Rangamati Nir,DUET,Gazipur-1707
info.sosbd@gmail.com
09678 677 677, 01751 402449

পাস বুক- টুল ডিজাইন

পড়ার সময় ঃ মাত্র ৯ ঘণ্টা

লক্ষ্য ঃ ৫৪ মার্কস

ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার্থীদের জন্য দ্রুত রিভিশনের পারফেক্ট সলিউশন!

পৃষ্ঠা সংখ্যা ঃ

- ই-বুক ভার্সন ঃ ১২১ পৃষ্ঠা
- প্রিন্টযোগ্য কাগজে ঃ ৪১ পৃষ্ঠা

পরীক্ষা সংক্রান্ত তথ্য ঃ

- মোট মার্কস ঃ ৯০
- পাস মার্কস ঃ ৩৬

প্রশ্ন ও মার্কস বিশ্লেষণ ঃ

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৭৫ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৬ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১২ (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৪৫ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৬ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১৮ (প্রতি প্রশ্নে ৩ মার্কস)

রচনামূলক প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ২৫ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৩ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ২৪ (প্রতি প্রশ্নে ৮ মার্কস)

কিভাবে পড়বেন এই পাস বুক ঃ

Step 1- অধ্যায় বাছাই (সবার আগে শেষ করুন) ঃ

অধ্যায়	বিষয়	কারণ
১	টুল নির্মাতার টুলসমূহ	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৩	কাটিং টুলস	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
৪	চিপ এবং চিপ গঠন	বারবার আসে
৫	লোকেশন এবং ক্ল্যাম্পিং পদ্ধতি	বারবার আসে
৮	প্রেস অপারেশনসমূহ	গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে
১০	ডাই এবং পাঞ্চ	গুরুত্বপূর্ণ
১১	ওয়ার্ক হোল্ডিং ক্লাম্পিং নীতি	অতি সংক্ষিপ্ত ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্নে কমন পড়ে

📅 স্টাডি প্ল্যান (মোট সময় ঃ ৯ ঘণ্টা) ঃ

⏱ ১.৫ ঘণ্টা → অধ্যায় ১ (টুল নির্মাতার টুলসমূহ) ও অধ্যায় ৩ (কাটিং টুলস)

⏱ ১.৫ ঘণ্টা → অধ্যায় ৪ (চিপ এবং চিপ গঠন) ও অধ্যায় ৫ (লোকেশন এবং ক্ল্যাম্পিং পদ্ধতি)

⏱ ২ ঘণ্টা → অধ্যায় ৮ (প্রেস অপারেশনসমূহ), অধ্যায় ১০ (ডাই এবং পাঞ্চ) ও অধ্যায় ১১ (ওয়ার্ক হোল্ডিং ক্লাম্পিং নীতি)

⏱ ৪ ঘণ্টা → বাকি সকল অধ্যায়

🎯 পাস বুকের প্রধান লক্ষ্য ঃ

- ✅ দ্রুত রিভিশনের সুবিধা- পরীক্ষার আগে সময় বাঁচায়
- ✅ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন- উত্তরের সংক্ষিপ্ত বিন্যাস
- ✅ সারাংশভিত্তিক সাজানো- এক নজরে পুরো বিষয়টা দেখে ফেলা
- ✅ মূল টপিক ফোকাস- আত্মবিশ্বাস গড়ে তোলার সহায়ক

📌 বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ

☞ এটি একটি পূর্ণাঙ্গ টেক্সটবুক নয়- বরং সঠিক সময় ব্যবস্থাপনার রিভিশন গাইড।

☞ পরীক্ষার আগের “last moment” প্রস্তুতির জন্য উপযুক্ত সহকারী!

অধ্যায়-১ টুল নির্মাতার টুলসমূহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। পাঁচটি হ্যান্ড টুলসের নাম লেখ।**

BPSC-2022, বাকাশিবো- ২০০৮, ১২, ১৪'পরি

উত্তর ঃ পাঁচটি হ্যান্ড টুলসের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. হ্যামার (Hammer)
২. ফাইল (File)
৩. হ্যাক স (Hacksaw)
৪. চিজেল (Chisel)
৫. পাঞ্চ (Punch)

***** ২। টুল মেকারস্ টুল বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১৩'পরি, ২২, ২৩'পরি

উত্তর ঃ টুল মেকার বা দক্ষ কারিগরগণ উৎপাদন কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন টুল তৈরি ও মেরামতের জন্য যেসব প্রিসিশন বা সূক্ষ্ম পরিমাপক যন্ত্র এবং মেশিনিং সরঞ্জাম ব্যবহার করেন, তাদেরকে টুল মেকারস্ টুল বলা হয়।

***** ৩। সাইন বার কী কাজে ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১১'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ২১, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ স্লিপ গেজের সহায়তায় জবের অত্যন্ত সূক্ষ্ম কোণ (Angle) পরিমাপ করতে এবং জবকে নির্দিষ্ট কোণে সেট করতে সাইন বার ব্যবহার করা হয়।

**** ৪। ভী-ব্লক কী কাজে ব্যবহার করা হয়?** বাকাশিবো- ২০১৯, ২১

উত্তর ঃ গোলাকার বা বেলনাকার (Cylindrical) কার্যবস্তুকে ড্রিলিং, মিলিং, মার্কিং বা পরিমাপের সময় সঠিকভাবে ধরে রাখা বা লোকেটিং (Locating) করার জন্য ভি-ব্লক ব্যবহার করা হয়।

***** ৫। ফিলার গেজ কেন ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ১১'পরি, ১৮, ১৯, ২০, ২০'পরি, ২১

উত্তর ঃ দুটি মেটিং পার্টস (Mating parts) বা যন্ত্রাংশের মধ্যবর্তী খুব সরু ফাঁক বা ক্লিয়ারেন্স (Clearance) পরিমাপ করার জন্য ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়।

**** ৬। কম্বিনেশন সেট দিয়ে কী কী কাজ করা করা যায়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৩, ১৭, ১৮'পরি, ২০, ২১

উত্তর ঃ কম্বিনেশন সেট দিয়ে প্রধানত ৫টি কাজ করা যায় ঃ

১. গোলাকার দণ্ড বা শ্যাফটের কেন্দ্র নির্ণয় (Center finding) করা।
২. ওয়ার্কপিসের 90° এবং 45° কোণ পরীক্ষা ও মার্কিং করা।
৩. 0° থেকে 180° পর্যন্ত যেকোনো কোণ পরিমাপ ও মার্কিং করা।
৪. কোনো স্লট বা গর্তের গভীরতা পরিমাপ করা।
৫. স্পিরিট লেভেলের সাহায্যে তলের সমতলতা (Level) যাচাই করা।

***** ৭। টুল মেকার্স ফ্লাট কী?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৭'পরি, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২১

অথবা, টুল মেকার্স ফ্লাট কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর ঃ সাধারণত ছোট আকারের প্রিসিশন (Precision) যন্ত্রাংশ বা গেজের সমতলতা (Flatness) পরীক্ষা করার জন্য রেফারেন্স তল হিসেবে টুল মেকার্স ফ্লাট ব্যবহৃত হয়।

**** ৮। একটি ভার্নিয়ার স্কেল গঠনের মূলনীতি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ২১, ২২

উত্তর ঃ মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগ সামান্য ছোট করে তৈরি করা হয়। মূল স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্য ও ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্যের এই পার্থক্যকে কাজে লাগিয়েই ভার্নিয়ার স্কেল গঠন করা হয়।

***** ৯। লিস্ট কাউন্ট বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১৪, ১৭'পরি, ১৮

উত্তর ঃ কোনো পরিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে সর্বনিম্ন যে পাঠ বা পরিমাপ নির্ভুলভাবে নেওয়া যায়, তাকে ঐ যন্ত্রের লিস্ট কাউন্ট (Least Count) বা লঘিষ্ঠ গণন বলে।

***** ১০। স্লিপ গেজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৯, ১৯'পরি, ২১, ২২

উত্তর ঃ স্লিপ গেজ হলো অত্যন্ত মসৃণ ও সমান্তরাল তলবিশিষ্ট এক প্রকার আয়তাকার হার্ডেনড স্টিল ব্লক, যা সূক্ষ্ম দৈর্ঘ্য পরিমাপের প্রামাণ্য মান (Standard) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

**** ১১। প্লাগ গেজ কী?** বাকাশিবো- ২০২০, ২১, ২২

উত্তর ঃ প্লাগ গেজ (Plug Gauge) হলো এক ধরনের নলাকার (Cylindrical) পরিদর্শন গেজ, যা কোনো বস্তুর ছিদ্রের (Hole) অভ্যন্তরীণ ব্যাস বা মাপ নির্দিষ্ট সীমার (Tolerance) মধ্যে আছে কিনা তা দ্রুত যাচাই করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

***** ১২। গেজ বলতে কী বুঝায়?**

DUET-12-13, 23-24, বাকাশিবো- ২০০৯, ১৫'পরি, ১৬, ১৮'পরি, ২৩

উত্তর ঃ গেজ হলো এক প্রকার পরিদর্শন যন্ত্র (Inspection Tool), যার সাহায্যে কোনো উৎপাদিত বস্তুর প্রকৃত মাপ গ্রহণ না করে, বস্তুটি নির্দিষ্ট সীমার (Tolerance Limit) বা আকারের মধ্যে তৈরি হয়েছে কি না তা যাচাই করা হয়।

***** ১৩। স্লিপ গেজ এর রিংগিং বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ১২, ১৪, ১৫'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৭'পরি, ১৮'পরি

উত্তর ঃ দুটি স্লিপ গেজের অতি সূক্ষ্ম ও মসৃণ তলকে (Measuring face) পরিষ্কার করে পরস্পরের ওপর রেখে সামান্য চাপ দিয়ে স্লাইড বা ঘর্ষণ করালে এরা একে অপরের সাথে দৃঢ়ভাবে আটকে যায়। স্লিপ গেজ জোড়া লাগানোর এই পদ্ধতিকে রিংগিং (Wringing) বলে।

***** ১৪। সাইন বারের মূলনীতি ও সূত্রটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৬'পরি, ১৭'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ১৯, ২৩

উত্তর ঃ সাইন বার সমকোণী ত্রিভুজের ত্রিকোণমিতিক সাইন (Sine) অনুপাতের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে। এক্ষেত্রে সাইন বারের নিজস্ব দৈর্ঘ্যকে সমকোণী ত্রিভুজের 'অতিভুজ' (Hypotenuse) এবং স্লিপ গেজের উচ্চতাকে 'লম্ব' (Perpendicular) হিসেবে বিবেচনা করে কোণ পরিমাপ করা হয়।

সাইন বারের সূত্রটি হলো ঃ

$$\sin\theta = \frac{L}{H}$$

বা, $\theta = \sin^{-1}(\frac{L}{H})$

যেখানে, θ = পরিমাপকৃত কোণ (Angle)

H = স্লিপ গেজের উচ্চতা (Height of slip gauges)

L = সাইন বারের দৈর্ঘ্য বা দুই রোলারের কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব (Length of sine bar)

**** ১৫। ভার্নিয়ার বিভেল প্রোটেক্টরের সুক্ষ্মতা কত?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১৪, ১৮'পরি

উত্তর ঃ ভার্নিয়ার বিভেল প্রোটেক্টরের সূক্ষ্মতা বা লিস্ট কাউন্ট (Least Count) হলো ৫ মিনিট (৫′)।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। টুল মেকারস হ্যামার বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৬, ১৮

উত্তর ঃ টুল মেকারস হ্যামার (Tool Maker's Hammer) হলো টুল রুমে ব্যবহৃত এক ধরণের বিশেষ ও হালকা ওজনের হাতুড়ি।

এর প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো, এর মাথার (Head) মাঝখানে একটি ম্যাগনিফাইং গ্লাস (Magnifzing glass) বা আতশী কাচ বসানো থাকে। কোনো সূক্ষ্ম লে-আউট বা মার্কিং-এর দাগ বড় করে দেখার জন্য এবং ঠিক সেই দাগের ওপর নির্ভুলভাবে সেন্টার পাঞ্চ (Center Punch) বসানোর জন্য এই হ্যামার ব্যবহার করা হয়।

***** ২। ফিলার গেজের ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০২০'পরি, ২২

উত্তর ঃ ফিলার গেজের ব্যবহার (Uses of Feeler Gauge) ঃ

প্রধানত দুটি মেটিং পার্টস (Mating Parts) বা মিলিত যন্ত্রাংশের মধ্যবর্তী খুবই সূক্ষ্ম ফাঁকা স্থান (Gap) বা ক্লিয়ারেন্স (Clearance) পরিমাপ করার জন্য ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়। এর উল্লেখযোগ্য ব্যবহারগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. স্পার্ক প্লাগ গ্যাপ ঃ স্পার্ক প্লাগের ইলেকট্রোডগুলোর মধ্যবর্তী গ্যাপ পরিমাপ ও সেট করতে।

২. ভালভ ক্লিয়ারেন্স ঃ ইঞ্জিনের ভালভ বা ট্যাপেট ক্লিয়ারেন্স (Tappet Clearance) পরিমাপ করতে।

৩. বেয়ারিং ক্লিয়ারেন্স ঃ শ্যাফট এবং বেয়ারিং-এর মাঝখানের ক্লিয়ারেন্স চেক করতে।

৪. পিস্টন রিং গ্যাপ ঃ সিলিন্ডারের ভেতর পিস্টন রিং-এর এন্ড গ্যাপ (End gap) মাপতে।

৫. মেশিন অ্যালাইনমেন্ট ঃ জিগ ও ফিক্সচার সেটআপের সময় বা মেশিন স্থাপনের সময় পার্টসগুলোর অ্যালাইনমেন্ট ঠিক আছে কিনা তা যাচাই করতে।

***** ৩। সেন্টার গেজ কী কাজে ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১১, ১২, ১২'পরি, ১৪, ১৮'পরি, ২৩

উত্তর ঃ সেন্টার গেজ (Center Gauge) মূলত লেদ মেশিনে থ্রেড কাটার সময় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি পরিমাপক যন্ত্র। এর প্রধান ব্যবহারগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

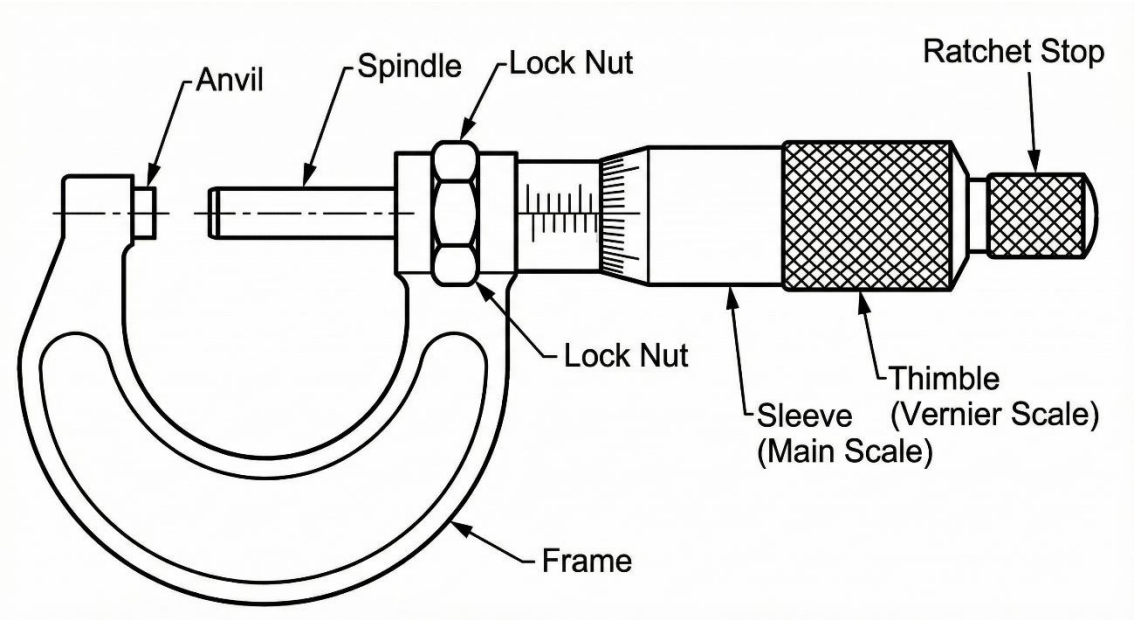
১. টুল বিটের কোণ যাচাই ঃ লেদ মেশিনের থ্রেডিং টুল (Threading tool) গ্রাইন্ডিং করার সময় এর সম্মুখ ভাগের কোণ সঠিক হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

২. টুল সেট করা ঃ লেদ মেশিনে থ্রেড কাটার সময় কাটিং টুলটি যাতে জবের (Workpiece) সাথে সঠিক লম্বভাবে (৯০০কোণে) থাকে, তা নিশ্চিত করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

৩. থ্রেড পিচ ও প্রোফাইল চেক ঃ কাটা সম্পন্ন হওয়া স্ক্রু থ্রেডের (Screw Thread) কোণ বা প্রোফাইল সঠিক আছে কিনা তা যাচাই করতেও এটি ব্যবহৃত হয়।

***** ৪। একটি আউটসাইড মাইক্রোমিটারের অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ১০, ১৫'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭'পরি

উত্তর ঃ নিচে একটি আউটসাইড মাইক্রোমিটারের (Outside Micrometer) পরিষ্কার চিত্র অঙ্কন করে এর প্রধান অংশগুলো চিহ্নিত করা হলো। এটি একটি বহুল ব্যবহৃত সূক্ষ্ম পরিমাপক যন্ত্র যা দিয়ে কোনো বস্তুর বাইরের মাপ খুব নির্ভুলভাবে নেওয়া যায়।



চিত্র ঃ ভার্নিয়ার মাইক্রোমিটার

১. ফ্রেম (Frame) ঃ ইংরেজি 'C' অক্ষরের মতো দেখতে মূল কাঠামো যা অ্যানভিল ও স্পিন্ডলকে ধরে রাখে।

২. অ্যানভিল (Anvil) ঃ ফ্রেমের বাম দিকের স্থির অংশ, যার মুখে জবটি স্পর্শ করানো হয়।

৩. স্পিন্ডল (Spindle) ঃ এটি থিম্বলের ঘোরানোর সাথে সাথে সামনে-পেছনে মুভ করে এবং জবের অপর প্রান্ত স্পর্শ করে।

৪. স্লিভ বা ব্যারেল (Sleeve / Barrel) ঃ এটি স্থির অংশ যার ওপর মেইন স্কেল বা ডাটাম লাইন (Datum line) অঙ্কিত থাকে।

৫. থিম্বল (Thimble) ঃ এটি স্লিভের ওপর ঘুরতে পারে। এর বেভেল প্রান্তে বৃত্তাকার স্কেল (Circular scale) থাকে।

৬. র‍্যাচেট স্টপ (Ratchet Stop) ঃ এটি পরিমাপের সময় স্পিন্ডলের ওপর সর্বদা সমান চাপ প্রয়োগ নিশ্চিত করে, যাতে মাপে ভুল না হয়।

৭. লক নাট (Lock Nut) ঃ সঠিক মাপ নেওয়ার পর স্পিন্ডলকে নির্দিষ্ট অবস্থানে লক বা আটকে রাখার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চিত্রসহ ডায়াল গেজের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৮, ১০, ১২, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৬

উত্তর ঃ ডায়াল গেজ বা ডায়াল ইন্ডিকেটর (Dial Indicator) হলো একটি অতি সূক্ষ্ম যান্ত্রিক পরিমাপক যন্ত্র, যা কোনো বস্তুর তলের সমতলতা, গোলাকার দন্ডের ঘূর্ণন ঠিক আছে কিনা বা দুটি তলের সমান্তরালতা পরীক্ষা করতে ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত "র‍্যাক ও পিনিয়ন" (Rack and Pinion) নীতির ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।

ডায়াল গেজের প্রধান অংশসমূহ ঃ

এর কার্যপ্রণালি বোঝার জন্য প্রধান অংশগুলো চিনে নেওয়া জরুরি ঃ

১. প্লাঞ্জার বা স্পিন্ডল (Plunger/Spindle) ঃ এটি ওঠানামা করে।

২. র‍্যাক (Rack) ঃ প্লাঞ্জারের গায়ে কাটা দাঁতযুক্ত অংশ।

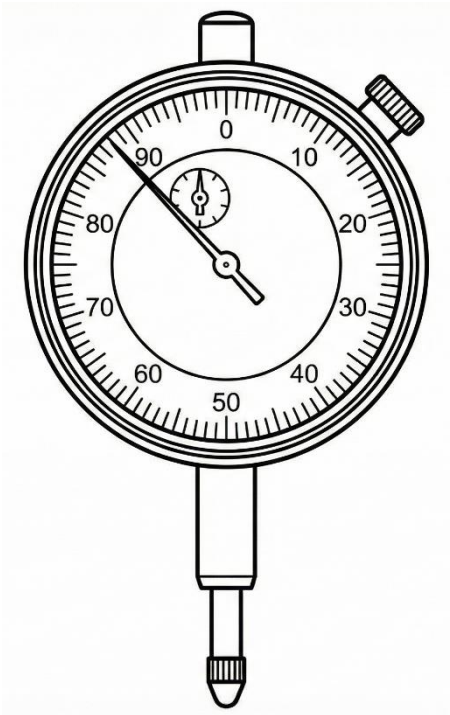
৩. পিনিয়ন ও গিয়ার ট্রেইন (Pinion & Gear Train) ঃ র‍্যাকের সাথে যুক্ত ছোট গিয়ার।

৪. পয়েন্টার বা কাঁটা (Pointer) ঃ যা ডায়ালের ওপর ঘুরে রিডিং দেয়।

৫. স্কেল (Scale) ঃ ডায়ালের ওপর দাগ কাটা থাকে।

কার্যপ্রণালি (Working Principle) ঃ

ডায়াল গেজ মূলত সরলরৈখিক গতিকে (Linear Motion) ঘূর্ণন গতিতে (Rotary Motion) রূপান্তর করে মাপ প্রদর্শন করে। এর কার্যপদ্ধতি নিচে ধাপে ধাপে আলোচনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ডায়াল গেজ

১. স্পর্শ ও চাপ ঃ প্রথমে ডায়াল গেজটিকে একটি স্ট্যান্ডের সাহায্যে শক্তভাবে আটকানো হয়। এরপর এর প্লাঞ্জারের নিচের প্রান্তটি (Contact Point) যে বস্তুর মাপ নিতে হবে, তার তলের সাথে স্পর্শ করানো হয়।

২. প্লাঞ্জারের সরলরৈখিক গতি ঃ বস্তুর তল যদি অসমান হয় বা সামান্য উঁচু-নিচু হয়, তবে প্লাঞ্জারটি উপরের দিকে উঠে যায় বা নিচে নামে। একে সরলরৈখিক গতি বা Linear Motion বলা হয়।

৩. র‍্যাক ও পিনিয়ন মেকানিজম ঃ প্লাঞ্জারের গায়ে 'র‍্যাক' (Rack) বা দাঁত কাটা থাকে। প্লাঞ্জার উপরে-নিচে নামলে এই র‍্যাকটি একটি ছোট গিয়ার বা 'পিনিয়ন'কে (Pinion) ঘোরায়। এখানে সরলরৈখিক গতি ঘূর্ণন গতিতে রূপান্তরিত হয়।

৪. গতির বিবর্ধন (Magnification) ঃ প্লাঞ্জারের খুব সামান্য নড়াচড়াও যাতে খালি চোখে বোঝা যায়, সেজন্য পিনিয়নের সাথে আরও কয়েকটি

গিয়ার (Gear Train) যুক্ত থাকে। এই গিয়ারগুলো পিনিয়নের ছোট ঘূর্ণনকে অনেক গুণ বাড়িয়ে দেয় (Magnifz করে)।

৫. কাঁটার ঘূর্ণন ও রিডিং ঃ এই গিয়ার ট্রেইনের শেষ প্রান্তটি ডায়ালের মূল কাঁটার (Main Pointer) সাথে যুক্ত থাকে। ফলে প্লাঞ্জার সামান্য (যেমন ০.০১ মি.মি.) নড়লে কাঁটাটি ডায়ালের স্কেলে অনেকটা পথ ঘুরে যায় এবং আমরা সহজেই মাপটি দেখে নিতে পারি।

৬. স্প্রিং এর কাজ ঃ প্লাঞ্জার যাতে সর্বদা নিচের দিকে চাপে থাকে এবং গিয়ারের মধ্যে কোনো ফাঁকা (Backlash) না থাকে, সেজন্য এর ভেতরে একটি কয়েল স্প্রিং বা হেয়ার স্প্রিং ব্যবহার করা হয়।

***** ২। স্ন্যাপ গেজের বর্ণনা দাও।** বাকাশিবো- ২০২৩

উত্তর ঃ স্ন্যাপ গেজ হলো এক ধরণের 'লিমিট গেজ' (Limit Gauge) যা মূলত কোনো জবের (Job) বা শ্যাফ্টের (Shaft) বহিরাবরণ বা বাইরের মাপ (External Dimension) দ্রুত পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি জবের সঠিক মাপ পরিমাপ করে না, বরং জবটি নির্ধারিত টলারেন্স বা সীমার মধ্যে আছে কিনা তা যাচাই করে। মাস প্রোডাকশন বা বহুল উৎপাদনে এটি অত্যন্ত জনপ্রিয়।

১. ফ্রেম ঃ স্ন্যাপ গেজের আকৃতি সাধারণত ইংরেজি অক্ষর 'C'-এর মতো হয়। এর বডি বা ফ্রেমটি কাস্টিং করে তৈরি করা হয় যাতে এটি মজবুত হয় এবং তাপমাত্রার প্রভাবে মাপে পরিবর্তন না আসে।

২. অ্যানভিল (Anvil) ঃ 'C' ফ্রেমের খোলা মুখে দুটি চোয়াল বা অ্যানভিল থাকে। এর একটি স্থির এবং অন্যটি প্রয়োজনভেদে অ্যাডজাস্টেবল হতে

পারে। অ্যানভিলের মুখগুলো খুব মসৃণ এবং হার্ডেনিং (Hardening) করা থাকে যাতে ঘর্ষণে ক্ষয় না হয়।

কার্যপ্রণালী ও নীতি ঃ স্ন্যাপ গেজ মূলত 'Go' এবং 'No-Go' নীতির ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।

i) Go প্রান্ত ঃ এই প্রান্তটি জবের সর্বোচ্চ সীমার (Maximum Limit) মাপে তৈরি করা হয়। এটি যদি জবের ওপর দিয়ে সহজে প্রবেশ করে বা গলে যায়, তার মানে জবটির মাপ ঠিক আছে।

ii) No-Go প্রান্ত ঃ এই প্রান্তটি জবের সর্বনিম্ন সীমার (Minimum Limit) মাপে তৈরি করা হয়। এটি জবের ওপর দিয়ে প্রবেশ করবে না। যদি প্রবেশ করে, তবে বুঝতে হবে জবটি প্রয়োজনের চেয়ে ছোট হয়ে গেছে এবং এটি বাতিল (Reject) যোগ্য।

স্ন্যাপ গেজের প্রকারভেদ ঃ গঠন ও কাজের ওপর ভিত্তি করে স্ন্যাপ গেজ প্রধানত দুই প্রকার ঃ

১. সলিড স্ন্যাপ গেজ (Solid Snap Gauge) ঃ এটি একটি নির্দিষ্ট মাপের জন্যই তৈরি। এর অ্যানভিলগুলো অ্যাডজাস্ট বা পরিবর্তন করা যায় না। এটি আবার দুই ধরণের হতে পারে–

i) ডাবল এন্ডেড ঃ যার দুই প্রান্তে এড় এবং No-Go থাকে।

ii) প্রগ্রেসিভ (Progressive) ঃ যার একই প্রান্তে পরপর এড় এবং No-Go অ্যানভিল থাকে। এটি ব্যবহারে সময় কম লাগে।

২. অ্যাডজাস্টেবল স্ন্যাপ গেজ (Adjustable Snap Gauge) ঃ এর অ্যানভিলগুলো স্ক্রু-এর সাহায্যে কিছুটা ছোট বা বড় করা যায়। ফলে ক্ষয় হয়ে গেলে বা ভিন্ন টলারেন্সের জবের জন্য এটি পুনরায় সেট করা সম্ভব। এটি বর্তমানে বেশি ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার ঃ

১. লেদ বা গ্রাইন্ডিং মেশিনে তৈরি গোলাকার দণ্ড বা শ্যাফ্টের ব্যাস পরীক্ষা করতে।

২. চারকোনা বা চ্যাপ্টা বস্তুর পুরুত্ব বা প্রস্থ পরীক্ষা করতে।

সুবিধাসমূহ ঃ

i) খুব দ্রুত জবের মাপ যাচাই করা যায়।

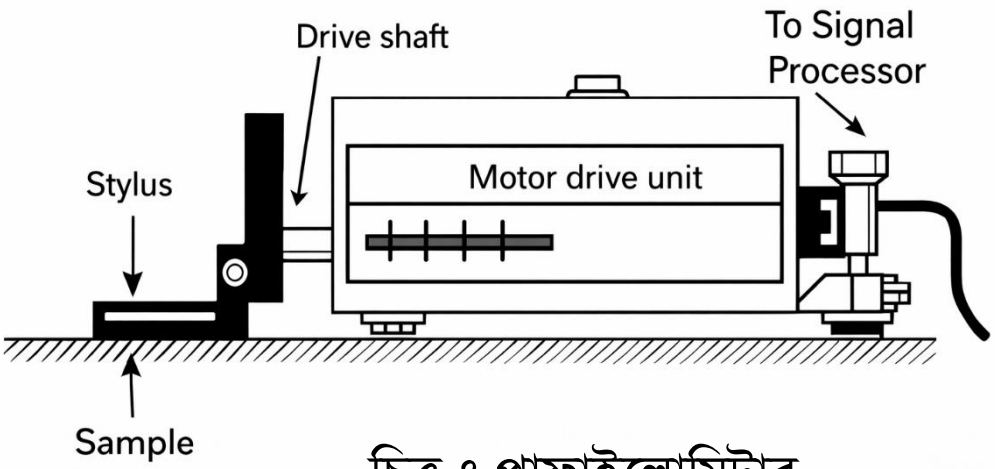
ii) এটি ব্যবহারের জন্য দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন হয় না।

iii) মাইক্রোমিটারের চেয়ে এর দাম কম এবং স্থায়িত্ব বেশি।

***** ৩। চিত্রসহ একটি প্রোফাইলোমিটারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ১২, ১৫, ১৬'পরি, ১৮'পরি, ২৩

উত্তর ঃ প্রোফাইলোমিটার হলো একটি অত্যন্ত সূক্ষ্ম পরিমাপক যন্ত্র যা কোনো জবের বা বস্তুর পৃষ্ঠের অমসৃণতা (Surface Roughness) বা বন্ধুরতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত মেশিনিং করা সারফেসের ফিনিশিং এর মান যাচাই করতে ল্যাবরেটরি বা ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ প্রাফাইলোমিটার

প্রধান অংশসমূহ ঃ একটি প্রোফাইলোমিটারের প্রধান অংশগুলো নিম্নরূপ ঃ

১. স্টাইলাস (Stylus) ঃ এটি একটি অত্যন্ত সূক্ষ্ম হীরের (Diamond) টিপ বা কাঁটা, যা জবের পৃষ্ঠের ওপর দিয়ে চলাচল করে।

২. স্কিড (Skid) ঃ এটি স্টাইলাসকে সাপোর্ট দেয় এবং জবের ঢেউ খেলানো সারফেসের ওপর দিয়ে স্লাইড করে।

৩. ট্রান্সডিউসার (Transducer) ঃ এটি স্টাইলাসের যান্ত্রিক নড়াচড়াকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর করে।

৪. অ্যাম্প্লিফায়ার (Amplifier) ঃ দুর্বল বৈদ্যুতিক সিগন্যালকে শক্তিশালী করে।

৫. রেকর্ডার বা মিটার (Recorder/Meter) ঃ যা চূড়ান্ত রিডিং বা গ্রাফ প্রদর্শন করে।

কার্যপদ্ধতি (Working Principle) ঃ

প্রোফাইলোমিটারের কার্যপদ্ধতি মূলত যান্ত্রিক নড়াচড়াকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর করার ওপর ভিত্তি করে কাজ করে। এর ধাপগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ

১. স্থাপন ঃ প্রথমে যে সারফেস বা তলের রাফনেস মাপতে হবে, তার ওপর প্রোফাইলোমিটারের পিক-আপ ইউনিটটি (যেখানে স্টাইলাস ও স্কিড থাকে) স্থাপন করা হয়।

২. স্টাইলাসের গতি ঃ একটি মোটরের সাহায্যে স্টাইলাসটিকে খুব ধীর গতিতে জবের সারফেসের ওপর দিয়ে অনুভূমিকভাবে (Horizontally) চালনা করা হয়।

৩. উত্থান-পতন ঃ সারফেসটি অমসৃণ হওয়ায় স্টাইলাসটি সামনে আগানোর সময় এর উঁচু-নিচু (Peaks and Valleys) অংশ অনুযায়ী উল্লম্বভাবে (Vertically) ওঠানামা করে।

৪. সিগন্যাল রূপান্তর ঃ স্টাইলাসের এই যান্ত্রিক ওঠানামা ট্রান্সডিউসারের ভেতরে থাকা একটি কয়েলকে চুম্বকের ভেতরে নাড়াচড়া করায়। ফলে সেখানে একটি ক্ষুদ্র ভোল্টেজ বা বৈদ্যুতিক পালস তৈরি হয়। (কিছু মডেলে পিজো-ইলেকট্রিক ক্রিস্টালও ব্যবহার করা হয়)।

৫. বিবর্ধন ও পাঠ ঃ এই বৈদ্যুতিক সিগন্যালটি খুবই দুর্বল থাকে, তাই এটি তারের মাধ্যমে অ্যাম্প্লিফায়ারে পাঠানো হয়। অ্যাম্প্লিফায়ার সিগন্যালটিকে শক্তিশালী করে মিটারে পাঠায়। মিটারটি তখন সারফেসের রাফনেস ভ্যালু (যেমন CLA বা RMS ভ্যালু) মাইক্রন এককে প্রদর্শন করে। অনেক সময় এর সাথে পেন রেকর্ডার যুক্ত থাকে যা কাগজের ওপর সারফেসের একটি জ্যামিতিক প্রোফাইল এঁকে দেয়।

***** ৪। দশটি টুল মেকার টুলস-এর ব্যবহার লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২০'পরি, ২১, ২২, ২৩

উত্তর ঃ টুল মেকার টুলস (Tool Maker's Tools) একজন টুল মেকারকে অত্যন্ত সূক্ষ্ম ও নিখুঁত (Precision) জিগ, ফিক্সচার, ডাই এবং মোল্ড তৈরি করতে হয়। তাই তাদের ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলো সাধারণ ফিটিং শপের যন্ত্রপাতির চেয়ে অনেক উন্নত ও নির্ভুল হতে হয়। নিচে একজন টুল মেকারের ব্যবহৃত ১০টি প্রধান টুলস ও তাদের ব্যবহার বর্ণনা করা হলো ঃ

১. সারফেস প্লেট (Surface Plate) ঃ এটি কাস্ট আয়রন বা গ্রানাইট পাথরের তৈরি একটি অত্যন্ত সমতল প্লেট। এটি সব ধরণের পরিমাপ ও

মার্কিং (Marking) কাজের ভিত্তি বা 'ডাটাম সারফেস' (Datum Surface) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এর ওপর রেখেই হাইট গেজ বা অ্যাঙ্গেল প্লেট ব্যবহার করা হয়।

২. ভি-ব্লক (V-Block) ঃ এর আকৃতি ইংরেজি 'V' অক্ষরের মতো এবং এটি সাধারণত হার্ডেনিং করা স্টিলের তৈরি। গোলাকার বা নলাকার (Cylindrical) জবকে দৃঢ়ভাবে ধরে রেখে ড্রিলিং, মেশিনিং বা মার্কিং করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। সাধারণত এর সাথে 'U' আকৃতির ক্ল্যাম্প থাকে।

৩. ইঞ্জিনিয়ার্স স্কয়ার বা ট্রাই স্কয়ার (Engineer's Square) ঃ এটি একটি 'L' আকৃতির টুল যা ব্লেড এবং স্টক নিয়ে গঠিত। জবের কোনো তল সংলগ্ন তলের সাথে ৯০ ডিগ্রি কোণে বা সমকোণে আছে কিনা তা যাচাই করতে এবং মার্কিং লাইন টানতে এটি ব্যবহৃত হয়। টুল মেকাররা সলিড স্টিলের তৈরি প্রিসিশন স্কয়ার ব্যবহার করেন।

৪. ভার্নিয়ার হাইট গেজ (Vernier Height Gauge) ঃ এটি একটি ভার্নিয়ার স্কেল যুক্ত স্তম্ভ বা কলাম। সারফেস প্লেটের ওপর বসিয়ে জবের গায়ে অত্যন্ত সূক্ষ্মভাবে সমান্তরাল রেখা বা লে-আউট (Layout) অংকন করতে এবং উচ্চতা পরিমাপ করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

৫. সাইন বার (Sine Bar) ঃ এটি ত্রিকোণমিতিক সাইন (Sine) সূত্রের ওপর ভিত্তি করে তৈরি একটি অত্যন্ত সূক্ষ্ম কোণ পরিমাপক যন্ত্র। স্লিপ গেজ (Slip Gauge)-এর সহায়তায় কোনো জবের কোণ অত্যন্ত নির্ভুলভাবে পরিমাপ বা সেট করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

৬. অ্যাঙ্গেল প্লেট (Angle Plate) ঃ এটি কাস্ট আয়রনের তৈরি এবং এর দুটি তল পরস্পর ৯০ ডিগ্রিতে থাকে। মার্কিং বা মেশিনিং করার সময়

জবকে উলম্বভাবে (Vertically) সাপোর্ট দেওয়ার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। এর গায়ে স্লট কাটা থাকে যাতে নাট-বোল্ট দিয়ে জব আটকানো যায়।

৭. সারফেস গেজ (Surface Gauge) ঃ এতে একটি বেইস, স্পিন্ডল এবং স্ক্রাইবার থাকে। লেদ মেশিনে চাক-এ জব সেট করার সময় জবের কেন্দ্র ঠিক করতে এবং সারফেস প্লেটে জবের সমান্তরাল রেখা টানতে এটি ব্যবহৃত হয়।

৮. টুল মেকার্স ক্ল্যাম্প (Tool MakerÕs Parallel Clamp) ঃ এটি দেখতে অনেকটা সাধারণ ক্ল্যাম্পের মতো হলেও এর চোয়াল বা Jaw দুটি সব সময় সমান্তরাল থাকে। ছোট এবং ফিনিশড (Finished) জবকে ধরে রাখার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। এটি জবের তলে কোনো দাগ ফেলে না এবং ড্রিলিং বা লে-আউট কাজের সময় দুটি পার্টকে একত্রে ধরে রাখতে সাহায্য করে।

৯. স্প্রিং ডিভাইডার (Spring Divider) ঃ এর দুটি পা (Leg) থাকে যা একটি স্প্রিং ও স্ক্রু নাট দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ধাতব জবের ওপর ছোট বৃত্ত বা চাপ (Arc) আঁকতে এবং এক স্থান থেকে অন্য স্থানে মাপ স্থানান্তর করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

১০. সেন্টার পাঞ্চ (Center Punch) ঃ এর টিপ বা অগ্রভাগ ৯০ ডিগ্রি কোণে গ্রাইন্ডিং করা থাকে। ড্রিলিং করার আগে ড্রিল বিট যাতে সরে না যায়, সেজন্য ড্রিলিং পয়েন্টে গর্ত বা মার্ক করতে এটি ব্যবহৃত হয়। টুল মেকাররা অনেক সময় ৬০ ডিগ্রি বা ৩০ ডিগ্রি প্রিক পাঞ্চ (Prick Punch) লে-আউট কাজের জন্য ব্যবহার করেন।

***** ৫। পাঁচটি স্ক্রু ও পাঁচটি ডাওয়েলের নামসহ ব্যবহার লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২০, ২৪

উত্তর ঃ টুল ডিজাইন এবং মেকানিক্যাল অ্যাসেম্বলিতে যন্ত্রাংশগুলোকে সঠিকভাবে আটকানো (Fastening) এবং সঠিক অবস্থানে স্থাপন (Locating) করার জন্য স্ক্রু এবং ডাওয়েল পিন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে ৫টি করে স্ক্রু ও ডাওয়েলের নাম ও ব্যবহার আলোচনা করা হলো ঃ

ক) ৫টি স্ক্রুর নাম ও ব্যবহার

১. হেক্সাগন হেড স্ক্রু (Hexagon Head Screw) ঃ

i) এর মাথাটি ষড়ভুজাকৃতির (Hexagonal) হয় এবং এটি খোলার জন্য রেঞ্জ বা স্প্যানার ব্যবহার করা হয়।

ii) সাধারণত ভারী কাজের জন্য এবং যেখানে স্ক্রুর মাথা বাইরে থাকলে সমস্যা নেই, সেখানে দুটি পার্টসকে শক্তভাবে জোড়া দিতে এটি ব্যবহার করা হয়।

২. সকেট হেড ক্যাপ স্ক্রু (Socket Head Cap Screw) ঃ

i) এর মাথাটি গোলাকার এবং মাঝে হেক্সাগনাল গর্ত থাকে, যা অ্যালেন কি (Allen Key) দিয়ে খোলা বা লাগানো হয়।

ii) জিগ ও ফিক্সচার ডিজাইনে এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। কারণ এর মাথাটি কাউন্টার-বোর করে জবের ভেতরে ঢুকিয়ে রাখা যায়, ফলে উপরিভাগ সমতল থাকে এবং জায়গাও কম লাগে।

৩. কাউন্টারসাঙ্ক হেড স্ক্রু (Countersunk Head Screw) ঃ

i) এর মাথাটি শঙ্কু আকৃতির (Cone shaped) বা চ্যাপ্টা হয়।

ii) যখন স্ক্রুর মাথা জবের সারফেসের সমান বা সমতলে রাখার প্রয়োজন হয়, তখন এটি ব্যবহার করা হয়।

৪. সেট স্ক্রু বা গ্রাব স্ক্রু (Set Screw/Grub Screw) ঃ

i) এর কোনো মাথা থাকে না, পুরো বডিতেই থ্রেড থাকে।

ii) শ্যাফটের ওপর পুলি, গিয়ার বা কলারকে নির্দিষ্ট অবস্থানে আটকে রাখার জন্য এবং এদের আপেক্ষিক গতি (Relative motion) বন্ধ করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

৫. শোল্ডার স্ক্রু (Shoulder Screw) ঃ

i) এর থ্রেড অংশের উপরে একটি মসৃণ ও মোটা অংশ থাকে।

ii) প্রেস টুল বা ডাই ডিজাইনে স্ট্রিপার প্লেটকে গাইড করার জন্য এবং কোনো যন্ত্রাংশকে পিভট (Pivot) হিসেবে ঘোরার সুযোগ দিতে এটি ব্যবহৃত হয়।

খ) ৫টি ডাওয়েলের নাম ও ব্যবহার

১. স্ট্যান্ডার্ড প্যারালাল ডাওয়েল পিন (Standard Parallel Dowel Pin) ঃ

i) এটি একটি শক্ত ও নির্ভুল মাপের নলাকার পিন।

ii) দুটি পার্টস বা প্লেটকে পরস্পরের সাপেক্ষে একদম নিখুঁত অবস্থানে (Alignment) ধরে রাখার জন্য এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। স্ক্রু লোড বহন করে, আর এই ডাওয়েল পিন সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করে।

২. ট্যাপার পিন (Taper Pin) ঃ

i) এর এক প্রান্ত অন্য প্রান্তের চেয়ে সামান্য চিকন হয়।

ii) যেসব যন্ত্রাংশ ঘন ঘন খোলা এবং সংযোজন করার প্রয়োজন হয়, সেখানে এটি ব্যবহৃত হয় কারণ এটি সহজে খোলা যায় এবং পুনরায় লাগালে সঠিক ফিটিং পাওয়া যায়।

৩. স্প্রিং পিন বা রোল পিন (Spring Pin/Roll Pin) ঃ

i) এটি ফাঁপা এবং স্প্রিং স্টিল শিট দিয়ে তৈরি, যার মাঝে একটি চিড় বা স্লট থাকে।

ii) যেখানে খুব বেশি সূক্ষ্মতার প্রয়োজন নেই কিন্তু ভাইব্রেশন বা কম্পন বেশি হয়, সেখানে এটি ব্যবহার করা হয়। এটি গর্তের ওয়ালে চাপ দিয়ে নিজেকে আটকে রাখে।

৪. পুল ডাওয়েল পিন (Pull Dowel Pin) ঃ

i) এটি সাধারণ ডাওয়েল পিনের মতোই, কিন্তু এর মাথায় একটি ছোট থ্রেড করা ছিদ্র থাকে।

ii) ব্লাইন্ড হোল (Blind Hole) বা যে গর্তের অপর পাশ বন্ধ, সেখান থেকে সাধারণ পিন বের করা কঠিন। তাই ব্লাইন্ড হোলে ব্যবহারের জন্য এই পিন ব্যবহার করা হয়, যাতে স্ক্রু লাগিয়ে একে টেনে বের করা যায়।

৫. গ্রুভড পিন (Grooved Pin) ঃ

i) এই পিনের গায়ে লম্বালম্বিভাবে খাঁজ বা গ্রুভ কাটা থাকে।

ii) এটি ব্যবহারের জন্য গর্ত রিমিং (Reaming) করার প্রয়োজন হয় না। সাধারণ ড্রিল করা গর্তেই এটি শক্তভাবে আটকে থাকে। হালকা লোড এবং স্থায়ী জয়েন্টের জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

অধ্যায়-২ জিগ-বোরিং

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। জিগ বোরিং কী কাজে ব্যবহৃত হয়?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ জিগ বোরিং মূলত জিগ, ফিক্সচার, ডাই এবং গেজ তৈরির সময় অতি সূক্ষ্ম মাপের (High Precision) ছিদ্র বড় করা এবং ছিদ্রের অবস্থান (Location) অত্যন্ত নিখুঁত করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

***** ২। হোল লোকেশন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৫, ১৮, ১৯, ২১, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কোনো বস্তুর রেফারেন্স তল (Datum edge) বা অন্য কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে একটি ছিদ্রের (Hole) কেন্দ্রের সঠিক অবস্থান বা দূরত্বকে হোল লোকেশন (Hole Location) বলে।

***** ৩। ইলেকট্রো ডিসচার্জ মেশিনিং (EDM) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১০, ১৫'পরি, ১৬, ১৮

উত্তর ঃ ইলেকট্রো ডিসচার্জ মেশিনিং (EDM) হলো একটি আধুনিক ও অপ্রচলিত (Non-traditional) ধাতু কর্তন পদ্ধতি, যেখানে ডাই-ইলেকট্রিক তরলে ডুবন্ত অবস্থায় টুল ও ওয়ার্কপিসের মধ্যে বৈদ্যুতিক স্ফুলিঙ্গ (Electric Spark) বা তাপশক্তি সৃষ্টির মাধ্যমে ধাতু ক্ষয় করে কাঙ্ক্ষিত আকৃতি তৈরি করা হয়।

একে স্পার্ক ইরোশন মেশিনিং (Spark Erosion Machining)-ও বলা হয়। এই পদ্ধতিতে টুল এবং জবের মধ্যে কোনো সরাসরি স্পর্শ থাকে না।

***** ৪। ডাই ও পাঞ্চ তৈরিতে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ০৮, ১০, ১২'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ১৮'পরি

উত্তর ঃ ডাই ও পাঞ্চ তৈরিতে প্রধানত নিচের বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয় ঃ

১. উপযুক্ত ধাতু নির্বাচন (যেমন ঃ হাই কার্বন স্টিল বা টাংস্টেন কার্বাইড)।
২. সঠিক হিট ট্রিটমেন্ট (হার্ডেনিং ও টেম্পারিং)।
৩. সঠিক ক্লিয়ারেন্স (Clearance) নির্ধারণ।
৪. অ্যালাইনমেন্ট এবং সারফেস ফিনিশিং।

***** ৫। হোল লোকেটিং-এর পাঁচটি ডিভাইসের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১১'পরি, ১৫, ২৪

উত্তর ঃ হোল লোকেটিং-এর পাঁচটি ডিভাইসের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. কনিক্যাল লোকেটর (Conical Locator)
২. সিলিন্ড্রিক্যাল লোকেটর (Cylindrical Locator)
৩. ডায়মন্ড পিন (Diamond Pin)
৪. লোকেটিং প্লাগ (Locating Plug)
৫. স্ক্রু লোকেটর (Screw Locator)

***** ৬। টুল সিগনেচার বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০'পরি, ১১'পরি, ১২'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৭, ২০, ২২

উত্তর ঃ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের জ্যামিতিক আকৃতি তথা বিভিন্ন কোণ এবং নোজ রেডিয়াসকে একটি নির্দিষ্ট ক্রমধারায় সংখ্যার মাধ্যমে প্রকাশ করাকে টুল সিগনেচার বলে।

উদাহরণ ঃ এটি সাধারণত ৭টি সংখ্যার সেট।ক্রম ঃ Back rake → Side rake → End relief → Side relief → End cutting edge → Side cutting edge → Nose radius.

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। পাঞ্চ এবং ডাই তৈরিতে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৫'পরি, ২০'পরি, ২১, ২২

উত্তর ঃ একটি প্রেস টুলের কার্যকারিতা ও স্থায়িত্ব এবং উৎপাদিত পণ্যের গুণমান নির্ভর করে পাঞ্চ ও ডাই-এর সঠিক ডিজাইনের ওপর। পাঞ্চ এবং ডাই তৈরি বা ডিজাইনের সময় নিচের বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয় ঃ

১. উপাদান নির্বাচন (Material Selection) ঃ পাঞ্চ ও ডাই-এর মেটেরিয়াল অবশ্যই উচ্চ কার্বন বা অ্যালয় স্টিলের (যেমন ঃ HCHCr, Tungsten Carbide) হতে হবে, যাতে এটি উচ্চ চাপ ও ঘর্ষণ সহ্য করতে পারে।

২. সঠিক ক্লিয়ারেন্স (Proper Clearance) ঃ পাঞ্চ ও ডাই-এর মাঝখানের ফাঁকা স্থান বা ক্লিয়ারেন্স সঠিক হতে হবে। ক্লিয়ারেন্স নির্ভর করে

মেটাল শিটের পুরুত্ব এবং উপাদানের ওপর। ক্লিয়ারেন্স কম হলে টুলের ওপর চাপ পড়ে, আর বেশি হলে জবের ফিনিশিং খারাপ হয়।

৩. হিট ট্রিটমেন্ট (Heat Treatment) ঃ পাঞ্চ ও ডাই তৈরির পর সঠিক মাত্রায় হার্ডেনিং ও টেম্পারিং করতে হবে। সাধারণত এদের হার্ডনেস 58-62 HRC এর মধ্যে রাখা হয় যাতে এগুলো সহজে ক্ষয় না হয় বা ভেঙে না যায়।

৪. ডাই ড্রাফট বা অ্যাঙ্গুলার ক্লিয়ারেন্স (Angular Clearance) ঃ ডাই ব্লকের ছিদ্রের নিচের দিকে সামান্য ট্যাপার বা অ্যাঙ্গুলার ক্লিয়ারেন্স (1.5° থেকে 2°) রাখা হয়, যাতে কর্তিত অংশ বা স্লাগ (Slug) সহজে নিচে পড়ে যেতে পারে এবং জ্যাম না হয়ে যায়।

৫. অ্যালাইনমেন্ট (Alignment) ঃ পাঞ্চ এবং ডাই-এর কেন্দ্রবিন্দু বা সেন্টার যেন একই অক্ষে থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে। মিস-অ্যালাইনমেন্ট হলে টুল ভেঙে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

৬. শেয়ার (Shear) ঃ কাটিং ফোর্স কমানোর জন্য পাঞ্চ বা ডাই-এর মুখে সামান্য অ্যাঙ্গেল বা 'শেয়ার' (Shear) দেওয়া হয়।

***** ২। প্যান্টোমিল ও ডুপ্লিকেটিং মিলের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১১'পরি, ১৭, ২২'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ প্যান্টোমিল এবং ডুপ্লিকেটিং মিল উভয়ই কপি মিলিং মেশিন হলেও এদের মধ্যে প্রধান পার্থক্যগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

প্যান্টোমিল (Pantograph Machine)	ডুপ্লিকেটিং মিল (Duplicating Machine)

১) এটি লিংকেজ মেকানিজমের (Linkage Mechanism) সাহায্যে কাজ করে। চারটি বাহুর নড়াচড়ার মাধ্যমে এটি কাজ কপি করে।	১) এটি ট্রেসার বা প্রুব (Tracer/Probe) এবং হাইড্রোলিক বা ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সাহায্যে কাজ করে।
২) এটি মূল মডেলের তুলনায় ছোট বা বড় (Scale up/down) আকারের কপি তৈরি করতে পারে।	২) এটি সাধারণত মূল মডেলের হুবহু সমান (১ ঃ১ অনুপাতে) আকারের কপি তৈরি করে।
৩) এটি সাধারণত দ্বিমাত্রিক (2D) কাজ, যেমন–এনগ্রেভিং বা অক্ষর খোদাই করার জন্য ব্যবহৃত হয়।	৩) এটি জটিল ত্রিমাত্রিক (3D) কন্টুর বা তল এবং গর্ত (Cavity) তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।
৪) নেমপ্লেট, সিল বা ছোট ডিজাইনের কাজে ব্যবহৃত হয়।	৪) বড় ফোর্জিং ডাই, মোল্ড এবং অটোমোবাইল পার্টস তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। হোল লোকেশনের বর্ণনা দাও।** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ টুল ডিজাইনে, বিশেষ করে জিগ, ফিক্সচার, ডাই এবং গেজ তৈরির ক্ষেত্রে 'হোল লোকেশন' বা ছিদ্রের অবস্থান নির্ণয় করা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। কোনো জবের ওপর নির্দিষ্ট স্থানে নিখুঁতভাবে ছিদ্র তৈরি করার জন্য ছিদ্রের কেন্দ্রবিন্দু (Center Point) সঠিকভাবে চিহ্নিত ও স্থাপন করার

পদ্ধতিকে হোল লোকেশন বলে। জিগ বোরিং মেশিনে কাজ করার সময় এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

হোল লোকেশন নির্ণয়ের পদ্ধতিসমূহ ঃ নির্ভুলতা এবং কাজের ধরণের ওপর ভিত্তি করে হোল লোকেশনের বিভিন্ন পদ্ধতি রয়েছে। নিচে প্রধান পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. লে-আউট পদ্ধতি (Layout Method) ঃ এটি সাধারণ বা কম সূক্ষ্ম কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।

i. প্রথমে জবের পৃষ্ঠে মার্কিং মিডিয়া লাগানো হয়।
ii. এরপর হাইট গেজ (Height Gauge) বা ভার্নিয়ার ক্যালিপার ব্যবহার করে ড্রয়িং অনুযায়ী X এবং Y অক্ষ বরাবর দাগ টানা হয়।
iii. দুটি দাগের ছেদবিন্দুতে সেন্টার পাঞ্চ (Center Punch) দিয়ে গভীর দাগ দেওয়া হয় এবং পরে ড্রিল করা হয়।

২. কো-অর্ডিনেট বা স্থানাঙ্ক পদ্ধতি (Coordinate Method) ঃ জিগ বোরিং বা মিলিং মেশিনে এই পদ্ধতিটি সবচেয়ে জনপ্রিয়। এতে জবের দুটি মসৃণ ও সমকোণে থাকা প্রান্তকে 'ডাটাম এজ' (Datum Edge) বা রেফারেন্স লাইন ধরা হয়।

i. প্রথমে এজ ফাইন্ডার (Edge Finder) দিয়ে মেশিনের স্পিন্ডলকে জবের ডাটাম এজের জিরো (০,০) পজিশনে আনা হয়।
ii. এরপর ড্রয়িং-এ দেওয়া মাপ অনুযায়ী মাইক্রোমিটার ডায়াল বা ডিজিটাল রিডআউট (DRO) দেখে টেবিলকে X এবং Y অক্ষ বরাবর নির্দিষ্ট দূরত্বে সরিয়ে স্পিন্ডলকে সঠিক লোকেশনে আনা হয়।

৩. টুলমেকার্স বাটন পদ্ধতি (Toolmaker's Button Method) ঃ এটি একটি সনাতন কিন্তু অত্যন্ত সূক্ষ্ম পদ্ধতি। যখন জিগ বোরিং মেশিন সহজলভ্য ছিল না, তখন এটি বেশি ব্যবহৃত হতো।

i. টুলমেকার্স বাটন হলো হার্ডেনিং করা ইস্পাতের তৈরি ছোট ফাঁপা সিলিন্ডার। এর সাথে একটি স্ক্রু এবং ওয়াশার থাকে।

ii. প্রথমে জবের ওপর মোটামুটি মাপে একটি ছিদ্র করে বাটনটিকে স্ক্রু দিয়ে হালকাভাবে আটকানো হয়। এরপর মাইক্রোমিটার বা হাইট গেজ দিয়ে মেপে বাটনটিকে একদম নিখুঁত অবস্থানে সরিয়ে শক্ত করে টাইট দেওয়া হয়।

iii. এরপর জবটিকে লেদ বা মিলিং মেশিনে বেঁধে ডায়াল ইন্ডিকেটর দিয়ে বাটনটিকে সেন্টার করা হয়। শেষে বাটন খুলে সেই জায়গায় বোরিং করা হয়।

৪. ট্রান্সফার পদ্ধতি (Transfer Method) ঃ যখন পুরনো কোনো জিগ বা টেমপ্লেট থেকে নতুন জবে একই মাপের ছিদ্র করার প্রয়োজন হয়, তখন এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

i. পুরনো পার্টসটিকে (মাস্টার প্লেট) নতুন জবের ওপর ক্ল্যাম্প করে আটকানো হয়।

ii. এরপর ট্রান্সফার পাঞ্চ (Transfer Punch) ব্যবহার করে পুরনো ছিদ্রের কেন্দ্রবিন্দু নতুন জবে স্থানান্তর করা হয়।

৫. মাস্টার প্লেট পদ্ধতি (Master Plate Method) ঃ এটি অনেকটা ট্রান্সফার পদ্ধতির মতোই, তবে এখানে একটি অত্যন্ত নিখুঁত 'মাস্টার প্লেট' ব্যবহার করা হয় যাতে স্ট্যান্ডার্ড মাপের ছিদ্র থাকে। এই প্লেটটি ব্যবহার করে একই ধরণের অনেকগুলো জবে দ্রুত ও নির্ভুল হোল লোকেশন করা

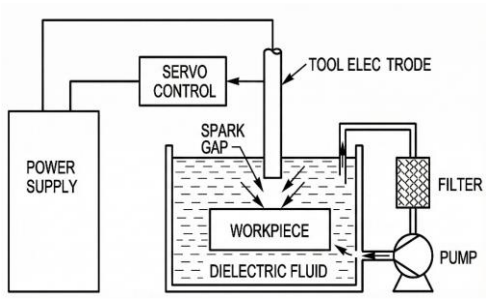
সম্ভব। টুল ডিজাইনে জিগ বা ফিক্সচারের গুণমান নির্ভর করে হোল লোকেশনের ওপর। যদি লোকেশন ভুল হয়, তবে সেই জিগ দিয়ে তৈরি হাজার হাজার প্রোডাক্ট বাতিল হয়ে যাবে। বর্তমানে সিএনসি (CNC) এবং ডিজিটাল রিডআউট (DRO) প্রযুক্তি আসার ফলে কো-অর্ডিনেট পদ্ধতিতে হোল লোকেশন করা অনেক সহজ ও দ্রুত হয়েছে।

***** ২। ইলেকট্রো ডিসচার্জ মেশিনিং প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ০৯, ১১'পরি, ১২'পরি, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ১৮'পরি, ২০'পরি, ২২'পরি, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ইলেকট্রো ডিসচার্জ মেশিনিং বা ইডিএম (EDM) হলো একটি আধুনিক বা অপ্রচলিত (Non-conventional) মেশিনিং প্রক্রিয়া। এই পদ্ধতিতে সরাসরি যান্ত্রিক ঘর্ষণ বা কাটিং টুলের স্পর্শ ছাড়াই বৈদ্যুতিক স্পার্ক বা স্ফুলিঙ্গের (Electric Spark) মাধ্যমে ধাতু গলিয়ে বা বাষ্পীভূত করে অপসারণ করা হয়। একে 'স্পার্ক মেশিনিং' বা 'স্পার্ক ইরোশন' (Spark Erosion) প্রসেসও বলা হয়।

ইডিএম প্রক্রিয়ায় একটি কাটিং টুল (ইলেকট্রোড) এবং ওয়ার্কপিসকে বৈদ্যুতিক পরিবাহী হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এদের উভয়কেই একটি অপরিবাহী তরল বা ডাই-ইলেকট্রিক ফ্লুইড (Dielectric Fluid)-এর মধ্যে ডুবিয়ে রাখা হয়। টুল এবং ওয়ার্কপিসের মধ্যে সামান্য ফাঁক (Gap) রেখে উচ্চ ভোল্টেজের পালস ডিসি কারেন্ট প্রয়োগ করা হয়। ফলে গ্যাপের মধ্যে তীব্র



চিত্র: ইলেকট্রিক ডিসচার্জ মেশিনিং

স্পার্ক তৈরি হয় এবং প্রচণ্ড তাপে ওয়ার্কপিস থেকে ধাতু ক্ষয়ে গিয়ে কাঙ্ক্ষিত আকৃতি লাভ করে।

ইডিএম প্রক্রিয়ার ধাপগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ

১. সেটআপ ঃ প্রথমে ওয়ার্কপিসটিকে মেশিনের ট্যাংকের মধ্যে ফিক্সচারে আটকানো হয় এবং টুলটিকে টুল হোল্ডারে সেট করা হয়। পুরো ট্যাংকটি ডাই-ইলেকট্রিক ফ্লুইড দিয়ে পূর্ণ করা হয়।

২. সংযোগ ঃ সাধারণত টুলকে নেগেটিভ (ক্যাথোড) এবং ওয়ার্কপিসকে পজিটিভ (অ্যানোড) টার্মিনালের সাথে যুক্ত করা হয়।

৩. গ্যাপ নিয়ন্ত্রণ ঃ সার্ভো মেকানিজমের সাহায্যে টুলটিকে ওয়ার্কপিসের খুব কাছাকাছি আনা হয়, কিন্তু স্পর্শ করানো হয় না।

৪. স্পার্ক সৃষ্টি ঃ যখন পাওয়ার সাপ্লাই অন করা হয়, তখন গ্যাপের মধ্যবর্তী ডাই-ইলেকট্রিক ফ্লুইড আয়নিত (Ionized) হয়ে যায় এবং বিদ্যুৎ পরিবাহী পথ তৈরি করে। ফলে একটি শক্তিশালী বৈদ্যুতিক স্পার্ক বা স্ফুলিঙ্গ টুলের টিপ থেকে ওয়ার্কপিসে আঘাত করে।

৫. ধাতু অপসারণ ঃ এই স্পার্কের ফলে লোকাল পয়েন্টে প্রচুর তাপ (প্রায় 8,000°C থেকে 12,000°C) উৎপন্ন হয়। এই প্রচণ্ড তাপে ওয়ার্কপিসের ওই নির্দিষ্ট অংশের ধাতু গলে যায় এবং বাষ্পীভূত হয়।

৬. ফ্লাশিং (Flushing) ঃ গলিত ধাতুর কণাগুলো ডাই-ইলেকট্রিক ফ্লুইডের প্রবাহের সাথে ধুয়ে অপসারিত হয়। এভাবেই ক্রমাগত স্পার্কিংয়ের মাধ্যমে টুলটি ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের ভেতরে প্রবেশ করে এবং টুলের আকৃতি অনুযায়ী জবে গর্ত বা ক্যাভিটি তৈরি হয়।

অধ্যায়-৩ কাটিং টুলস

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। টুল সিগনেচার বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০'পরি, ১১'পরি, ১২'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৭, ২০, ২২

উত্তর ঃ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের জ্যামিতিক আকৃতি তথা বিভিন্ন কোণ এবং নোজ রেডিয়াসকে একটি নির্দিষ্ট ক্রমধারায় সংখ্যার মাধ্যমে প্রকাশ করাকে টুল সিগনেচার বলে।

***** ২। কাটিং স্পিড বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৭, ২০

উত্তর ঃ মেশিনিং করার সময় কাটিং টুল বা ঘূর্ণায়মান জবের পরিধির উপরিস্থিত কোনো বিন্দু প্রতি মিনিটে যে রৈখিক দূরত্ব (Linear Distance) অতিক্রম করে, তাকে কাটিং স্পিড বলে।একে সাধারণত মিটার/মিনিট (m/min) বা ফুট/মিনিট (ft/min) এককে প্রকাশ করা হয়।

সূত্র ঃ $V = \frac{\pi DN}{1000}$ মিটার/মিনিট। (যেখানে, D = জবের ব্যাস মিটারে, N = আর.পি.এম)।

***** ৩। টুল লাইফ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ০৯, ১০'পরি, ১১'পরি, ১৩'পরি, ১৫, ১৭, ১৮, ২২'পরি, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ একটি কাটিং টুল নতুন অবস্থায় বা ধারালো করার পর থেকে পুনরায় ধারালো (Regrinding) করার পূর্ব পর্যন্ত যতক্ষণ সময় কার্যকরভাবে মেটাল বা ধাতু কাটতে পারে, সেই সময়কালকে টুল লাইফ (Tool Life) বলে। একে সাধারণত মিনিট (Minute) এককে প্রকাশ করা হয়।

***** ৪। টুল জিওমেট্রি বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কাটিং টুলের কার্যকারিতা বৃদ্ধির জন্য এর কাটিং এজ বা ধারালো প্রান্তগুলোকে যে সুনির্দিষ্ট কোণ (Angles), ঢাল এবং ব্যাসার্ধের (Radius) সমন্বয়ে জ্যামিতিক আকৃতি প্রদান করা হয়, তাকেই টুল জিওমেট্রি বলে।

***** ৫। কাটিং টুলে কেনো ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল রাখা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭, ১৪, ১৬'পরি, ২৪

উত্তর ঃ মূলত চিপের প্রবাহ (Chip flow) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এবং কাটিং ফোর্স কমানোর জন্য ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল রাখা হয়। এটি চিপকে সদ্য কাটা সারফেস থেকে দূরে সরিয়ে দেয় এবং টুলের টিপের স্থায়িত্ব বাড়ায়।

***** ৬। টুল লাইফ এবং কাটিং স্পিডের মধ্যে সম্পর্ক লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১৩, ১৩'পরি

উত্তর ঃ কাটিং স্পিড এবং টুল লাইফ পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, কাটিং স্পিড বাড়লে টুলের আয়ু বা টুল লাইফ কমে যায়।

এই সম্পর্কটি বিজ্ঞানী এফ. ডব্লিউ. টেলর (F.W. Taylor) এর সূত্র দ্বারা প্রকাশ করা হয় ঃ $VT^n = C$

যেখানে,

V = কাটিং স্পিড (মি/মিনিট)

T = টুল লাইফ (মিনিট)

n = টুল লাইফ এক্সপোনেন্ট (Tool Life Exponent)

C = মেশিনিং ধ্রুবক (Machining Constant)

***** ৭। চারটি কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৫'পরি, ১৬, ২২'পরি, ২৩

উত্তর ঃ জনপ্রিয় চারটি কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. হাই কার্বন স্টিল (High Carbon Steel)

২. হাই স্পিড স্টিল (High Speed Steel - HSS)

৩. সিমেন্টেড কার্বাইড (Cemented Carbide)

৪. সিরামিক (Ceramics)

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের বৈশিষ্ট্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৮, ১২, ১২'পরি, ১৪'পরি, ১৫, ১৫'পরি, ১৭, ২০, ২০'পরি, ২১, ২২'পরি

উত্তর ঃ একটি আদর্শ কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের অবশ্যই নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য বা গুণাবলি থাকা প্রয়োজন ঃ

১. উচ্চ হট হার্ডনেস (High Hot Hardness) ঃ মেশিনিং করার সময় প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। এই উচ্চ তাপমাত্রাতেও টুলের কঠোরতা বা কাটার ক্ষমতা বজায় রাখার গুণ থাকতে হবে।

২. পর্যাপ্ত টাফনেস (Sufficient Toughness) ঃ মেশিনিংয়ের সময় কম্পন বা শকের (Shock) সৃষ্টি হয়। টুলের পর্যাপ্ত টাফনেস থাকতে হবে যাতে এই আঘাতে টুলটি ভেঙে না যায় বা এর ধাড়ে ফাটল না ধরে।

৩. ওয়্যার রেজিস্ট্যান্স (Wear Resistance) ঃ টুল এবং জবের মধ্যে অনবরত ঘর্ষণের ফলে যাতে টুলটি দ্রুত ক্ষয় না হয়, সেই ক্ষমতা থাকতে হবে। এটি টুলের আয়ু বৃদ্ধি করে।

৪. কম ঘর্ষণ গুণাঙ্ক (Low Coefficient of Friction) ঃ টুলের ফেস বা গায়ে যাতে চিপ আটকে না যায় এবং সহজে চিপ বের হতে পারে, সেজন্য এর ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কম হওয়া উচিত।

৫. রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তা (Chemical Stability) ঃ উচ্চ তাপমাত্রায় টুল ম্যাটেরিয়াল যেন জবের সাথে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া না করে বা ওয়েল্ডিং হয়ে না যায়।

৬. সহজলভ্যতা ও কম দাম (Cost & Availability) ঃ ম্যাটেরিয়ালটি সহজে পাওয়া যেতে হবে এবং দাম সাশ্রয়ী হতে হবে।

***** ২। কাটিং টুল ক্ষয় হওয়ার কারণগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮, ০৯, ১২'পরি, ১৩'পরি, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ মেশিনিং করার সময় কাটিং টুল এবং ওয়ার্কপিসের মধ্যে ক্রমাগত ঘর্ষণ ও উচ্চ তাপমাত্রার ফলে টুল তার কার্যক্ষমতা হারায়, একে টুলের ক্ষয়

বা টুল ওয়্যার (Tool Wear) বলে। কাটিং টুল ক্ষয় হওয়ার প্রধান কারণগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. ঘর্ষণজনিত ক্ষয় (Abrasive Wear) ঃ ওয়ার্কপিসের ম্যাটেরিয়ালের মধ্যে থাকা শক্ত কণাগুলো (Hard particles) যখন কাটিং টুলের গায়ে ক্রমাগত ঘষা খায়, তখন টুলের উপরিভাগ ক্ষয়ে যায়। এটি অনেকটা গ্রাইন্ডিং অ্যাকশনের মতো কাজ করে।

২. আসঞ্জনজনিত ক্ষয় (Adhesive Wear) ঃ কাটিংয়ের সময় উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় চিপের কিছু অংশ টুলের ফেসের সাথে ঝালাই হয়ে বা আটকে যায় (Built-up Edge)। পরে চিপ সরে যাওয়ার সময় টুলের কিছু অংশসহ ভেঙে চলে যায়।

৩. ডিফিউশন (Diffusion) ঃ খুব উচ্চ তাপমাত্রায় (1000°C এর বেশি) টুল এবং চিপের সংযোগস্থলে অণু-পরমাণুর আদান-প্রদান ঘটে। এর ফলে টুলের গঠন দুর্বল হয়ে যায় এবং টুল দ্রুত ক্ষয় হয়।

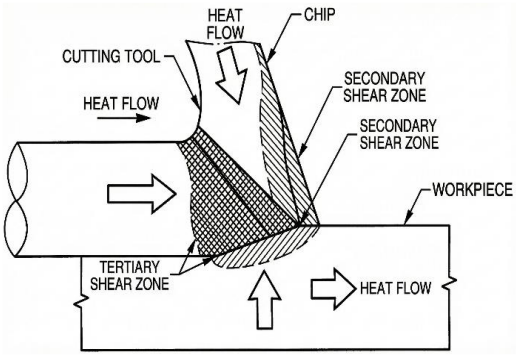
৪. রাসায়নিক বিক্রিয়া (Chemical Reaction) ঃ উচ্চ তাপে কাটিং ফ্লুইড বা বাতাসের অক্সিজেনের সাথে টুল ম্যাটেরিয়ালের রাসায়নিক বিক্রিয়া (অক্সিডেশন) ঘটলে টুল দুর্বল হয়ে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

৫. প্লাস্টিক ডিফরমেশন (Plastic Deformation) ঃ অত্যধিক কাটিং ফোর্স এবং তাপের কারণে টুলের কাটিং এজ বা টিপ নরম হয়ে বেঁকে যায় বা তার জ্যামিতিক আকার নষ্ট হয়ে যায়।

***** ৩। মেটাল কাটিং-এ তাপীয় জোনসমূহের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১২, ১২'পরি, ১৪, ১৭, ১৯

উত্তর ঃ মেটাল কাটিং বা মেশিনিং প্রক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি যখন মেটাল কাটতে ব্যয় হয়, তখন তার প্রায় পুরোটাই তাপে রূপান্তরিত হয়। এই তাপ প্রধানত তিনটি ভিন্ন এলাকায় বা জোনে উৎপন্ন হয়। নিচে চিত্রসহ এই জোনগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ



চিত্র: মেটাল কাটিং এর তাপীয় অবস্থা

১. প্রাইমারি শিয়ার জোন (Primary Shear Zone) ঃ এটি কাটিং টুলের ঠিক সামনে অবস্থিত শিয়ার প্লেইন (Shear Plane) এলাকা। এখানে ধাতুর প্লাস্টিক ডিফরমেশন (Plastic Deformation) বা আকার পরিবর্তনের কারণে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। মেশিনিং-এর মোট তাপের একটি বড় অংশ (প্রায় ৬০-৮০%) এই জোনে তৈরি হয়।

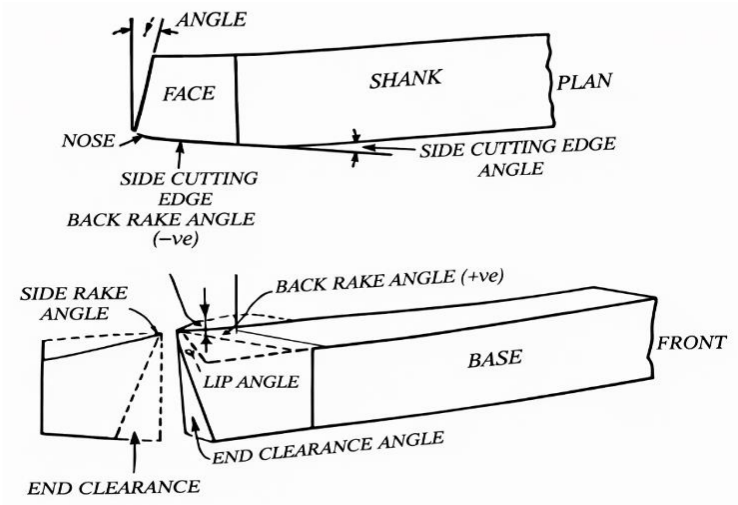
২. সেকেন্ডারি ডিফরমেশন জোন (Secondary Deformation Zone) ঃ এটি চিপ এবং টুলের ফেসের (Face) সংযোগস্থল। কাটার পর চিপ যখন টুলের ফেসের ওপর দিয়ে পিছলে বেরিয়ে যায়, তখন তীব্র ঘর্ষণের (Friction) ফলে এই জোনে তাপ উৎপন্ন হয়। টুলের জন্য এই জোনটি সবচেয়ে ক্ষতিকর কারণ এখানে তাপমাত্রা অনেক বেশি থাকে।

৩. টারশিয়ারি ডিফরমেশন জোন (Tertiary Deformation Zone) ঃ এটি টুলের ফ্ল্যাঙ্ক (Flank) এবং জবের মেশিনিং করা নতুন সারফেসের মধ্যবর্তী এলাকা। টুলের ফ্ল্যাঙ্ক যখন সদ্য কাটা সারফেসের সাথে

ঘঁষা খায়, তখন ঘর্ষণের ফলে এখানে তাপ উৎপন্ন হয়। টুল ভোঁতা হয়ে গেলে এই জোনে তাপ উৎপাদন বেড়ে যায়।

***** ৪। একটি সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের চিত্রাঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ দেখাও।** **NTRCA-19, DUET-92, 08, 10, 12, BCPCL-20, BPDB-17, 18, NWPGCL-17,EGCB-18, CAAB-22 বাকাশিবো- ২০১২, ১২'পরি, ১৩, ১৪, ১৪'পরি, ১৭, ২০, ২২'পরি**

উত্তর ঃ



চিত্র: সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টল

***** ৫। একজন টুল ডিজাইনারের কেন তাপশোধন প্রক্রিয়া সম্পর্কে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন?** **বাকাশিবো- ২০১১, ১২'পরি, ১৪'পরি, ১৬, ১৭**

উত্তর ঃ একজন টুল ডিজাইনারের জন্য তাপশোধন বা হিট ট্রিটমেন্ট (Heat Treatment) সম্পর্কে স্বচ্ছ ধারণা থাকা অত্যন্ত জরুরি। এর প্রধান কারণগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. সঠিক উপাদান নির্বাচন (Material Selection) ঃ সব ধরণের ধাতু বা স্টিল তাপশোধনে সাড়া দেয় না। ডিজাইনারকে জানতে হয় কোন কাজের

জন্য কোন গ্রেডের স্টিল ব্যবহার করতে হবে যা তাপশোধন করে কাঙ্ক্ষিত কাঠিন্য (Hardness) পাওয়া যাবে।

২. ফাটল ও বিকৃতি রোধ (Prevention of Cracks and Distortion) ঃ তাপশোধনের সময় টুলের আকৃতির কারণে ফাটল বা ক্র্যাক তৈরি হতে পারে। ডিজাইনার যদি এই বিষয়টি জানেন, তবে তিনি ডিজাইনে শার্প কর্নার (Sharp Corner) পরিহার করবেন এবং ফিলেট (Fillet) বা রাউন্ড ব্যবহার করবেন।

৩. টুলের স্থায়িত্ব ও কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি ঃ টুলের প্রধান কাজ হলো অন্য ধাতুকে কাটা বা আকার দেওয়া। তাই টুলের ওয়্যার রেজিস্ট্যান্স (Wear Resistance) বা ক্ষয় রোধ ক্ষমতা এবং টাফনেস (Toughness) বাড়ানোর জন্য কোন ধরণের হিট ট্রিটমেন্ট দরকার, তা ডিজাইনারকে নির্দিষ্ট করে দিতে হয়।

৪. মেশিনিবিলিটি বৃদ্ধি ঃ টুল তৈরির আগে ধাতুকে নরম করার জন্য অ্যানিলিং (Annealing) বা নরমালাইজিং প্রয়োজন কিনা, তা একজন ডিজাইনারকেই সিদ্ধান্ত নিতে হয়।

**** ৬। কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের বৈশিষ্টগুলো কী কী?**

DUET-2013, বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪'পরি, ২১

উত্তর ঃ একটি আদর্শ কাটিং টুল ম্যাটেরিয়ালের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. উচ্চ কঠোরতা (High Hardness) ঃ টুল ম্যাটেরিয়ালকে অবশ্যই ওয়ার্কপিস বা জবের চেয়ে অনেক বেশি শক্ত হতে হবে, যাতে এটি জবকে কাটতে পারে।

২. হট হার্ডনেস বা রেড হার্ডনেস (Hot Hardness / Red Hardness) ঃ মেশিনিং করার সময় প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। উচ্চ তাপমাত্রাতে টুলের কঠোরতা বা ধার বজায় রাখার ক্ষমতা থাকতে হবে। এটি কাটিং টুলের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য।

৩. টাফনেস (Toughness) ঃ কাটিং এর সময় সৃষ্ট কম্পন (Vibration) এবং হঠাৎ আঘাত (Shock) সহ্য করার মতো পর্যাপ্ত টাফনেস বা নমনীয়তা থাকতে হবে, যাতে টুলটি ভেঙে না যায়।

৪. ক্ষয়রোধী ক্ষমতা (Wear Resistance) ঃ দীর্ঘসময় কাজ করার পরও যাতে টুলের ধার বা পৃষ্ঠ ক্ষয় না হয়, সেই গুণ থাকতে হবে।

৫. কম ঘর্ষণ গুণাঙ্ক (Low Coefficient of Friction) ঃ চিপ এবং টুলের মধ্যে ঘর্ষণ কম হতে হবে, যাতে তাপ কম উৎপন্ন হয় এবং টুলের আয়ু বাড়ে।

***** ৭। কাটিং টুলের জন্য সাধারণত কী কী ম্যাটেরিয়ালস ব্যবহার করা হয়?**

DUET-2012, CAAB-2022 বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৪'পরি, ০৫, ১০, ১১, ১৩, ১৪'পরি

উত্তর ঃ কাটিং টুলের জন্য সাধারণত নিচের ম্যাটেরিয়ালগুলো ব্যবহার করা হয় ঃ

১. হাই কার্বন স্টিল (High Carbon Steel)

২. হাই স্পিড স্টিল (High Speed Steel - HSS)

৩. সিমেন্টেড কার্বাইড (Cemented Carbide)

৪. সিরামিকস (Ceramics)

৫. কিউবিক বোরন নাইট্রাইড (Cubic Boron Nitride - CBN)

৬. হীরা বা ডায়মন্ড (Diamond)

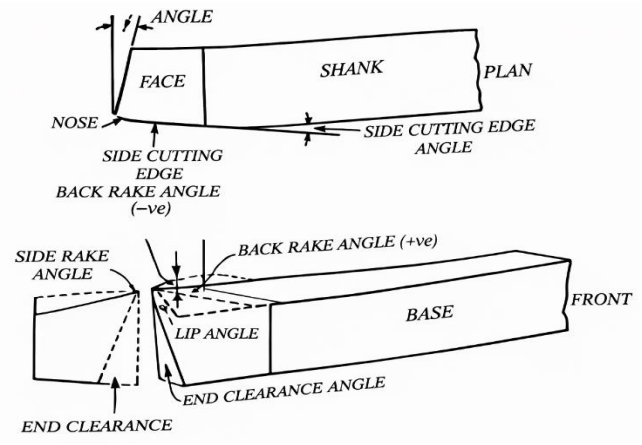
৭. স্টেললাইট বা কাস্ট নন-ফেরাস অ্যালয় (Stellite)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের চিত্র এঁকে বিভিন্ন কোণগুলো দেখাও এবং তার কার্যকারিতা বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৮'পরি, ০৯, ১০, ১১, ১২'পরি, ১৩, ১৩'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ১৯, ২১, ২৩, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ যে কাটিং টুলের মাত্র একটি প্রধান কর্তন প্রান্ত বা কাটিং এজ (Cutting Edge) থাকে, তাকে সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল বলে। এটি সাধারণত লেদ, শেপার এবং প্ল্যানার মেশিনে ব্যবহৃত হয়। টুলের কার্যক্ষমতা, আয়ু এবং জবের সারফেস ফিনিশ মূলত এই টুলের বিভিন্ন কোণের ওপর নির্ভর করে।



চিত্রঃ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল

একটি আদর্শ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের প্রধান ছয়টি কোণ এবং একটি নোজ রেডিয়াস থাকে। নিচে এদের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. ব্যাক রেক অ্যাঙ্গেল (Back Rake Angle) ঃ টুলের ওপরের তল বা ফেস (Face) শ্যাঙ্কের সমান্তরাল রেখা থেকে পেছনের দিকে বা ওপরের দিকে যে কোণে ঢালু থাকে, তাকে ব্যাক রেক অ্যাঙ্গেল বলে। এটি চিপসকে ওপরের দিকে উঠে আসতে সাহায্য করে এবং কাটিং ফোর্স কমায়।

২. সাইড রেক অ্যাঙ্গেল (Side Rake Angle) ঃ টুলের ফেসটি শ্যাঙ্কের পাশের দিকে যে কোণে ঢালু থাকে, তাকে সাইড রেক অ্যাঙ্গেল বলে। ধাতু কাটার সময় চিপসকে পাশে সরিয়ে দিতে এই কোণ সবচেয়ে বেশি ভূমিকা পালন করে।

৩. এন্ড রিলিফ বা ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল (End Relief/Clearance Angle) ঃ টুলের সামনের অংশ বা এন্ড ফ্ল্যাঙ্ক (End Flank) ওপর থেকে নিচের দিকে যে কোণে ঢালু করা থাকে, তাকে এন্ড রিলিফ অ্যাঙ্গেল বলে। টুলটি যাতে জবের গায়ে ঘষা না খায় (Rubbing) তার জন্য এই ক্লিয়ারেন্স দেওয়া হয়।

৪. সাইড রিলিফ বা ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল (Side Relief/Clearance Angle) ঃ টুলের প্রধান কাটিং এজের নিচের অংশ বা সাইড ফ্ল্যাঙ্ক (Side Flank) ভেতরের দিকে যে কোণে ঢালু থাকে, তাকে সাইড রিলিফ অ্যাঙ্গেল বলে। এটিও কাটার সময় টুলকে জবের ঘর্ষণ থেকে রক্ষা করে।

৫. এন্ড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল (End Cutting Edge Angle) ঃ টুলের সামনের কাটিং এজটি শ্যাঙ্কের সাথে লম্বভাবে থাকা রেখার সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে এন্ড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল বলে। এটি টুল এবং জবের মধ্যে কিছু ফাঁকা স্থান তৈরি করে।

৬. সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল (Side Cutting Edge Angle) ঃ টুলের প্রধান কাটিং এজটি শ্যাঙ্কের পাশের রেখার সাথে যে কোণ তৈরি করে, তাকে সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল বলে। এই কোণটি চিপের পুরুত্ব এবং কাটিং ফোর্সের দিক নিয়ন্ত্রণ করে।

৭. নোজ রেডিয়াস (Nose Radius) ঃ টুলের সাইড কাটিং এজ এবং এন্ড কাটিং এজের সংযোগস্থলটি একদম কোণাকৃতির না রেখে সামান্য গোলাকার

করে দেওয়া হয়। এই গোলাকার অংশকে নোজ রেডিয়াস বলে। এটি টুলের টিপের শক্তি বাড়ায় এবং জবের সারফেস ফিনিশ মসৃণ করে।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। 40 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি কার্বন স্টিল কাটিংকালে কত শক্তি খরচ হবে? যদি 200 rpm-এ কাটিং ফোর্স 150kg হয়?**

সমাধান ঃ আমরা জানি,

দেওয়া আছে,
ব্যাস, $D = 40mm = 0.04m$
ঘূর্নন গতি, $N = 200rpm$
কাটিং ফোর্স, $F = 150kg$

$$\text{কার্টিং গতি, } V = \pi DN$$
$$= \pi \times 0.04 \times 200$$
$$= 25.1327 \text{m/min}$$

আবার,

$$\text{পাওয়ার, } P = \frac{F \times V}{4500}$$
$$= \frac{150 \times 25.1327}{4500} = 0.8378\text{HP (Ans)}$$

***** ২। কোনো জবের ঘূর্ণন 250 rpm এবং কাটিং ফোর্স 120 kg হলে, 40 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি মিডিয়াম কার্বন স্টিলের জব কাটিং-এর সময় কত ওয়াট শক্তি খরচ হবে?**

সমাধান ঃ গাণিতিক সমস্যাবলি ১ এর অনুরুপ। **উত্তর ঃ 624.93Wat**

অধ্যায়-৪ চিপ এবং চিপ গঠন

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। BUE বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১০, ১০'পরি, ১৩'পরি, ১৭, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ BUE-এর পূর্ণরূপ হলো Built-Up Edge। নমনীয় ধাতু মেশিনিং করার সময় উচ্চ চাপ ও তাপে চিপস-এর কণা টুলের কাটিং এজে জমে বা ওয়েল্ডিং হয়ে যে নতুন ও অস্থায়ী ধারের (Cutting Edge) সৃষ্টি করে, তাকে BUE বা বিল্ট-আপ এজ বলে। এটি সাধারণত সারফেস ফিনিশ নষ্ট করে।

***** ২। নোটেশনসহ টুল সাপেক্ষে চিপের বেগ নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ টুল সাপেক্ষে চিপের বেগ (Vc) নির্ণয়ের সূত্রটি হলো ঃ $Vc = \frac{V \sin \emptyset}{\cos(\emptyset - \alpha)}$

যেখানে,

Vc = চিপের বেগ (Chip Velocity)

ϕ = শিয়ার কোণ (Shear Angle)

V = কাটিং বেগ (Cutting Velocity)

α = রেক কোণ (Rake Angle)

***** ৩। কন্টিনিউয়াস চিপ উৎপন্নের শর্ত লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ২২'পরি

উত্তর ঃ কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) উৎপন্নের প্রধান শর্তগুলো হলো ঃ

১. জবের ধাতু নমনীয় বা ডাক্টাইল (Ductile) হতে হবে (যেমন ঃ মাইল্ড স্টিল, অ্যালুমিনিয়াম)।

২. উচ্চ কাটিং স্পিড (High Cutting Speed) থাকতে হবে।

৩. টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বড় হতে হবে।

৪. কম ফিড (Low Feed) এবং লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চিপ ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৭, ১৯, ২০, ২২'পরি, ২৩

উত্তর ঃ লেদ বা অন্য মেশিনে নমনীয় ধাতু কাটার সময় যে লম্বা, গরম ও অবিচ্ছিন্ন চিপ (Continuous Chip) তৈরি হয়, তা ভেঙে ছোট ছোট টুকরায় পরিণত করার জন্য চিপ ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। এর প্রধান প্রয়োজনীয়তাগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. অপারেটরের নিরাপত্তা (Safety) ঃ লম্বা এবং অত্যন্ত ধারালো চিপ অপারেটরের শরীরে পেঁচিয়ে গিয়ে বড় দুর্ঘটনা ঘটাতে পারে। চিপ ব্রেকার চিপগুলোকে ছোট টুকরায় ভেঙে নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

২. সহজ অপসারণ **(Easy Disposal) ঃ** লম্বা ও জট পাকানো চিপ মেশিন থেকে পরিষ্কার করা বা সরিয়ে ফেলা খুব কষ্টসাধ্য এবং সময়সাপেক্ষ। চিপ ছোট হলে তা সহজেই সরানো যায়।

৩. সারফেস ফিনিশ রক্ষা (Surface Finish) ঃ অবিচ্ছিন্ন চিপ অনেক সময় ঘুরন্ত জবের গায়ে বা টুলের সাথে পেঁচিয়ে যায়, যা জবের মসৃণ তলে দাগ (Scratch) ফেলে দেয়। চিপ ব্রেকার ব্যবহার করলে এই সমস্যা হয় না।

৪. কুল্যান্ট প্রবাহ (Coolant Flow) ঃ লম্বা চিপ কাটিং জোনে জমা হয়ে থাকলে কুল্যান্ট বা কাটিং ফ্লুইড সঠিক জায়গায় পৌঁছাতে পারে না। চিপ ভেঙে গেলে কুল্যান্ট সহজেই কাটিং এজে পৌঁছে টুলকে ঠান্ডা রাখে।

৫. টুল লাইফ বৃদ্ধি ঃ এটি চিপকে বাঁকিয়ে ভেঙে ফেলতে সাহায্য করে, ফলে টুলের ফেসের ওপর ঘর্ষণজনিত তাপ ও চাপ কিছুটা কমে, যা টুলের স্থায়িত্ব বাড়ায়।

***** ২। কন্টিনিউয়াস চিপের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ১৪, ১৬, ১৮, ২৪

উত্তর ঃ নমনীয় বা ডাকটাইল মেটাল হাই স্পিডে কাটার সময় ফিতার মতো লম্বা অবিচ্ছিন্ন যে চিপ তৈরি হয়, তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) বলে। নিচে এর সুবিধা ও অসুবিধা দেওয়া হলো ঃ

সুবিধাসমূহ (Advantages) ঃ

১. কাটিং অ্যাকশন নিরবচ্ছিন্ন হওয়ার কারণে জবের উপরিভাগ খুব মসৃণ ও সুন্দর হয়।

২. টুলের কাটিং এজের ওপর হঠাৎ কোনো আঘাত বা শক (Shock) লাগে না, ফলে টুলের আয়ু বাড়ে।

৩. মেশিনিং করতে বিদ্যুৎ খরচ বা পাওয়ার কম লাগে।

৪. কাটিং ফোর্স ধ্রুবক থাকে বলে মেশিনে ভাইব্রেশন বা চ্যাটারিং কম হয়।

অসুবিধাসমূহ (Disadvantages) ঃ

১. চিপগুলো খুব লম্বা ও ধারালো হয়, যা অপারেটরের হাতে লেগে কেটে যাওয়ার ঝুঁকি থাকে।

২. চিপগুলো টুল, জব বা চাকের (Chuck) সাথে পেঁচিয়ে যায়, যা পরিষ্কার করা কষ্টসাধ্য।

৩. পেঁচিয়ে যাওয়া চিপের ঘর্ষণে জবের ফিনিশ করা সারফেস নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

৪. এই চিপ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য টুলের সাথে অতিরিক্ত 'চিপ ব্রেকার' ব্যবহারের প্রয়োজন হয়।

***** ৩। কন্টিনিউয়াস ও ডিসকন্টিনিউয়াস চিপ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১৭, ২২

উত্তর ঃ ধাতু কাটার সময় বা মেশিনিং করার সময় যে চিপস (Chips) উৎপন্ন হয়, তার গঠনের ওপর ভিত্তি করে প্রধান দুই ধরনের চিপের সংজ্ঞা নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chip) ঃ সাধারণত নমনীয় বা ডাকটাইল ধাতু কাটার সময় যদি কাটিং স্পিড বেশি থাকে এবং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বড় হয়, তবে ফিতার মতো লম্বা অবিচ্ছিন্ন যে চিপ তৈরি হয়, তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ বলে। এতে জবের সারফেস ফিনিশ খুব মসৃণ হয়।

২. ডিসকন্টিনিউয়াস চিপ (Discontinuous Chip) ঃ সাধারণত ভঙ্গুর বা ব্রিটল ধাতু কাটার সময় অথবা কম কাটিং স্পিড ও ছোট রেক অ্যাঙ্গেল ব্যবহার করলে চিপগুলো লম্বা না হয়ে ভেঙে ভেঙে ছোট টুকরো আকারে বের হয়। একে ডিসকন্টিনিউয়াস বা বিযুক্ত চিপ বলে।

**** ৪। চিপ ফরমেশনের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক বিষয়গুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১৫, ২০'পরি

উত্তর ঃ চিপ ফরমেশনের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক বিষয়গুলো হলো ঃ

১. ওয়ার্কপিস বা জবের উপাদান
২. ডেপথ অফ কাট বা কর্তন গভীরতা
৩. কাটিং টুলের জ্যামিতি
৪. টুল ও চিপের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ
৫. কাটিং স্পিড
৬. কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্টের ব্যবহার
৭. ফিড রেট

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। বিভিন্ন প্রকার চিপের বর্ণনা দাও।** বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ২২, ২৩

উত্তর ঃ মেশিনিং প্রক্রিয়ায় সাধারণত তিন ধরণের চিপ উৎপন্ন হয়। নিচে এদের বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. বিযুক্ত বা খণ্ড বিখণ্ড চিপ (Discontinuous Chips) ঃ যখন চিপগুলো একটানা লম্বা না হয়ে ছোট ছোট টুকরো হয়ে ভেঙে ভেঙে বের হয়, তখন তাকে বিযুক্ত চিপ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলো ঃ

i. ভঙ্গুর ধাতু (Brittle Material) যেমন–কাস্ট আয়রন, ব্রাস বা ব্রোঞ্জ মেশিনিং করার সময়।
ii. কাটিং স্পিড খুব কম থাকলে।

iii. ফিড (Feed) এবং ডেপথ অফ কাট (Depth of Cut) খুব বেশি হলে।

iv. কাটিং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল (Rake Angle) কম বা নেগেটিভ হলে।

২. অবিচ্ছিন্ন বা কন্টিনিউয়াস চিপ (Continuous Chips) ঃ যখন চিপগুলো না ভেঙে লম্বা ফিতা বা কুণ্ডলীর মতো একটানা বের হতে থাকে, তখন তাকে কন্টিনিউয়াস চিপ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলোঃ

i. নমনীয় ধাতু (Ductile Material) যেমন–মাইল্ড স্টিল, অ্যালুমিনিয়াম বা কপার মেশিনিং করার সময়।

ii. কাটিং স্পিড বেশি (High Speed) থাকলে।

iii. ফিড এবং ডেপথ অফ কাট কম বা পাতলা হলে।

iv. টুলের রেক অ্যাঙ্গেল বেশি বা কাটিং এজ খুব ধারালো হলে।

v. সঠিক কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্ট ব্যবহার করে ঘর্ষণ কমালে।

৩. বিল্ট-আপ-এজ সহ অবিচ্ছিন্ন চিপ (Chips Continuous with Built-Up Edge - BUE) ঃ এটি মূলত কন্টিনিউয়াস চিপ, কিন্তু কাটিং টুলের ডগায় বা টিপে চিপের কিছু অংশ উচ্চ তাপ ও চাপে ঝালাই (Welding) হওয়ার মতো আটকে যায় একে বিল্ট-আপ-এজ বলে। এটি উৎপন্ন হওয়ার কারণগুলো হলো ঃ

i. নমনীয় ধাতু মেশিনিং করার সময়।

ii. টুল ফেস এবং চিপের মধ্যে অতিরিক্ত ঘর্ষণ সৃষ্টি হলে।

iii. কাটিং এলাকায় অত্যধিক তাপমাত্রা উৎপন্ন হলে।

iv. কাটিং স্পিড মাঝারি মানের (Medium speed) হলে।

v. অপর্যাপ্ত কুল্যান্ট ব্যবহারের ফলে।

৪. **ইনহোমোজিনিয়াস চিপ (Inhomogeneous chip)** ঃ কঠিন ধাতু উচ্চ গতিতে কাটার সময় যে করাতের দাঁতের মতো (Saw-tooth) বা খাঁজকাটা অসমান চিপ উৎপন্ন হয়, তাকে ইনহোমোজিনিয়াস বা সেরেটেড চিপ (Serrated Chip) বলে।

i. করাতের দাঁতের মতো (Saw-tooth) বা ঢেউখেলানো আকৃতি।
ii. অবিচ্ছিন্ন ও বিযুক্ত চিপের মধ্যবর্তী রূপ (Semi-continuous)।
iii. চিপের পুরুত্ব সব জায়গায় সমান থাকে না।
iv. খুব শক্ত ধাতু কাটার সময় তৈরি হয়।
v. উচ্চ কাটিং স্পিডে (High Cutting Speed) উৎপন্ন হয়।
vi. কাটিং টুলের রেক অ্যাঙ্গেল কম বা নেগেটিভ থাকলে সৃষ্টি হয়।
vii. ধাতুর থার্মাল সফটনিং (Thermal Softening) এর প্রভাবে গঠিত হয়।

***** ২। চিপ গঠনের জ্যামিতিক ব্যাখ্যা দাও।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৯, ১০, ১১, ১২'পরি, ১৪, ১৫, ১৫'পরি, ১৭, ১৮, ১৯, ২০'পরি, ২১, ২২'পরি

অথবা, চিপ গঠন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৮, ১১'পরি, ২৩'পরি

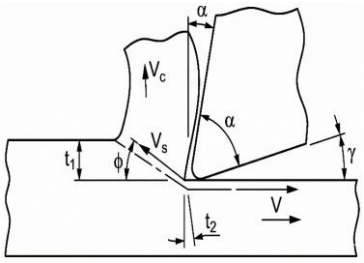
উত্তর ঃ মেটাল কাটিং বা মেশিনিং প্রক্রিয়ায় কাটিং টুলের চাপে ওয়ার্কপিসের ধাতু একটি নির্দিষ্ট তলে শিয়ারিং (Shearing) বা মোচড়ানোর মাধ্যমে বিচ্ছিন্ন হয়ে চিপ আকারে বের হয়ে আসে। এই প্রক্রিয়াটি জ্যামিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করাকে চিপ গঠনের জ্যামিতিক ব্যাখ্যা বলা হয়। এই বিশ্লেষণের জন্য সাধারণত অর্থোগোনাল কাটিং (Orthogonal Cutting) মডেল ব্যবহার করা হয়।

১. জ্যামিতিক প্যারামিটারসমূহ ঃ ধরি, একটি কাটিং টুল দিয়ে জবে মেশিনিং করা হচ্ছে।

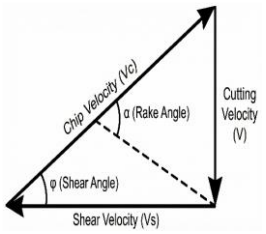
চিত্রের জ্যামিতি অনুযায়ী–

t_1= কাটার পূর্বের চিপের পুরুত্ব বা ফিড।

t_2= কাটার পরে চিপের পুরুত্ব (Chip thickness)।



চিত্র: চিপ ফরমেশন জ্যামিতিক ব্যাখ্যা



চিত্র: ত্রিভুজের কাটা বেগ

α = টুলের রেক অ্যাঙ্গেল (Rake angle)।

β = শিয়ার অ্যাঙ্গেল (Shear angle)।

V = কাটিং ভেলোসিটি।

V_s = শিয়ার ভেলোসিটি।

V_c = চিপ ভেলোসিটি।

২. চিপ থিকনেস রেশিও (Chip Thickness Ratio) ঃ সাধারণত কাটার সময় ধাতু সংকুচিত হয়, তাই কাটার পরের চিপের পুরুত্ব (t_2), কাটার আগের পুরুত্বের (t_1) চেয়ে বেশি হয় ($t_2 > t_1$)।এই দুই পুরুত্বের অনুপাতকে চিপ থিকনেস রেশিও (r) বলা হয়।

গাণিতিকভাবে,

$$r = \frac{t_1}{t_2}$$

যেহেতু $t_2 > t_1$, তাই r-এর মান সবসময় ১-এর চেয়ে কম হয়।

৩. শিয়ার অ্যাঙ্গেল ও রেক অ্যাঙ্গেলের সম্পর্ক স্থাপন ঃচিত্রের জ্যামিতি থেকে আমরা দেখি যে, চিপটি শিয়ার প্লেইন বরাবর মেটাল থেকে আলাদা হচ্ছে। ধরি, শিয়ার প্লেইনের দৈর্ঘ্য = AB (চিত্রানুযায়ী)।

ত্রিভুজমিতি অনুযায়ী আমরা পাই ঃ১. t_1 = AB sin β ২. t_2 = AB cos (β - α)

এখন,

চিপ রেশিও (r) এর সমীকরণে এই মানগুলো বসিয়ে পাই ঃ

$$r = \frac{t_1}{t_2} = \frac{AB \sin \beta}{AB \cos (\beta - \alpha)}$$

বা, $r = \frac{\sin \beta}{\cos (\beta - \alpha)}$

এই সমীকরণটি ভেঙে আমরা শিয়ার অ্যাঙ্গেল এর মান বের করতে পারি ঃ

$$r = \frac{\sin \beta}{\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha}$$

বা, r ($\cos\beta\cos\alpha + \sin\beta\sin\alpha$) = sin β উভয় পক্ষকে $\cos\beta$ দিয়ে ভাগ করে পাই ঃ

বা, r ($\cos\alpha$ + $\tan\beta$ $\sin\alpha$) = tan β

বা, r$\cos\alpha$ + r tan $\beta\sin\alpha$ = tan β

বা, r $\cos\alpha$ = tan β - r tan $\beta\sin\alpha$

বা, r $\cos\alpha$ = tan β (1 – r $\sin\alpha$)

অতএব, শিয়ার অ্যাঙ্গেল নির্ণয়ের চূড়ান্ত সূত্র ঃ

$$\tan \beta = \frac{r \cos\alpha}{(1 - r \sin\alpha)}$$

৪. উপরোক্ত সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, শিয়ার অ্যাঙ্গেল (β) সরাসরি রেক অ্যাঙ্গেল (α) এবং চিপ রেশিও (r) এর ওপর নির্ভরশীল।রেক অ্যাঙ্গেল (α) বাড়লে শিয়ার অ্যাঙ্গেল বাড়ে।শিয়ার অ্যাঙ্গেল বাড়লে চিপ পাতলা হয় এবং কাটিং ফোর্স কমে, যা মেশিনিংয়ের জন্য ভালো।

অধ্যায়-৫ লোকেশন এবং ক্ল্যাম্পিং পদ্ধতি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। লোকেটরের কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০২২, ২৩

উত্তর ঃ জিগ বা ফিক্সচারে ওয়ার্কপিসকে সঠিক ও নির্দিষ্ট অবস্থানে স্থাপন করা (Positioning) হলো লোকেটরের প্রধান কাজ।

***** ২। লোকেশন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১০'পরি, ১৪, ১৫, ১৬, ১৬'পরি, ২০, ২২'পরি

উত্তর ঃ টুল ডিজাইনের ক্ষেত্রে, মেশিনিং অপারেশনের সময় ওয়ার্কপিস বা জবকে জিগ বা ফিক্সচারের সাপেক্ষে একটি নির্দিষ্ট ও সঠিক অবস্থানে স্থাপন করাকে লোকেশন (Location) বা লোকেটিং বলে।

***** ৩। ডিগ্রি অব ফ্রিডম কী?** বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৫, ১৮, ১৯, ২০'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কোনো একটি কার্যবস্তু মুক্ত অবস্থায় যে-সকল দিকে চলাচল বা নড়াচড়া করতে পারে বলে অনুমান করা যায়, সে সকল দিককে ঐ বস্তুর চলাচলের 'ডিগ্রিস অব ফ্রিডম' বা চলাচলের সম্ভাব্য স্বাধীন দিক বলে।

***** ৪। 'টুয়েলভ ডিগ্রিস অব ফ্রিডম' বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৫, ১৭, ২৪

উত্তর ঃ মহাশূন্যে বা স্পেসে ভাসমান একটি মুক্ত বস্তুর ৩টি অক্ষ (X, Y, Z) বরাবর মোট ১২টি সম্ভাব্য দিকে নড়াচড়া করার স্বাধীনতাকে 'টুয়েলভ ডিগ্রিস অব ফ্রিডম' বলে। এই ১২টি গতি হলো ঃ

১. ৬টি সরলরৈখিক গতি বা ট্রান্সলেশনাল (প্রতিটি অক্ষে পজিটিভ ও নেগেটিভ দিকে ২ টি করে)।

২. ৬টি ঘূর্ণন গতি বা রোটেশনাল (প্রতিটি অক্ষের সাপেক্ষে ক্লকওয়াইজ ও অ্যান্টি-ক্লকওয়াইজ ২ টি করে)।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। লোকেশন, লোকেটিং ও লোকেটরের সংজ্ঞা দাও।**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৭, ২১

উত্তর ঃ লোকেশন (Location) ঃ মেশিনিং অপারেশনের সময় কাটিং টুলের সাপেক্ষে জব বা ওয়ার্কপিস যে সুনির্দিষ্ট অবস্থানে থাকে, তাকে লোকেশন বা অবস্থান বলে। অর্থাৎ, জবের সাথে জিগ বা ফিক্সচারের আপেক্ষিক অবস্থানই হলো লোকেশন।

লোকেটিং (Locating) ঃ যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে জবকে জিগ বা ফিক্সচারের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট ও সঠিক অবস্থানে স্থাপন করা হয় এবং এর নড়াচড়া (Degrees of Freedom) সীমিত করা হয়, তাকে লোকেটিং বলে।

লোকেটর (Locator) ঃ লোকেটিং করার জন্য জিগ বা ফিক্সচারে যে সমস্ত পিন, ব্লক, প্যাড বা বাটন ব্যবহার করে জবের অবস্থান নিশ্চিত করা হয়,

তাদেরকে লোকেটর বা লোকেটিং এলিমেন্ট (Locating Element) বলে।

***** ২। ক্ল্যাম্প, লোকেটর ও হোল্ডারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৭, ০৮, ০৯, ১১'পরি, ১৩'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ২০, ২২, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ লোকেটর (Locator) , ক্ল্যাম্প (Clamp) ও হোল্ডার (Holder) এর মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো ঃ

লোকেটর (Locator)	ক্ল্যাম্প (Clamp)	হোল্ডার (Holder)
১) এটি জবের সঠিক অবস্থান (Exact Position) নির্ণয় করে বা ঠিক করে দেয়।	১) এটি জবকে ওই নির্দিষ্ট অবস্থানে শক্তভাবে আটকে রাখে (Lock/Fix)।	১) এটি মূলত কাটিং টুল বা জবকে ধারণ (Hold) বা সাপোর্ট করে।
২) জবের নড়াচড়ার স্বাধীনতা বা ডিগ্রি অফ ফ্রিডম (Degrees of Freedom) নিয়ন্ত্রণ করা।	২) মেশিনিংয়ের সময় কাটিং ফোর্সের কারণে জব যাতে সরে না যায় তা নিশ্চিত করা।	২) টুল বা জবকে মেশিনের সাথে যুক্ত রাখা এবং স্থিতিশীলতা দেওয়া।
৩) ক্ল্যাম্পিং করার আগে অবশ্যই লোকেটিং করতে হয়।	৩) লোকেটিং করার পরে ক্ল্যাম্পিং করা হয়।	৩) এটি পুরো সেটআপের ভিত্তি বা ধারক হিসেবে কাজ করে।

***** ৩। লোকেটর নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১০'পরি, ১৭, ২০'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ লোকেটর নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ ঃ

১. জবের আকৃতি ও জ্যামিতিক গঠন।

২. কাটিং ফোর্সের দিক ও পরিমাণ।

৩. লোকেটিং তলের অবস্থা।

৪. ফুল-প্রুফিং (Fool-proofing) ব্যবস্থা।

৫. কাঙ্ক্ষিত সূক্ষ্মতা বা টলারেন্স।

৬. সহজে লোডিং ও আনলোডিং সুবিধা।

৭. উৎপাদনের পরিমাণ।

**** ৪। ক্ল্যাম্পিং এর পাঁচটি মূলনীতি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১০, ১০'পরি, ১৩'পরি, ১৫

উত্তর ঃ ক্ল্যাম্পিং-এর পাঁচটি মূলনীতি ঃ

১. সঠিক অবস্থান (Correct Positioning) ঃ ক্ল্যাম্প সর্বদা জবের নিচে থাকা সাপোর্টিং পয়েন্ট বা লোকেটরের ঠিক সোজাসুজি বা বিপরীতে স্থাপন করতে হবে।

২. বিকৃতি রোধ (Prevention of Distortion) ঃ ক্ল্যাম্পের চাপ বা প্রেসার এমন হতে হবে যেন জবের কোনো ক্ষতি, বাঁকা বা আকৃতি পরিবর্তন না হয়।

৩. পর্যাপ্ত শক্তি (Sufficient Strength) ঃ কাটিং ফোর্স এবং মেশিনিং চলাকালীন সৃষ্ট কম্পন (Vibration) প্রতিরোধ করার মতো পর্যাপ্ত শক্তি ক্ল্যাম্পের থাকতে হবে।

৪. দ্রুত ও সহজ পরিচালনা (Quick & Easy Operation) ঃ উৎপাদন সময় কমানোর জন্য ক্ল্যাম্পিং ও আন-ক্ল্যাম্পিং পদ্ধতি দ্রুত এবং অপারেটরের জন্য সহজ হতে হবে।

৫. ক্লিয়ারেন্স (Clearance) ঃ ক্ল্যাম্প এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন কাটিং টুলের চলাচলে কোনো বাধা সৃষ্টি না হয় এবং চিপস সহজে বের হতে পারে।

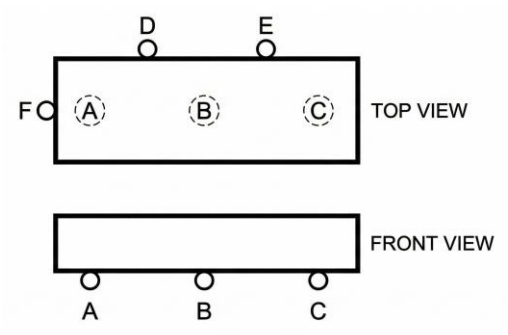
SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ছয়বিন্দু লোকেশন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ১০, ১২'পরি, ১৩'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৫'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ১৯, ২০'পরি, ২১, ২২, ২৩, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ মেশিন শপে কোনো কাজ করার সময় ওয়ার্কপিসকে নির্দিষ্ট অবস্থানে স্থির রাখা প্রয়োজন। একটি মুক্ত বস্তু মহাকাশে বা শূন্যস্থানে মোট ১২টি দিকে নড়াচড়া করতে পারে। এই ১২টি নড়াচড়াকে নিয়ন্ত্রণ করে বস্তুকে স্থির করার পদ্ধতিকেই ছয় বিন্দু লোকেশন পদ্ধতি বলা হয়।

এই পদ্ধতিতে তিনটি পরস্পর লম্ব তলে মোট ৬টি পিন ব্যবহার করা হয়। একে ৩-২-১ পদ্ধতি-ও বলা হয়।



প্রথম তল বা প্রাইমারি সারফেস (৩টি পিন) ঃ প্রথমে বস্তুর সবচেয়ে বড় সমতল তলে A, B এবং C নামক তিনটি পিন স্থাপন করা হয়। এই ৩টি পিন ব্যবহারের ফলে বস্তুটি নিচের দিকে যেতে পারে না এবং দুটি অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে না।এটি মোট ৫টি দিকের নড়াচড়া বন্ধ করে দেয়।

দ্বিতীয় তল বা সেকেন্ডারি সারফেস (২টি পিন) ঃ প্রথম তলের সাথে লম্বভাবে থাকা অন্য একটি তলে (পার্শ্বদেশ) D এবং E নামক আরও দুটি পিন বসানো হয়। এই পিন দুটি বস্তুকে একটি নির্দিষ্ট অক্ষ বরাবর সরতে বা ঘুরতে বাধা দেয়। এই পর্যায়ে আরও ৩টি দিকের নড়াচড়া বন্ধ হয়। অর্থাৎ ৩+২ = ৫টি পিন মিলে মোট ৮টি দিকের (১, ৩, ৪, ৭, ৮, ১০, ১১ ও ১২ নং) নড়াচড়া বন্ধ করে।

তৃতীয় তল বা টারশিয়ারি সারফেস (১টি পিন) ঃ বাকি একটি তলে (পেছনের দিকে) F নামক শেষ পিনটি বসানো হয়। এই ১টি পিন বস্তুর ডানে বা বামে সরে যাওয়া বন্ধ করে দেয়। এখন মোট ৬টি পিন মিলে বস্তুর ৯টি দিকের নড়াচড়া বন্ধ করে দেয় (১, ৩, ৪, ৫, ৭, ৮, ১০, ১১ ও ১২ নং দিক)।

***** ২। ৩-২-১ পদ্ধতিতে একটি বস্তুর নয় দিকের নড়াচড়া বন্ধের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।** **বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১০'পরি, ১১'পরি, ১৩'পরি**

উত্তর ঃ "১ নম্বর রচনামূলক প্রশ্নের দ্রষ্টব্য"

অধ্যায়-৬ জিগ এবং ফিক্সচার

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। জিগ বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ১২'পরি, ১৬'পরি

উত্তর ঃ জিগ হলো এমন একটি উৎপাদন সহায়ক যন্ত্র বা ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস, যা জবকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখে এবং মেশিনিং করার সময় কাটিং টুলকে গাইড (Guide) বা পথ প্রদর্শন করে।

***** ২। ফিক্সচার বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ১২'পরি, ১৬'পরি, ১৯

উত্তর ঃ ফিক্সচার হলো এমন একটি যন্ত্র বা ডিভাইস, যা মেশিনিং করার সময় ওয়ার্কপিস বা জবকে শক্তভাবে ধরে রাখে এবং সঠিক অবস্থানে স্থাপন (Locate) করে, কিন্তু এটি কাটিং টুলকে গাইড করে না।

***** ৩। বুশ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৮, ২০, ২২'পরি

উত্তর ঃ বুশ (Bush) হলো হার্ডেনিং করা স্টিলের তৈরি এক ধরণের ফাঁপা নলাকার স্লিভ (Hollow Sleeve), যা মূলত জিগ (Jig)-এর মধ্যে কাটিং টুলকে সঠিক অবস্থানে গাইড করার জন্য এবং জিগ বডিকে ক্ষয় থেকে রক্ষা করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

**** ৪। জিগকে বিশেষ ধরনের টুল বলা হয় কেন?**

বাকাশিবো- ২০১০'পরি, ১৪, ২১, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কারণ জিগ একই সাথে ওয়ার্কপিস বা জবকে শক্তভাবে ধরে রাখে (Hold) এবং কাটিং টুলকে সঠিক অবস্থানে গাইড (Guide) বা পথ প্রদর্শন করে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। জিগ ও ফিক্সচারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১০'পরি, ১১, ১৩, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৫, ১৭, ১৮, ২০'পরি, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ জিগ এবং ফিক্সচার উভয়ই মাস প্রোডাকশনে (Mass Production) ব্যবহৃত ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস, তবে এদের মধ্যে কিছু মৌলিক পার্থক্য রয়েছে ঃ

জিগ (Jig)	ফিক্সচার (Fixture)
১) এটি জবকে শক্তভাবে ধরে রাখে এবং কাটিং টুলকে গাইড (Guide) বা পথ প্রদর্শন করে।	১) এটি জবকে শক্তভাবে ধরে রাখে এবং পজিশন ঠিক রাখে, কিন্তু কাটিং টুলকে গাইড করে না।
২) সাধারণত ড্রিলিং, রিমিং, ট্যাপিং এবং বোরিং অপারেশনে ব্যবহৃত হয়।	২) সাধারণত মিলিং, টার্নিং, শেপিং, গ্রাইন্ডিং ইত্যাদি অপারেশনে ব্যবহৃত হয়।
৩) এটি মেশিন টেবিলের সাথে সর্বদা আটকানো বাধ্যতামূলক নয়	৩) এটি মেশিন টেবিলের সাথে নাট-বোল্ট দিয়ে দৃঢ়ভাবে আটকানো বা ফিক্সড করা বাধ্যতামূলক।

(কখনো কখনো হাতে ধরে রাখা হয়)।	
৪) টুল গাইড করার জন্য এতে হার্ডেনড স্টিলের 'বুশ' (Bush) থাকে।	৪) এতে কোনো গাইড বুশ থাকে না, তবে টুল সেট করার জন্য 'সেটিং ব্লক' বা 'ফিলার গেজ' ব্যবহৃত হতে পারে।

***** ২। জিগে বুশ কেন ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০০০, ০৪, ০৭, ০৮, ১০, ১২'পরি, ১৭, ১৮, ২১, ২২'পরি, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ জিগ ফিক্সচার ডিজাইনে 'জিগ বুশ' (Jig Bush) ব্যবহারের প্রধান কারণগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. টুল গাইড করা (Guidance) ঃ এটি কাটিং টুলকে (যেমন–ড্রিল বিট, রিমার) সঠিক অবস্থানে এবং সোজা পথে চালিত করতে সাহায্য করে।

২. ক্ষয় রোধ করা (Wear Resistance) ঃ জিগের মূল বডি বা প্লেট সাধারণত কাস্ট আয়রন বা মাইল্ড স্টিলের হয়, যা নরম। কাটিং টুলের ঘর্ষণে যাতে জিগের প্লেট ক্ষয় না হয় বা ছিদ্র বড় না হয়ে যায়, সেজন্য হার্ডেনড স্টিলের তৈরি শক্ত বুশ ব্যবহার করা হয়।

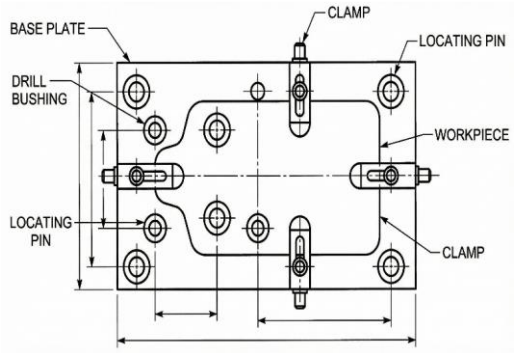
৩. সঠিকতা বজায় রাখা (Accuracy) ঃ দীর্ঘ দিন ব্যবহারের পরেও যাতে জবের ছিদ্রের মাপ ও অবস্থান সঠিক থাকে, তা নিশ্চিত করার জন্য।

৪. সহজ প্রতিস্থাপন (Interchangeability) ঃ বুশ ক্ষয় হয়ে গেলে সহজেই সেটি খুলে নতুন বুশ লাগানো যায়, পুরো জিগ বাতিল করতে হয় না।

***** ৩। চিত্রসহ প্লেট জিগের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ২৩

উত্তর ঃ প্লেট জিগ হলো জিগের সবচেয়ে সরল রূপ, যা মূলত একটি সমতল ধাতব প্লেট দিয়ে তৈরি এবং এর ওপর জবের নকশা অনুযায়ী নির্দিষ্ট স্থানে হার্ডেনিং করা গাইড বুশ বা ড্রিল বুশ লাগানো থাকে। কাজ করার সময় জিগ প্লেটটিকে সরাসরি ওয়ার্কপিস বা জবের ওপর স্থাপন করা হয় এবং সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করার জন্য লোকেটিং পিন ব্যবহার করা হয়। জিগটি যাতে মেশিনিংয়ের সময় নড়ে না যায়, সেজন্য এটিকে ক্ল্যাম্প দিয়ে জবের সাথে আটকে রাখা হয়; তবে ছোট বা কম ওজনের কাজের ক্ষেত্রে এটি হাত দিয়েও ধরে রাখা সম্ভব। এরপর ড্রিল বিটকে গাইড বুশের ভেতর দিয়ে চালনা করে জবে অত্যন্ত নির্ভুলভাবে ছিদ্র বা মেশিনিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। সাধারণত বড় আকারের জবে বা যেখানে বক্স জিগ ব্যবহার করা অসুবিধাজনক, সেখানে এই প্লেট জিগ ব্যবহার করা হয়।



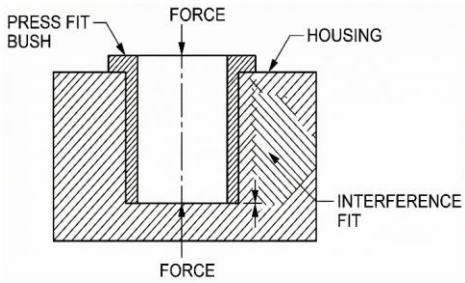
চিত্র: প্লেট জিগ

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চিত্র সহকারে পাঁচ প্রকার জিগ বুশের বর্ণনা দাও।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৫, ১৮, ২০, ২৩

উত্তর ঃ জিগ বা ফিক্সচারে কাটিং টুলকে সঠিক পথে চালনা করার জন্য বা গাইড করার জন্য যে হার্ডেনিং করা ফাঁপা বা নলাকার অংশ ব্যবহার করা হয়, তাকে জিগ বুশ (Jig Bush) বলে। এটি সাধারণত টুল স্টিল বা কার্বাইড দিয়ে তৈরি করা হয়। কাজের ধরণ এবং প্রয়োজনের ওপর ভিত্তি করে জিগ বুশ বিভিন্ন প্রকারের হয়। নিচে প্রধান পাঁচ প্রকার জিগ বুশের বর্ণনা চিত্রসহ দেওয়া হলো ঃ



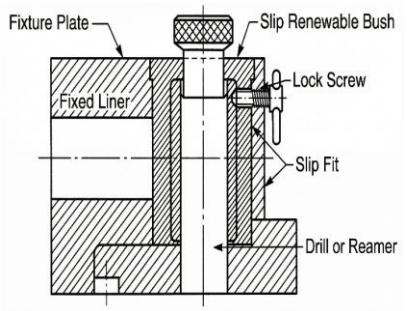
চিত্র: প্রেস ফিট বুশ

১. প্রেস ফিট বুশ (Press Fit Bush) ঃ

এই ধরণের বুশগুলো সরাসরি জিগ প্লেটের বা বডির ভেতরে প্রেস করে বা চাপ দিয়ে স্থায়ীভাবে বসানো হয়। যেসব জিগে কম সংখ্যক উৎপাদন হবে বা বুশ ঘনঘন পরিবর্তন করার প্রয়োজন নেই, সেখানে এটি ব্যবহার করা হয়। এরা দুই ধরণের হয় ঃ

i. হেডলেস (Headless) ঃ বাথ বা সমান মাথার বুশ।
ii. হেডেড (Headed) ঃ কলার বা মাথাযুক্ত বুশ।

২. স্লিপ রিনিউয়েবল বুশ (Slip Renewable Bush) ঃ

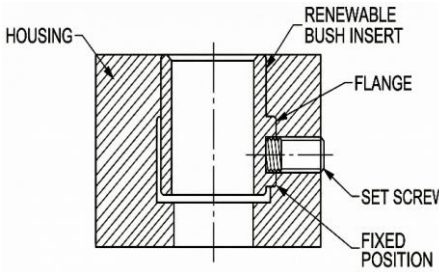


চিত্রঃ স্লিপ রিনিউয়েবল বুশ

এই বুশগুলোকে 'স্লিপ বুশ'ও বলা হয়। যখন একই ছিদ্রে একাধিক অপারেশন করা হয় তখন এই বুশ ব্যবহার করা হয়। এর প্রধান সুবিধা হলো, কাজ শেষে হাত দিয়েই এটি সহজে খুলে অন্য মাপের বুশ লাগানো যায়। এটি সাধারণত একটি 'লাইনার বুশ'-এর ভেতরে বসানো থাকে।

৩. ফিক্সড রিনিউয়েবল বুশ (Fixed Renewable Bush) ঃ

এই বুশগুলোও লাইনার বুশের ভেতরে বসানো হয়, তবে এগুলো স্লিপ বুশের মতো বারবার খোলার জন্য নয়। এটি মূলত তখন ব্যবহার করা হয় যখন একটি বুশ দিয়ে অনেক বেশি উৎপাদন (Mass Production) করা হয় এবং বুশটি ক্ষয় হয়ে গেলে পরিবর্তন করার দরকার পড়ে। এটি একটি রিটেইনিং স্ক্রু (Retaining Screw) দিয়ে জিগের সাথে আটকানো থাকে যাতে কাজ করার সময় নড়ে না যায় বা ঘুরে না যায়।

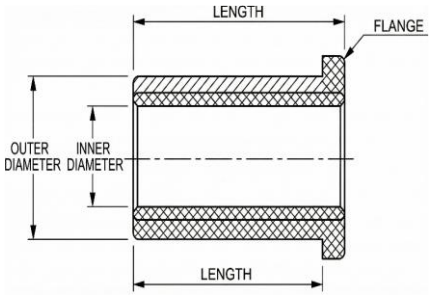


চিত্রঃ ফিক্সড রিনিউয়েবল বুশ

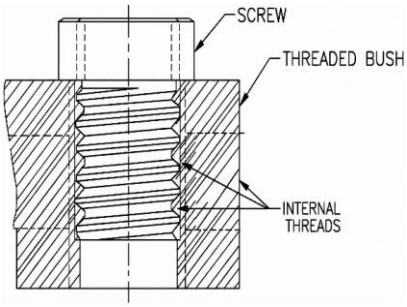
৪. লাইনার বুশ (Liner Bush) ঃ

লাইনার বুশকে 'মাস্টার বুশ'ও বলা হয়। এটি আসলে রিনিউয়েবল (স্লিপ বা ফিক্সড) বুশগুলোকে ধারণ করার জন্য জিগ প্লেটে স্থায়ীভাবে বসানো থাকে। যেহেতু জিগ বডি সাধারণত নরম ধাতু (কাস্ট আয়রন) দিয়ে তৈরি এবং রিনিউয়েবল বুশগুলো শক্ত স্টিলের হয়, তাই বারবার বুশ খোলা-লাগানো করলে জিগের বডি ক্ষয় হয়ে ছিদ্র বড় হয়ে যেতে পারে। এই সমস্যা রোধ

করার জন্য জিগ বডিতে প্রথমে লাইনার বুশ প্রেস ফিট করা হয়, তারপর তার ভেতরে রিনিউয়েবল বুশ বসানো হয়।



চিত্র: লাইনার বুশ



চিত্র: স্ক্রু বা থ্রেডেড বুশ

৫. স্ক্রু বা থ্রেডেড বুশ (Screw or Threaded Bush) ঃ এই ধরণের বুশের বাইরের গায়ে থ্রেড বা প্যাঁচ কাটা থাকে। এটি জিগের বডির সাথে স্ক্রু করে লাগানো হয়। এই বুশটি একই সাথে দুটি কাজ করে ঃ

i. কাটিং টুলকে গাইড করে।

ii. জবকে ক্ল্যাম্প বা শক্ত করে ধরে রাখে। ছোট বা অনিয়মিত আকারের জবে যেখানে আলাদা ক্ল্যাম্প ব্যবহারের জায়গা নেই, সেখানে এই বুশ ব্যবহার করা হয়।

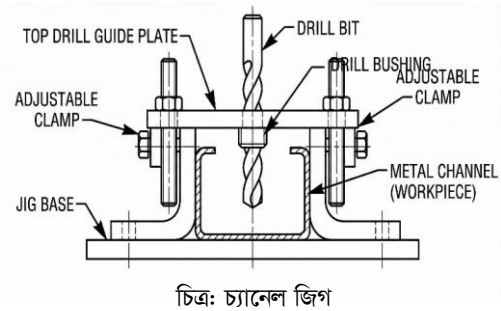
সঠিক বুশ নির্বাচন জিগের কার্যকারিতা এবং টুলের আয়ু বৃদ্ধি করে। সাধারণ কাজের জন্য প্রেস ফিট এবং জটিল বা অধিক উৎপাদনের জন্য লাইনার ও রিনিউয়েবল বুশের কম্বিনেশন ব্যবহার করা হয়।

***** ২। চ্যানেল জিগ ও ডায়ামিটার জিগ-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪'পরি, ১৮, ২২'পরি

উত্তর ঃ টুল ডিজাইনে নির্দিষ্ট আকৃতির জবের জন্য বিভিন্ন ধরনের জিগ ব্যবহার করা হয়। এর মধ্যে চ্যানেল জিগ এবং ডায়ামিটার জিগ অন্যতম। নিচে চিত্রসহ এদের বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. চ্যানেল জিগ (Channel Jig) ঃ চ্যানেল জিগ হলো প্লেট জিগেরই একটি সরল সংস্করণ, যার ক্রস-সেকশন বা প্রস্থচ্ছেদ দেখতে ইংরেজি 'U' আকৃতির বা চ্যানেলের মতো। এর দুই পাশে দুটি দেওয়াল বা বাহু থাকে এবং মাঝখানে জব বসানোর জায়গা থাকে। এটি সাধারণত আয়তাকার বা রেক্ট্যাঙ্গুলার জবের জন্য ব্যবহৃত হয়।



চিত্রঃ চ্যানেল জিগ

কার্যপদ্ধতি ঃ

i. জবটিকে চ্যানেলের ভেতরে স্থাপন করা হয়।

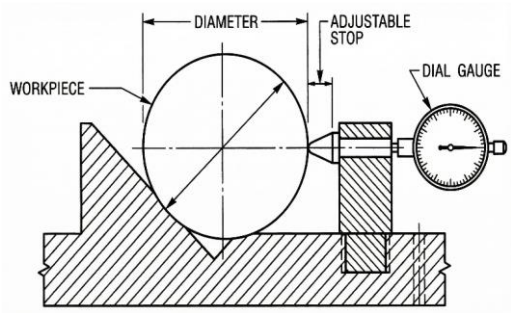
ii. চ্যানেলের একপাশে বা ওপর থেকে একটি নার্লড স্ক্রু (Knurled Screw) বা ক্ল্যাম্প ব্যবহার করে জবকে শক্তভাবে আটকে রাখা হয়।

iii. জিগের ওপরের তলে জবের নকশা অনুযায়ী হার্ডেনিং করা ড্রিল বুশ বা গাইড বুশ লাগানো থাকে।

iv. ড্রিল বিট এই বুশের মধ্য দিয়ে গিয়ে জবে নিখুঁতভাবে ছিদ্র তৈরি করে।

v. এটি সাধারণ সরল আকৃতির জবে দ্রুত এবং কম খরচে ড্রিলিং করার জন্য উপযোগী।

২. ডায়ামিটার জিগ (Diameter Jig) ঃ ডায়ামিটার জিগ বিশেষত গোলাকার শ্যাফট, পাইপ বা রড-এর ব্যাস বরাবর (Radially) ছিদ্র করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। গোলাকার জব সমতল জায়গায় স্থির থাকে না, তাই এই জিগে জবকে ধরে



চিত্রঃ ডায়ামিটার জিগ

রাখার জন্য ‘V’ আকৃতির ব্লক (V-block) বা ভি-প্রিজম ব্যবহার করা হয়।

কার্যপদ্ধতি ঃ গোলাকার জবটিকে জিগের ভি-ব্লকের ওপর বসানো হয়, ফলে জবটি নড়াচড়া করতে পারে না এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে সেন্টার বা কেন্দ্র বরাবর সেট হয়ে যায় (Self-centering)।

i. এর ওপরে একটি ক্ল্যাম্পিং প্লেট থাকে, যার মধ্যে ড্রিল বুশ বসানো থাকে।
ii. ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু বা নাট দিয়ে প্লেটটিকে জবের ওপর টাইট দেওয়া হয়।
iii. এরপর ড্রিল বিট বুশের মধ্য দিয়ে প্রবেশ করে গোলাকার জবের ঠিক মাঝখানে বা ব্যাস বরাবর ছিদ্র করে।
iv. শ্যাফটের মধ্যে পিন লাগানোর ছিদ্র বা পাইপের গায়ে ছিদ্র করার জন্য এই জিগ অপরিহার্য।

সহজ কথায়, আয়তাকার জবের তিন পাশ থেকে আটকানোর জন্য চ্যানেল জিগ এবং গোলাকার জবের ব্যাস বরাবর ছিদ্র করার জন্য ডায়ামিটার জিগ ব্যবহার করা হয়। উভয় জিগই মাস প্রোডাকশনে সময় এবং শ্রম বাঁচায়।

অধ্যায়-৭ প্রেস টুল

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্রেসের ফিড মেকানিজম বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ১৬, ১৭, ১৮'পরি, ২০, ২১, ২২'পরি, ২৩'পরি

উত্তর ঃ প্রেস মেশিনে প্রতিটি স্ট্রোকের পর মেটাল স্ট্রিপ বা কয়েলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে এবং নির্দিষ্ট মাপে ডাইয়ের (Die) ভেতর এগিয়ে নেওয়ার যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে প্রেস ফিড মেকানিজম বলে।

***** ২। হাইড্রোলিক প্রেস বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ১১, ১৩, ১৯, ২২

উত্তর ঃ পাস্কেলের সূত্রকে কাজে লাগিয়ে যে যন্ত্রের সাহায্যে তরল পদার্থের ওপর অল্প বল প্রয়োগ করে অনেক বেশি বল বা চাপ সৃষ্টি করা যায়, তাকে হাইড্রোলিক প্রেস বলে।

**** ৩। হাইড্রোলিক লিফট বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৯'পরি

উত্তর ঃ প্যাস্কেলের সূত্র (Pascal's Law) কাজে লাগিয়ে তরল পদার্থের চাপের সাহায্যে যে যন্ত্রের মাধ্যমে অল্প বল প্রয়োগ করে ভারী বস্তুকে সহজে উপরে ওঠানো বা নামানো হয়, তাকে হাইড্রোলিক লিফট বলে।

**** ৪। পাঁচটি হাইড্রোলিক ডিভাইসের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১৪, ১৫, ১৭'পরি

উত্তর ঃ পাঁচটি হাইড্রোলিক ডিভাইসের নাম হলো ঃ

১. হাইড্রোলিক জ্যাক (Hydraulic Jack)
২. হাইড্রোলিক লিফট (Hydraulic Lift)
৩. হাইড্রোলিক প্রেস (Hydraulic Press)
৪. হাইড্রোলিক ক্রেন (Hydraulic Crane)
৫. হাইড্রোলিক ব্রেক (Hydraulic Brake)

***** ৫। লিভারের সুবিধা কী?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪

উত্তর ঃ লিভার ব্যবহারের প্রধান সুবিধা হলো যান্ত্রিক সুবিধা পাওয়া। অর্থাৎ, এর মাধ্যমে খুব সামান্য বল প্রয়োগ করে জবকে শক্তভাবে আটকে রাখা যায় এবং খুব দ্রুত ক্ল্যাম্পিং ও আন-ক্ল্যাম্পিং করা সম্ভব হয়।

***** ৬। হাইড্রোলিক র‍্যাম কী?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৩, ১৪

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক র‍্যাম হলো এমন একটি স্বয়ংক্রিয় পাম্প, যা কোনো বাহ্যিক শক্তি ছাড়াই পানির গতিশক্তি বা 'ওয়াটার হ্যামার' (Water Hammer) নীতি কাজে লাগিয়ে পানিকে নিচু স্থান থেকে উঁচু স্থানে সরবরাহ করে তাকে হাইড্রোলিক র‍্যাম বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। হাইড্রোলিক প্রেস বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ যে যন্ত্রে প্যাস্কেলের সূত্র (Pascal's Law) প্রয়োগ করে আবদ্ধ তরল পদার্থের ওপর অল্প বল প্রয়োগের মাধ্যমে বহুগুণ বেশি বল বা যান্ত্রিক সুবিধা পাওয়া যায়, তাকে হাইড্রোলিক প্রেস বলে।

এর কার্যপ্রণালী দুটি ভিন্ন ব্যাসের সিলিন্ডার ও পিস্টনের ওপর নির্ভরশীল। ছোট সিলিন্ডারে সামান্য বল প্রয়োগ করলে তরলের সঞ্চালিত চাপের কারণে বড় সিলিন্ডারে বা র‍্যামে (Ram) অত্যধিক উর্ধ্বমুখী বল প্রযুক্ত হয়। সাধারণত ভারী যন্ত্রপাতি উত্তোলন, তুলা বা পাটের গাঁট বাঁধা (Baling), মেটাল ফর্মিং এবং ওয়ার্কশপে শ্যাফট বাঁকা বা সোজা করার কাজে এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

***** ২। প্রেসের প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৫, ২২

উত্তর ঃ প্রেস মেশিনের প্রধান অংশগুলোর নাম ঃ

১. ফ্রেম (Frame)
২. বেড (Bed)
৩. র‍্যাম বা স্লাইড (Ram or Slide)
৪. বোলস্টার প্লেট (Bolster Plate)
৫. ফ্লাইহুইল (Flywheel)
৬. ক্লাচ ও ব্রেক (Clutch and Brake)
৭. ড্রাইভিং মেকানিজম (Driving Mechanism)

৮. গাইড ওয়ে (Guide Way)

৯. পিটম্যান বা কানেক্টিং রড (Pitman or Connecting Rod)

**** ৩। হাইড্রোলিক প্রেসের ফিড মেকানিজমসমূহের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক প্রেসে ব্যবহৃত প্রধান ফিড মেকানিজমগুলোর নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. ডায়াল ফিড মেকানিজম (Dial Feed Mechanism)

২. রোল ফিড মেকানিজম (Roll Feed Mechanism)

৩. হিচ বা গ্রিপার ফিড মেকানিজম (Hitch or Gripper Feed Mechanism)

৪. হপার ফিড মেকানিজম (Hopper Feed Mechanism)

৫. ম্যাগাজিন ফিড মেকানিজম (Magazine Feed Mechanism)

৬. চুট ফিড মেকানিজম (Chute Feed Mechanism)

৭. এয়ার বা নিউম্যাটিক ফিড মেকানিজম (Air or Pneumatic Feed Mechanism)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মেকানিক্যাল এবং হাইড্রোলিক প্রেসের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৭, ১৮'পরি, ১৯, ২১

উত্তর ঃ মেকানিক্যাল এবং হাইড্রোলিক প্রেসের কার্যপ্রণালি ধাতব শিট বা মেটাল ফর্মিং অপারেশনে মেকানিক্যাল এবং হাইড্রোলিক প্রেস ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। যদিও দুটির উদ্দেশ্য এক, কিন্তু এদের চালনা শক্তি এবং কার্যপ্রণালি সম্পূর্ণ ভিন্ন। নিচে উভয়ের বিস্তারিত কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলোঃ

১. মেকানিক্যাল প্রেস (Mechanical Press) ঃ মেকানিক্যাল প্রেস মূলত বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণন গতিকে (Rotary Motion) যান্ত্রিক লিংকেজের মাধ্যমে রেমের রৈখিক গতিতে (Reciprocating Motion) রূপান্তর করে কাজ করে। এটি সাধারণত 'ইম্প্যাক্ট' বা সজোরে আঘাতের মাধ্যমে কাজ সম্পন্ন করে।

i. **শক্তি সঞ্চয় ঃ** প্রথমে একটি বৈদ্যুতিক মোটর চালু করা হয়। মোটরের সাথে বেল্ট ড্রাইভের মাধ্যমে একটি বড় ও ভারী ফ্লাইহুইল (Flywheel) সংযুক্ত থাকে। মোটর ঘুরলে ফ্লাইহুইলটিও ঘুরতে থাকে এবং এতে প্রচুর গতিশক্তি (Kinetic Energy) সঞ্চিত হয়।

ii. **ক্লাচ এনগেজমেন্ট ঃ** ফ্লাইহুইলটি ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে না। যখন অপারেটর প্যাডেল বা বাটন চাপেন, তখন একটি ক্লাচ (Clutch) মেকানিজম ফ্লাইহুইলকে ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের সাথে যুক্ত করে দেয়।

iii. **গতি রূপান্তর ঃ** ক্র্যাঙ্কশ্যাফট বা ইসেন্ট্রিক শ্যাফট (Eccentric Shaft) ঘুরতে শুরু করলে এর সাথে সংযুক্ত কানেক্টিং রড বা পিটম্যান

(Pitman) ওপর-নিচ করতে থাকে। এটি ঘূর্ণন গতিকে রৈখিক গতিতে পরিণত করে।

iv. **র‍্যামের আঘাত ঃ** কানেক্টিং রডের অপর প্রান্ত র‍্যাম বা স্লাইডের সাথে যুক্ত থাকে। ফলে র‍্যামটি গাইডের মধ্য দিয়ে নিচে নেমে আসে এবং ডাই-এর ওপর রাখা জবের ওপর সজোরে আঘাত বা চাপ প্রয়োগ করে।

v. **রিটার্ন ঃ** কাজ শেষে র‍্যামটি আবার ওপরে উঠে যায় এবং ক্লাচ বিচ্ছিন্ন হয়ে ফ্লাইহুইলকে মুক্ত করে দেয়। ব্রেক মেকানিজম র‍্যামকে টপ ডেড সেন্টারে থামিয়ে দেয়।

২. হাইড্রোলিক প্রেস (Hydraulic Press) ঃ হাইড্রোলিক প্রেস ব্লেজ প্যাসকেলের (Blaise Pascal) সূত্রের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে। সূত্রটি হলো– "আবদ্ধ তরল পদার্থের ওপর চাপ প্রয়োগ করলে তা সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয়।" এখানে তরল পদার্থের চাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে বল প্রয়োগ করা হয়।

i. **পাম্পিং ঃ** মেশিনের রিজার্ভার বা ট্যাংক থেকে হাইড্রোলিক পাম্প তেল টেনে নেয় এবং উচ্চ চাপে সিস্টেমের দিকে পাঠায়।

ii. **ভালভ নিয়ন্ত্রণ ঃ** অপারেটর যখন লিভার বা সুইচ চাপেন, তখন কন্ট্রোল ভালভ (Directional Control Valve) তেলের প্রবাহকে হাইড্রোলিক সিলিন্ডারের ওপরের অংশে চালনা করে।

iii. **চাপ প্রয়োগ ঃ** উচ্চ চাপের তেল সিলিন্ডারের ভেতরে থাকা পিস্টন বা র‍্যামের ওপর চাপ দেয়। ফলে র‍্যামটি ধীরে ধীরে কিন্তু প্রচণ্ড শক্তি নিয়ে নিচের দিকে নামতে থাকে।

iv. **কনস্ট্যান্ট ফোর্স ঃ** মেকানিক্যাল প্রেসের মতো এটি আঘাত করে না, বরং এটি 'স্কুইজিং' (Squeezing) বা পিষে ফেলার মতো চাপ দেয়। স্ট্রোকের শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত এর বল বা ফোর্সের মান সমান থাকে।

v. **রিটার্ন স্ট্রোক ঃ** কাজ শেষ হওয়ার পর ভালভের দিক পরিবর্তন করা হয়। তখন তেল সিলিন্ডারের নিচের দিক দিয়ে প্রবেশ করে এবং পিস্টন বা র‍্যামকে উপরের দিকে ঠেলে তুলে দেয়। ব্যবহৃত তেল আবার ট্যাংকে ফিরে যায়।

দ্রুত গতি এবং ছোট কাজের জন্য মেকানিক্যাল প্রেস উপযোগী, অন্যদিকে ধীর গতি কিন্তু অত্যধিক শক্তি এবং গভীর ড্রয়িং (Deep Drawing) কাজের জন্য হাইড্রোলিক প্রেস বেশি উপযোগী।

অধ্যায়-৮ প্রেস অপারেশনসমূহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ব্ল্যাংক বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৮, ২৩

উত্তর ঃ শিট মেটাল অপারেশনে, বড় মেটাল শিট বা স্ট্রিপ থেকে পাঞ্চ ও ডাইয়ের মাধ্যমে কেটে নেওয়া যে নির্দিষ্ট আকৃতির ধাতব খণ্ডটি মূল ব্যবহারযোগ্য বস্তু (Product) হিসেবে সংগ্রহ করা হয়, তাকে ব্ল্যাংক (Blank) বলে।

***** ২। পাঞ্চিং এবং ব্ল্যাংকিং-এর মধ্যে পার্থক্য লেখ?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ১৪, ১৯

উত্তর ঃ পাঞ্চিং ও ব্ল্যাংকিং-এর মূল পার্থক্য হলো 'প্রোডাক্ট' বা উৎপাদিত বস্তুর বিবেচনায় ঃ

পাঞ্চিং (Punching) ঃ এ প্রক্রিয়ায় শিট মেটালে ছিদ্র করা হয়। এখানে ছিদ্রযুক্ত শিটটি হলো আসল পণ্য (Product) এবং কেটে পড়ে যাওয়া টুকরোটি হলো বর্জ্য বা স্ক্র্যাপ (Scrap)।

ব্ল্যাংকিং (Blanking) ঃ এ প্রক্রিয়ায় শিট থেকে নির্দিষ্ট আকৃতির বস্তু কেটে নেওয়া হয়। এখানে কেটে নেওয়া টুকরোটিই হলো আসল পণ্য (Product) এবং বাকি ছিদ্রযুক্ত শিটটি হলো বর্জ্য (Scrap)।

**** ৩। স্ট্রিপার কী?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ পাঞ্চিং বা কাটিং অপারেশনের পর পাঞ্চ যখন উপরে উঠে আসে, তখন পাঞ্চের গায়ে জড়িয়ে থাকা মেটাল শিট বা স্ক্র্যাপকে পাঞ্চ থেকে আলাদা বা মুক্ত করার জন্য যে প্লেট বা ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে স্ট্রিপার (Stripper) বলে।

***** ৪। প্রেস মেশিনে পাইলট বলতে কী বুঝায় এবং এর কাজ কী?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১৩'পরি, ১৮'পরি

উত্তর ঃ প্রগ্রেসিভ ডাইতে মেটাল স্ট্রিপকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখার বা গাইড করার জন্য যে পিন ব্যবহার করা হয়, তাকে পাইলট বলে। এর প্রধান কাজ হলো ফিডিং-এর সামান্য ত্রুটি সংশোধন করে স্ট্রিপকে টেনে সঠিক পজিশনে আনা বা অ্যালাইনমেন্ট ঠিক করা।

***** ৫। ইকোনোমিক্যাল স্ট্রিপ লে-আউট বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৭, ০৯, ১১'পরি, ২২'পরি

উত্তর ঃ শিট মেটাল হতে পার্টস বা ব্ল্যাঙ্ক কাটার সময় স্ট্রিপের ওপর এগুলোকে এমনভাবে সাজানো বা বিন্যাস করা, যাতে ধাতুর অপচয় (Scrap) সবচেয়ে কম হয় এবং উপাদানের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিত করা যায়, তাকে ইকোনোমিক্যাল স্ট্রিপ লে-আউট বলে।

***** ৬। ট্রিমিং অ্যালাউন্স কী?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৩'পরি, ১৭, ২১, ২৩'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ড্রয়িং বা ফোর্জিং অপারেশনের পর জবের সঠিক মাপ ও মসৃণ কিনারা পাওয়ার জন্য এর চারপাশে যে অতিরিক্ত ধাতু বা মেটাল রাখা হয়, তাকে ট্রিমিং অ্যালাউন্স বলে।

***** ৭। পাঞ্চিং ও পিয়ার্সিং-এর মূল পার্থক্য কী?** বাকাশিবো- ২০০৭, ২০'পরি, ২৩

উত্তর ঃ পাঞ্চিং ও পিয়ার্সিং-এর মূল পার্থক্য হলো স্লাগ (Slug) বা ধাতু অপসারণে।

পাঞ্চিং (Punching) ঃ এতে পাঞ্চ ও ডাই ব্যবহার করে শিট থেকে ধাতুর টুকরো বা স্লাগ কেটে বের করে ফেলা হয় (Shearing)।

পিয়ার্সিং (Piercing) ঃ এতে সাধারণত সূঁচালো টুল দিয়ে ধাতুকে পাশে সরিয়ে বা বিদীর্ণ করে ছিদ্র করা হয়, ফলে সাধারণত কোনো স্লাগ বের হয় না (Displacement)।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্রেস টনেজ বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৭, ১০, ১০'পরি, ১১, ১১'পরি, ১৪'পরি, ১৫, ১৭, ২০'পরি, ২১

উত্তর ঃ প্রেস টনেজ বলতে একটি প্রেস মেশিনের সর্বোচ্চ চাপ বা বল প্রয়োগ করার ক্ষমতাকে বোঝায়। একটি প্রেস মেশিন নিরাপদে তার স্লাইড বা র‍্যামের মাধ্যমে জবের ওপর সর্বোচ্চ যত 'টন' লোড বা ফোর্স দিতে সক্ষম, সেই পরিমাণকেই ওই মেশিনের টনেজ বা প্রেস ক্যাপাসিটি বলা হয়। যেমন–একটি প্রেসের টনেজ 50 টন মানে এটি সর্বোচ্চ 50 টন চাপ প্রয়োগ করতে পারবে।

গানিতিকভাবে ঃ

প্রেস টনেজ, $P=SLt$

যেখানে, P= প্রেসার বা প্রেস টনেজ

S= শিয়ার স্ট্রেংথ

L= ব্ল্যাংকড্ পেরিমিটারের দৈর্ঘ্য

T= স্টক থিকনেস বা ডেপথ অব কাট

***** ২। এম্বসিং ও কয়েনিং এর মাঝে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১১'পরি, ১৩'পরি, ১৪, ২০, ২২, ২৩, ২৩'পরি ২৪

উত্তর ঃ এম্বসিং ও কয়েনিং-এর মধ্যে পার্থক্য

এম্বসিং এবং কয়েনিং উভয়ই মেটাল ফর্মিং বা প্রেস ওয়ার্কিং অপারেশন, কিন্তু এদের কার্যপ্রণালি ও উদ্দেশ্যে ভিন্নতা রয়েছে। নিচে পার্থক্যগুলো দেওয়া হলো ঃ

এম্বসিং (Embossing)	কয়েনিং (Coining)
১) এটি এমন একটি ফর্মিং অপারেশন যার মাধ্যমে শিট মেটালের ওপর কোনো নকশা বা অক্ষর উঁচু বা নিচু করা হয়।	১) এটি মূলত এক ধরণের কোল্ড ফোর্জিং বা স্কুইজিং অপারেশন, যেখানে ধাতুকে প্রচণ্ড চাপে ডাই-এর আকৃতিতে রূপ দেওয়া হয়।
২) এই প্রক্রিয়ায় ধাতুর শিটের পুরুত্ব বা থিকনেস সাধারণত পরিবর্তন হয় না; সব জায়গায় সমান থাকে।	২) এই প্রক্রিয়ায় ধাতুর পুরুত্ব সব জায়গায় সমান থাকে না; পরিবর্তিত হয় (কোথাও পাতলা, কোথাও মোটা)।
৩) এতে তুলনামূলকভাবে কম বা মাঝারি চাপের প্রয়োজন হয়।	৩) এতে ধাতুর প্লাস্টিক ফ্লো বা প্রবাহ ঘটানোর জন্য অত্যধিক উচ্চ চাপের প্রয়োজন হয়।
৪) এতে খুব সূক্ষ্ম ডিটেইলস বা শার্প কর্নার তৈরি করা কঠিন।	৪) এতে অত্যন্ত সূক্ষ্ম এবং নিখুঁত ডিটেইলস তৈরি করা যায়।

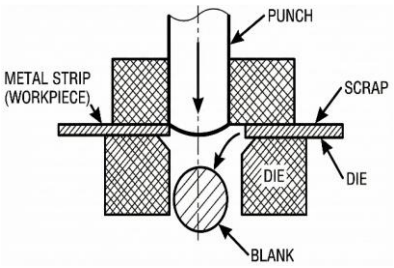
৫) গাড়ির বডি প্যানেল, ক্যান, নাম ফলক বা ডেকোরেটিভ কাজে ব্যবহৃত হয়।	৫) মুদ্রা (Coin), মেডেল বা অলংকার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

***** ৩। ব্ল্যাংকিং ও পাঞ্চিং আপারেশন চিত্রসহ বুঝিয়ে লেখ।**

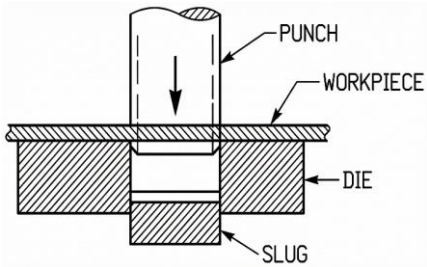
বাকাশিবো- ২০০৪, ০৮, ১৬'পরি, ১৭

উত্তর ঃ ব্ল্যাংকিং ও পাঞ্চিং অপারেশন মূলত একই ধরণের মেটাল কাটিং বা শিয়ারিং প্রক্রিয়া, যেখানে পাঞ্চ এবং ডাই ব্যবহার করে ধাতব শিটকে কাটা হয়। তবে উৎপাদনের উদ্দেশ্যের ওপর ভিত্তি করে এদের মধ্যে সূক্ষ্ম পার্থক্য রয়েছে।

ব্ল্যাংকিং অপারেশনে শিট মেটাল স্ট্রিপ থেকে পাঞ্চের চাপে নির্দিষ্ট আকৃতির বস্তুকে কেটে সম্পূর্ণ আলাদা করে নেওয়া হয়। এই প্রক্রিয়ায় কেটে নেওয়া বা বিচ্ছিন্ন হওয়া অংশটিই হলো মূল পণ্য বা 'ব্ল্যাংক' (Blank), আর ছিদ্রযুক্ত বাকি শিটটি বা স্ট্রিপটি বর্জ্য বা স্ক্র্যাপ হিসেবে গণ্য হয়। অন্যদিকে, পাঞ্চিং অপারেশনের মূল উদ্দেশ্য হলো শিট মেটালের ওপর নির্দিষ্ট আকৃতির ছিদ্র তৈরি করা। এক্ষেত্রে ছিদ্রযুক্ত শিটটিই হলো আসল পণ্য, আর কেটে নেওয়া বা বিচ্ছিন্ন হওয়া ছোট অংশটি বর্জ্য বা 'স্লাগ' (Slug) হিসেবে ফেলে দেওয়া হয়। অর্থাৎ সহজ কথায়, ব্ল্যাংকিং-এ কাটা টুকরোটি দরকারি, কিন্তু পাঞ্চিং-এ ছিদ্রযুক্ত শিটটি দরকারি।



চিত্র: ব্ল্যাংকিং



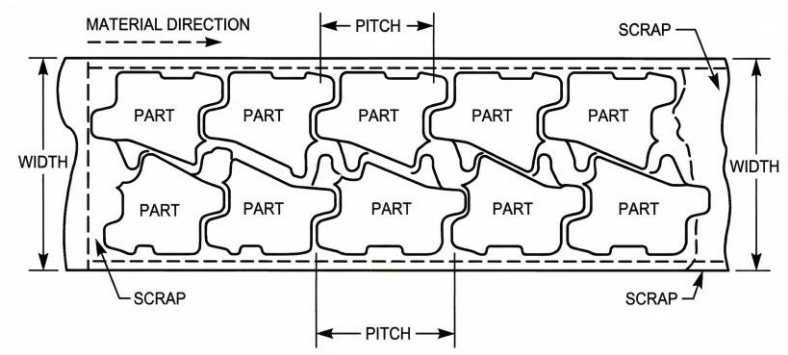
চিত্র: পাঞ্চিং

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মিতব্যয়ী স্ট্রিপ লে-আউট পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১৪, ১৫, ১৮, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ শিট মেটাল অপারেশনে একটি ধাতব স্ট্রিপ বা শিট থেকে সর্বোচ্চ সংখ্যক নিখুঁত 'ব্ল্যাংক' বা পণ্য উৎপাদন করার পরিকল্পনা বা নকশাকে স্ট্রিপ লে-আউট বলে। যে পদ্ধতিতে স্ট্রিপের ওপর ব্ল্যাংকগুলোকে এমনভাবে সাজানো হয় যাতে ধাতুর অপচয় (Scrap) সবচেয়ে কম হয় এবং উপাদানের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিত করা যায়, তাকে মিতব্যয়ী স্ট্রিপ লে-আউট বলে। উৎপাদন খরচ কমাতে এবং লাভ বাড়াতে এই পদ্ধতি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।



চিত্র: স্টিপ লে-আউট

একটি ভালো ও মিতব্যয়ী লে-আউট ডিজাইনের সময় নিচের বিষয়গুলো মাথায় রাখা হয় ঃ

১. ব্রিজ বা ওয়েব (Bridge/Web) ঃ দুটি পাশাপাশি ব্ল্যাংকের মধ্যবর্তী ধাতব অংশ। এটি খুব বেশি হলে অপচয় বাড়ে, আবার খুব কম হলে স্ট্রিপ ছিঁড়ে যেতে পারে।

২. মার্জিন (Margin) ঃ স্ট্রিপের কিনারা এবং ব্ল্যাংকের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

৩. ব্ল্যাংকের দিকবিন্যাস (Orientation) ঃ ব্ল্যাংকটি সোজা, বাঁকা নাকি উল্টো করে বসালে বেশি জায়গা বাঁচবে, তা নির্ধারণ করা। ধাতুর অপচয় কমানোর জন্য ব্ল্যাংকের আকৃতির ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরনের বিন্যাস করা হয়। প্রধান পদ্ধতিগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ

১. একক সারি বিন্যাস (Single Row Layout) ঃ সাধারণ এবং সরল আকৃতির (যেমন–বৃত্তাকার বা আয়তাকার) ব্ল্যাংকের জন্য এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। তবে যদি ব্ল্যাংকের আকৃতি 'L' বা 'T' শেপের হয়, তবে সোজা সারিতে সাজালে প্রচুর ধাতু অপচয় হয়। সেক্ষেত্রে এই পদ্ধতি মিতব্যয়ী নাও হতে পারে।

২. জিগ-জ্যাগ বা ইনভার্টেড বিন্যাস (Zig-Zag/Inverted Layout) ঃ অনিয়মিত আকৃতির (যেমন–ত্রিভুজাকার, কাপ আকৃতি, বা T-শেপ) ব্ল্যাংকের জন্য এটি সবচেয়ে মিতব্যয়ী পদ্ধতি। এতে একটি ব্ল্যাংক সোজা এবং পরেরটি উল্টো করে বা ১৮০ ডিগ্রি ঘুরিয়ে সাজানো হয়। ফলে দুটি ব্ল্যাংকের মাঝখানের ফাঁকা জায়গাটি পূর্ণ হয়ে যায় এবং স্ট্রিপের প্রস্থ ও দৈর্ঘ্য–উভয় দিক থেকেই ধাতু বাঁচে। একে অনেক সময় 'নেস্টিং' (Nesting) বলা হয়।

৩. কৌণিক বা অ্যাঙ্গুলার বিন্যাস (Angular/Inclined Layout) ঃ অনেক সময় ব্ল্যাংকগুলোকে স্ট্রিপের সাথে সোজা (৯০ ডিগ্রি) না রেখে একটি নির্দিষ্ট কোণে (Angle) বাঁকা করে সাজালে স্ট্রিপের প্রস্থের সর্বোচ্চ ব্যবহার করা যায়। বিশেষ করে 'L' আকৃতির জবের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি খুব কার্যকর। এতে স্ট্রিপের প্রস্থ কম লাগে এবং অপচয় কমে।

৪. মাল্টি-রো বা গ্যাং বিন্যাস (Multi-row Layout) ঃ ছোট আকারের ব্ল্যাংকের জন্য একটি সারির বদলে পাশাপাশি দুটি বা তিনটি সারিতে

(Double or Triple Row) ব্ল্যাংক কাটার ব্যবস্থা করা হয়। এতে উৎপাদন হার বাড়ে এবং স্ক্র্যাপের পরিমাণ কমে।

৫. উপাদানের সদ্ব্যবহার বা ইউটিলাইজেশন (Material Utilization) ঃ একটি লে-আউট কতটা মিতব্যয়ী, তা নিচের সূত্রের মাধ্যমে বের করা হয় ঃ

$$\text{শতকরা সদ্ব্যবহার} = \frac{\text{একটি ব্র্যাংকের ক্ষেত্রফল} \times ১০০}{\text{পিচ} \times \text{স্ট্রিপের প্রস্থ}}$$

লে-আউটে এই শতকরা মান (সাধারণত ৭৫% এর উপরে) যত বেশি, সেই লে-আউট তত বেশি মিতব্যয়ী। শিল্পকারখানায় কাঁচামালের খরচ কমানোর জন্য মিতব্যয়ী স্ট্রিপ লে-আউট অপরিহার্য। সঠিক অ্যাঙ্গেল, পিচ এবং নেস্টিং পদ্ধতি ব্যবহার করে শিট মেটালের অপচয় ৬০-৭০% পর্যন্ত কমানো সম্ভব।

অধ্যায়-৯ টুলিং ম্যাটেরিয়ালস হিসেবে প্লাস্টিকস

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্লাস্টিক টুল বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ ধাতব পদার্থের পরিবর্তে প্লাস্টিক বা পলিমার জাতীয় পদার্থ ব্যবহার করে যে জিগ, ফিক্সচার বা ডাই তৈরি করা হয়, তাকে প্লাস্টিক টুল বলে। এটি সাধারণত কম খরচে এবং দ্রুত টুল তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।

***** ২। চারটি প্লাস্টিক টুলিং ম্যাটেরিয়ালের নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৪'পরি, ১৬, ২০'পরি, ২১, ২২'পরি

উত্তর ঃ চারটি প্লাস্টিক টুলিং ম্যাটেরিয়ালের নাম হলো ঃ ১. ইপক্সি রেজিন (Epoxy Resins) ২. পলিইউরেথেন (Polyurethanes) ৩. সিলিকন রাবার (Silicone Rubber) ৪. পলিয়েস্টার রেজিন (Polyester Resins)।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। হাইড্রোলিক প্রেস ডাই-এর বর্ণনা দাও।** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক প্রেস ডাই ঃ হাইড্রোলিক প্রেস মেশিনে ধাতব শিটকে আঘাতের (Impact) পরিবর্তে ধীরে ধীরে প্রচণ্ড চাপ বা 'স্কুইজিং'

(Squeezing) এর মাধ্যমে নির্দিষ্ট আকার বা আকৃতি দেওয়ার জন্য যে টুল বা ছাঁচ ব্যবহৃত হয়, তাকে হাইড্রোলিক প্রেস ডাই বলে।

এর প্রধান দুটি অংশ থাকে ঃ ১. পাঞ্চ (Punch) ঃ এটি ডাইয়ের ওপরের অংশ, যা মেশিনের র‍্যামের সাথে যুক্ত থাকে এবং চাপ প্রয়োগ করে।

২. ডাই ব্লক (Die Block) ঃ এটি নিচের অংশ, যা মেশিনের বেডের ওপর স্থির থাকে এবং এতে জবের আকৃতি অনুযায়ী ক্যাভিটি বা গর্ত থাকে।

এটি সাধারণত ডিপ ড্রয়িং (Deep Drawing), বেন্ডিং এবং ফর্মিং অপারেশনে ব্যবহৃত হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্লাস্টিক টুলিং-এর পেস্ট রেজিন কনস্ট্রাকশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ প্লাস্টিক টুলিং-এর ক্ষেত্রে পেস্ট রেজিন কনস্ট্রাকশন পদ্ধতি (Paste Resin Method) একটি অত্যন্ত জনপ্রিয় ও দ্রুততর কৌশল। এই পদ্ধতিতে তরল রেজিনের পরিবর্তে ঘন বা থিকসোট্রপিক (Thixotropic) প্রকৃতির পেস্ট ব্যবহার করা হয়, যা খাড়া বা উল্লম্ব তলে (Vertical Surface) গড়িয়ে পড়ে না। সাধারণত বড় আকারের মডেল বা টুল তৈরির ক্ষেত্রে ল্যামিনেটিং পদ্ধতির বিকল্প হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়। নিচে পেস্ট রেজিন কনস্ট্রাকশন পদ্ধতির ধাপগুলো ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলো ঃ

১. মাস্টার মডেল প্রস্তুতকরণ (Preparation of Master Model) ঃ প্রথমে যে বস্তুর আদলে টুল বা মোল্ড তৈরি করা হবে, সেই মাস্টার মডেলটিকে ভালোভাবে পরিষ্কার ও শুকিয়ে নিতে হয়। মডেলের গায়ে কোনো ধুলোবালি বা তেলের কণা থাকা যাবে না।

২. রিলিজ এজেন্ট প্রয়োগ (Application of Release Agent) ঃ তৈরিকৃত টুলটি যাতে মাস্টার মডেলের সাথে আটকে না যায় এবং সহজেই আলাদা করা যায়, সেজন্য মডেলের ওপর 'মোল্ড রিলিজ এজেন্ট' (যেমন–মোম, পলিভিনাইল অ্যালকোহল বা সিলিকন স্প্রে) এর প্রলেপ দেওয়া হয়।

৩. জেল কোট বা সারফেস কোট প্রয়োগ (Application of Gel Coat) ঃ টুলের উপরিভাগ মসৃণ, শক্ত এবং স্ক্র্যাচ-প্রতিরোধক করার জন্য রিলিজ এজেন্টের ওপর প্রথমে একটি পাতলা রেজিনের স্তর বা 'জেল কোট' (Gel Coat) লাগানো হয়। এটি আংশিক শক্ত হওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করা হয়।

৪. পেস্ট রেজিন মিশ্রণ তৈরি (Preparation of Paste Resin Mix) ঃ এই ধাপে ইপক্সি বা পলিইউরেথেন রেজিনের সাথে নির্দিষ্ট অনুপাতে হার্ডেনার মেশানো হয়। এরপর এর সাথে বিভিন্ন ফিলার মিশিয়ে একটি ঘন মণ্ড বা পেস্ট তৈরি করা হয়। এই পেস্টটি এমন ঘন হয় যে এটি সহজে প্রবাহিত হয় না।

৫. পেস্ট প্রয়োগ (Application of Paste) ঃ জেল কোটটি আঠালো অবস্থায় (Tacky state) থাকতেই তার ওপর তৈরি করা পেস্ট রেজিনটি হাত দিয়ে বা ট্রাওয়েল (Trowel) ব্যবহার করে লাগানো হয়। প্রথমে পাতলা একটি স্তর দিয়ে ভালোভাবে চেপে দেওয়া হয় যাতে ভেতরে কোনো

বাতাসের বুদবুদ (Air bubbles) না থাকে এরপর ধাপে ধাপে প্রয়োজনীয় পুরুত্ব (Thickness) পর্যন্ত পেস্ট লাগানো হয়।

৬. কিউরিং (Curing) ঃ পেস্ট লাগানো শেষ হলে টুলটিকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় রেখে দেওয়া হয় যাতে এটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে জমাট বেঁধে শক্ত হয়ে যায়। একে কিউরিং বলা হয়। রেজিনের ধরণ অনুযায়ী এটি সাধারণ তাপমাত্রায় বা ওভেনে হিট দিয়ে কিউর করা হতে পারে।

৭. ডিমোল্ডিং ও ফিনিশিং (Demolding & Finishing) ঃ টুলটি সম্পূর্ণ শক্ত হয়ে গেলে কাঠের হাতুড়ি বা বাতাসের চাপ দিয়ে সাবধানতার সাথে মাস্টার মডেল থেকে আলাদা করা হয় (Demolding)। এরপর টুলের অপ্রয়োজনীয় অংশ বা ধারালো কোণাগুলো ফাইল বা স্যান্ডপেপার দিয়ে ঘষে মসৃণ করা হয়।

পেস্ট রেজিন কনস্ট্রাকশন পদ্ধতি মূলত সময় সাশ্রয়ী এবং নিখুঁত ডাইমেনশনের টুল তৈরির জন্য অটোমোবাইল ও অ্যারোস্পেস শিল্পে জিগ ও ফিক্সচার তৈরিতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

অধ্যায়-১০ ডাই এবং পাঞ্চ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ডাই ও পাঞ্চ বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২২'পরি, ২৩

উত্তর ঃ প্রেস টুলের যে চলমান অংশটি জবের ওপর চাপ বা আঘাত প্রয়োগ করে তাকে পাঞ্চ (Male part) এবং যে স্থির অংশটিতে জবের আকৃতি অনুযায়ী গর্ত বা ক্যাভিটি থাকে তাকে ডাই (Female part) বলে। পাঞ্চ ও ডাই একত্রে ধাতব শিট কাটতে বা আকার দিতে ব্যবহৃত হয়।

***** ২। ডাই-পাঞ্চে ক্লিয়ারেন্স কেন রাখা হয়?** বাকাশিবো- ২০০৪, ১৩'পরি, ১৯, ২৪

উত্তর ঃ ধাতুর সঠিক ও পরিষ্কার কাটিং (Clean fracture) নিশ্চিত করার জন্য এবং পাঞ্চ ও ডাইয়ের ঘর্ষণ কমিয়ে টুলের আয়ু বাড়ানোর জন্য ক্লিয়ারেন্স রাখা হয়।

***** ৩। প্রোগ্রেসিভ ডাই বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ যে ডাই-এ একাধিক স্টেশনে মেটাল স্ট্রিপকে পর্যায়ক্রমে বা ধারাবাহিকভাবে বিভিন্ন অপারেশন সম্পন্ন করে শেষে একটি পূর্ণাঙ্গ প্রোডাক্ট তৈরি করা হয়, তাকে প্রোগ্রেসিভ ডাই বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ডাই-পাঞ্চে ক্লিয়ারেন্স অধিক বা কম পরিমাণে রাখলে এর ফলাফল কী হয়, লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১১'পরি, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৬, ১৭

উত্তর ঃ ডাই এবং পাঞ্চের মাঝে সঠিক ক্লিয়ারেন্স না থাকলে শিট মেটাল কাটিং অপারেশনে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দেয়। নিচে এর ফলাফল দেওয়া হলো ঃ

১. ক্লিয়ারেন্স অধিক বা বেশি হলে (Excessive Clearance) ঃ

i. কাটা অংশের কিনারায় বড় আকারের 'বার' (Burr) বা অমসৃণ ধার সৃষ্টি হয়।

ii. ধাতু সঠিকভাবে শিয়ারিং বা না কেটে ডাই-এর গর্তের ভেতর টেনে নিয়ে যাওয়ার প্রবণতা (Drag or Draw-in) দেখা দেয়।

iii. জবের প্রান্তগুলো শার্প বা তীক্ষ্ণ না হয়ে গোলাকার (Rolled edge) হয়ে যায় এবং জবের আকৃতি বিকৃত হতে পারে।

২. ক্লিয়ারেন্স কম বা অপর্যাপ্ত হলে (Insufficient Clearance) ঃ

i. ধাতুর ওপর ও নিচের ফাটলগুলো (Fracture lines) এক বিন্দুতে মিলিত হয় না, ফলে 'সেকেন্ডারি শিয়ার' (Secondary Shear) সৃষ্টি হয় এবং কিনারার ফিনিশিং খারাপ হয়।

ii. পাঞ্চ ও ডাই-এর ওপর অতিরিক্ত ঘর্ষণ ও চাপ পড়ে, ফলে মেশিনের কাটিং ফোর্স বা লোড বেড়ে যায়।দ

iii. অতিরিক্ত ঘর্ষণের কারণে পাঞ্চ এবং ডাই দ্রুত ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং ভেঙে যাওয়ার ঝুঁকি বাড়ে।

***** ২। কম্পাউন্ড ডাই ও প্রোগ্রেসিভ ডাই এর মাঝে দুটি তুলনামূলক পার্থক্য দেখাও।** বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৮'পরি, ২৪

উত্তর ঃ কম্পাউন্ড ডাই ও প্রোগ্রেসিভ ডাই-এর মধ্যে দুটি পার্থক্য ঃ

কম্পাউন্ড ডাই (Compound Die)	প্রোগ্রেসিভ ডাই (Progressive Die)
১) এতে মেশিনের একই স্ট্রোকে এবং একই স্টেশনে একাধিক অপারেশন (যেমন–ব্ল্যাংকিং ও পাঞ্চিং) একসাথে সম্পন্ন হয়।	২) এতে একাধিক স্টেশনে ধারাবাহিকভাবে অপারেশন সম্পন্ন হয় এবং প্রতিটি স্ট্রোকের পর শিট মেটাল বা স্ট্রিপটি পরবর্তী স্টেশনে অগ্রসর হয়।
২) এতে তৈরি জবের মাপ বা ডাইমেনশনাল অ্যাকিউরেসি খুব নিখুঁত হয়, তবে উৎপাদন গতি কিছুটা কম।	২) এতে জবের উৎপাদন হার (Production Rate) অনেক বেশি, তবে অ্যাকিউরেসি কম্পাউন্ড ডাইয়ের তুলনায় সামান্য কম হতে পারে।

***** ৩। ডাই ক্লিয়ারেন্সের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৭, ১৮'পরি, ২১, ২২'পরি

উত্তর ঃ ডাই ক্লিয়ারেন্সের উদ্দেশ্য ঃ

১. মসৃণ কর্তন ঃ পাঞ্চ ও ডাইয়ের সৃষ্ট ফাটল বা ফ্র্যাকচার লাইনকে (Fracture Line) সঠিকভাবে মিলিয়ে জবের কর্তনতল মসৃণ ও নিখুঁত করা।

২. টুলের আয়ু বৃদ্ধি ঃ পাঞ্চ ও ডাইয়ের মধ্যকার ঘর্ষণ কমিয়ে টুলের কার্যকাল বা লাইফ বৃদ্ধি করা।

৩. শক্তি হ্রাস ঃ কাটিং ফোর্স বা মেশিনের ওপর প্রযুক্ত লোড কমানো।

৪. বার (Burr) নিয়ন্ত্রণ ঃ জবের প্রান্তে অনাকাঙ্ক্ষিত ধারালো অংশ বা 'বার' সৃষ্টি ন্যূনতম রাখা।

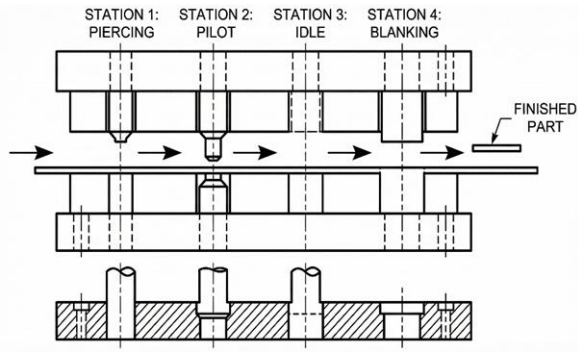
৫. নিরাপত্তা ঃ পাঞ্চ এবং ডাই যাতে একে অপরের সাথে ঘষা বা আঘাত না খায় তা নিশ্চিত করা।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি প্রোগ্রেসিভ ডাই-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৭, ২২, ২৩, ২৪

উত্তর ঃ প্রোগ্রেসিভ ডাই হলো শিট মেটাল অপারেশনের জন্য ব্যবহৃত এমন একটি উন্নত ও জটিল মাল্টি-স্টেশন (Multi-station) ডাই, যেখানে একটি ধাতব স্ট্রিপ বা পাতের ওপর একই সাথে একাধিক অপারেশন ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন হয়। এই ডাই-এ স্ট্রিপটি এক স্টেশন থেকে পরবর্তী স্টেশনে অগ্রসর হয় বা 'প্রোগ্রেস' করে বলে এর নাম প্রোগ্রেসিভ ডাই। এতে একাধিক পাঞ্চ ও ডাই ব্লক একই বেস প্লেটের ওপর সারিবদ্ধভাবে সাজানো থাকে। স্ট্রিপের সঠিক অবস্থান বা লোকেশন নিশ্চিত করার জন্য এতে 'পাইলট পিন' (Pilot Pin) এবং স্ট্রিপকে নির্দিষ্ট দূরত্বে এগিয়ে নেওয়ার জন্য অটোমেটিক ফিডিং



চিত্র: প্রোগ্রেসিভ ডাই

মেকানিজম বা 'স্টপ' (Stop) ব্যবহার করা হয়।প্রোগ্রেসিভ ডাই-এর কাজ একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। নিচে এর ধাপগুলো বর্ণনা করা হলো ঃ

১. স্ট্রিপ ফিডিং (Strip Feeding) ঃ প্রথমে কয়েল থেকে ধাতব স্ট্রিপ বা শিটকে ডাই-এর ফিডিং মেকানিজমের সাহায্যে প্রথম স্টেশনের দিকে এগিয়ে দেওয়া হয়।

২. প্রথম স্ট্রোক ও পাইলটিং ঃ প্রেস মেশিনের র‍্যাম যখন নিচে নামে, তখন ডাই-এর প্রথম স্টেশনে প্রথম অপারেশনটি সম্পন্ন হয়। সাধারণত প্রথম স্টেশনে পিয়ার্সিং বা পাঞ্চিং অপারেশন করা হয়। এই ছিদ্রগুলো পরবর্তী স্টেশনগুলোতে স্ট্রিপের সঠিক অবস্থান বা অ্যালাইনমেন্ট ঠিক রাখার জন্য 'পাইলট হোল' হিসেবে কাজ করে।

৩. স্ট্রিপের অগ্রগমন (Advancement) ঃ র‍্যাম ওপরে ওঠার পর ফিডিং মেকানিজম স্ট্রিপটিকে নির্দিষ্ট দূরত্ব বা 'পিচ' (Pitch) পরিমাণ সামনে ঠেলে দেয়। ফলে প্রথম স্টেশনে কাজ করা অংশটি দ্বিতীয় স্টেশনে চলে আসে এবং প্রথম স্টেশনে স্ট্রিপের নতুন অংশ প্রবেশ করে।

৪. যুগপৎ অপারেশন (Simultaneous Operations) ঃ পরবর্তী স্ট্রোকে র‍্যাম আবার নিচে নামে। এ সময়–

i. দ্বিতীয় স্টেশনে আগের অংশের ওপর নতুন কোনো অপারেশন (যেমন–বেন্ডিং বা ফর্মিং) হয়।
ii. একই সাথে প্রথম স্টেশনে নতুন অংশের ওপর আবার পাঞ্চিং হয়।
iii. পাইলট পিনগুলো আগের তৈরি করা ছিদ্রে প্রবেশ করে স্ট্রিপকে নিখুঁতভাবে লক করে রাখে।

৫. চূড়ান্ত অপারেশন বা ব্ল্যাংকিং ঃ এভাবে স্ট্রিপটি ধাপে ধাপে শেষ স্টেশনের দিকে এগিয়ে যায়। প্রতিটি স্টেশনে জবের আকার একটু একটু করে পূর্ণতা পায়। একদম শেষ স্টেশনে 'ব্ল্যাংকিং' অপারেশনের মাধ্যমে তৈরি হওয়া সম্পূর্ণ অংশটিকে মূল স্ট্রিপ থেকে কেটে আলাদা করে ফেলা হয়।

৬. বর্জ্য অপসারণ ঃ কাজ শেষে অবশিষ্ট স্ট্রিপটি (স্ক্র্যাপ স্কেলিটন) অপর প্রান্ত দিয়ে বেরিয়ে যায় এবং তৈরি হওয়া পার্টগুলো নিচে জমা হয়।

প্রোগ্রেসিভ ডাই-এর প্রতিটি স্ট্রোকে যদিও একটি করে পূর্ণাঙ্গ পার্ট বা পণ্য বের হয়, কিন্তু বাস্তবে ওই পার্টটি তৈরি হতে একাধিক ধাপ পার হয়ে আসে। এটি প্রোডাকশনের (Mass Production) জন্য অত্যন্ত দ্রুত ও সাশ্রয়ী পদ্ধতি। ওয়াশার, ব্র্যাকেট, ক্লিপ বা অটোমোবাইল পার্টস তৈরিতে এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

অধ্যায়-১১ ওয়ার্ক হোল্ডিং ক্লাম্পিং নীতি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। লোকেটরের কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ লোকেটরের প্রধান কাজ হলো জিগ বা ফিক্সচারে জবের সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করা এবং এর অনাকাঙ্ক্ষিত গতি বা নড়াচড়া (Degrees of Freedom) রোধ করা।

***** ২। কার্যবস্তুর 'লোকেশন' বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১০'পরি, ১৪, ১৫, ১৬, ১৬'পরি, ২০, ২২'পরি

উত্তর ঃ মেশিনিং করার সময় জিগ বা ফিক্সচারের সাপেক্ষে কার্যবস্তুকে (Workpiece) সঠিক ও নির্দিষ্ট অবস্থানে স্থাপন করাকে লোকেশন (Location) বলে।

***** ৩। ম্যাগনেটিক চাক কখন ব্যবহার করা হয়?** বাকাশিবো- ২০১৮'পরি, ২৩

উত্তর ঃ সাধারণত সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিনে অথবা খুব পাতলা ও চ্যাপ্টা লৌহজাতীয় (Ferrous) জবকে ধরার জন্য, যেখানে মেকানিক্যাল ক্ল্যাম্প ব্যবহার করা কঠিন, সেখানে ম্যাগনেটিক চাক ব্যবহার করা হয়।

***** ৪। অ্যাটাচমেন্ট বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪

উত্তর ঃ স্ট্যান্ডার্ড মেশিন টুলের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি বা ভিন্ন ধরণের অপারেশন করার জন্য মূল মেশিনের সাথে যে অতিরিক্ত সহায়ক যন্ত্রাংশ বা ডিভাইস যুক্ত করা হয়, তাকে অ্যাটাচমেন্ট (Attachment) বলে। যেমন–লেদ মেশিনে টেপার টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। থ্রি 'জ' এবং ফোর 'জ' চাকের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১১'পরি, ১২, ১২'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ২১

উত্তর ঃ থ্রি 'জ' এবং ফোর 'জ' চাকের মধ্যে পার্থক্য লেদ মেশিনে জব ধরার জন্য ব্যবহৃত থ্রি 'জ' (3-Jaw) এবং ফোর 'জ' (4-Jaw) চাকের মূল পার্থক্যগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

থ্র 'জ' চাক (Three Jaw Chuck)	ফোর 'জ' চাক (Four Jaw Chuck)
১. একে ইউনিভার্সাল (Universal) বা সেলফ সেন্টারিং চাক বলা হয়।	১. একে ইন্ডিপেন্ডেন্ট (Independent) চাক বলা হয়।
২. জ (Jaw) এর চলাচলচাক-কি (Chuck key) ঘোরালে তিনটি 'জ' একসাথে কেন্দ্রমুখী বা কেন্দ্রবিমুখী হয়ে নড়াচড়া করে।	২. প্রতিটি 'জ' আলাদা আলাদা স্ক্রুর সাহায্যে স্বতন্ত্রভাবে বা একাই নড়াচড়া করে।

৩. জবের আকৃতিশুধুমাত্র গোলাকার (Round) বা ষড়ভুজাকৃতি (Hexagonal) জব ধরার জন্য ব্যবহৃত হয়।	৩. গোলাকার, আয়তাকার, বর্গাকার বা যেকোনো অনিয়মিত (Irregular) আকৃতির জব ধরা যায়।
৪. গ্রিপিং শক্তিএর জবের ওপর গ্রিপিং পাওয়ার বা ধরার ক্ষমতা তুলনামূলক কম।	৪. এর গ্রিপিং পাওয়ার বা ধরার ক্ষমতা অনেক বেশি।
৫. সময়জব সেট করতে সময় খুব কম লাগে।	৫. জব নিখুঁতভাবে সেন্টারিং করতে সময় বেশি লাগে।
৬. নিখুঁততাএতে জবের সেন্টারিং খুব একটা নিখুঁত হয় না।	৬. এতে জবকে অত্যন্ত নিখুঁতভাবে।

***** ২। লেদ মেশিনে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার চাক এর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৬'পরি

উত্তর ঃ লেদ মেশিনে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার চাক-এর নাম ঃ

১. থ্রি-জ চাক বা ইউনিভার্সাল চাক (Three Jaw / Universal Chuck)

২. ফোর-জ চাক বা ইন্ডিপেন্ডেন্ট চাক (Four Jaw / Independent Chuck)

৩. ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic Chuck)

৪. কোলেট চাক (Collet Chuck)

৫. কম্বিনেশন চাক (Combination Chuck)

৬. ড্রিল চাক (Drill Chuck)

৭. এয়ার বা হাইড্রোলিক চাক (Air or Hydraulic Chuck)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। অপ্রয়োজনীয় লোকেটর এড়িয়ে চলা ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর ঃ জিগ ও ফিক্সচার ডিজাইনের একটি মৌলিক নিয়ম হলো–জব বা ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে ধরে রাখার জন্য ঠিক যতগুলো লোকেটর বা পিন প্রয়োজন, তার চেয়ে বেশি ব্যবহার করা যাবে না। প্রয়োজনের অতিরিক্ত লোকেটর ব্যবহার করাকে 'রিডান্ডেন্ট লোকেশন' (Redundant Location) বা ডুপ্লিকেট লোকেশন বলা হয়। নিখুঁত মেশিনিংয়ের জন্য এটি সর্বদা এড়িয়ে চলতে হয়।

কেন অপ্রয়োজনীয় লোকেটর এড়িয়ে চলতে হয়, তা নিচে বিস্তারিত ব্যাখ্যা করা হলো ঃ

১. জ্যামিতিক অসামঞ্জস্যতা (Geometric Conflict) ঃ জ্যামিতির নিয়ম অনুযায়ী, তিনটি বিন্দু একটি সমতল বা প্লেইন (Plane) গঠন করে। ৩-২-১ নীতি অনুসারে, জবের নিচের তলে বা বেস-এ ৩টি পিন ব্যবহার করলেই তা স্থির হয়।

i. যদি সেখানে ৩টির পরিবর্তে ৪টি পিন ব্যবহার করা হয় এবং জবের তল বা পিনের উচ্চতা সামান্যও অসমান হয়, তবে জবটি যেকোনো ৩টি পিনের ওপর স্পর্শ করবে এবং ৪র্থ পিনটি ফাঁকা থাকবে।

ii. ফলে মেশিনিং করার সময় জবটি দোল খাবে বা নড়বড়ে (Wobble) হবে। একে 'চেয়ারের ৪ পায়ার সমস্যা'র সাথে তুলনা করা যায়–অসমান

মেঝেতে ৪ পায়ার চেয়ার নড়বড়ে হয়, কিন্তু ৩ পায়ার টুল সব সময় স্থির থাকে।

২. জ্যামিং বা আটকে যাওয়া (Jamming) ঃ ধরা যাক, একটি জবের দুটি ছিদ্রের (Hole) সাহায্যে লোকেশন ঠিক করতে হবে।

i. যদি দুটি ছিদ্রেই দুটি পূর্ণাকার বা সলিড রাউন্ড পিন (Round Pin) ব্যবহার করা হয়, তবে জবের ছিদ্র দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের (Center distance) সামান্য কম-বেশি হলে জবটি পিনে ঢুকবে না বা জ্যাম হয়ে যাবে।

ii. এই সমস্যা এড়ানোর জন্য একটি পিনকে 'রাউন্ড' এবং অন্যটিকে 'ডায়মন্ড পিন' (Diamond Pin) হিসেবে ব্যবহার করতে হয়। ডায়মন্ড পিন অপ্রয়োজনীয় লোকেশন বা কনস্ট্রেইন দূর করে।

৩. জবের বিকৃতি (Distortion) ঃ অপ্রয়োজনীয় লোকেটর জবের ওপর অনাকাঙ্ক্ষিত চাপ সৃষ্টি করে। জোর করে জবকে একাধিক ফিক্সড লোকেটরে বসাতে গেলে জবের আকৃতি বিকৃত হতে পারে বা বেন্ডিং স্ট্রেস তৈরি হতে পারে, যা সূক্ষ্ম মেশিনিংয়ের অন্তরায়।

৪. উৎপাদন সময় ও খরচ বৃদ্ধি ঃ বেশি লোকেটর মানেই লোডিং এবং আনলোডিং-এ বেশি সময় ব্যয় হওয়া। অপারেটরকে জব বসাতে বা খুলতে অনেক কসরত করতে হয়। এছাড়া ফিক্সচার তৈরির খরচও বেড়ে যায়।

সঠিক ও নির্ভুল উৎপাদনের জন্য জিগ ও ফিক্সচারে কখনোই প্রয়োজনের অতিরিক্ত বা রিডান্ডেন্ট লোকেটর ব্যবহার করা উচিত নয়। এটি ডিজাইনের একটি বড় ত্রুটি হিসেবে গণ্য হয়।

***** ২। বিভিন্ন চাকসমূহের বর্ণনা দাও।**

উত্তর ঃ লেদ মেশিনে কার্যবস্তু বা জবকে শক্তভাবে ধরে রাখা এবং ঘোরানোর জন্য হেডস্টক স্পিন্ডলের (Headstock Spindle) সাথে যে গোলাকার যন্ত্রাংশ যুক্ত থাকে, তাকে চাক (Chuck) বলে। জবের আকৃতি ও কাজের ধরণের ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন প্রকার চাক ব্যবহার করা হয়। নিচে প্রধান চাকগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. থ্রি-জ বা ইউনিভার্সাল চাক (Three Jaw / Universal Chuck) ঃ এই চাকে তিনটি চোয়াল বা 'জ' (Jaw) থাকে। এর বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো, চাকের কি (Key) দিয়ে একটি স্ক্রু ঘোরালে তিনটি চোয়াল একই সাথে কেন্দ্র বা সেন্টারের দিকে এগিয়ে আসে বা দূরে সরে যায়।

i. গোলাকার (Round) এবং ষড়ভুজাকার (Hexagonal) জবকে খুব দ্রুত এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে কেন্দ্রে (Self-centering) স্থাপন করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

ii. এতে গ্রিপিং পাওয়ার বা ধরার ক্ষমতা ফোর-জ চাকের তুলনায় কিছুটা কম এবং অনিয়মিত আকারের জব ধরা যায় না।

২. ফোর-জ বা ইন্ডিপেন্ডেন্ট চাক (Four Jaw / Independent Chuck) ঃ এই চাকে চারটি চোয়াল থাকে এবং প্রতিটি চোয়াল আলাদা আলাদা স্ক্রু-র সাহায্যে স্বতন্ত্রভাবে নড়াচড়া করানো যায়। অর্থাৎ একটি চোয়াল সরালে অন্যগুলো নড়ে না।

i. আয়তাকার, বর্গাকার বা যেকোনো অনিয়মিত আকৃতির (Irregular shape) জব ধরার জন্য এটি আদর্শ। এছাড়া ইসেন্ট্রিক টার্নিং (Eccentric Turning) বা অফ-সেন্টার জবের জন্যও এটি ব্যবহৃত হয়।

ii. এর গ্রিপিং পাওয়ার বা জবকে শক্ত করে ধরার ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি।

৩. কম্বিনেশন চাক (Combination Chuck) ঃ এটি থ্রি-জ এবং ফোর-জ চাকের একটি সমন্বিত রূপ। এই চাকে চোয়ালগুলোকে একই সাথে (ইউনিভার্সাল মোডে) অথবা আলাদা আলাদাভাবে (ইন্ডিপেন্ডেন্ট মোডে) চালানো যায়।

i. যেখানে দ্রুত উৎপাদন এবং জটিলাকৃতির জব–উভয় ধরনের কাজই করতে হয়, সেখানে এই চাক ব্যবহৃত হয়।

৪. ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic Chuck) ঃ এই চাকে কোনো চোয়াল বা জ থাকে না। এর ফেস প্লেটে শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বক বা ইলেকট্রোম্যাগনেট বসানো থাকে। সুইচ অন করলে চুম্বকত্ব তৈরি হয় এবং জবকে আটকে রাখে।

i. খুব পাতলা বা চ্যাপ্টা ধাতব জব, যা চোয়াল দিয়ে ধরলে বাঁকা হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে, সেসব জবের ফেস বা উপরিভাগ মেশিনিং বা গ্রাইন্ডিং করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

৫. কোলেট চাক (Collet Chuck) ঃ এটি একটি বিশেষ ধরণের স্লিভ বা হাতাযুক্ত চাক, যা সরু রড বা বার (Bar) স্টক ধরার জন্য ব্যবহৃত হয়। এর ভেতরে একটি স্প্লিট কোলেট (Split Collet) থাকে যা জবের ব্যাস অনুযায়ী সংকুচিত হয়ে জবকে শক্তভাবে ধরে রাখে।

i. ছোট ব্যাসের জবের নিখুঁত মেশিনিং এবং অটোমেটিক লেদ মেশিনে মাস প্রোডাকশন বা দ্রুত উৎপাদনের জন্য এটি অত্যন্ত জনপ্রিয়।

৬. ড্রিল চাক (Drill Chuck) ঃ এটি সাধারণত জবের পরিবর্তে কাটিং টুল ধরার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি লেদ মেশিনের টেইলস্টকে (Tailstock) লাগানো থাকে।

i. লেদ মেশিনে জবের মাঝখানে ড্রিলিং বা ছিদ্র করার সময় এটি ব্যবহার করা হয়।

সঠিক চাক নির্বাচন কাজের গতি ও মান উভয়ই বৃদ্ধি করে। গোলাকার জবের জন্য থ্রি-জ, অনিয়মিত জবের জন্য ফোর-জ এবং সরু রডের জন্য কোলেট চাকই সচরাচর বেশি ব্যবহৃত হয়।

অধ্যায়-১২ ফরমিং ডাইস

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ব্ল্যাংকের সাইজ নির্ণয়ের পাঁচটি পদ্ধতির নামসহ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১৯, ২০

উত্তর ঃ ব্ল্যাংকের সাইজ নির্ণয়ের পাঁচটি পদ্ধতি হলো ঃ

১. ক্ষেত্রফল পদ্ধতি (Area Method)
২. ওজন পদ্ধতি (Weight Method)
৩. আয়তন পদ্ধতি (Volume Method)
৪. লেখচিত্র পদ্ধতি (Graphical Method)
৫. সূত্র প্রয়োগ পদ্ধতি (Formula Method)

***** ২। কাপিং বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ শিট মেটালের চ্যাপ্টা ব্ল্যাংককে (Blank) পাঞ্চ ও ডাই-এর সাহায্যে চাপ প্রয়োগ করে কাপ বা বাটির মতো আকৃতি প্রদান করার প্রক্রিয়াকে কাপিং (Cupping) বলে। এটি সাধারণত ডিপ ড্রয়িং (Deep Drawing) অপারেশনের প্রথম ধাপ।

***** ৩। এম্বোসিং কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩'পরি, ১৬'পরি

উত্তর ঃ শিট মেটাল বা পাতের ওপর ডাই ও পাঞ্চের সাহায্যে চাপ প্রয়োগ করে কোনো নকশা, অক্ষর বা সংখ্যাকে উঁচু বা নিচু করে ফুটিয়ে তোলার প্রক্রিয়াকে এম্বোসিং (Embossing) বলে।

***** ৪। কয়েনিং কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৯, ২০'পরি

উত্তর ঃ যে কোল্ড ফর্মিং বা স্কুইজিং (Squeezing) প্রক্রিয়ায় আবদ্ধ ডাই-এর মধ্যে ধাতব খণ্ডের উভয় পৃষ্ঠে প্রচণ্ড চাপ প্রয়োগ করে সূক্ষ্ম নকশা বা ছাপ তৈরি করা হয়, তাকে কয়েনিং (Coining) বলে। সাধারণত মুদ্রা বা মেডেল তৈরিতে এটি ব্যবহৃত হয়।

***** ৫। কোল্ড রোলিং বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৯, ২০

উত্তর ঃ যে প্রক্রিয়ায় ধাতুকে তার পুনঃকেলাসন বা রিক্রিস্টালাইজেশন তাপমাত্রার নিচে রোলারের মধ্য দিয়ে চালনা করে এর পুরুত্ব কমানো এবং পৃষ্ঠ মসৃণ করা হয়, তাকে কোল্ড রোলিং বলে।

**** ৬। স্টেকিং কী?**

উত্তর ঃ স্টেকিং (Staking) হলো দুটি ধাতব অংশকে স্থায়ীভাবে জোড়া লাগানোর (Permanent Joining) একটি মেকানিক্যাল প্রক্রিয়া। এতে একটি অংশের প্রজেকশন বা পিনকে অন্য অংশের ছিদ্রের মধ্যে ঢুকিয়ে, পিনের মাথায় পাঞ্চের সাহায্যে চাপ প্রয়োগ করে সেটিকে প্রসারিত বা 'ডিফর্ম' করে আটকে দেওয়া হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। বেন্ডিং প্রক্রিয়ায় স্প্রিং ব্যাক কী? এর কারণ ও প্রতিরোধের উপায় লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৬, ১২'পরি, ১৪

উত্তর ঃ বেন্ডিং প্রক্রিয়ায় স্প্রিং ব্যাক (Springback in Bending) ঃ বেন্ডিং ডাই দিয়ে কোনো ধাতব শিটকে নির্দিষ্ট কোণে বাঁকানোর পর, পাঞ্চের চাপ সরিয়ে নিলে শিটটি তার স্থিতিস্থাপকতার (Elasticity) কারণে সামান্য সোজা হওয়ার বা আগের অবস্থায় ফিরে আসার চেষ্টা করে। ধাতুর এই ধর্ম বা প্রবণতাকে স্প্রিং ব্যাক (Springback) বলে।

স্প্রিং ব্যাক-এর কারণ ঃ

১. ইলাস্টিক রিকভারি (Elastic Recovery) ঃ ধাতুর ওপর প্রযুক্ত লোড অপসারণ করলে তার ইলাস্টিক বা স্থিতিস্থাপক অংশটুকু আগের অবস্থায় ফিরে আসতে চায়।

২. মেটিরিয়ালের কঠোরতা ঃ নরম ধাতুর চেয়ে শক্ত ধাতুর স্প্রিং ব্যাক বেশি হয়।

৩. বেন্ড ব্যাসার্ধ (Bend Radius) ঃ বেন্ড ব্যাসার্ধ যত বড় হয়, স্প্রিং ব্যাক তত বেশি হয়।

প্রতিরোধের উপায় ঃ

১. ওভার বেন্ডিং (Over Bending) ঃ কাঙ্ক্ষিত কোণের চেয়ে 1° থেকে 3° বেশি বাঁকানো, যাতে স্প্রিং ব্যাক হওয়ার পর সঠিক কোণ পাওয়া যায়।

২. বটমিং (Bottoming) ঃ ভিক্টোরি বা V-ডাইয়ের তলায় পাঞ্চ দিয়ে সজোরে চাপ দেওয়া, যাতে প্লাস্টিক ডিফর্মেশন স্থায়ী হয়।

৩. স্ট্রেচ বেন্ডিং (Stretch Bending) ঃ শিটকে দুদিক থেকে টান টান অবস্থায় (Tension) রেখে বাঁকানো।

৪. কয়েনিং (Coining) ঃ বাঁকানোর কর্নার বা কোণায় প্রচণ্ড চাপ প্রয়োগ করে ধাতুর ইলাস্টিক মেমোরি নষ্ট করে দেওয়া।

***** ২। ওয়্যার ড্রয়িং পদ্ধতি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৩'পরি, ১৯'পরি, ২০

উত্তর ঃ যে মেটাল ফর্মিং প্রক্রিয়ায় একটি মোটা ধাতব রড বা তারকে টেনসাইল ফোর্স বা টান প্রয়োগ করে একটি ছোট ছিদ্রযুক্ত ডাই (Die)-এর মধ্য দিয়ে টেনে বের করা হয়, তাকে ওয়্যার ড্রয়িং বলে। এর ফলে তারের ব্যাস কমে যায় এবং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। প্রথমে ধাতব রডটিকে এসিডে ধুয়ে মরিচা ও স্কেল মুক্ত করা হয়। ঘর্ষণ কমানোর জন্য রডের গায়ে লুব্রিকেন্ট বা পিচ্ছিলকারক পদার্থ লাগানো হয়। রডের অগ্রভাগকে সোয়েজিং বা হ্যামারিং করে সরু করা হয়, যাতে এটি ডাই-এর ছিদ্রে সহজে প্রবেশ করতে পারে। সরু প্রান্তটি ডাই-এর মধ্য দিয়ে ঢুকিয়ে অপর পাশে থাকা একটি ঘূর্ণায়মান ড্রাম বা 'বুল ব্লক'-এর গ্রিপারে আটকানো হয়। ড্রামটি ঘুরতে শুরু করলে রডটি ডাই-এর মধ্য দিয়ে সজোরে বেরিয়ে আসে এবং সরু তারে পরিণত হয়ে ড্রামে পেঁচাতে থাকে।

***** ৩। টিউব ড্রয়িং প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১১, ১৩

উত্তর ঃ যে মেটাল ফর্মিং প্রক্রিয়ায় একটি বড় ব্যাসের বা মোটা দেয়ালবিশিষ্ট টিউবকে ডাই এবং ম্যান্ড্রেল (Mandrel)-এর মধ্য দিয়ে টেনে এর ব্যাস (Diameter) ও দেয়ালের পুরুত্ব (Wall thickness) কমিয়ে কাঙ্ক্ষিত আকারে আনা হয়, তাকে টিউব ড্রয়িং বলে। প্রথমে টিউবের এক প্রান্তকে

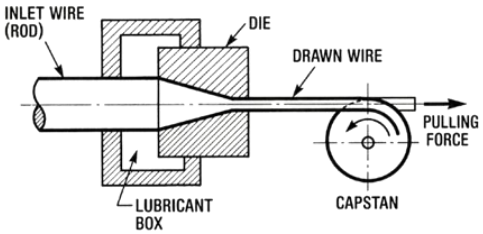
কিছুটা সরু বা 'পয়েন্টিং' (Pointing) করা হয়, যাতে এটি ডাই-এর ছিদ্র দিয়ে প্রবেশ করতে পারে। এরপর টিউবটিকে ডাই-এর ভেতর দিয়ে ঢুকিয়ে ড্র বেঞ্চের গ্রিপার দিয়ে ধরা হয়। এরপর প্রচণ্ড শক্তিতে টিউবটিকে টানা হয়। ডাই টিউবের বাইরের ব্যাস কমায় এবং ভেতরে থাকা ম্যান্ড্রেল টিউবের ভেতরের ব্যাস ও পুরুত্ব নিয়ন্ত্রণ করে।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চিত্রের সাহায্যে তার তৈরি করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১৮'পরি, ১৯, ১৯'পরি, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ মেটাল ফর্মিং প্রক্রিয়ায় একটি মোটা ধাতব রড বা তারকে (Wire Rod) একটি সরু ছিদ্রযুক্ত ডাই (Die)-এর মধ্য দিয়ে টেনে এর ব্যাস কমিয়ে এবং দৈর্ঘ্য বাড়িয়ে সরু তারে পরিণত করার পদ্ধতিকে ওয়্যার ড্রয়িং (Wire Drawing) বলে। এটি সাধারণত কোল্ড ওয়ার্কিং বা সাধারণ তাপমাত্রায় করা হয়। তার তৈরির সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি কয়েকটি ধাপে সম্পন্ন হয় ঃ



চিত্রঃ ওয়্যার ড্রয়িং

১. পরিষ্কারকরণ বা পিকলিং (Cleaning/Pickling) ঃ কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহৃত মেটাল রড বা কয়েলের গায়ে জং (Rust) বা স্কেল থাকলে তা ডাই নষ্ট করে দিতে পারে। তাই প্রথমে অ্যাসিড বা বিশেষ রাসায়নিক দিয়ে রডটি ধুয়ে পরিষ্কার করা হয়।

২. পয়েন্টিং (Pointing) ঃ মোটা রডের শুরুর প্রান্তটি ডাই-এর সরু ছিদ্র দিয়ে এমনিতেই প্রবেশ করবে না। তাই রডের সামনের অংশটিকে সোয়েজিং (Swaging) বা হ্যামারিং করে পেন্সিলের মতো সুচালো করা হয়, যাতে তা ডাই-এর ভেতর দিয়ে সহজে ঢুকিয়ে গ্রিপার দিয়ে ধরা যায়।

৩. লুব্রিকেশন (Lubrication) ঃ ডাই এবং তারের মধ্যে প্রচণ্ড ঘর্ষণ হয়। এই ঘর্ষণ ও তাপ কমাতে ডাই-এর মুখে এবং তারের গায়ে লুব্রিকেন্ট লাগানো হয়।

৪. ড্রয়িং অপারেশন (Drawing Operation) ঃ সুচালো প্রান্তটি ডাই-এর ভেতর দিয়ে ঢুকিয়ে অপর পাশে থাকা একটি গ্রিপার বা চিমটার সাহায্যে ঘূর্ণায়মান ড্রাম বা 'বুল ব্লক'-এর সাথে আটকে দেওয়া হয়। মোটর চালু করলে ড্রাম ঘুরতে থাকে এবং রডটিকে প্রচণ্ড শক্তিতে ডাই-এর ভেতর দিয়ে টেনে নেয়।

৫. প্লাস্টিক ডিফর্মেশন ঃ ডাই-এর ছিদ্রটি ক্রমহ্রাসমান (Tapered)। মোটা রডটি যখন জোরপূর্বক সরু ছিদ্র দিয়ে বের হয়, তখন এর ওপর ডাই-এর দেয়াল থেকে 'কম্প্রেসিভ ফোর্স' এবং টানের ফলে 'টেনসাইল ফোর্স' কাজ করে। ফলে ধাতুর প্লাস্টিক ডিফর্মেশন ঘটে–ব্যাস কমে যায় এবং দৈর্ঘ্য বেড়ে যায়।

৬. অ্যানিলিং (Annealing) ঃ একবার টানলে তারটি শক্ত ও ভঙ্গুর (Work Hardened) হয়ে যায়। যদি আরও সরু তারের প্রয়োজন হয়, তবে তারটিকে আবার গরম করে নরম (Annealing) করে নেওয়া হয় এবং পুনরায় ছোট ব্যাসের ডাই-এর মধ্য দিয়ে টানা হয়।

এভাবে ধাপে ধাপে মোটা রড থেকে কাঙ্ক্ষিত ব্যাসের সরু বৈদ্যুতিক তার বা জিআই তার তৈরি করা হয়।

***** ২। কোল্ড ওয়ার্কিং প্রক্রিয়ায় টিউব ড্রয়িং প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১০'পরি, ২০'পরি

উত্তর ঃ টিউব ড্রয়িং হলো একটি কোল্ড ওয়ার্কিং মেটাল ফর্মিং প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে বড় ব্যাস বা মোটা দেয়ালবিশিষ্ট টিউবকে একটি ডাই (Die) এবং ম্যান্ড্রেল (Mandrel)-এর মধ্য দিয়ে টেনে এর ব্যাস (Diameter) ও দেয়ালের পুরুত্ব (Wall thickness) কমিয়ে কাঙ্ক্ষিত আকারে আনা হয়। এই প্রক্রিয়ায় টিউবের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় এবং পৃষ্ঠ মসৃণ ও শক্তিশালী হয়।

এই প্রক্রিয়ায় টিউবটিকে সাধারণ তাপমাত্রায় টান বা টেনসাইল ফোর্সের (Tensile Force) মাধ্যমে প্লাস্টিক ডিফর্মেশন ঘটানো হয়। ডাই টিউবের বাইরের ব্যাস নিয়ন্ত্রণ করে এবং ভেতরে থাকা ম্যান্ড্রেল টিউবের ভেতরের ব্যাস ও পুরুত্ব নিয়ন্ত্রণ করে।

ম্যান্ড্রেল ব্যবহারের ওপর ভিত্তি করে টিউব ড্রয়িং প্রধানত ৪ প্রকার। নিচে এদের বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

১. টিউব সিঙ্কিং (Tube Sinking) ঃ এই পদ্ধতিতে টিউবের ভেতরে কোনো ম্যান্ড্রেল ব্যবহার করা হয় না। টিউবটিকে শুধুমাত্র ডাই-এর মধ্য দিয়ে টানা হয়।

২. ফিক্সড প্লাগ বা স্টেশনারি ম্যান্ড্রেল (Fixed Plug Drawing) ঃ এই পদ্ধতিতে ডাই-এর ঠিক মাঝখানের অবস্থানে একটি ম্যান্ড্রেল বা প্লাগ স্থির করে রাখা হয়। টিউবটি ডাই এবং স্থির প্লাগের মাঝখান দিয়ে টানা হয়।

৩. ফ্লোটিং প্লাগ (Floating Plug Drawing) ঃ এটি আধুনিক এবং বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। এখানে ম্যান্ড্রেল বা প্লাগটি কোনো রড দিয়ে আটকানো থাকে না, বরং এটি ডাই-এর মুখে এমনভাবে ডিজাইন করা থাকে যে টিউব টানার সময় ঘর্ষণের ফলে এটি নিজেই সঠিক অবস্থানে ভেসে থাকে (Floats)।

৪. মুভিং ম্যান্ড্রেল (Moving Mandrel Drawing) ঃ এই পদ্ধতিতে ম্যান্ড্রেলটি টিউবের ভেতরে ঢুকিয়ে দেওয়া হয় এবং টিউবের সাথেই ম্যান্ড্রেলটি ডাই-এর ভেতর দিয়ে গতিশীল থাকে।

টিউব ড্রয়িং প্রক্রিয়ার ধাপসমূহ ঃ

১. পরিষ্কারকরণ (Pickling) ঃ টিউবের গায়ে থাকা মরিচা বা অক্সাইড দূর করার জন্য এসিড দিয়ে ধুয়ে পরিষ্কার করা হয়।

২. লুব্রিকেশন ঃ ঘর্ষণ ও তাপ কমানোর জন্য লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করা হয়।

৩. পয়েন্টিং (Pointing) ঃ টিউবের সামনের অংশকে সোয়েজিং করে সরু করা হয় যাতে এটি ডাই-এর ছিদ্র দিয়ে সহজে প্রবেশ করতে পারে।

৪. ড্রয়িং ঃ ড্র বেঞ্চের গ্রিপার দিয়ে টিউবের সরু মাথাটি ধরে প্রচণ্ড শক্তিতে টানা হয়।

৫. অ্যানিলিং (Annealing) ঃ একাধিকবার ড্রয়িং করার প্রয়োজন হলে টিউবটি শক্ত হয়ে যায় (Work Hardening), তাই একে নমনীয় করার জন্য মাঝে মাঝে অ্যানিলিং বা তাপ দিয়ে নরম করে নেওয়া হয়।

অধ্যায়-১৩ উৎপাদনের মৌলিক টুলসসমূহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্রেসার ডাই কাস্টিং ডাইস কাকে বলে?**

উত্তর ঃ প্রেসার ডাই কাস্টিং প্রক্রিয়ায় গলিত ধাতুকে উচ্চ চাপে (High Pressure) নির্দিষ্ট আকার দেওয়ার জন্য যে ধাতব ছাঁচ বা মোল্ড (Mold) ব্যবহার করা হয়, তাকে প্রেসার ডাই কাস্টিং ডাইস বলে। এটি সাধারণত দুটি অংশে (ফিক্সড ও মুভেবল) বিভক্ত থাকে এবং উচ্চ তাপ ও চাপ সহ্য করতে পারে।

***** ২। ইনজেকশন মোল্ডিং ডাইস কাকে বলে?**

উত্তর ঃ ইনজেকশন মোল্ডিং মেশিনে গলিত প্লাস্টিক বা পলিমার মেটেরিয়ালকে উচ্চ চাপে প্রবেশ করিয়ে ঠাণ্ডা ও শক্ত করে নির্দিষ্ট আকৃতির পণ্য তৈরি করার জন্য যে ধাতব ছাঁচ (Mold) বা টুল ব্যবহার করা হয়, তাকে ইনজেকশন মোল্ডিং ডাইস বলে।

***** ৩। ডাই কাস্টিং কী?**

উত্তর ঃ গলিত ধাতুকে উচ্চ চাপে (High Pressure) ধাতব ডাই বা ছাঁচের (Mold) মধ্যে প্রবেশ করিয়ে কাস্টিং তৈরি করার প্রক্রিয়াকে ডাই কাস্টিং বলে।

***** ৪। ফোজিং কাকে বলে?**

উত্তর ঃ ধাতব খণ্ডকে হাতুড়ি বা প্রেসের সাহায্যে চাপ বা বল প্রয়োগ করে (Compressive Force) প্লাস্টিক ডিফর্মেশনের মাধ্যমে নির্দিষ্ট আকার ও আকৃতি দেওয়ার পদ্ধতিকে ফোর্জিং (Forging) বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মেটাল এক্সট্রুশন ডাইস-এর প্রাধান উপাদানসমূহ লেখ।**

উত্তর ঃ মেটাল এক্সট্রুশন ডাইস-এর প্রধান উপাদানসমূহ ঃ

১. ডাই (Die)
২. ডাই হোল্ডার (Die Holder)
৩. ডাই ব্যাকার (Die Backer)
৪. বোলস্টার (Bolster)
৫. সাব-বোলস্টার (Sub-bolster)
৬. প্রেসার রিং (Pressure Ring)
৭. ম্যান্ড্রেল (Mandrel)
৮. স্পাইডার (Spider)

***** ২। মেটাল এক্সট্রুশন ডাইসের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লেখ।**

উত্তর ঃ মেটাল এক্সট্রুশন ডাইস-এর সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১. অত্যন্ত জটিল (Complex) ও ফাঁপা (Hollow) আকৃতির পণ্য সহজে তৈরি করা যায়।

২. উৎপাদিত পণ্যের যান্ত্রিক শক্তি ও কাঠিন্য বৃদ্ধি পায়।

৩. সারফেস ফিনিশ বা মসৃণতা এবং ডাইমেনশনাল সঠিকতা খুব ভালো পাওয়া যায়।

৪. মেশিনিং-এর তুলনায় উপাদানের অপচয় (Material Waste) খুব কম হয়।

৫. মাস প্রোডাকশন বা গণউৎপাদনে এটি অত্যন্ত কার্যকর।

অসুবিধাসমূহ ঃ

১. ডাই ও আনুষঙ্গিক সরঞ্জাম তৈরির প্রাথমিক খরচ (Tooling Cost) অনেক বেশি।

২. মেশিন সেটআপ করতে সময় ও খরচ বেশি লাগে, তাই অল্প উৎপাদনের জন্য লাভজনক নয়।

৩. অত্যন্ত শক্ত বা ভঙ্গুর ধাতু (Brittle Metal) এক্সট্রুশন করা কঠিন।

৪. পণ্যের প্রস্থ বা আকার মেশিনের কন্টেইনারের সাইজের ওপর সীমাবদ্ধ থাকে।

**** ৩। ইনজেকশন মোল্ডিং ডাইস-এর বিভিন্ন অংশসমূহের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ ইনজেকশন মোল্ডিং ডাই বা মোল্ডের প্রধান অংশগুলোর নাম ঃ

১. মোল্ড বেস (Mold Base)
২. ক্যাভিটি প্লেট (Cavity Plate) - ফিমেল অংশ
৩. কোর প্লেট (Core Plate) - মেল অংশ
৪. স্প্রু বুশিং (Sprue Bushing)
৫. রানার সিস্টেম (Runner Szstem)
৬. গেট (Gate)
৭. ইজেক্টর পিন (Ejector Pin)
৮. ইজেক্টর প্লেট (Ejector Plate)
৯. গাইড পিন ও গাইড বুশ (Guide Pin and Guide Bush)
১০. লোকেটিং রিং (Locating Ring)
১১. কুলিং চ্যানেল (Cooling Channel)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। প্রেসার ডাই কাস্টিং ডাইস-এর গঠনগত বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা কর।**

উত্তর ঃ প্রেসার ডাই কাস্টিং (Pressure Die Casting) প্রক্রিয়ায় উচ্চ চাপে ও দ্রুত গতিতে গলিত ধাতু ছাঁচে প্রবেশ করানো হয়। তাই এই ডাই বা ছাঁচের গঠন অত্যন্ত মজবুত, নিখুঁত এবং জটিল হতে হয়। এটি সাধারণত দুটি প্রধান অংশে বিভক্ত থাকে এবং উন্নতমানের টুল স্টিল দিয়ে তৈরি হয়।

নিচে প্রেসার ডাই কাস্টিং ডাইস-এর প্রধান গঠনগত বৈশিষ্ট্যগুলো আলোচনা করা হলো ঃ

১. দুটি প্রধান অর্ধাংশ (Two Main Halves) ঃ এই ডাইটি প্রধানত দুটি অংশে বিভক্ত থাকে ঃ

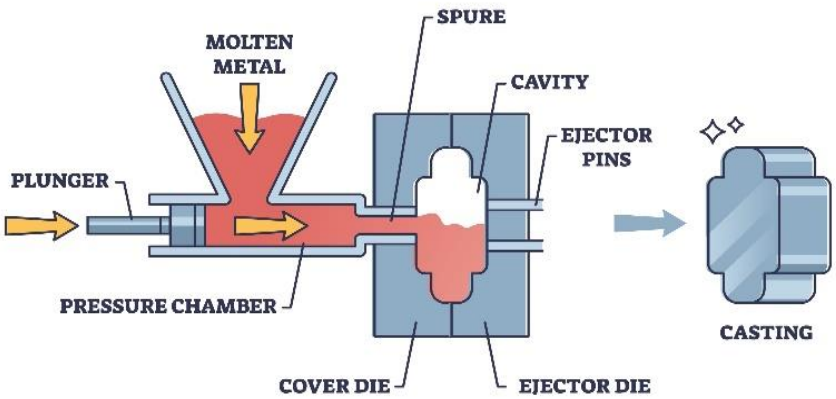
i. ফিক্সড বা কভার ডাই (Fixed / Cover Die) ঃ এটি মেশিনের স্থির প্লেট বা প্ল্যাটেনের সাথে যুক্ত থাকে। গলিত ধাতু স্প্রু বা নজলের মাধ্যমে এই অংশ দিয়েই ডাইয়ে প্রবেশ করে।

ii. মুভেবল বা ইজেক্টর ডাই (Movable / Ejector Die) ঃ এটি মেশিনের চলমান প্লেটের সাথে যুক্ত থাকে। ঢালাই শেষে এটি পিছিয়ে আসে এবং তৈরি হওয়া পার্টটি বের করে দেয়।

২. ক্যাভিটি ও কোর (Cavity and Core) ঃ

i. ক্যাভিটি (Cavity) ঃ এটি সাধারণত ফিক্সড ডাই অংশে থাকে এবং কাস্টিং বা জবের বাইরের আকৃতি (External Shape) প্রদান করে। একে ফিমেল অংশও বলা হয়।

ii. কোর (Core) ঃ এটি মুভেবল ডাই অংশে থাকে এবং জবের ভেতরের ফাঁপা বা অভ্যন্তরীণ আকৃতি (Internal Shape) তৈরি করে। একে মেল অংশ বলা হয়।



৩. ফিডিং সিস্টেম (Feeding Szstem) ঃ গলিত ধাতু যাতে দ্রুত এবং সুষমভাবে ক্যাভিটিতে পৌঁছাতে পারে, সেজন্য এতে বিশেষ পথ থাকে ঃ

i. স্প্রু (Sprue) ঃ যে পথ দিয়ে ধাতু প্রথমে ডাইয়ে ঢোকে।

ii. রানার (Runner) ঃ স্প্রু থেকে ক্যাভিটি পর্যন্ত ধাতু প্রবাহের সংযোগকারী চ্যানেল।

iii. গেট (Gate) ঃ রানারের শেষ প্রান্ত এবং ক্যাভিটির প্রবেশপথ, যা ধাতুর প্রবাহ ও চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

৪. ইজেকশন মেকানিজম (Ejection Mechanism) ঃ ধাতু ঠান্ডা ও শক্ত হওয়ার পর কাস্টিংটিকে ডাই থেকে বের করার জন্য মুভেবল অংশে ইজেক্টর পিন (Ejector Pins) বসানো থাকে। ডাই খোলার পর এই পিনগুলো সামনের দিকে ধাক্কা দিয়ে কাস্টিংটিকে বের করে দেয়। পিনগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ইজেক্টর প্লেট ব্যবহার করা হয়।

৫. কুলিং সিস্টেম (Cooling Szstem) ঃ কাস্টিং প্রক্রিয়াটি খুব দ্রুত সম্পন্ন হয় এবং প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। ডাইয়ের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করতে এবং দ্রুত কাস্টিং ঠান্ডা করতে ডাইয়ের ভেতরে পানির প্রবাহের জন্য চ্যানেল বা ড্রিল করা পথ থাকে। একে ওয়াটার লাইন বা কুলিং চ্যানেল বলে।

৬. ভেন্টিং ও ওভারফ্লো সিস্টেম (Venting and Overflow Szstem) ঃ গলিত ধাতু ঢোকার সময় ক্যাভিটির ভেতরে থাকা বাতাস যাতে বের হতে পারে এবং কাস্টিংয়ে যাতে কোনো ছিদ্র (Porosity) তৈরি না হয়, সেজন্য বাতাসের বের হওয়ার জন্য সরু ভেন্ট বা 'এয়ার ভেন্ট' থাকে। এছাড়া অতিরিক্ত ধাতু জমা হওয়ার জন্য 'ওভারফ্লো কুপ' (Overflow well) রাখা হয়।

৭. গাইড পিন ও বুশ (Guide Pin and Bush) ঃ ডাইয়ের দুটি অংশ (ফিক্সড ও মুভেবল) যাতে প্রতিবার বন্ধ হওয়ার সময় একেবারে নিখুঁতভাবে ও সামঞ্জস্যপূর্ণভাবে (Aligned) মেলে, সেজন্য গাইড পিন ও গাইড বুশ ব্যবহার করা হয়।

৮. ডাই ম্যাটেরিয়াল (Die Material) ঃ উচ্চ চাপ ও তাপ সহ্য করার জন্য এই ডাই সাধারণত 'হট ওয়ার্ক টুল স্টিল' (যেমন–H13, H11 গ্রেড) দিয়ে তৈরি হয়, যা তাপীয় শকে (Thermal Shock) ফেটে যায় না।

প্রেসার ডাই কাস্টিং ডাইস-এর এই বিশেষ গঠনগত বৈশিষ্ট্যগুলোর কারণেই এটি দিয়ে অটোমোবাইল পার্টস, খেলনা এবং জটিল যন্ত্রাংশ অত্যন্ত দ্রুত ও নিখুঁতভাবে তৈরি করা সম্ভব হয়।

***** ২। ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর ঃ ইনজেকশন মোল্ডিং হলো প্লাস্টিক পণ্য উৎপাদনের একটি অত্যন্ত জনপ্রিয় ও বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। এই প্রক্রিয়ায় দানাদার প্লাস্টিক ম্যাটেরিয়ালকে (Granules) তাপ ও ঘর্ষণের মাধ্যমে গলিয়ে উচ্চ চাপে একটি নির্দিষ্ট ছাঁচ বা 'মোল্ড'-এর (Mold) ভেতরে প্রবেশ করানো হয় এবং পরে ঠাণ্ডা করে কঠিন পণ্যে রূপান্তর করা হয়। এটি সাধারণত মাস প্রোডাকশনের (Mass Production) জন্য ব্যবহৃত হয়।

ইনজেকশন মোল্ডিং একটি চক্রাকার বা সাইক্লিক (Cyclic) প্রক্রিয়া। নিচে এর ধাপগুলো ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলো ঃ

১. ম্যাটেরিয়াল ফিডিং (Material Feeding) ঃ প্রথমে প্লাস্টিকের ছোট ছোট দানা বা 'পেলেস্ট' (Pellets) মেশিনের ওপরের অংশে থাকা হপার

(Hopper)-এর মধ্য দিয়ে ঢালা হয়। হপার থেকে দানাগুলো অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে নিচে ব্যারেলের (Barrel) ভেতর প্রবেশ করে।

২. প্লাস্টিসাইজিং বা গলন (Plasticizing) ঃ ব্যারেলের ভেতরে একটি দীর্ঘ স্ক্রু (Screw) থাকে যা অনবরত ঘুরতে থাকে। ব্যারেলের গায়ে লাগানো বৈদ্যুতিক হিটার (Heater) এবং স্ক্রুর ঘূর্ণনের ফলে সৃষ্ট ঘর্ষণজনিত তাপে প্লাস্টিক দানাগুলো গলে তরল বা সান্দ্র (Viscous) অবস্থায় পরিণত হয়। স্ক্রু ঘুরতে ঘুরতে এই গলিত প্লাস্টিককে সামনের দিকে নজেলের (Nozzle) কাছে জমা করে।

৩. মোল্ড ক্লোজিং বা ক্ল্যাম্পিং (Clamping) ঃ গলিত প্লাস্টিক ইনজেক্ট করার আগে মেশিনের ক্ল্যাম্পিং ইউনিট মোল্ডের দুটি অংশকে (কোর ও ক্যাভিটি) খুব শক্তভাবে চেপে ধরে রাখে। এটি নিশ্চিত করে যে ইনজেকশনের প্রচণ্ড চাপে মোল্ডটি যেন খুলে না যায়।

৪. ইনজেকশন (Injection) ঃ মোল্ড বন্ধ হওয়ার পর, স্ক্রুটি ঘূর্ণন থামিয়ে দেয় এবং একটি প্লাঞ্জার (Plunger) বা পিস্টনের মতো সোজা সামনের দিকে ধাক্কা দেয়। এই ধাক্কার ফলে গলিত প্লাস্টিক তীব্র গতিতে ও উচ্চ চাপে নজেল দিয়ে মোল্ডের রানার ও গেট হয়ে ক্যাভিটির (Cavity) ভেতরে প্রবেশ করে এবং মোল্ডের আকৃতি ধারণ করে।

৫. হোল্ডিং প্রেসার ও কুলিং (Holding Pressure & Cooling) ঃ প্লাস্টিক ঠান্ডা হলে কিছুটা সংকুচিত হয়। এই সংকোচন পূরণ করার জন্য স্ক্রু কিছুক্ষণ চাপ ধরে রাখে (Holding Pressure)। ইতিমধ্যে মোল্ডের ভেতরে থাকা কুলিং চ্যানেল দিয়ে ঠান্ডা পানি প্রবাহিত করা হয়, যা দ্রুত প্লাস্টিককে ঠান্ডা ও শক্ত করে ফেলে।

৬. মোল্ড ওপেনিং ও ইজেকশন (Mold Opening & Ejection) ঃ পণ্যটি পুরোপুরি শক্ত হয়ে গেলে ক্ল্যাম্পিং ইউনিট খুলে যায় (Mold Opens)। এরপর ইজেক্টর পিন (Ejector Pin) বা প্লেট ধাক্কা দিয়ে তৈরি হওয়া পণ্যটিকে মোল্ড থেকে বের করে দেয়।

অধ্যায়-১৪ পর্যবেক্ষণ ও গেজিং-এর জন্য টুল ডিজাইন

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। গেজিং কী?**

উত্তর ঃ কোনো উৎপাদিত পণ্যের আকার বা আকৃতি নির্দিষ্ট সীমার (Limit) মধ্যে আছে কি না, তা পরিমাপ না করে (Without measuring) শুধুমাত্র যাচাই (Check) করার প্রক্রিয়াকে গেজিং (Gauging) বলে।

***** ২। গেজ ম্যাটেরিয়ালস কাকে বলে?**

উত্তর ঃ গেজ বা পরিমাপক যন্ত্র তৈরির জন্য উচ্চ ক্ষয়প্রতিরোধী (Wear resistant), শক্ত এবং মাত্রাগতভাবে স্থিতিশীল (Dimensionally stable) যে সকল পদার্থ ব্যবহার করা হয়, তাদেরকে গেজ ম্যাটেরিয়ালস বলে। যেমন– হাই কার্বন স্টিল, অ্যালোয় স্টিল, টাংস্টেন কার্বাইড, গ্লাস ইত্যাদি।

***** ৩। গেজ পরিমাপ কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কোনো বস্তুর প্রকৃত মান (Numerical Value) নির্ণয় না করে, বস্তুটি পূর্বনির্ধারিত নির্দিষ্ট সীমার (Tolerance Limit) মধ্যে আছে কি না তা যাচাই করার পদ্ধতিকে গেজিং বা গেজ পরিমাপ বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। গেজ তৈরিতে কোন কোন মালামাল ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ গেজ যেহেতু একটি পরিমাপক ও চেকিং টুল, তাই এর ক্ষয়রোধী ক্ষমতা (Wear Resistance), কাঠিন্য (Hardness) এবং ডাইমেনশনাল স্ট্যাবিলিটি খুব বেশি হওয়া প্রয়োজন। এ কারণে সাধারণত নিচের উপাদানগুলো ব্যবহৃত হয় ঃ

১. হাই কার্বন স্টিল (High Carbon Steel) ঃ সস্তা এবং সহজে হিট ট্রিটমেন্ট করা যায় বলে এটি বহুল ব্যবহৃত।

২. অ্যালয় স্টিল (Alloy Steel) ঃ যেমন–ম্যাঙ্গানিজ স্টিল, ক্রোমিয়াম স্টিল বা টাংস্টেন স্টিল।

৩. কেস হার্ডেনড মাইল্ড স্টিল (Case Hardened Mild Steel) ঃ বডি শক্ত এবং সারফেস ক্ষয়রোধী করার জন্য।

৪. সিমেন্টেড কার্বাইড (Cemented Carbide) ঃ গেজের টিপ বা স্পর্শতল (Contact Point) তৈরির জন্য, যেখানে প্রচুর ঘর্ষণ হয়।

৫. ক্রোম প্লেটেড স্টিল (Chrome Plated Steel) ঃ মরিচা ও ক্ষয় থেকে রক্ষা করার জন্য।

৬. ইনভার (Invar) ঃ তাপমাত্রার পরিবর্তনে যাতে গেজের মাপে কম-বেশি না হয়, তার জন্য প্রিসিশন গেজে এটি ব্যবহৃত হয়।

৭. গ্লাস (Glass) ঃ কিছু বিশেষ প্লাগ বা রিং গেজে ব্যবহৃত হয়।

***** ২। সিএমএম মেশিনের প্রয়োগক্ষেত্রসমূহ লেখ।**

উত্তর ঃ সিএমএম বা কো-অর্ডিনেট মেজারিং মেশিন বর্তমানে প্রিসিশন ম্যানুফ্যাকচারিং শিল্পে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এর প্রধান প্রয়োগক্ষেত্রগুলো হলো ঃ

১. মান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) ঃ উৎপাদিত পণ্যের ডাইমেনশনাল বা জ্যামিতিক সঠিকতা (যেমন–দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, ব্যাস, কোণ) অত্যন্ত সূক্ষ্মভাবে যাচাই করতে।

২. রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং (Reverse Engineering) ঃ কোনো ফিজিক্যাল পার্ট বা বস্তুর মাপ নিয়ে তা থেকে ক্যাড (CAD) মডেল বা ড্রয়িং তৈরি করতে।

৩. টুলিং ইন্সপেকশন ঃ জটিল আকৃতির ডাই, মোল্ড, জিগ ও ফিক্সচার-এর প্রোফাইল এবং মাপ পরীক্ষা করতে।

৪. টলারেন্স যাচাই ঃ ডিজাইনে দেওয়া জিডি অ্যান্ড টি (GD&T) বা টলারেন্স অনুযায়ী বস্তুটি তৈরি হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করতে।

৫. প্রোটোটাইপ বা ফার্স্ট পিস ইন্সপেকশন ঃ উৎপাদনের শুরুতে প্রথম তৈরি করা নমুনা বা প্রোটোটাইপ সঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে।

***** ৩। আলোকরশ্মি দ্বারা পরিমাপ পদ্ধতিসমূহের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ আলোকরশ্মি বা অপটিক্যাল পদ্ধতিতে সূক্ষ্ম পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত প্রধান পদ্ধতি বা যন্ত্রসমূহের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১. অপটিক্যাল ফ্ল্যাট (Optical Flat) ঃ আলোর ব্যাতিচার বা ইন্টারফারেন্স (Interference) নীতি ব্যবহার করে সমতলতা (Flatness) পরীক্ষা করা হয়।

২. ইন্টারফেরোমিটার (Interferometer) ঃ অত্যন্ত সূক্ষ্ম দৈর্ঘ্য ও সারফেস ফিনিশ পরিমাপের জন্য।

৩. টুলমেকার্স মাইক্রোস্কোপ (Toolmaker's Microscope) ঃ ছোট যন্ত্রাংশের দৈর্ঘ্য, কোণ ও থ্রেডের প্রোফাইল মাপার জন্য।

৪. প্রোফাইল প্রজেক্টর (Profile Projector) ঃ জবের ছায়া বড় করে পর্দায় ফেলে এর আকৃতি ও মাপ পরীক্ষা করা হয়।

৫. অটোকলিমেটর (Autocollimator) ঃ অতি সূক্ষ্ম কোণ এবং সরলরেখা (Straightness) পরিমাপের জন্য।

৬. লেজার স্ক্যানিং বা লেজার ইন্টারফেরোমেট্রি (Laser Interferometry) ঃ আধুনিক ও অত্যন্ত নিখুঁত পরিমাপের জন্য।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। গেজিং-এর প্রকারভেদ লেখ।**

উত্তর ঃ মাস প্রোডাকশনে (Mass Production) প্রতিটি যন্ত্রাংশের মাপ আলাদাভাবে পরিমাপ না করে, সেটি নির্দিষ্ট সীমার (Tolerance Limit) মধ্যে আছে কি না তা দ্রুত যাচাই করার প্রক্রিয়াকে গেজিং (Gauging) বলে। কাজের ধরন, নির্ভুলতা এবং আকৃতিভেদে গেজকে বিভিন্নভাবে ভাগ করা যায়। নিচে গেজিং-এর প্রধান প্রকারভেদগুলো আলোচনা করা হলো ঃ

১. ব্যবহার বা নির্ভুলতার ওপর ভিত্তি করে (According to Use/Accuracy) ঃ এই শ্রেণিতে গেজকে তিন ভাগে ভাগ করা হয় ঃ

i. ওয়ার্কশপ গেজ (Workshop Gage) ঃ মেশিন শপে কাজ করার সময় অপারেটররা জবের মাপ ঠিক আছে কি না তা দেখার জন্য এই গেজ ব্যবহার করে। এর টলারেন্স কিছুটা কম রাখা হয় যাতে জবটি বাতিল না হয়।

ii. ইনস্পেকশন গেজ (Inspection Gage) ঃ জবের কাজ শেষ হওয়ার পর কোয়ালিটি কন্ট্রোল ইন্সপেক্টররা জবের চূড়ান্ত মাপ পরীক্ষার জন্য এই গেজ ব্যবহার করে। এটি ওয়ার্কশপ গেজের চেয়ে বেশি নিখুঁত হয়।

iii. মাস্টার বা রেফারেন্স গেজ (Master or Reference Gage) ঃ ওয়ার্কশপ এবং ইনস্পেকশন গেজগুলো সঠিক আছে কি না বা ক্ষয় হয়েছে কি না, তা যাচাই করার জন্য এই অতি-উচ্চ নির্ভুল গেজ ল্যাবরেটরিতে ব্যবহার করা হয়।

২. গঠন বা আকৃতি অনুযায়ী (According to Form/Shape) ঃ জবের বিভিন্ন অংশের মাপ পরীক্ষার জন্য বিভিন্ন আকৃতির গেজ ব্যবহৃত হয় ঃ

i. প্লাগ গেজ (Plug Gage) ঃ কোনো জবের ছিদ্র বা হোলের (Hole) ব্যাস সঠিক আছে কি না তা পরীক্ষার জন্য প্লাগ গেজ ব্যবহার করা হয়। এর দুটি প্রান্ত থাকে–'গো' (Go) এবং 'নো-গো' (No-Go)।

ii. রিং গেজ (Ring Gage) ঃ গোলাকার দণ্ড বা শ্যাফটের (Shaft) বাইরের ব্যাস পরীক্ষার জন্য রিং বা আংটি আকৃতির এই গেজ ব্যবহার করা হয়।

iii. স্ন্যাপ গেজ (Snap Gage) ঃ এটি ইংরেজি 'C' বা 'U' আকৃতির হয়। শ্যাফট বা কোনো বস্তুর বাইরের মাপ দ্রুত পরীক্ষা করার জন্য এটি খুব

জনপ্রিয়। এর এক মুখে 'গো' এবং অন্য মুখে 'নো-গো' অ্যানভিল থাকে।

iv. ফিলার গেজ (Feeler Gage) ঃ দুটি পার্টস বা জবের মাঝখানের ফাঁক বা গ্যাপ (Clearance/Gap) পরিমাপ করার জন্য পাতলা ধাতব পাতের তৈরি এই গেজ ব্যবহার করা হয়। (যেমন–স্পার্ক প্লাগের গ্যাপ মাপা)।

v. থ্রেড গেজ (Thread Gage) ঃ নাট বা বোল্টের থ্রেড বা প্যাঁচের পিচ এবং আকার ঠিক আছে কি না তা দেখার জন্য থ্রেড প্লাগ (ভেতরের প্যাঁচের জন্য) এবং থ্রেড রিং (বাইরের প্যাঁচের জন্য) গেজ ব্যবহৃত হয়।

vi. রেডিয়াস বা ফিলেট গেজ (Radius Gage) ঃ জবের কোণার রাউন্ড বা কার্ভ (Curve) ঠিক আছে কি না তা মাপতে এটি ব্যবহৃত হয়।

vii. টেমপ্লেট বা ফর্ম গেজ (Form Gage) ঃ কোনো জবের বিশেষ বা জটিল আকৃতি (Profile) ঠিক আছে কি না তা যাচাই করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

৩. লিমিট বা সীমা অনুযায়ী (According to Limit) ঃ

i. ফিক্সড লিমিট গেজ (Fixed Limit Gage) ঃ এই গেজগুলোর মাপ পরিবর্তন করা যায় না। যেমন–সলিড প্লাগ গেজ।

ii. অ্যাডজাস্টেবল গেজ (Adjustable Gage) ঃ প্রয়োজনে এর মাপ সামান্য কম-বেশি করা যায়। যেমন–অ্যাডজাস্টেবল স্ন্যাপ গেজ।

ইন্টারচেঞ্জিবিলিটি বা বিনিময়যোগ্য উৎপাদন ব্যবস্থায় সঠিক গেজ নির্বাচন করা অত্যন্ত জরুরি। ছিদ্রের জন্য প্লাগ গেজ এবং শ্যাফটের জন্য রিং বা স্ন্যাপ গেজই সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।