওয়েস্ট ব্যবহার পরিহার কর।
- সতর্কতার সাথে বোরিং টুল-এর কাটিং এজ পরীক্ষা কর।
- চালু অবস্থায় ড্রিল চাকের নিকট হাত, আঙুল ও মাথা আনবে না।
- সেফটি গগলস ব্যবহার কর।

অধ্যায়-১০

হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনকেভ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১০.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ☑ মিলিং মেশিন
- ☑ মিলিং কাটার (কনভেক্স)
- ☑ আরবার
- ☑ সারফেস প্লেট
- ☑ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ☑ মার্কিং কালার
- ☑ হাইট গেজ
- ☑ স্ক্রাইবার
- ☑ প্রিক পাঞ্চ
- ☑ হ্যামার
- ☑ অয়েল ক্যান
- ☑ গ্রিজ গান
- ☑ মেশিন ব্রাশ
- ☑ ওয়েস্ট কটন

১০.২ মিলিং কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ :

- কনকেভ মিলিং করতে কনভেক্স কাটার নির্বাচন কর।
- কনকেভ রেডিয়াস অনুযায়ী কনভেক্স মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
- মিলিং আরবারের ব্যাস অনুযায়ী কনভেক্স মিলিং কাটারের ছিদ্রের মাপ নির্বাচন কর।

চিত্র-১০.১ : কনভেক্স মিলিং কাটার।

- মিলিং কাটারের ছিদ্র যে পরিমাপে থাকে সে পরিমাপের আরবার ব্যবহার কর।
- মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলে ঢুকার জন্য টেপার নির্মিত থাকায় তা স্পিন্ডলে ঢুকায়ে মিলিং মেশিনের পিছন হতে ড্র-বোল্ট দ্বারা টেনে বাঁধা হয়।
- আরবার হতে প্রয়োজনীয় স্পেসকলার অপসারণ কর।

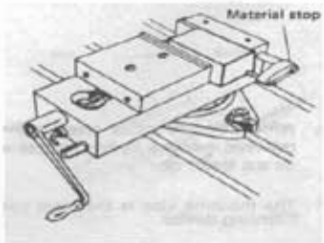
- মিলিং কাটার ধার থাকার কারণে আরবারে লাগাতে কাটারকে কাপড়ের টুকরার সাহায্যে ধরে লাগাতে হয়।
- মিলিং কাটারের স্থাপিত স্থান যত সম্ভব মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের কাছে থাকতে হয়।
- আরবার সাপোর্টের কাছে বা আরবারের মাঝখানে মিলিং কাটার বাঁধতে নাই।
- প্রয়োজনে দুটি আরবার সাপোর্ট ব্যবহার কর।
- প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার লাগাও।
- মিলিং কাটার লাগাও।
- আরবার ও স্পেস কলার লাগাও।
- বিয়ারিং বুশ লাগাও।
- আরবার সাপোর্ট লাগাও।
- আরবার প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।
- ওভার আর্মের সাথে আরবার সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- রেঞ্চের সাহায্যে আরবারের প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।
- আরবার সাপোর্ট ছাড়া লকিং নাট আটকাবে বা খুলবে না। তা না হলে আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।

১০.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং :

- ওয়ার্কপিসের তল পরিষ্কার করে তাতে মার্কিং কালার লাগাও।
- হাইট গেজের সাহায্যে সারফেস প্লেটে এনে কনকেভের চওড়া ও গভীরতা মার্ক কর।
- এখন হাতুড়ি ও পাঞ্চ-এর সাহায্যে মার্কিং করা স্থানে সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

১০.৪ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

- মেশিন টেবিলের টি-স্লট চ্যানেল ও উপরিভাগ হতে চিপসমূহ অপসারণ করে ভালভাবে পরিষ্কার কর।
- সুইভেল বেস যুক্ত মেশিন ভাইসের তল পরিষ্কার কর।
- সুইভেল মেশিন ভাইসের তলার গাইড পিনকে টেবিলের মাঝখানে টি-স্লটের ভিতরে ঢুকিয়ে দুই পার্শ্বের বোল্টসমূহকে ভালোভাবে আটকাও।
- এখন ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় ঢিলা করে, প্রিসিশন ট্রাইস্কয়ারকে কলামের সাহায্যে সঠিকভাবে ভাইসের 'স্থ'-কে অ্যালাইনমেন্ট কর।
- ভাইসের অবস্থান সমন্বয় হলে, ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় টাইট দাও।



চিত্র-১০.২ : মিলিং ভাইসে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা।

⇨ মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে, তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন করে, তাতে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধ।

১০.৫ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

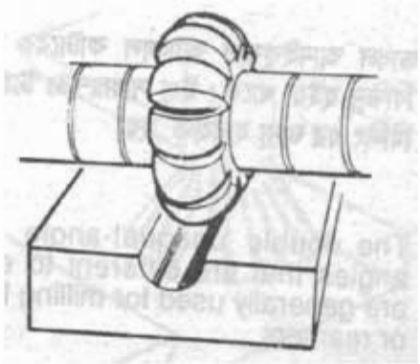
- নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড ও কাটারের আর পি এম বের কর–

  কাটিং স্পিড, $CS = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ মিটার/মিনিট।

  এবং আর পি এম, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$, যেখানে D = কাটারের ব্যাস (মি মি)।
- ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে মাপ।
- কাটিং স্পিড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের আর পি এম নির্বাচন কর।
- মেশিন বন্ধ অবস্থায় আর পি এম সেট কর।
- প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে স্বয়ংক্রিয় ফিড সেট কর।

১০.৬ কনকেভ মিলিং সম্পন্নকরণ :

- ☑ মেশিনের চলমান স্থানসমূহে তেল দাও।
- ☑ মিলিং অপারেশন শুরু করার পূর্বে সেট-আপসমূহ পরীক্ষা কর।
- ☑ মেশিন চালু করে ঘূর্ণন গতি পরীক্ষা কর এবং প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে পরিবর্তন কর।
- ☑ ভার্টিক্যাল ফিড-এর কলার শূন্য চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- ☑ টেবিল উঁচু করে ডেপথ অব কাট ঠিক কর।
- ☑ কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর।
- ☑ ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে দাও।
- ☑ টেবিলকে ধীরে ধীরে উঁচু করে, কাটার ও ওয়ার্কপিসের মাঝে সামান্য ফাঁক রাখ।



চিত্র-১০.২ : কনকেভ মিলিং।

১০.৭ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ:

- ✪ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিসে মার্কিং হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডাটা সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ সঠিকভাবে মেশিন সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ কাটার নির্বাচন সঠিক হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ✪ ডেপথ অব কাট ও ফিড ঠিক আছে কি না পরীক্ষা কর।
- ✪ মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ পরীক্ষা কর।
- ✪ ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা কর।

১০.৮ কাজের সময় সতর্কতার বিষয়াদি :

- ⇨ কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিলমুক্ত কর।
- ⇨ মেশিন পরিষ্কার করে পিচ্ছিলমুক্ত কর।
- ⇨ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ⇨ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিস মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দাও।
- ⇨ সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে ম্যানুয়াল কাট দাও।
- ⇨ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ⇨ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ⇨ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ⇨ প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ কর।

অধ্যায়-১১

হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনভেক্স মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১১.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন:

- ☑ মিলিং মেশিন
- ☑ মিলিং কাটার (কনকেভ)
- ☑ আরবার
- ☑ সারফেস প্লেট
- ☑ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ☑ মার্কিং কালার
- ☑ হাইট গেজ
- ☑ স্ক্রাইবার
- ☑ প্রিক পাঞ্চ
- ☑ হ্যামার
- ☑ অয়েল ক্যান
- ☑ গ্রিজ গান
- ☑ মেশিন ব্রাশ
- ☑ ওয়েস্ট কটন

১১.২ মিলিং কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ:

- কনভেক্স মিলিং করতে কনকেভ কাটার নির্বাচন কর।
- কনভেক্স রেডিয়াস অনুযায়ী কনকেভ মিলিং কাটার নির্বাচন কর।
- মিলিং আরবারের ব্যাস অনুযায়ী কনকেভ মিলিং কাটারের ছিদ্রের মাপ নির্বাচন কর।

চিত্র-১০.১ : কনকেভ মিলিং কাটার।

- মিলিং কাটারের ছিদ্র যে পরিমাপে থাকে সে পরিমাপের আরবার ব্যবহার কর।
- মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলে ঢুকবার জন্য টেপার নির্মিত থাকায় তা স্পিন্ডলে ঢুকিয়ে মিলিং মেশিনের পিছন হতে ড্র-বোল্ট দ্বারা টেনে বাঁধা হয়।
- আরবার হতে প্রয়োজনীয় স্পেস কলার অপসারণ কর।
- মিলিং কাটার ধার থাকার কারণে আরবারে লাগাতে কাটারকে কাপড়ের টুকরার সাহায্যে ধরে লাগাতে হয়।

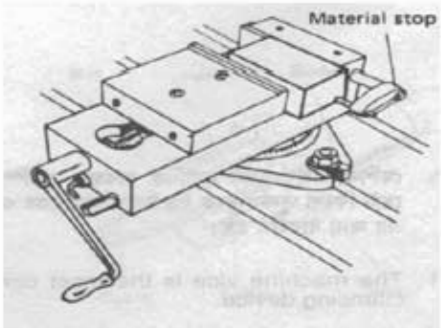
- মিলিং কাটারে স্থাপিত স্থান যত সম্ভব মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের কাছে থাকতে হয়।
- আরবার সাপোর্টের কাছে বা আরবারের মাঝখানে মিলিং কাটার বাঁধতে নাই।
- প্রয়োজনে দুটি আরবার সাপোর্ট ব্যবহার কর।
- প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার লাগাও।
- মিলিং কাটার লাগাও।
- আরবার ও স্পেস কলার লাগাও।
- বিয়ারিং বুশ লাগাও।
- আরবার সাপোর্ট লাগাও।
- আরবার প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।
- ওভার আর্মের সাথে আরবার সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- রেঞ্চের সাহায্যে আরবারের প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।
- আরবার সাপোর্ট ছাড়া লকিং নাট আটকাবে বা খুলবে না। তা না হলে আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।

১১.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিং:

- ওয়ার্কপিসের তল পরিষ্কার করে তাতে মার্কিং কালার লাগাও।
- হাইট গেজের সাহায্যে সারফেস প্লেটে এনে কলকেজের চওড়া ও গভীরতা মার্ক কর।
- এখন হাতুড়ি ও পাঞ্চ-এর সাহায্যে মার্কিং করা স্থানে সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।

১১.৪ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা:

- মেশিন টেবিলের টি-স্লট চ্যানেল ও উপরিভাগ হতে চিপসমূহ অপসারণ করে ভালোভাবে পরিষ্কার কর।
- সুইভেল বেস যুক্ত মেশিন ভাইসের তল পরিষ্কার কর।
- সুইভেল মেশিন ভাইসের তলার গাইড পিসকে টেবিলের মাঝখানে টি-স্লটের ভিতরে ঢুকিয়ে দুইপার্শ্বের বোল্টসমূহকে ভালোভাবে আটকাও।
- এখন ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় ঢিলা করে, প্রিসিশন ট্রাইস্কয়ারকে কলামের সাহায্যে সঠিকভাবে ভাইসের 'ক্স'-কে অ্যালাইনমেন্ট কর।
- ভাইসের অবস্থান সমন্বয় হলে, ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় টাইট দাও।



চিত্র-১০.২ : মিলিং ভাইসে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা।

⇨ মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে, তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন করে তাতে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধ।

১১.৫ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

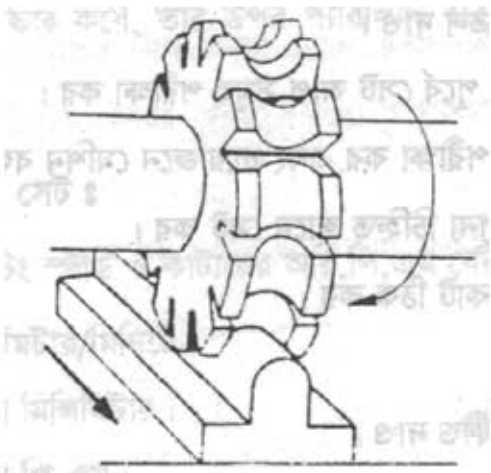
- নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড ও কাটারের আর পি এম বের কর–

  কাটিং স্পিড, $CS = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ মিটার/মিনিট।

  এবং আর পি এম, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$, যেখানে D = কাটারের ব্যাস (মি মি)।
- ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস আর্বিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে মাপ।
- কাটিং স্পিড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের আর পি এম নির্বাচন কর।
- মেশিন বন্ধ অবস্থায় আর পি এম সেট কর।
- প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে স্বয়ংক্রিয় ফিড সেট কর।

১১.৬ কনভেক্স মিলিং সম্পাদনকরণ:

- ☑ মেশিনের চলমান স্থানসমূহে তেল দাও।
- ☑ মিলিং অপারেশন শুরু করার পূর্বে সেট-আপসমূহ পরীক্ষা কর।
- ☑ মেশিন চালু করে ঘূর্ণন গতি পরীক্ষা কর এবং প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে পরিবর্তন কর।
- ☑ ভার্টিক্যাল ফিড-এর কলার শূন্য চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- ☑ টেবিল উঁচু করে ডেপথ অব কাট ঠিক কর।
- ☑ কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর।
- ☑ ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে দাও।
- ☑ টেবিলকে ধীরে ধীরে উঁচু করে, কাটার ও ওয়ার্কপিসের মাঝে সামান্য ফাঁক রাখ।



চিত্র-১০.২ : কনভেক্স মিলিং।

১১.৭ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ✪ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিসে মার্কিং হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডাটা সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ সঠিকভাবে মেশিন সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কি না দেখ।
- ✪ কাটার নির্বাচন সঠিক হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ✪ ডেপথ অব কাট ও ফিড ঠিক আছে কি না পরীক্ষা কর।
- ✪ মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ পরীক্ষা কর।
- ✪ ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা কর।

১১.৮ কাজের সময় সতর্কতার বিষয়াদি :

- ⇨ কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিলমুক্ত কর।
- ⇨ মেশিন পরিষ্কার করে পিচ্ছিলমুক্ত কর।
- ⇨ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ⇨ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ⇨ ওয়ার্কপিস মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দাও।
- ⇨ সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে ম্যানুয়াল কাট দাও।
- ⇨ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ⇨ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ⇨ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ⇨ প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ কর।

অধ্যায়-১২

মেইল ডাভটেইল স্লট মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১২.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন:

- মিলিং মেশিন
- ডাভটেইল মিলিং কাটার
- ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট
- টেপার শ্যাংক কাটার অ্যাডাপটার
- কলেট
- সারফেস প্লেট
- অ্যাঙ্গেল প্লেট
- মার্কিং কালার
- হাইট গেজ
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- স্ক্রিক পাঞ্চ
- হ্যামার
- এনভিল
- অয়েল ক্যান
- স্প্রিং গান
- ওয়েস্ট কটন

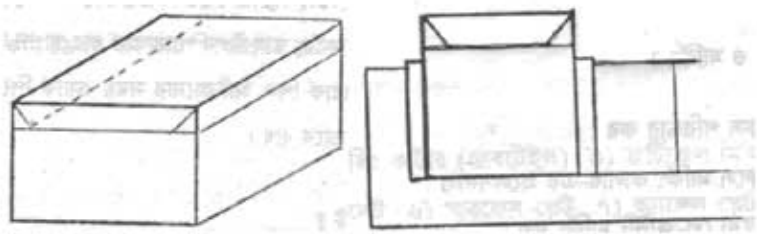
১২.২ মিলিং কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ:

- ☑ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেইল ডাভটেইল কাটার নির্বাচন কর। উল্লেখ থাকে যে, যে কোনো ডাভটেইল কাটার দিয়ে মেইল ও ফিমেইল ডাভটেইল কাটা যায়।
- ☑ ডাভটেইল কাটারের শ্যাংক পরীক্ষা কর।
- ☑ ডাভটেইল কাটারের শ্যাংকের ব্যাস অনুযায়ী কলেট নির্বাচন কর।
- ☑ কলেট পরিষ্কার কর এবং কাটারের শ্যাংক পরিষ্কার কর।
- ☑ কলেটে কাটারের শ্যাংক সেট কর।
- ☑ কাটার সহ কলেটকে ড্র-ব্যাক চাকে সেট করে রিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও।
- ☑ ড্র-ব্যাক চাক ভার্টিক্যাল হেডে সেট করে ড্র-বার আটকাও।

চিত্র-১২.১ : ডাভটেইল মিলিং কাটার (শ্যাংক টাইপ)

১২.৩ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিংকরণ:

১) ওয়ার্কপিসের সারফেস পরিষ্কার কর।
২) ওয়ার্কপিসের সারফেসে মার্কিং কালারের প্রলেপ দাও।
৩) হাইট গেজের সাহায্যে লে-আউট ও মার্কিং সম্পন্ন কর।
৪) এনভিলে এনে স্ক্রিক পাঞ্চ ও হ্যামার দ্বারা ওয়ার্কপিসে সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।



চিত্র-১২.২ : ওয়ার্কপিসের উপর লে-আউট ও মার্কিংকরণ এবং ভাইসে বাঁধা।

১২.৪ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

⇨ মেশিন টেবিলের টি-স্লটের চ্যানেল ও উপরিভাগ হতে চিপসমূহ অপসারণ করে ভালোভাবে পরিষ্কার কর।

⇨ সুইভেল বেস যুক্ত মেশিন ভাইসের তল পরিষ্কার কর।

⇨ সুইভেল মেশিন ভাইসকে টেবিলের মাঝখানে স্থাপন করে দুই পার্শ্বের বোল্টসমূহকে ভালোভাবে আটকাও।

⇨ এখন ভাইস-এর ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় ঢিলা করে, প্রিসিশন ট্রাই-স্কয়ারকে কলামের সাহায্যে সঠিকভাবে ভাইসের 'ক' কে অ্যালাইনমেন্ট কর।

⇨ ভাইসের অবস্থান সমন্বয় হলে, ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় টাইট দাও।

⇨ মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে, তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন কর।

⇨ ভাইসের 'ক'-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিস আটকানোর সময় ওয়ার্কপিসের উপর প্লাস্টিক হ্যামার দিয়ে মৃদু আঘাত করে সঠিকভাবে বাঁধ।

১২.৫ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- নিম্নে সূত্রাবলির সাহায্যে কাটিং স্পিড ও কাটারের আর পি এম বের কর–

  কাটিং স্পিড, $CS = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ মিটার/মিনিট।

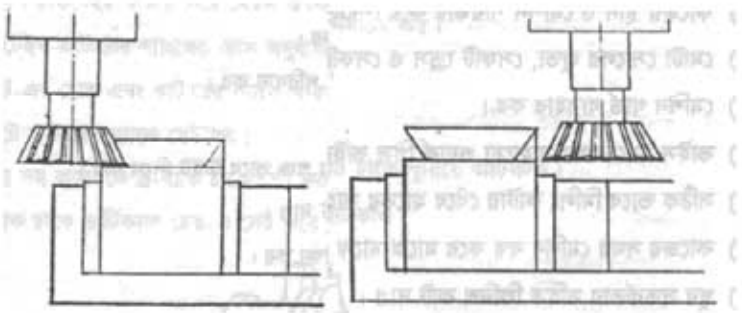
  এবং আর পি এম, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$, যেখানে D = কাটারের ব্যাস (মি মি)।

- ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- মিলিং কাটারের ব্যাস ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে মাপ।
- কাটিং স্পিড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের আর.পি.এম নির্বাচন কর।
- মেশিন বন্ধ অবস্থায় আর পি এম সেট কর।
- প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে স্বয়ংক্রিয় ফিড সেট কর।

১২.৬ মিলিং সম্পাদনকরণ :

- টেবিলের সকল চলাচল বন্ধ থাকলে খুলে দাও।
- মেশিন চালু করে, ঘূরন্ত কাটার ওয়ার্কপিসকে স্পর্শ না করা পর্যন্ত টেবিলকে ধীরে ধীরে উঁচু কর।
- ওয়ার্ক পিসকে কাটার হতে মুক্ত স্থানে এনে মেশিন থামাও।

- ভার্টিক্যাল হিড কলার শূন্যতে সেট করে, ডাব টেইলের প্রয়োজনীয় উচ্চতায় টেবিলকে উঁচু করে ওয়ার্কপিসকে কাটারের নিকটবর্তী স্থানে আন।
- দেখ যে কাটারের প্রান্ত এবং ডাভটেইলের লে-আউট লাইন একই রেখায় আছে কিনা।
- পুনরায় মেশিন চালু করে ডেপথ অব কাট দিয়ে দিয়ে প্রথম কাট দাও। ফুল্যাশ্ট পদ্ধতি চালু কর।
- প্রথম কাটের পর ড্রয়িং অনুসারে উচ্চতা ও গভীরতা পরীক্ষা কর।
- মুড়ান্ত ডেপথ অব কাট দিয়ে এক পার্শ্বের ডাভটেইল কাটা শেষ কর।
- সেটিং নষ্ট না করে অপর পার্শ্বের ডাভটেইল কাটতে ওয়ার্কপিসকে কাটারের বিপরীত দিকে আন।
- পূর্বের ন্যায় এই পার্শ্বের ডাভটেইল কাটা সম্পন্ন করে, জব অপসারণের পূর্বে যন্ত্র সহকারে ডাভটেইল স্লট পরীক্ষা কর।



চিত্র-১২.৩ : মেইল ডাভটেইল মিলিং সম্পন্নকরণ।

১২.৭ কাটের সময় ও পরে পরীক্ষা :

- যন্ত্রপাতি নির্বাচন সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস মার্কিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডেটা সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- পরীক্ষা করে দেখ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা।
- কাটার নির্বাচন সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা করে দেখ।
- ডেপথ অব কাট ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ পরীক্ষা কর।

১২.৮ সতর্কতার বিষয়াদি :

- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- মোটা সোলের জুতা, লেফটি ড্রেস ও লেফটি গগলস পরিধান কর। মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্ক পিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৩
ভার্টিক্যাল মিলিং-এ সার্কুলার স্লট করার দক্ষতা অর্জন

১৩.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন:

১) ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন
২) সার্কুলার টেবিল
৩) কলেট চাক
৪) কলেট
৫) এন্ড মিল কাটার
৬) সারফেস প্লেট
৭) ডিভাইডার
৮) মার্কিং কালার
৯) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
১০) থ্রিক পাঞ্চ
১১) হ্যামার
১২) এনভিল
১৩) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
১৪) অয়েল ক্যান
১৫) থ্রিক্ক গান
১৬) মেশিন ব্রাশ
১৭) ওয়েস্ট কটন

১৩.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ:

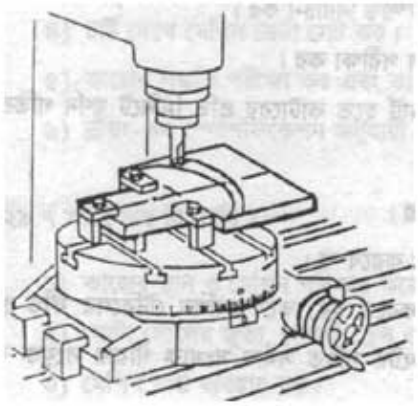
- ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সার্কুলার স্লট মিলিং করতে এন্ড মিল কাটার নির্বাচন কর।
- এন্ড মিল কাটারের শ্যাংক অনুযায়ী কলেট নির্বাচন কর।
- কলেটের বোর ও কাটার শ্যাংক পরিষ্কার করে কলেটের বোরে কাটারের শ্যাংক প্রবেশ করাও।
- কাটারসহ কলেটকে ড্র-ব্যাক চাকের বডিতে সেট কর ও রিং নাট আটকাও।
- ভার্টিক্যাল স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ।

চিত্র-১৩.১ : এন্ড মিল কাটার।

১৩.৩ রোটারি টেবিলে ওয়ার্কপিস বাঁধা:

- সার্কুলার স্লট মিলিং করতে ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস হিসাবে রোটারি টেবিল নির্বাচন কর।
- সার্কুলার ফিড টেবিলকে বোল্ট ও নাটের সাহায্যে ক্ল্যাম্পিং কর-
  - নাটের নিচে ওয়াসার বসাও।
  - অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ অথবা সেট স্প্যানার ব্যবহার কর।
  - নাটকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।
- ওয়ার্কপিসকে সার্কুলার ফিড টেবিলের উপর স্থাপন কর।

- ক্ল্যাম্প, বোল্ট, নাট ও প্যাকিং ব্লক অথবা ওয়ার্কপিসে ছিদ্র থাকলে শুধু ক্ল্যাম্পিং বোল্ট সেট কর–
  - নাটের নিচে ওয়াশার সেট কর।
  - নাটকে হালকা টাইট দাও।
- ওয়ার্কপিস এমনভাবে লাইন আপ কর যাতে ইহার কেন্দ্র সার্কুলার ফিড টেবিলের ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাথে মিলে যায়–
  - ভার্টিক্যাল স্পিন্ডলে ডায়াল ইন্ডিকেটর অথবা ফিড টেবিলে গাইড আরবার ব্যবহার কর।
- ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং কর–
  - নাটকে দৃঢ়ভাবে টাইট করতে স্প্যানার ব্যবহার কর।
  - সেটআপ পরীক্ষা কর।



চিত্র-১৩.২ : রোটারি টেবিলে ওয়ার্কপিস বাঁধা।

১৩.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে কাটার ব্যাস পরীক্ষা কর।
- কাটিং স্পিড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন কর।
- মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে আর পি এম সেট কর।
- মেশিন চালু অবস্থায় আর পি এম পরিবর্তন করা হতে বিরত থাক।
- প্রয়োজনে যদি স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার করতে হয়, তবে মেশিন টেবিলের ফিড স্ক্রু-এর সঙ্গে রোটারি টেবিলের স্পিন্ডলের শ্যাফটের সাথে সমান সংখ্যক গিয়ার সংযুক্ত করতে হবে।

১৩.৫ মিলিং সম্পন্নকরণ :

- ☑ টেবিল সেট কর
- ☑ মেশিন সেটআপ পরীক্ষা করে মেশিন চালু কর।
- ☑ ডেপথ অব কাটা দাও এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর
- ☑ রোটারি টেবিলকে হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে ফিড দাও।
- ☑ মেশিন থামিয়ে ডেপথ অব কাট পরীক্ষা কর।
- ☑ পুনরায় মেশিন চালু করে চূড়ান্ত ডেপথ অব কাট দাও।
- ☑ স্লটের চওড়া বৃদ্ধি করতে টেবিলের অনুভূমিক অবস্থান সমন্বয় কর।
- ☑ ওয়ার্কপিস অপসারণের পূর্বে যত্ন সহকারে পরিমাপ পরীক্ষা কর।

১৩.৬ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ⇨ যন্ত্রপাতি নির্বাচন সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ⇨ সঠিকভাবে ওয়ার্কপিস মার্কিং হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ⇨ মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডেটা সেট হয়েছে কিনা দেখ।
- ⇨ পরীক্ষা করে দেখ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কিনা।
- ⇨ কাটার নির্বাচন সঠিক হয়েছে কিনা পরীক্ষা করে দেখ।
- ⇨ ডেপথ অব কাট ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ⇨ মাঝে মাঝে কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাপ পরীক্ষা কর।

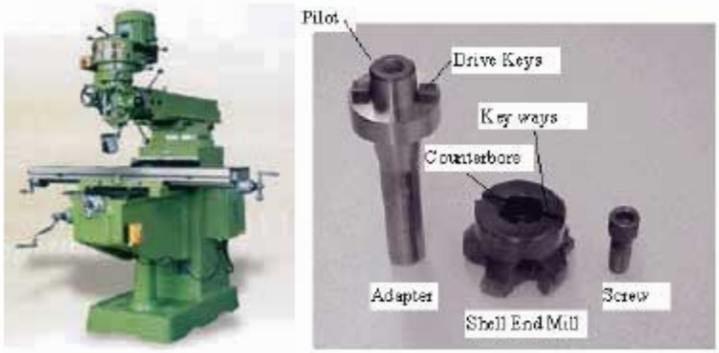
১৩.৭ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ◆ কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ◆ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ◆ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ◆ ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- ◆ সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- ◆ কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ◆ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ◆ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ◆ অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৪
ভার্টিক্যাল মিলিং-এ চাবির খাট কাটার দক্ষতা অর্জন

১৪.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন
২) সার্কুলার টেবিল
৩) কলেট চাক
৪) কলেট
৫) শেল এন্ড মিল কাটার
৬) সারফেস প্লেট
৭) ডিভাইডার
৮) মার্কিং কালার
৯) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
১০) স্লিক পাক্ষ
১১) হ্যামার
১২) এমভিল
১৩) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
১৪) অয়েল ক্যান
১৫) ব্রিজ পান
১৬) মেশিন ব্রাশ
১৭) ভি-ব্লক
১৭) ওয়েস্ট কটন



চিত্র-১২.১ : ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন ও শেল এন্ড মিল কাটার

১৪.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সার্কুলার স্লট মিলিং করতে এন্ড মিল কাটার নির্বাচন কর।
- শেল এন্ড মিল কাটারের শ্যাংক অনুযায়ী কলেট নির্বাচন কর।
- কলেটের বোর ও কাটার শ্যাংক পরিষ্কার করে কলেটের বোরে কাটারের শ্যাংক প্রবেশ করাও।
- কাটারসহ কলেটকে ড্র-ব্যাক চাকের বডিতে সেট কর ও রিং নাট আটকাও।
- ভার্টিক্যাল হেড স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ।

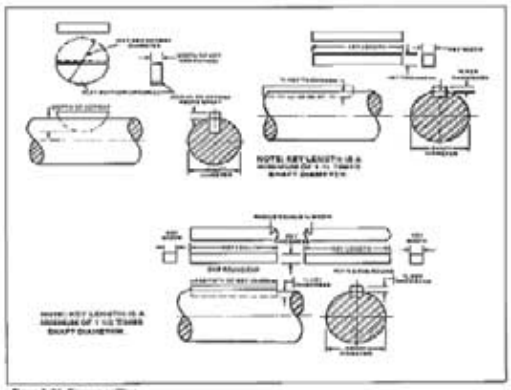
১৪.৩ ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- মেশিন ভাইস সেট করে হ্যান্ডেলের সাহায্যে ভাইসের 'জ' কে ফাঁক কর।
- ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের ভাইসে চাবির খাট কাটা উপযোগী ওয়ার্কপিস স্থাপন কর।
- ওয়ার্কপিসকে সংরক্ষণ করতে ভাইসের 'জ' এর নরম পদার্থের ভাইস ক্ল্যাম্প ব্যবহার কর।
- মেশিন ভাইসে ওয়ার্কপিসকে বাঁধতে হ্যান্ডেলের সাহায্যে টাইট দাও এবং ওয়ার্কপিসের উপর প্লাস্টিক হ্যামার দিয়ে মৃদু আঘাত কর।

- ক্রস স্লাইডের মাধ্যমে মেশিন টেবিলকে এমনভাবে সেট কর, যাতে কাটারের রেডিয়াল কাটিং এজ ওয়ার্কপিসের পরিধিকে স্পর্শ করে।

১৪.৪ ওয়ার্কপিস লে-আউট ও মার্কিংকরণ:

- যে স্থানে চাবির ঘাট বা কি-ওয়ে কাটা হবে, সে স্থানে মার্কিং কালার লাগাও।
- ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ওয়ার্কপিসকে ভি-ব্লকের উপর রাখ। পুনরায় ভি-ব্লক সহকারে ওয়ার্কপিসকে সারফেস প্লেটের উপর রেখে হাইট গেজের সাহায্যে মার্কিং কর।
- ওয়ার্কপিসকে এনভিলের উপর এনে প্রিক পাঞ্চের সাহায্যে হ্যামার দ্বারা মার্কিং বরাবর সমদূরত্বে পাঞ্চিং কর।



১৪.৫ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

- ⇨ ওয়ার্কপিসের ম্যাটারিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।
- ⇨ ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে কাটার ব্যাস পরীক্ষা কর।
- ⇨ কাটিং স্পিড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন কর।
- ⇨ মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে আর পি এম সেট কর।
- ⇨ মেশিন চালু অবস্থায় আর পি এম পরিবর্তন করা হতে বিরত থাক।
- ⇨ প্রয়োজনে যদি স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার করতে হয়, তবে মেশিন টেবিলের ফিড স্ক্রু-এর সঙ্গে রোটারি টেবিলের স্পিন্ডলের শ্যাফটের সাথে সমান সংখ্যক গিয়ার সংযুক্ত করতে হবে।

১৪.৬ মিলিং সম্পন্নকরণ:

- স্পিন্ডলকে সঠিক অভিমুখে চালু কর।
- অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ভার্টিক্যাল স্লাইডের সাহায্যে ডেপথ অব কাট দাও।
- লংগিচুডিনাল স্লাইড ফেলে চাবির ঘাটের দৈর্ঘ্য ও অবস্থান পাঠ করে হাত দিয়ে ফিড দাও।
- সঠিক দৈর্ঘ্য ও গভীরতায় চাবির ঘাট মিলিং কর।
- চাবির ঘাট মিলিং করা হয়ে গেলে মেশিন স্পিন্ডল বন্ধ কর।
- চাবির ঘাটের সাইজ পরীক্ষা কর।
- ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মাপ পরীক্ষা করে ওয়ার্কপিস অপসারণ কর।

অধ্যায়-১৫

সিম্পল ইনডেক্সিং-এর সাহায্যে স্পার গিয়ার কাটা

১৫.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন
২) স্পার গিয়ার কাটার
৩) কাটার মাউন্টিং ডিভাইস
৪) ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস
৫) ডিভাইডিং হেড
৬) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৭) প্লাস্টিক হ্যামার
৮) অয়েল ক্যান
৯) গ্রিজ গান
১০) মেশিন ব্রাশ
১১) ওয়েস্ট কটন

১৫.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ :

☑ ড্রয়িং অনুসারে বর্ণিত পিচ ও দাঁতের সংখ্যার জন্য স্পার গিয়ার কাটার নির্বাচন করে, কাটারের ধার পরীক্ষা কর।
☑ মেশিন আরবারে কাটার সেট কর।
☑ কাটার সেটিং-এর সময় পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখ।
☑ কাটার সঠিক দিকে ঘুরছে কিনা পরীক্ষা কর।
☑ মেশিন বন্ধ কর।

১৫.৩ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক সঠিকভাবে বাঁধা :

❖ গিয়ার ব্ল্যাঙ্কের ছিদ্রের ব্যাস অনুযায়ী ম্যান্ড্রেল নাও।
❖ ম্যান্ড্রেলকে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে ছিদ্রের মধ্যে ঢুকিয়ে ভালোভাবে টাইট দাও।
❖ ম্যান্ড্রেল সহকারে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে ডিভাইডিং হেডের চাকে ভালভাবে আটকিয়ে ম্যান্ড্রেলের অপর প্রান্তে টেইল স্টক আটকাও।

১৫.৪ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক সঠিক জায়গায় সেট :

◆ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক ডিভাইডিং হেডে বেঁধে ড্রয়িং অনুসারে ইনডেক্সিং সেট কর।
◆ ক্ল্যাম্পিং-এর সময় পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা বজায় রেখে ওয়ার্ক পিসকে দৃঢ়ভাবে আটকাও।

১৫.৫ প্রয়োজনীয় সংখ্যক দাঁতের জন্য ইনডেক্সিং হেড সেট :

◈ ইনডেক্স প্লেট নির্বাচন কর।
◈ ওয়ার্ম শ্যাফটে ইনডেক্স প্লেট সেট কর।
◈ সেট স্ক্রুর সাহায্যে ইনডেক্স প্লেট দৃঢ় কর।
◈ ইনডেক্স সেকটর সেট কর।
◈ নাটের সাহায্যে আলগাভাবে ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক ধর।
◈ প্রয়োজনীয় গর্তে ক্র্যাঙ্ক পিন ঢুকাও।
◈ ক্র্যাঙ্ক পিনের সাথে একটি আর্ম ধর এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যক গর্ত উভয় আর্মের মাঝে রাখার জন্য অন্য আর্মকে ডান পাশে অগ্রসর করাও।
◈ সেক্টর স্ক্রু টাইট দাও।

- পরিশেষে ক্র্যাঙ্ক পিনকে প্রয়োজনীয় বৃত্তের গর্তে চেপে ধরে ক্ল্যাম্পিং নাট আটকাও।
- ইনডেক্সিং-এর ক্র্যাঙ্ক পিনকে গর্তের মধ্যে সঠিকভাবে ঢুকাও।

১৫.৬ মেশিন ডেটা নির্বাচন ও সেট :

- অপারেশন স্পেশিফিকেশন অনুযায়ী কাটিং ডেটা নির্বাচন কর।
- মেশিন কন্ট্রোল দ্বারা লংগিচুডিনাল ফিড সেট কর।
- মেশিন ডেটার মান পাঠ করে সঠিক ফিড সেট কর।

১৫.৭ স্পার গিয়ার টুথ কাটা পর্যায়ক্রমে সম্পন্নকরণ :

- মেশিন পরিষ্কার ও তেলাক্ত কর।
- মেশিন চালু কর।
- কাটার, গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে স্পর্শ না করা পর্যন্ত মেশিন টেবিল উঁচু কর।
- কাটার হতে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক দূরে সরাও।
- ভার্টিক্যাল ফিড স্ক্রু কলার শূন্যতে সেট কর।
- প্রয়োজনীয় কাটের গভীরতায় টেবিল উঁচু কর।
- ঘুরন্ত কাটারের দিকে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে অগ্রসর করাও।
- ইনডেক্সিং পরীক্ষা করতে প্রত্যেক টুথ স্পেসে খাঁজ কাট।
- কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করে প্রথম টুথ স্পেস কাট।
- মেশিন টেবিলকে আদি অবস্থানে ফিরিয়ে আন।
- মেশিন থামিয়ে কাটের গভীরতা পরীক্ষা কর।
- টেবিলকে খাড়া চলাচল বন্ধ করে প্রয়োজনে কাটের গভীরতা সমন্বয় কর।
- ইনডেক্সিং করে একইভাবে সমস্ত টুথ স্পেস কাটা সম্পন্ন কর।
- মেশিন থামিয়ে গিয়ার অপসারণ কর।

১৫.৮ বিভিন্ন পর্যায়ে পরীক্ষাকরণ :

- সঠিক যন্ত্রপাতি নেওয়া হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- কাটার ও কাটার সেট পরীক্ষা কর।
- ইনডেক্সিং হেড সেট করে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- মেশিন ডাটা সেট পরীক্ষা কর।
- কাজের সময় মাঝে মাঝে পরীক্ষা কর।
- ড্রয়িং অনুসারে যত্ন করে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা কর।

১৫.৯ সতর্কতার বিষয়াদি :

- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস ভাইসের মধ্যে শক্ত ভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৬

ডিফারেন্সিয়াল ইনডেক্সিং-এর সাহায্যে স্পার গিয়ার কাটা

১৬.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) মিলিং মেশিন
২) মিলিং আরবার
৩) মডিউল কাটার
৪) ডিভাইডিং হেড
৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৬) বিভেল প্রোট্যাক্টর
৭) ওপেন এন্ডেড রেঞ্চ
৮) এডজাস্টেবল রেঞ্চ
৯) স্ক্রু-ড্রাইভার সেট
১০) এলেন-কি
১১) মেশিন-ব্রাশ
১২) ওয়েল ক্যান
১৩) ওয়েস্ট কটন

১৬.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ :

১. গিয়ার ব্ল্যাঙ্কের বাইরের ব্যাস এবং প্রয়োজনীয় দাঁতের সংখ্যা অনুযায়ী মডিউল হিসাব কর। ধর, গিয়ার ব্ল্যাঙ্কের বাইরের ব্যাস OD = 128 মি মি ও দাঁতের সংখ্যা 30 হলে মডিউল কত ?

$$M = \frac{OD}{N+2} = \frac{128}{30+2} = \frac{128}{32} = 4$$

২. কাটারের ছিদ্র অনুযায়ী আরবার বাছাই কর।
৩. আরবারের টেপার এবং স্পিন্ডল-এর নোজ পরিষ্কার কর।
৪. আরবারে ড্র-ইনবার সেট কর এবং পূর্ণভাবে নাট আটকাও।
৫. আরবার হতে প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার অপসারণ কর।
৬. যথাসম্ভব কলামের নিকটবর্তী স্থানে কাটার সেট কর।
৭. অসুবিধা হলে আরবার সাপোর্ট-এর নিকটবর্তী স্থানে কাটার সেট কর।
৮. আরবারের মাঝখানে কাটার বাঁধবে না, ইহাতে আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।
৯. প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার এবং আরবার সাপোর্ট সেট কর।
১০. বিয়ারিং বুশ সেট কর।
১১. ওভার আর্মের সহিত আরবার সাপোর্টার সেট কর।
১২. রেঞ্চের সাহায্যে লক নাট পূর্ণভাবে আটকাও।
১৩. আরবার সাপোর্টার ছাড়া লক নাটকে রেঞ্চ দ্বারা পূর্ণ ভাবে টাইট দিবে না। ইহাতে আরবার বাঁকা হতে পারে।

১৬.৩ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক সঠিকভাবে বাঁধা :

- গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক অনুযায়ী ম্যান্ড্রেল বেছে নাও।
- ম্যান্ড্রেলে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক বাঁধ।
- গিয়ার ব্ল্যাঙ্কসহ ম্যান্ড্রেলকে ডিভাইডিং হেড-এর চাকে এবং টেইল স্টকের সেন্টারের মাঝে ধর।
- ক্ল্যাম্পিং বোল্টের সাহায্যে টেইল স্টক বাঁধ।
- চাকা কি দ্বারা শক্ত ভাবে চাক টাইট দাও।

১৬.৪ প্রয়োজনীয় সংখ্যক দাঁতের জন্য ইনডেক্সিং হেড সেটকরণ:

১. ইনডেক্স প্লেট নির্বাচন কর।
২. ওয়ার্ম শাফটে ইনডেক্স প্লেট সেট কর।
৩. সেট স্ক্রুর সাহায্যে ইনডেক্স প্লেট দৃঢ় কর।
৪. ইনডেক্স সেক্টর সেট কর।
৫. ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক সেট কর।
৬. নাটের সাহায্যে আলগাভাবে ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক ধর।
৭. প্রয়োজনীয় বৃত্তের গর্তে ক্র্যাঙ্ক পিন ঢুকাও।
৮. ক্র্যাঙ্ক পিনের সাথে একটি আর্ম ধরে প্রয়োজনীয় সংখ্যক গর্ত উভয় আর্মের মাঝে রাখার জন্য অন্য আর্মকে ডান পাশ অগ্রসর করাও।
৯. সেক্টর স্ক্রু-টাইট দাও।
১০. পরিশেষে ক্র্যাঙ্ক পিনকে প্রয়োজনীয় বৃত্তের গর্তে চেপে ধরে ক্ল্যাম্পিং নাট আটকাও।
১১. ইনডেক্সিং-এর শেষ ক্র্যাঙ্ক পিনকে গর্তের মধ্যে সঠিকভাবে ঢুকাও।
১২. সূত্র $\frac{40}{A}$ তে নির্বাচিত সংখ্যা A-এর মান বসাও এবং ইনডেক্সিং হিসাব কর।

অর্থাৎ $\frac{40}{60} = \frac{2}{3}$

১. ভগ্নাংশটির লব ও হরকে একটি সুবিধাজনক সংখ্যা দ্বারা গুণ কর, যাতে ইহার হর একটি বৃত্তের গর্তের সমান হয়। যেমন-

$$\frac{2}{3} = \frac{2\times33}{3\times33} = \frac{66}{99}$$

ইনডেক্সিং-এর জন্য 99 গর্ত বিশিষ্ট বৃত্তের 66তম গর্ত ব্যবহার কর।
যে গর্তের মধ্যে ক্র্যাঙ্ক পিন থাকবে, তাকে শূন্য ধর।
ইনডেক্সিং-এর সময় ডিভাইডিং হেড স্পিন্ডল এবং ইনডেক্স প্লেট বন্ধন মুক্ত কর।

১৬.৫ প্রয়োজনীয় সংখ্যক দাঁতের জন্য গিয়ার ট্রেইন সেটকরণ:

⇨ চেঞ্জ গিয়ার বাঁধার জন্য ডিভাইডিং হেডে ব্রাকেট সেট কর।
⇨ চালক গিয়ারটিকে স্পিন্ডলে বাঁধ।
⇨ আইডেলার গিয়ারটিকে স্টাডের সাহায্যে ব্রাকেটে বাঁধ।
⇨ চালিত গিয়ারটিকে ওয়ার্ম শ্যাফটে বাঁধ।
⇨ ডিভাইডিং হেড স্পিন্ডলে এবং ইনডেক্স প্লেট বন্ধন মুক্ত কর।

১৬.৬ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ:

১. কাটারের ব্যাসের মাপ (d) 60 মি মি।
২. ওয়ার্কপিসের ম্যাটেরিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পিড নির্বাচন কর।

ধর, ইহা প্রতি মিনিটে 30 মিটার।

- সূত্র ব্যবহার করে আর পি এম (N)-এর মান নির্ণয় কর।

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times d}$$

$$= \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 60}$$

$$= 159 \text{ (প্রায়)}$$

- হিসাব কৃত আর পি এম-এর নিকটবর্তী সংখ্যা মেশিন ডায়ালে হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে সেট কর।

৩. কাটারের দাঁতের সংখ্যা গণনা কর। ধর ইহা 12।

- স্পিন্ডলের আর পি এম পরীক্ষা কর। ধর ইহা 165।
- দাঁত প্রতি ফিডের পরিমাণ নির্বাচন কর। ধর ইহা 0.1 মি মি।
- সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটে ফিডের পরিমাণ নির্ণয় কর।

  ফিড = দাঁত প্রতি ফিড × দাঁতের সংখ্যা × স্পিন্ডলের আর পি এম

  = 0.1 × 12 × 165

  = 198 মি মি/মিনিট।
- হিসাবকৃত ফিডের নিকটবর্তী সংখ্যা ডায়ালের গায়ে পাঠ কর এবং হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে তীর চিহ্নিত স্থানে মিলাও।

৪. কাটের পূর্ণ গভীরতা হিসাব কর।

পূর্ণ গভীরতা = 2.157 × M

= 2.157 × 4

= 8.628 মি মি

১৬.৭ সঠিক পদ্ধতিতে স্পার গিয়ার কাটা:

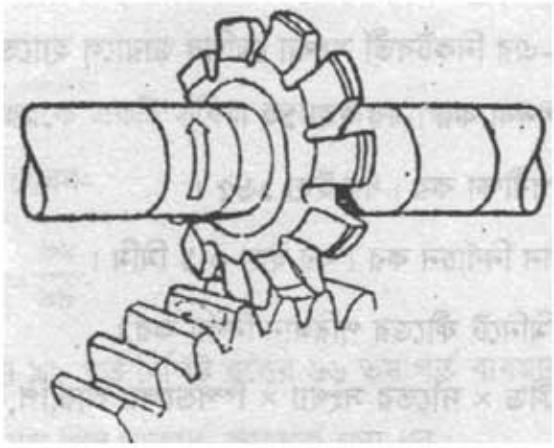
১. মেশিন পরিষ্কার ও তেলাক্ত করে মেশিন চালু কর।

২. কাটার গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে স্পর্শ না করা পর্যন্ত মেশিন টেবিল উঁচু কর।

৩. কাটার হুইল গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক দূরে সরাও।

- ভার্টিক্যাল ফিড ক্রস কলার শূন্যতে সেট কর।
- প্রয়োজনীয় কাটের গভীরতায় টেবিল উঁচু কর।
- ঘূরন্ত কাটারের দিকে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক অগ্রসর করাও।
- ইনডেক্সিং পরীক্ষা করে প্রত্যেক টুথ স্পেসে খাঁজ কাট।
- কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু কর।
- প্রথম টুথ স্পেস কাটি দাও।
- মেশিন টেবিলকে আদি অবস্থানে ফিরিয়ে আন।
- মেশিন থামাও এবং কাটের গভীরতা পরীক্ষা কর।
- প্রয়োজনে কাটের গভীরতা সমন্বয় কর।

- টেবিলকে খাড়া চলাচল বন্ধ কর।
- একটি দাঁত কাটা হলে একইভাবে ইনডেক্সিং করে দাঁত কাটা সম্পন্ন কর।
- মেশিন থামাও ও গিয়ার অপসারণ কর।



চিত্র-১৬.১। স্পার গিয়ার কাটা।

১৬.৮ বিভিন্ন পর্যায়ে পরীক্ষাকরণ:

- ☑ সঠিক যন্ত্রপাতি নেওয়া হয়েছে কিনা পরীক্ষা কর।
- ☑ কাটার ও কাটার সেট পরীক্ষা কর।
- ☑ ইনডেক্সিং হেড সেট করে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- ☑ মেশিন ডেটা সেট পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে পরীক্ষা কর।
- ☑ ড্রয়িং অনুসারে যন্ত্র করে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা কর।

১৬.৯ সতর্কতার বিষয়াদি:

- ◆ কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ◆ মোটা সোলের জুতা, সেফটি গ্লেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ◆ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ◆ ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- ◆ সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- ◆ কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ◆ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ◆ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ◆ অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৭

হেলিক্যাল গিয়ার টুথ মিলিং (বাম-হাতি ও ডান-হাতি)

১৭.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন ঃ

১) মিলিং মেশিন
২) মিলিং আরবার
৩) মডিউল কাটার
৪) ডিভাইডিং হেড
৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৬) বিভেল প্রোট্যাক্টর
৭) ওপেন এন্ডেড রেঞ্চ
৮) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৯) স্ক্রু-ড্রাইভার সেট
১০) এলেন-কি
১১) মেশিন-ব্রাশ
১২) ওয়েল ক্যান
১৩) ওয়েস্ট কটন

১৭.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ ঃ

- নিচে সূত্রটি ব্যবহার করে কাটার নির্বাচন কর।

$$N' = \frac{N}{(\cos \alpha)}$$

যখন,

N' = যত সংখ্যক দাঁতের জন্য কাটার নির্বাচন কর।

N = প্রয়োজনীয় দাঁতের সংখ্যা

α = হেলিক্স অ্যাঙ্গেল।

উল্লেখিত সূত্রে α- এর ১৮° এবং N-এর মান ৪২ বসিয়ে N' এর মান নির্ণয় কর।

- আরবার হতে প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার অপসারণ কর।
- যথাসম্ভব কলামের নিকটবর্তী স্থানে বা আরবার সাপোর্টের নিকটবর্তী স্থানে কাটার সেট কর।
- স্পেস কলার, বিয়ারিং বুশ এবং আরবার সাপোর্ট সেট কর।
- আরবার সাপোর্ট সেট করে লক নাট আটকাও।
- রেঞ্চের সাহায্যে লক নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও।

১৭.৩ চেঞ্জ গিয়ার সেটকরণ ঃ

- মেশিন লিড ২০০ মি মি ধরে গিয়ার অনুপাত নির্ণয় কর।
- প্রাপ্তিযোগ্য চেঞ্জ গিয়ার বিবেচনা করে গিয়ার অনুপাত নির্বাচন করে চার্ট হতে চেঞ্জ গিয়ার ব্যবহার কর।
- স্টাড ট্রেইনে গিয়ার সেট কর।

১৭.৪ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক বাঁধা ঃ

- গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক অনুযায়ী ম্যান্ড্রেল বেছে নাও।
- ম্যান্ড্রেলে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক বাঁধ।

- গিয়ার ব্ল্যাঙ্কসহ ম্যান্ড্রেলকে চাক ও টেইলস্টক সেন্টারের মাঝে ধর।
- ক্ল্যাম্পিং বোল্টের সাহায্যে টেইলস্টক বাঁধ।
- চাক-কি দ্বারা পূর্ণভাবে চাক টাইট দাও।

১৭.৫ টেবিল সেটকরণ :

- মেশিন টেবিলের সকল চলাচল বন্ধন মুক্ত কর।
- মেশিন টেবিল উঁচু করে, টেইলস্টককে কাটারের দিকে স্লাইড কর।
- কাটারের দাঁতের সেন্টার টেইলস্টকের সেন্টারের সাথে একই লাইনে না আসা পর্যন্ত টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল সমন্বয় কর।
- সুইভেল হাউজিং-এর উভয় পার্শ্বের স্ক্রুদ্বয় ঢিলা দাও।
- বামহাতি হেলিক্স-এর জন্য টেবিলের বাম প্রান্ত কলামের দিকে ঠেলে দাও এবং প্রয়োজনীয় কোণে টেবিল সেট কর।
- ডানহাতি হেলিক্স-এর জন্য টেবিলের ডান প্রান্ত কলামের দিকে ঠেলে দাও এবং প্রয়োজনীয় কোণে সেট কর।
- সুইভেল হাউজিং-এর উভয় পার্শ্বের নাটদ্বয় শক্ত করে আটকাও।

১৭.৬ প্রয়োজনীয় সংখ্যক দাঁতের জন্য ইনডেক্সিং হেড সেটকরণ :

- সূত্র $\frac{40}{N}$ -এ N-এর মান/ প্রয়োজনীয় ভাগসংখ্যা বসাও এবং ইনডেক্সিং হিসাব কর।
  ধরা যাক N-এর মান 36। তাহলে $\frac{40}{N}$ এর মান হবে $\frac{40}{36}$ বা $\frac{10}{9}$
- নিয়ম অনুযায়ী ভগ্নাংশটির লব ও হরকে একটি সুবিধাজনক সংখ্যা দ্বারা গুণ কর, যাতে এর হর একটি গর্ত বৃত্তের সমান হয়। যেমন– $\frac{10}{9} = \frac{10\times3}{9\times3} = \frac{30}{27} = 1\frac{3}{27}$
  এখানে ক্র্যাঙ্ককে পূর্ণ এক পাক ঘুরিয়ে ২৭ ছিদ্র বিশিষ্ট প্লেটের ৩ ছিদ্র নিতে হবে। সেক্টর আর্মকে উক্ত ৩ ছিদ্রতে সেট কর।

১৭.৭ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- নিম্নে সূত্র ব্যবহার করে আর পি এম (N) এর মান নির্ণয় কর–

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

- হিসাবকৃত আর পি এম-এর নিকটবর্তী সংখ্যা হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ডায়ালের তীর চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- নিম্নে সূত্র ব্যবহার করে প্রতি মিনিটে ফিডের পরিমান নির্ণয় কর–
  ফিড = দাঁত প্রতি ফিড × দাঁতের সংখ্যা × স্পিন্ডলের আর পি এম।
- হিসাবকৃত ফিডের নিকটবর্তী সংখ্যা হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ডায়ালের তীর চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- নিম্নে সূত্র ব্যবহার করে কাটের পূর্ণ গভীরতা হিসাব কর–
  পূর্ণ গভীরতা = 2.157 × M ।

১৭.৮ সঠিক পদ্ধতিতে হেলিক্যাল গিয়ার টুথ কাটা :

- ☑ মেশিন পরিষ্কার করে অয়েল গান দিয়ে যথাস্থানে তেল দাও।
- ☑ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে কাটার স্পর্শ না করা পর্যন্ত মেশিন টেবিল উঁচু কর।
- ☑ কাটার হতে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক দূরে সরাও।
- ☑ ভার্টিক্যাল ফিড স্ক্রু-কলার শূন্যতে সেট কর।
- ☑ প্রয়োজনীয় কাটের গভীরতায় টেবিল উঁচু কর।
- ☑ ঘুরন্ত কাটারের দিকে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে অগ্রসর করাও।
- ☑ ইনডেক্সিং পরীক্ষা করতে প্রত্যেক টুথ স্পেসে খাঁজ কাট।
- ☑ কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করে প্রথম টুথ স্পেস কাট।
- ☑ মেশিন টেবিলকে এর আদি অবস্থানে ফিরিয়ে আন।
- ☑ মেশিন থামাও এবং কাটের গভীরতা পরীক্ষা কর।
- ☑ প্রয়োজনে কাটের গভীরতার সমন্বয় কর।
- ☑ টেবিলের খাড়া চলাচল রোধ কর।
- ☑ ইনডেক্সিং করে পূর্বের মতো সমস্ত টুথ স্পেস কাটা সম্পন্ন কর।
- ☑ মেশিন থামিয়ে গিয়ার অপসারণ কর।

১৭.৯ কাজের বিভিন্ন পর্যায়ে পরীক্ষাকরণ :

- ✪ কাটার ও কাটার সেটিং পরীক্ষা কর।
- ✪ ডিভাইডিং হেডের শ্যাফট-এর সঙ্গে মেশিন টেবিলের লেড স্ক্রুর গিয়ারিং-এর সমন্বয় পরীক্ষা কর।
- ✪ ডিভাইডিং হেড এবং টেইলস্টকে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ✪ মেশিন ডাটাসমূহের সেটআপ পরীক্ষা কর।
- ✪ কাজের সময় মাপ এবং কাজ শেষে ড্রয়িং অনুসারে মাপ পরীক্ষা কর।

১৭.১০ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ✓ কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ✓ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ✓ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ✓ ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্ক পিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- ✓ সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- ✓ কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ✓ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ✓ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ✓ অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৮

স্প্লাইন শ্যাফট মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১৮.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) মিলিং মেশিন
২) মিলিং আরবার
৩) মিলিং কাটার
৪) ডিভাইডিং হেড
৫) টেইলস্টক
৬) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৭) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৮) অয়েল ক্যান
৯) ব্রিজ গাম
১০) মেশিন ব্রাশ
১১) ওয়েস্ট কটন

১৮.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ:

⇨ স্প্লাইনের প্রকার বিবেচনা কর–
- স্প্লাইন স্ট্রেইট বা ইনভলিউট হতে পারে।
- স্প্লাইনের প্রকার এবং মাপ অনুযায়ী কাটার নির্বাচন কর।

⇨ কাটারের ছিদ্র অনুযায়ী আরবার বাছাই কর।
⇨ আরবারের স্পিন্ডলের ছিদ্রের ড্রাইভিং কি-ওয়েতে ঢুকিয়ে আরবারের ড্রু-ইন-বার সেট করে পূর্ণভাবে নাট আটকাও।
⇨ আরবার হতে প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার অপসারণ করে যথাসম্ভব কলামের নিকটবর্তী স্থানে কাটার সেট কর।
⇨ অসুবিধা হলে আরবার সাপোর্টের নিকটবর্তী স্থানে কাটার সেট কর।
⇨ আরবারের মাঝখানে কাটার বাঁধবে না। ইহাতে আরবার বাঁকা হয়ে যেতে পারে।
⇨ প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার, আরবার সাপোর্ট এবং বিয়ারিং বুশ সেট কর।
⇨ রেঞ্চের সাহায্যে লক নাট পূর্ণভাবে আটকাও।

১৮.৩ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

☑ শ্যাফটের প্রান্তে সেন্টার ড্রিলিং সম্পর্কে নিশ্চিত হও।
☑ চাক এবং টেইলস্টকের মাঝে শ্যাফট ধর।
☑ ক্ল্যাম্পিং বোল্টের সাহায্যে টেইলস্টক বাঁধ।
☑ চাক-কি-এর সাহায্যে ওয়ার্কপিসকে পূর্ণভাবে চাকের 'জ'-এর সাথে দৃঢ়ভাবে আটকাও।

১৮.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

⌗ নিম্নের সূত্র ব্যবহার করে আর পি এম (N) এর মান নির্ণয় কর–

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$$

- হিসাবকৃত আর পি এম-এর নিকটবর্তী সংখ্যা হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ডায়ালের তীর চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- নিচের সূত্র ব্যবহার করে স্প্লাইন প্রতি ফিডের পরিমাণ নির্ণয় কর–
  ফিড = স্প্লাইন প্রতি ফিড × স্প্লাইনের সংখ্যা × স্পিন্ডলের আর পি এম।
- হিসাবকৃত ফিডের নিকটবর্তী সংখ্যা হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ডায়ালের তীর চিহ্নিত স্থানে সেট কর।
- নিচের সূত্র ব্যবহার করে কাটের পূর্ণ গভীরতা হিসাব কর–
  পূর্ণ গভীরতা = $2.157 \times M$ ।

১৮.৫ ইনডেক্স হেড সেটকরণ :

- ডিভাইডিং হেডের সাথে সরবরাহকৃত চেঞ্জ গিয়ারগুলি পরীক্ষা কর।
- ইনডেক্স প্লেটের হোল সার্কেলসমূহ পরীক্ষা কর।
- প্রয়োজনীয় সংখ্যা অপেক্ষা বৃহত্তর অথবা ক্ষুদ্রতর একটি সুবিধাজনক সংখ্যা নির্বাচন কর, যাহা সিম্পল ইনডেক্সিং পদ্ধতিতে ইনডেক্সিং করা যায়।
- গিয়ার রেশিও নির্ণয় কর।
- গিয়ার রেশিও যদি নেগেটিভ হয়, তবে সিম্পল গিয়ারিং এর জন্য ১টি আইডলার গিয়ার নির্বাচন কর।
- হরের গুণিতক হোল সার্কেলের সাথে মিলে গেলে সিম্পল ইনডেক্সিং কর।

১৮.৬ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- কাটার ও কাটার সেটিং পরীক্ষা কর।
- ডিভাইডিং হেডের শ্যাফট-এর সঙ্গে মেশিন টেবিলের লিড স্ক্রু গিয়ারিং-এর সমন্বয় পরীক্ষা কর।
- ডিভাইডিং হেড এবং টেইলস্টকে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- মেশিন ডাটাসমূহের সেটআপ পরীক্ষা কর।
- কাজের সময় মাপ এবং কাজ শেষে ড্রয়িং অনুসারে মাপ পরীক্ষা কর।

১৮.৭ সতর্কতার বিষয়াদি :

- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-১৯

প্লেইন বিভেল পিয়ার টুথ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন

১৯.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) মিলিং মেশিন
২) মিলিং আরবার
৩) মডিউল কাটার
৪) ডিভাইডিং হেড
৫) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৬) বিভেল প্রোট্যাক্টর
৭) ওপেন এন্ডেড রেঞ্চ
৮) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৯) স্ক্রু ড্রাইভার সেট
১০) এলেন-কি
১১) মেশিন ব্রাশ
১২) ওয়েল ক্যান
১৩) গ্রিজ গান
১৪) ওয়েস্ট কটন

১৯.২ কাটার নির্বাচন ও সেটকরণ :

- বিভেল পিয়ারের দাঁত কাটতে নিচের সূত্রটি ব্যবহার কর–
  N′ = যত সংখ্যক দাঁতের জন্য কাটার নির্বাচন করা হবে।
  N = প্রয়োজনীয় দাঁতের সংখ্যা।
  α = পিচ অ্যাঙ্গেল।

$$N' = \frac{N}{Cos\alpha} = \frac{24}{Cos45^\circ} = \frac{24}{0.707} = 33.94$$

কাজেই 3 মডিউলের ৬ নং কাটারটি বেছে নাও কারণ এটি 35 হতে 54 দাঁত কাটতে ব্যবহৃত হয়।

- আরবার হতে স্পেস কলার অপসারণ কর।
- যথাসম্ভব কলামের নিকটবর্তী স্থানে কাটার বাঁধ।
- বিয়ারিং বুশ সেট করে ওভার আর্ম সাপোর্ট লাগাও।
- প্রথমে হাতে নাট টাইট দাও ও পরে স্প্যানার দিয়ে প্রয়োজনমতো নাট টাইট দাও।

১৯.৩ টেবিল সেটকরণ :

- মেশিন টেবিলের সকল চলাচল বন্ধন মুক্ত কর।
- মেশিন টেবিল উঁচু কর এবং টেইলস্টককে কাটারের দিকে স্লাইড কর।
- কাটারের দাঁতের সেন্টার টেইলস্টকের সেন্টারের সাথে একই লাইনে না আসা পর্যন্ত টেবিলের আড়াআড়ি সমন্বয় কর।
- মেশিন টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল রোধ কর।
- মেশিন টেবিল নিচু কর।
- পিয়ার ব্ল্যাঙ্ক কাটারের নিচে আন।

- ঘূরন্ত কাটার গিয়ার ব্ল্যাঙ্ককে স্পর্শ না করা পর্যন্ত মেশিন টেবিল উঁচু কর।
- কাটার হতে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক দূরে সরাও।
- প্রয়োজনীয় কাটের গভীরতায় টেবিল উঁচু কর।

১৯.৪ ইনডেক্স হেড সেটকরণ :

- ইনডেক্স প্লেট নির্বাচন কর।
- ওয়ার্মশ্যাফটে ইনডেক্স প্লেট সেট কর।
- সেট স্ক্রু-এর সাহায্যে ইনডেক্স প্লেট দৃঢ় কর।
- ইনডেক্স হেড সেক্টর সেট কর।
- ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক সেট কর।
- নাটের সাহায্যে আলগাভাবে ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক ধর।
- প্রয়োজনীয় গর্তে ক্র্যাঙ্ক পিন ঢুকাও।
- ক্র্যাঙ্ক পিনের সাথে একটি আর্ম ধর এবং প্রয়োজনীয় সংখ্যক গর্ত উভয় আর্মের মাঝে রাখার জন্য অন্য আর্মকে ডান পাশে অগ্রসর করাও।
- সেক্টর স্ক্রু টাইট কর।
- পরিশেষে ক্র্যাঙ্ক পিনকে প্রয়োজনীয় বৃত্তের গর্ত চেপে ধর এবং ক্ল্যাম্পিং নাট আটকাও।
- ইনডেক্স-এর শেষ ক্র্যাঙ্ক পিনকে গর্তের মধ্যে সঠিকভাবে ঢুকাও।
- নিম্নে সূত্রের সাহায্যে A-এর মান বসিয়ে ইনকেক্সিং-এর হিসাব কর–
  অর্থাৎ $\frac{40}{A} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3} = \frac{2\times33}{3\times33} = \frac{66}{99}$
- ইনডেক্সিং-এর জন্য ৯৯ ছিদ্র বিশিষ্ট বৃত্তের ৬৬তম গর্ত ব্যবহার কর।
- যে গর্তের মধ্যে ক্র্যাঙ্ক পিন থাকবে তাকে শূন্য ধর।
- ইনডেক্সিং-এর সময় ডিভাইডিং হেড স্পিন্ডল এবং ইনডেক্স প্লেট বন্ধনমুক্ত রাখ।

১৯.৫ ওয়ার্কপিস বাঁধা :

- বিভেল গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক বাঁধার জন্য নাটসহ ম্যান্ড্রেল বেছে নাও।
- দৃঢ়ভাবে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক ম্যান্ড্রেলে বাঁধ।
- গিয়ার ব্ল্যাঙ্কের হাব লম্বা হলে ইহাকে সরাসরি চাকে বাঁধ।
- যথাসম্ভব চাকের নিকটবর্তী করে গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক বাঁধ।

১৯.৬ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

⇨ ধর–

- কাটারের ব্যাস, D = 70 মি মি।
- কাটিং স্পিড, CS = 40 মিটার/মিনিট।
- সুতরাং আর পি এম, $ঘ = \frac{1000\times CS}{\pi\times D} = \frac{1000\times40}{3.14\times70} = 181$ (প্রায়)।

⇨ হিসাবকৃত আর পি এম-এর নিকটবর্তী সংখ্যা মেশিন ডায়ালের হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে সেট কর।

⇨ ধর–

- কাটারের দাঁতের সংখ্যা = ১১।
- স্পিন্ডলের আর পি এম = ১৮১।
- দাঁত প্রতি ফিডের পরিমান = ০.১ মি মি।
  নিচের সূত্রানুযায়ী–
  ফিড = দাঁত প্রতি ফিড × স্পিন্ডলের আর পি এম
  = ০.১ × ১১ × ১৮১ = ১৯৯ মি মি/মিনিট।
- হিসাবকৃত ফিডের নিকটবর্তী সংখ্যা হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে ডায়ালকে সেট কর।

⇨ নিচের সূত্রের সাহায্যে ছোট প্রান্তের পূর্ণ গভীরতা হিসাব কর।

ছোট প্রান্তের কাটের গভীরতা = বড় প্রান্তের গভীরতা × $\frac{2}{3}$ (প্রায়)

$$= 6.47 \times \frac{2}{3} = 4.31 \text{ মি মি}$$

⇨ নিচের সূত্রানুযায়ী বড় প্রান্তের দাঁতের থিকনেস হিসাব কর–
দাঁতের থিকনেস $T = 1.571 \times M = 1.571 \times 3 = 4.7$ মি মি

⇨ নিচের সূত্রানুযায়ী ছোট প্রান্তের দাঁতের থিকনেস হিসাব কর–
ছোট প্রান্তের দাঁতের থিকনেস, $T_s = \frac{P_c D - F_w}{P_c D} \times T$
আমরা জানি, দাঁতের চওড়া, $F_w = \frac{P_c D}{3} = \frac{50.91}{3} = 16.97$
তাহলে, $T_s = \frac{50.91 - 16.97}{50.91} \times 4.7 = 3.11$ মি মি।

১৯.৭ মিলিং সম্পাদনকরণ :

- ☑ গিয়ারের দাঁতগুলিকে মার্কিং কালার দ্বারা প্রলেপ দাও।
- ☑ গিয়ারের দাঁতের প্রত্যেক পার্শ্ব হতে কী পরিমাণ ধাতু কাটা হবে, তা নির্ণয় কর।
- ☑ ফিড হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে গিয়ার কাটার হতে দূরে সরাও।
- ☑ টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল বন্ধন মুক্ত কর।
- ☑ টেবিলকে কলামের দিকে ০.৬৭–০.৭৮ মি মি অগ্রসর করাও।
- ☑ টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল বন্ধ কর।
- ☑ ইনডেক্স পিন যে গর্তে রয়েছে তা চিহ্নিত কর।
- ☑ টেবিলকে লম্বালম্বি চলাচল করাও, ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক পিনকে গর্ত হতে টেনে তোল এবং ঘুরন্ত কাটার গিয়ারের দাঁতের পার্শ্ব স্পর্শ না করা পর্যন্ত ক্র্যাঙ্কের সাহায্যে ঘুরাও।
- ☑ ক্র্যাঙ্ক পিনকে প্রয়োজনীয় গর্ত দূরত্ব পরিমাপ করে ঘুরিয়ে পরীক্ষামূলক কাট দাও।
- ☑ গিয়ারের দাঁতের পুরুত্ব পরীক্ষা কর।
- ☑ প্রয়োজনে কাটের সমন্বয় কর।
- ☑ সকল দাঁতের এক পার্শ্ব কাট।
- ☑ টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল বন্ধন মুক্ত করে ইহার আদি অবস্থানে অর্থাৎ সেন্টার লাইনে ফিরিয়ে আন।
- ☑ ইনডেক্স ক্র্যাঙ্ক পিনকে এর পূর্বের চিহ্নিত গর্তে ফিরিয়ে আন।

- ☑ দাঁতের অপর পার্শ্বগুলি কাটার জন্য টেবিলকে সেন্টার লাইন হতে কলামের বিপরীত দিকে ০.৬৭–০.৭৮ মি মি কমাও।
- ☑ টেবিলের আড়াআড়ি চলাচল রোধ কর।
- ☑ গর্ত হতে ক্র্যাঙ্ক পিন টেনে তোলে ঘুরন্ত কাটার, গিয়ারের দাঁতের পার্শ্ব স্পর্শ না করা পর্যন্ত ক্র্যাঙ্কের সাহায্যে গিয়ারের বিপরীত দিকে ঘুরাও।
- ☑ পূর্বের ন্যায় গিয়ারের দাঁতের পাশগুলি কাট।
- ☑ দাঁতের পুরুত্ব যত্ন সহকারে পরীক্ষা কর।
- ☑ কাজ শেষে গিয়ার অপসারণ কর।

১৯.৮ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ➢ কাটার ও কাটার সেটআপ ভালোভাবে পরীক্ষা কর।
- ➢ গিয়ার ব্ল্যাঙ্ক সেটআপ ও টেবিল সমন্বয় পরীক্ষা কর।
- ➢ ওয়ার্কপিস বাঁধা পরীক্ষা কর।
- ➢ ডাটা ও ডাটা সেটআপ পরীক্ষা কর।
- ➢ কাজের সময় মাপ এবং কাজ শেষে ড্রয়িং অনুসারে মাপ পরীক্ষা কর।

১৯.৯ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ◆ কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ◆ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান কর।
- ◆ মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ◆ ভাইস হ্যান্ডেলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস ভাইসের মধ্যে শক্তভাবে টাইট দিয়ে বাঁধ।
- ◆ সঠিকভাবে মিলিং কাটার বেঁধে হাতের সাহায্যে কাট দাও।
- ◆ কাজের সময় মেশিন বন্ধ করে মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ◆ খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দাও।
- ◆ মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ কর।
- ◆ অত্যন্ত সতর্কতার সাথে প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কাজ কর।

অধ্যায়-২০

সারফেস গ্রাইন্ডার ও সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডারের গ্রাইন্ডিং হুইল মাউন্ট করা

২০.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) গ্রাইন্ডিং মেশিন
২) মাউন্টিং ডিভাইস
৩) ওয়েস্ট কটন
৪) এলেন-কি
৫) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
৬) ডায়মন্ড পয়েন্ট হুইল ড্রেসার
৭) অয়েল ক্যান
৮) গ্রিজ গান
৯) স্ক্রু ড্রাইভার ইত্যাদি।

২০.২ গ্রাইন্ডিং হুইল ফ্ল্যাঞ্জ অ্যাসেম্বলি সেটকরণ :

- ইনার ফ্ল্যাঞ্জের উপর গ্রাইন্ডিং হুইল স্থাপন কর এবং ইহাকে আউটার ফ্ল্যাঞ্জ দ্বারা ভালোভাবে আটকাও।
- ফ্ল্যাঞ্জ এবং হুইলের সংযোগস্থলে পেপার ওয়াশার ব্যবহার কর।
- স্পিন্ডল নাট ওয়াশার সহকারে লাগিয়ে টাইট দাও।

২০.৩ গ্রাইন্ডিং হুইল-এর প্রাথমিক ব্যালেন্সকরণ :

- ব্যালেন্সিং স্ট্যান্ডকে লেভেলিং কর।
- ব্যালেন্সিং ম্যান্ড্রেল হুইল অ্যাসেম্বলি পরাও।
- ম্যান্ড্রেল পরানো অবস্থায় হুইল অ্যাসেম্বলিকে ব্যালেন্সিং স্ট্যান্ডে স্থাপন কর, যাতে ম্যান্ড্রেলের দুই প্রান্ত ব্যালেন্সিং স্ট্যান্ডের ওয়ের উপর থাকে।
- ফ্ল্যাঞ্জের কাউন্টার ওয়েটের সেট স্ক্রু-কে এলেন কি অথবা স্ক্রু-ড্রাইভার দ্বারা আনলক এবং যথাস্থানে সরিয়ে লক করা হয়।

২০.৪ ট্রুয়িং ও ড্রেসিং-এর জন্য গ্রাইন্ডার লাগানো :

- আদর্শ অবস্থায় গ্রাইন্ডিং করার সময় হুইলের পরিধিস্থ জবসংলগ্ন প্রতিটি অ্যাব্রাসিভ গ্রেইন কাট সম্পন্ন করে স্বাভাবিকভাবে ফেটে সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। ফলে হুইলের সঠিক আকৃতি সর্বদাই ঠিক থাকে। কিন্তু বাস্তবে হুইল প্রায়ই অনিয়মিতভাবে ক্ষয় হয়। এজন্য হুইল সঠিক আকৃতিতে পুনর্গঠন করার জন্য ট্রুয়িং করা হয়।
- সারফেস গ্রাইন্ডারে টেবিল মাউন্টেড ড্রেসিং অ্যাটাচমেন্টকে টেবিল বা ম্যাগনেটিক চাকে সেট কর।
- ডায়মন্ড পয়েন্টকে প্রয়োজনীয় কোণে সেট কর।

২০.৫ গ্রাইন্ডিং হুইল খোলা :

- হুইল গার্ড কেসিং খোল।
- নির্ধারিত লকিং ডিভাইস ঢিলা কর।
- মাউন্টিং ডিভাইস খোল।
- টেপার স্পিন্ডল হতে আস্তে আস্তে ম্যালেট হ্যামার দিয়ে গ্রাইন্ডিং হুইল খোল।

২০.৬ গ্রাইন্ডিং হুইলের চূড়ান্ত ব্যালেন্সকরণ :

- প্রারম্ভিক ট্রুয়িং ও ড্রেসিং করার পর হুইলকে মেশিন হতে খুলে গ্রাইন্ডিং অপারেশনের জন্য হুইলকে পুনঃ মাউন্টিং-এর পূর্বে সঠিকভাবে ব্যালেন্সিং করা হয়, ইহাই চূড়ান্ত ব্যালেন্সিং।
- চূড়ান্ত ব্যালেন্সিং-এর ফলে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং দ্বারা হুইলের ক্ষয়প্রাপ্তি জনিত অসমতা দূর হয়।

২০.৭ গ্রাইন্ডারে গ্রাইন্ডিং হুইল লাগানো :

- গ্রাইন্ডিং হুইলের সেন্টার এবং গ্রাইন্ডারের স্পিন্ডল টেপার পরিষ্কার কর।
- গ্রাইন্ডারের স্পিন্ডলে গ্রাইন্ডিং হুইল মাউন্টিং কর।
- নির্ধারিত লকিং ডিভাইস ব্যবহার করে টাইট কর।
- হুইল গার্ড লাগাও ও ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষার জন্য হুইলকে হাত দিয়ে ঘুরাও।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে পরীক্ষামূলক চালাও ও সম্ভাব্য কম্পনের জন্য পরীক্ষা কর।
- কম্পন থাকলে পুনরায় ব্যালেন্সিং কর।

অধ্যায়-২১

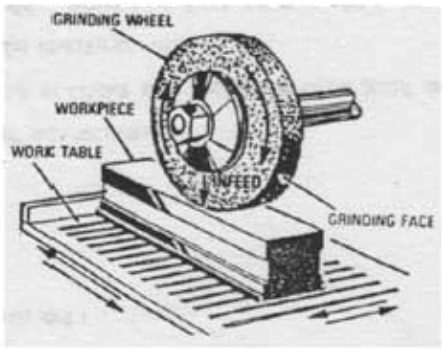
ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

২১.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

১) গ্রাইন্ডিং মেশিন, ২) ম্যাগনেটিক চাক, ৩) ভার্নিয়ার ক্যালিপার, ৪) অয়েল ক্যান, ৫) গ্রিজ গান, ৬) ওয়েস্ট কটন ইত্যাদি।

২১.২ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

- ☑ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ফ্ল্যাট টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ☑ ফ্ল্যাট টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী করে ওয়ার্কপিস আটকাও।
- ☑ সেটআপ করার সময় পরিচ্ছন্নতার বজায় রাখ।



২১.৩ টেবিল কন্ট্রোলকরণ :

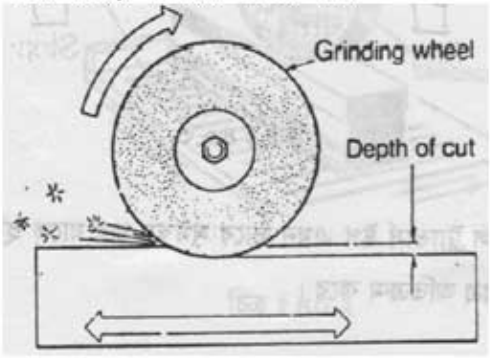
- ⇨ টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের মোটামুটি $^{3}/_{8}$ ইঞ্চি প্রস্থ ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে অতিক্রম করে।
- ⇨ দৃঢ়ভাবে টাইট করে স্টপ লক কর।
- ⇨ টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের কেন্দ্র ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে কেবল অতিক্রম করে।

২১.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ◆ অপারেশন স্পেসিফিকেশন বা অন্য কোনো নির্দেশনা অনুযায়ী ফ্ল্যাট টপ সারফেস রাফ গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন কর।
- ◆ মেশিন কন্ট্রোলের সাহায্যে টেবিল লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পিড সেট কর এবং সঠিক স্পিড সেট হয়েছে কি না দেখে নাও।
- ◆ ফ্ল্যাট টপ সারফেস রাফ গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন কর।
- ◆ মেশিন কন্ট্রোল পিতারের সাহায্যে টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড সেট করে দেখ সঠিক স্পিড হয়েছে কি না ।

২১.৫ টপ সারফেস গ্রাইন্ডিংকরণ :

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল চালু কর এবং কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- টেবিলের লংগিটুডিনাল ও ক্রস ট্র্যাভার্স চালু কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইল, ওয়ার্কপিসে শুধু স্পর্শ করে এমনভাবে ইন ফিড দাও এবং হ্যান্ড ফিড ব্যবহার কর।
- পরিমিত পরিমাণে কাট দিয়ে হ্যান্ড ইনফিড ব্যবহার কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি ১/২ ইঞ্চি ঘূর্ণন পরিমাণ উঠিয়ে লও এবং ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল বন্ধ কর।
- কাটিং ফ্লুইড বন্ধ কর।
- টেবিল ক্রস ফিড এবং লংগিটুডিনাল ট্র্যাভার্স বন্ধ কর।



২১.৬ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- ওয়ার্কপিস ম্যাগনেটিক চাকে ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- টেবিল কন্ট্রোল সেটআপ পরীক্ষা কর।
- ডাটা নির্বাচন ও সেটআপ পরীক্ষা কর।
- রাফ কাটের মাপ পরীক্ষা কর।
- ফিনিশ কাট শেষ হওয়ার পর সব মাপ সঠিকভাবে যাচাই কর।

২১.৭ সতর্কতার বিষয়াদি :

- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তেল দাও।
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি গ্লেস ও গগলস পরিধান কর।
- প্রয়োজনমতো মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- মনোযোগের সাথে কাজ কর।

অধ্যায়-২২

ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল অ্যাংগুলার টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

২২.১ প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

১) গ্রাইন্ডিং মেশিন
২) ম্যাগনেটিক চাক
৩) অ্যাংগুলার ভাইস
৪) প্যারালাল বার
৫) প্লাস্টিক হ্যামার
৬) ভার্নিয়ার ক্যালিপার
৭) অয়েল ক্যান
৮) গ্রিজ গান
৯) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ
১০) ওয়েস্ট কটন

২২.২ ওয়ার্কপিস প্রয়োজনীয় কোণে আটকানো :

- ⇨ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী অ্যাংগুলার টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ⇨ ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস মাউন্টিং কর।
- ⇨ ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের ফেস প্রয়োজনীয় কোণে সেট কর।
- ⇨ সঠিক কোণে সেট হয়েছে কি না পরীক্ষা কর।
- ⇨ দৃঢ়ভাবে লক কর।
- ⇨ অ্যাংগুলার টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী করে ওয়ার্কপিস আটকাও।
- ⇨ সেট আপ করার সময় পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখ।

২২.৩ টেবিল কন্ট্রোল সেটকরণ :

- ➢ টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের কেন্দ্র ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে কেবল অতিক্রম করে।
- ➢ টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের মোটামুটি $^{৩}/_{৪}$ ইঞ্চি প্রস্থ ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে অতিক্রম করে।
- ➢ দৃঢ়ভাবে টাইট করে স্টপ লক কর।
- ➢ অ্যাংগুলার টপ সারফেস রাফ গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন কর।
- ➢ অ্যাংগুলার টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন কর।

২২.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ◆ অ্যাংগুলার টপ সারফেস রাফ গ্রাইন্ডিং উপযোগী টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন করে সেট কর।
- ◆ অ্যাংগুলার টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং উপযোগী টেবিলের ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন করে মেশিন কন্ট্রোলের সাহায্যে টেবিল-এর ক্রস ট্র্যাভার্স স্পিড সেট কর।
- ◆ সঠিকভাবে স্পিডসমূহ সেট হয়েছে কি না দেখ।

২২.৫ গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ :

- **রাফ গ্রাইন্ডিংকরণ :**
  - গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, কাটিং ফ্লুইড, টেবিল লংগিচুডিনাল ও ক্রস ট্র্যাভার্স চালু কর।
  - ওয়ার্কপিস হুইল শুধু স্পর্শ করে এমনভাবে হ্যান্ড ইন ফিড ব্যবহার কর।
  - পরিমিত পরিমাণে কাট দিয়ে হ্যান্ড ইনফিড ব্যবহার কর।
  - গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি অর্ধবৃত্ত পরিমাণ উঠাতে ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
  - গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স, টেবিল ক্রস ও কাটিং ফ্লুইড বন্ধ কর।
- **ড্রেসিংকরণ :**
  - হুইল গার্ড অপসারণ করে সঠিকভাবে ড্রেসিং টুল হোল্ডারে ডায়মন্ড পয়েন্ট টুল সেট কর।
  - ড্রেসিং টুল সঠিকভাবে আটকাও।
  - ডান পার্শ্বের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্টপ আনলক কর।
  - হুইলকে ডায়মন্ড পয়েন্টের উচ্চতার উর্ধ্বে উঠিয়ে নাও।
  - টেবিলকে লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্সের মাধ্যমে এমনভাবে সরাও যাতে ডায়মন্ড পয়েন্টটি হুইলের কেন্দ্র রেখার বামে মোটামুটি ৬ মি মি অফসেট হয়।
  - টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স-এর মাধ্যমে এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে ডায়মন্ড পয়েন্টটি গ্রাইন্ডিং হুইল ফেসের মধ্য বরাবর অবস্থান করে।
  - গ্রাইন্ডিং হুইল চালু করে হুইলকে এমনভাবে নামাও যাতে ডায়মন্ড পয়েন্ট স্পর্শ করে।
  - এখন ভার্টিক্যাল হ্যান্ড ফিড ব্যবহার কর।
  - ভার্টিক্যাল হ্যান্ড ফিড ও ক্রস হ্যান্ড ফিড ব্যবহার করে হুইলের পূর্ণ পরিধি-পৃষ্ঠ ড্রেসিং কর।
- **ফিনিশ গ্রাইন্ডিংকরণ :**
  - গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, কাটিং ফ্লুইড, টেবিল লংগিচুডিনাল ও ক্রস ট্র্যাভার্স চালু কর।
  - ইন ফিড দাও।
  - চূড়ান্ত কাটের পূর্বে ওয়ার্কপিসের পুরুত্ব মেপে নির্ধারিত মাপে ফিনিশ গ্রাইন্ডিং কর।
  - গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি অর্ধ ঘূর্ণন পরিমাণ উঠিয়ে ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
  - গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স, টেবিল ক্রস ও কাটিং ফ্লুইড বন্ধ কর।
  - গ্রাইন্ডিং হুইলকে উপরে উঠিয়ে নাও।
  - ওয়ার্কপিসের সমতলতা পরীক্ষা কর।
  - প্রয়োজনে ইন ফিড সমন্বয় করে সঠিক আকার ও টলারেন্সে গ্রাইন্ডিং কর এবং মেশিন বন্ধ করে ওয়ার্কপিস অপসারণ কর।

২২.৬ কাজের আগে ও পরে পরীক্ষাকরণঃ

- অ্যাংগুলার টেবিলে ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- সারফেস গ্রাইন্ডিং টেবিল কন্ট্রোল সেট পরীক্ষা কর।
- মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটআপ পরীক্ষা কর।
- রাফ কাটের সময় মাপ পরীক্ষা কর।
- ফিনিশ কাট শেষে সব মাপ সঠিকভাবে চেক কর।

অধ্যায়-২৩

সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল স্ট্রেইট গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

২৩.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

- ⌗ গ্রাইন্ডিং মেশিন
- ⌗ গ্রাইন্ডিং ডিভাইস
- ⌗ ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ⌗ অয়েল ক্যান
- ⌗ অয়েল গান
- ⌗ ওয়েস্ট কটন

২৩.২ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা :

- ⇨ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল স্ট্রেইট গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ⇨ সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল স্ট্রেইট গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী করে ওয়ার্কপিস আটকাও এবং সেটআপ করার সময় পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখ।

২৩.৩ টেবিল কন্ট্রোল সেটকরণ :

- ☑ ডগ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইল-ফেস-এর ১/৩ থেকে ১/২ অংশ ওয়ার্কপিসের সঙ্গে উভয় প্রান্তে ওভার ল্যাপিং করে।
- ☑ রাফ ও ফাইন অ্যাডজাস্টমেন্ট ব্যবহার কর।
- ☑ ডগ লক করে দৃঢ়ভাবে আটকাও।

২৩.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ◆ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল স্ট্রেইট রাফ গ্রাইন্ডিং উপযোগী টেবিল ট্র্যাভার্স স্পিড নির্বাচন কর।
- ◆ মেশিন কন্ট্রোলের সাহায্যে টেবিল ট্র্যাভার্স সেট কর।
  - o মেশিন ডাটা প্লেটে সম্ভাব্য মান পাঠ কর।
  - o নিকটতম মান ব্যবহার কর।
  - o সঠিক টেবিল ট্র্যাভার্স স্পিড সেট কর।
- ◆ হেডস্টক কন্ট্রোলের সাহায্যে ওয়ার্ক স্পিড সেট কর।
  - o হেডস্টক ডাটা প্লেটে সম্ভাব্য মান পাঠ কর।
  - o নিকটতম মান ব্যবহার কর।
  - o সঠিক ওয়ার্ক স্পিড সেট হয়েছে কি না দেখ।
- ◆ সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল স্ট্রেইট গ্রাইন্ডিং উপযোগী এন্ড রিলে সেট কর।
- ◆ গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল ও অয়েল মিস্ট লুব্রিকেশন সিস্টেম ঠিক আছে কি না দেখ।

২৩.৫ গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ :

✪ রাফ গ্রাইন্ডিংকরণ :

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, কাটিং ফ্লুইড, টেবিল লংগিচুডিনাল ও ক্রস ট্র্যাভার্স চালু কর।
- ওয়ার্কপিস হুইল শুধু স্পর্শ করে এমনভাবে হ্যান্ড ইন ফিড ব্যবহার কর।
- পরিমিত পরিমাণে কাট দিয়ে হ্যান্ড ইন ফিড ব্যবহার কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি অর্ধবৃত্ত পরিমাণ উঠাতে ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স, টেবিল ক্রস ও কাটিং ফ্লুইড বন্ধ কর।

✪ ড্রেসিংকরণ :

- হুইল গার্ড অপসারণ করে সঠিকভাবে ড্রেসিং টুল হোল্ডারে ডায়মন্ড পয়েন্ট টুল সেট কর।
- ড্রেসিং টুল সঠিকভাবে আটকাও।
- ডান পার্শ্বের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্টপ আনলক কর।
- হুইলকে ডায়মন্ড পয়েন্টের উচ্চতার উর্ধ্বে উঠিয়ে নাও।
- টেবিলকে লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্সের মাধ্যমে এমনভাবে সরাও যাতে ডায়মন্ড পয়েন্টটি হুইলের কেন্দ্র রেখার বামে মোটামুটি ৬ মি মি অফসেট হয়।
- টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স-এর মাধ্যমে এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে ডায়মন্ড পয়েন্টটি গ্রাইন্ডিং হুইল ফেসের মধ্য বরাবর অবস্থান করে।
- গ্রাইন্ডিং হুইল চালু করে হুইলকে এমনভাবে নামাও যাতে ডায়মন্ড পয়েন্ট স্পর্শ করে।
- এখন ভার্টিক্যাল হ্যান্ড ফিড ব্যবহার কর।
- ভার্টিক্যাল হ্যান্ড ফিড ও ক্রস হ্যান্ড ফিড ব্যবহার করে হুইলের পূর্ণ পরিধি-পৃষ্ঠ ড্রেসিং কর।

✪ ফিনিশ গ্রাইন্ডিংকরণ :

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, কাটিং ফ্লুইড, টেবিল লংগিচুডিনাল ও ক্রস ট্র্যাভার্স চালু কর।
- ইন ফিড দাও।
- চূড়ান্ত কাটের পূর্বে ওয়ার্কপিসের পুরুত্ব মেপে নির্ধারিত মাপে ফিনিশ গ্রাইন্ডিং কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি অর্ধঘূর্ণন পরিমাণ উঠিয়ে ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স, টেবিল ক্রস ও কাটিং ফ্লুইড বন্ধ কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে উপরে উঠিয়ে নাও।
- ওয়ার্কপিসের সমতলতা পরীক্ষা কর।
- প্রয়োজনে ইন ফিড সমন্বয় করে সঠিক আকার ও টলারেন্সে গ্রাইন্ডিং কর এবং মেশিন বন্ধ করে ওয়ার্কপিস অপসারণ কর।

২৩.৬ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ☑ মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তেল দাও।
- ☑ কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ☑ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ☑ প্রয়োজনমতো মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ☑ মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- ☑ মনোযোগের সাথে কাজ কর।

অধ্যায়-২৪

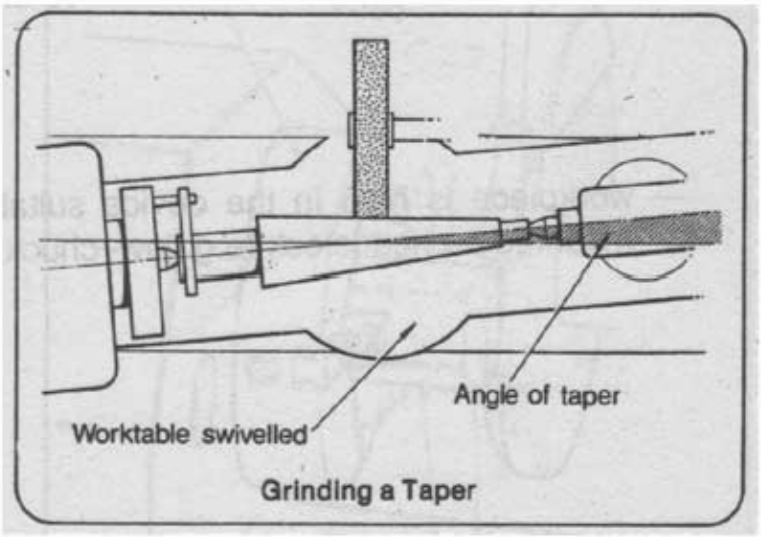
সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল টেপার গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

২৪.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন ঃ

(১) গ্রাইন্ডিং মেশিন, (২) গ্রাইন্ডিং মাউন্টিং ডিভাইস, (৩) ভার্নিয়ার ক্যালিপার, (৪) অয়েল ক্যান, (৫) প্রিজ পান ও (৬) ওয়েস্ট কটন।

২৪.২ ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে বাঁধা ঃ

- ⇨ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল টেপার গ্রাইন্ডিং উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ⇨ সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল টেপার গ্রাইন্ডিং (হুইল হেড সুইভেলিং)-এর উপযোগী করে ওয়ার্কপিস আটকাও।
- ⇨ সেটআপ করার সময় পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখ।

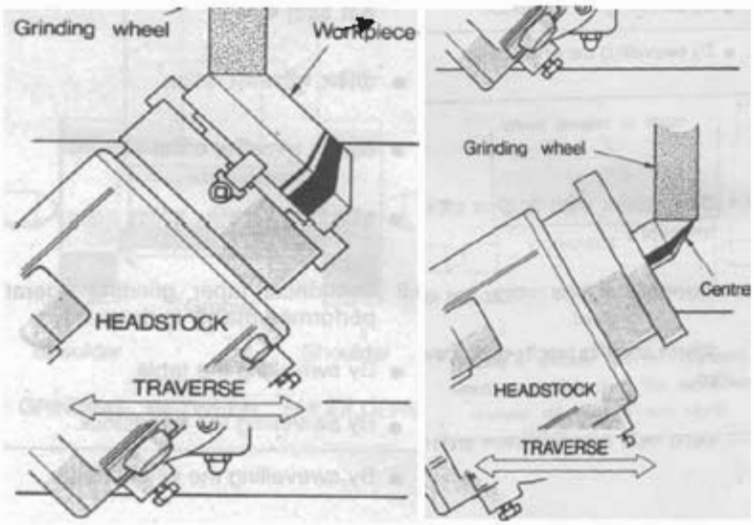


২৪.৩ টেবিল কন্ট্রোল সেটকরণ ঃ

- ✪ ডগ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে গ্রাইন্ডিং হুইলটি টেপারের উভয় প্রান্তে মোটামুটি সমভাবে বাইরে থাকে।
- ✪ দৃঢ়ভাবে টাইট করে ডগ লক কর।

২৪.৪ মেশিন ডাটা নির্বাচন ও সেটকরণ ঃ

- ⌗ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সিলিন্ড্রিক্যাল এক্সটারনাল হুইল হেড সুইভেলিং-এর রাফ প্লাস্ট টেপার গ্রাইন্ডিং ওয়ার্ক স্পিড নির্বাচন কর।
- ⌗ হেডস্টক কন্ট্রোলের সাহায্যে ওয়ার্কপিস সেট কর।
- ⌗ হেডস্টক ডাটা প্লেটে সম্ভাব্য মান পাঠ কর।
- ⌗ সঠিক ওয়ার্ক স্পিড সেট করা হয়েছে কি না দেখ।



২৪.৫ গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ ঃ

১) রাফ গ্রাইন্ডিংকরণ ঃ

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, ওয়ার্ক স্পিন্ডল ও কাটিং ফ্লুইড চালু কর
- ইন ফিড চালু করে, নির্ধারিত টেপারটি রাফ গ্রাইন্ডিং করে, ফিনিশ গ্রাইন্ডিং করার জন্য ম্যাটারিয়াল অবশিষ্ট রাখ।
- টেপার হুইল শুধু স্পর্শ করে এমন অবস্থায় হ্যান্ড ইন ফিড দাও।
- কাটিং ফ্লুইড, ওয়ার্কস্পিন্ডল ও গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল বন্ধ কর।

২) হুইল ড্রেসিংকরণ ঃ

- ডায়মন্ড গ্রাইন্ডিং হুইল ফেস বরাবর পয়েন্টিং করে, হ্যান্ড ট্র্যাভার্স ব্যবহার কর।
- প্রয়োজন হলে হুইলকে হ্যান্ড ইন ফিডের মাধ্যমে সমন্বয় কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইল চালু করে কাটিং ফ্লুইড প্রয়োগ কর।
- ডায়মন্ড ড্রেসারের পয়েন্ট স্পর্শ করা অবস্থায় হালকাভাবে গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং কর।
- হ্যান্ড ট্র্যাভার্স ব্যবহার করে হুইলের সম্পূর্ণ পরিধির পৃষ্ঠ ড্রেসিং কর।
- কাটিং ফ্লুইড বন্ধ করে হুইলকে কিছুক্ষণ ঘুরতে দাও। তাতে হুইল হতে কাটিং ফ্লুইড অপসারিত হবে।
- সুইচ অফ করে হুইলের ঘূর্ণন বন্ধ কর এবং হুইলকে পূর্বাবস্থায় সরিয়ে আন।

৩) ফিনিশ গ্রাইন্ডিংকরণ ঃ

- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল, ওয়ার্ক স্পিন্ডল, কাটিং ফ্লুইড ও টেবিল ট্র্যাভার্স চালু কর।
- ইন ফিড চালু করে নির্ধারিত মাপে ওয়ার্কপিস ফিনিশ গ্রাইন্ডিং কর।
- চূড়ান্ত কাটের পূর্বে ওয়ার্কপিসের ব্যাস মেপে দেখ।

- গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফিড হুইলের মোটামুটি অর্ধঘূর্ণন পরিমাণে পিছিয়ে দাও এবং ইন ফিড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার কর।
- কাটিং ফ্লুইড, টেবিল ট্র্যাভার্স, ওয়ার্ক স্পিন্ডল ও গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল বন্ধ করে গ্রাইন্ডিং হুইলকে পিছিয়ে দাও।
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে পিছিয়ে নিয়ে সিলিন্ড্রিসিটি পরীক্ষার জন্য মাপ নাও।
- প্রয়োজনে ইন ফিড সমন্বয় করে সঠিক টলারেন্স বজায় রেখে গ্রাইন্ডিং কর।
- মেশিনের সুইচ অফ করে ওয়ার্কপিস এমনভাবে খোল যেন ওয়ার্কপিসটি টেবিলের উপর না পড়ে।

২৪.৬ কাজের আগে ও পরে পরীক্ষাকরণ ঃ

- ☑ ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- ☑ টেবিল কন্ট্রোল সেটআপ পরীক্ষা কর।
- ☑ ডাটা নির্বাচন ও সেটআপ পরীক্ষা কর।
- ☑ রাফ কাটের পর মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ ফিনিশ কাটের পর ভালোভাবে সকল পরিমাপ পরীক্ষা কর।

২৪.৭ সতর্কতার বিষয়াদি ঃ

- কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- মেশিন পরিষ্কার ও তৈলাক্ত কর।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- প্রয়োজনমতো মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- মনোযোগের সাথে সকল কাজ সম্পন্ন কর।

অধ্যায়-২৫
স্ট্রেইট এজ প্লেইন মিলিং কাটার সার্পেনিং করার দক্ষতা অর্জন

২৫.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

(১) কাটার গ্রাইন্ডার মেশিন, (২) কাটার মাউন্টিং ডিভাইস, (৩) হুইল মাউন্টিং ডিভাইস, (৪) অয়েল ক্যান, (৫) গ্রিজ গান, (৬) হুক স্প্যানার, (৭) অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ, (৮) মেশিন ব্রাশ, (৯) ওয়েস্ট কটন ইত্যাদি।

২৫.২ কাটার সার্পেনিং সেটআপকরণ :

- ✪ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মিলিং কাটারের স্ট্রেইট এজ সার্পেনিং উপযোগী কাটার মাউন্টিং ডিভাইস নির্বাচন কর।
- ✪ কাটার মাউন্টিং ডিভাইস ও টেবিলের তল পরিষ্কার কর।
- ✪ মিলিং কাটারের স্ট্রেইট এজ সার্পেনিং-এর উপযোগী করে কাটার মাউন্টিং ডিভাইস সেট কর।
- ✪ লকিং বোল্টের সাহায্যে নাট টাইট কর।
- ✪ অনুভূমিক অ্যালাইনমেন্ট ও সমান্তরাল অ্যালাইনমেন্ট সম্পাদন কর।

২৫.৩ হুইল নির্বাচন ও সেটকরণ :

- ☑ অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মিলিং কাটারের স্ট্রেইট এজ সার্পেনিং-এর উপযোগী গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন কর।
- ☑ গ্রাইন্ডিং হুইল মাউন্টিং কর এবং ড্রেসিং কর।
- ☑ গ্রাইন্ডিং হুইল হেড টেবিলের সঙ্গে সমকোণে সেট করার জন্য ঘুরাও।
- ☑ টেবিলের সঙ্গে মোটামুটি ১° কোণে হুইল হেড সুইভেলিং করার জন্য ঘুরাও।
- ☑ গ্রাইন্ডিং হুইল হেডের আনুভূমিক সুইভেলিং লক কর।

২৫.৪ কাটার বাঁধা :

- ⇨ কাটার ও কাটার মাউন্টিং ডিভাইসের তল মুছে পরিষ্কার কর।
- ⇨ স্ট্রেইট এজ সার্পেনিং উপযোগী করে মিলিং কাটারটি মাউন্টিং কর।
- ⇨ হেডস্টকের অনুভূমিক তল মুক্ত করে লকিং ডিভাইস ঢিলা কর।
- ⇨ হেডস্টক টেবিলের সঙ্গে ৯০° কোণে সেট করার জন্য ঘুরাও।
- ⇨ প্রয়োজনে কাটারটি কেন্দ্রের দিকে ০.৫-১.০ সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল সেট কর, যাতে অধিকতর গ্রাইন্ডিং হয়।
- ⇨ হেডস্টক অনুভূমিক তলে লক কর।

২৫.৫ সার্পেনিং ডাটা সেটকরণ :

- অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী স্ট্রেইট এজ প্লেইন মিলিং কাটার টুথ সার্পেনিং ডাটা নির্বাচন কর।
- সার্পেনিং ডাটা সঠিকভাবে সেট করে শক্তভাবে লক কর।

২৫.৬ সার্পেনিং সম্পন্নকরণ :

১) রাফ সার্পেনিংকরণ :

- গ্রাইন্ডিং হুইল এবং ডাস্ট এগজস্ট ইউনিট চালু কর।
- গ্রাইন্ডিং হুইলের দিকে কাটার এগিয়ে নাও যাতে কাটিং এজ হুইল স্পর্শ করে এবং হ্যান্ড ক্রস ফিড ব্যবহার কর।
- ০.০৩-০.০৪ মি মি ডেপথ অব কাট সেট করে হ্যান্ড ক্রস ফিড ব্যবহার কর।
- স্লাইডিং ফিড হ্যান্ডেল দ্বারা কাটিং এজ গ্রাইন্ডিং কর।
- পরবর্তী কাটিং এজের জন্য কাটার ইনডেক্সিং কর।
- একই পদ্ধতিতে অবশিষ্ট কাটিং এজ গ্রাইন্ডিং কর।

২) ফিনিশ সার্পেনিংকরণ :

- ০.০১-০.০২ মি মি ডেপথ দিয়ে আরেকবার কাট দাও।
- গ্রাইন্ডিং হুইল এবং ডাস্ট এগজস্ট ইউনিট বন্ধ কর।
- কাটিং এজ পরীক্ষা কর এবং কাটিং এজ ধারালো না হলে পুনরায় কিছুটা ডেপথ দিয়ে আবার কাট দাও।
- সতর্কতার সাথে কাপড় দিয়ে ধরে কাটার খুলে নাও।

২৫.৭ কাজের সময় ও পরে পরীক্ষাকরণ :

- গ্রাইন্ডিং হুইল ও কাটার সেটআপ পরীক্ষা কর।
- কাটার ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা কর।
- মেশিন ডাটা ও সার্পেনিং ডাটা নির্বাচন ও সেটআপ পরীক্ষা কর।
- কাজ শেষে ড্রয়িং অনুসারে মাপ পরীক্ষা কর।

২৫.৮ সতর্কতার বিষয়াদি :

- ☑ কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ☑ মেশিন পরিষ্কার ও তৈলাক্ত কর।
- ☑ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ☑ প্রয়োজনমতো মেশিন গার্ড ব্যবহার কর।
- ☑ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ☑ পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- ☑ মনোযোগের সাথে সকল কাজ সম্পন্ন কর।

অধ্যায়-২৬

টুইস্ট ড্রিলবিট গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন

২৬.১ যন্ত্রপাতি নির্বাচন :

(১) প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিন, (২) টুইস্ট ড্রিল বিট, (৩) ডায়মন্ড পয়েন্ট হুইল ড্রেসার, (৪) ড্রিল অ্যাঙ্গেল গেজ, (৫) মেশিন ব্রাশ, (৬) গ্রিজ গান, (৭) ওয়েস্ট কটন ইত্যাদি।

২৬.২ গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন :

টুইস্ট ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার জন্য ফাইন গ্রেইনের হুইল নির্বাচন কর।

২৬.৩ নিরাপদে গ্রাইন্ডিং মেশিন চালানো :

১. প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের অন সুইচ চেপে মেশিন চালু কর।
২. ডায়মন্ড পয়েন্ট হুইল ড্রেসারের সাহায্যে ফাইন গ্রেইন বিশিষ্ট হুইলটি ড্রেসিং কর।
৩. ড্রেসিং সম্পন্ন হয়ে গেলে অফ সুইচ চেপে মেশিন বন্ধ কর।

২৬.৪ ড্রিল বিট হুইলের গায়ে সঠিকভাবে ধরা :

☑ নিচের প্রদর্শিত চিত্রে ড্রিলবিট ধরার সঠিক পদ্ধতি দেওয়া হলো–
☑ টুইস্ট ড্রিলবিট হাতের সাহায্যে নিচের প্রদর্শিত উপায়ে সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং হুইলের গায়ে ধর।

২৬.৫ নিরাপদে গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ :

- ড্রিল বিটের কাটিং অ্যাঙ্গেল যাতে অক্ষের সাথে ৫৯° হয় সেভাবে ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং হুইলে ধর।
- গ্রাইন্ডিং করার সময় লক্ষ রাখ যেন কাটিং এজদ্বয় সমান থাকে।
- কাটিং এজের পিছনের দিকে ধাতুর প্রকারভেদে ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল ১২° থেকে ১৫° পর্যন্ত বজায় রাখ।
- ডেড সেন্টার অক্ষের উভয় দিকে সমান রাখ।
- হাত দিয়ে গ্রাইন্ডিং করার সময় প্রথমে সতর্কতার সাথে ডান হাতে ড্রিলের শ্যাংক এবং বাম হাতে ড্রিলের অগ্রভাগ ধরে এমনভাবে গ্রাইন্ডিং কর, যাতে কাটিং অ্যাঙ্গেল, ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল ও ডেড সেন্টার ঠিক থাকে।
- গ্রাইন্ডিং করার সময় ড্রিল বিটের মুখ যেন গরম না হয়, তাই বারবার পানিতে ডুবিয়ে ঠান্ডা কর।
- গ্রাইন্ডিং-এর সময় এমনভাবে ধাতু ক্ষয় কর যেন ডেড সেন্টার ঠিক থাকে।

২৬.৬ গ্রাইন্ডিং-এর সময় এবং পরে পরীক্ষাকরণ:

- ⇨ দেখ যে ড্রিলবিটটি হাতে সঠিকভাবে ধরা হয়েছে কি না।
- ⇨ যে ড্রিলবিটটি গ্রাইন্ডিং করা হবে, তা নেওয়া হয়েছে কি না।
- ⇨ দুই পার্শ্বের গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং পরীক্ষা কর।
- ⇨ মেশিনের আশেপাশে পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ⇨ ড্রিলবিট গ্রাইন্ডিং-এর সময় মাঝে মাঝে অ্যাঙ্গেল গেজ দিয়ে পরীক্ষা কর।

২৬.৭ গ্রাইন্ডিং-এর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি :

- ✪ কাজের স্থান পরিষ্কার ও পিচ্ছিল মুক্ত কর।
- ✪ গ্রাইন্ডিং মেশিন সঠিকভাবে পরিষ্কার কর।
- ✪ মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস পরিধান কর।
- ✪ গ্রাইন্ডিং মেশিনে সেফটি গার্ড ব্যবহার কর।
- ✪ গ্রাইন্ডিং হুইল এবং ড্রিল বিট পরীক্ষা কর।
- ✪ প্রথমে রাফ গ্রাইন্ডিং কর এবং ড্রিল গেজ দিয়ে পরীক্ষা কর।
- ✪ ফিনিশ গ্রাইন্ডিং করে গেজ দিয়ে পরীক্ষা কর।
- ✪ কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা কর।
- ✪ পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার কর।
- ✪ মনোযোগের সাথে সকল কাজ সম্পন্ন কর।

২০২০ শিক্ষাবর্ষ

মেশিন টুলস অপারেশন-২

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 মন্ত্রণালয়

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য