Competency-Based Learning Materials (CBLMs)
on
CAD-CAM Design and Programming
Light Engineering Sector

Skills for Industry Competitiveness and Innovation Program (SICIP)
Finance Division, Ministry of Finance

মডিউল নির্দেশিকা:

জেনেরিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-CAD-01-G	মৌলিক গাণিতিক ধারণা ব্যবহার করে গণনা সম্পাদন	১০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-CAD-02-G	কর্মক্ষেত্রে পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) অনুশীলনের প্রয়োগ	১০ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-CAD-03-G	কর্মক্ষেত্রে ইংরেজিতে যোগাযোগ করা	৫ ঘন্টা
৪।	SICIP-LE-CAD-04-G	স্ব-নির্দেশিত দলে কাজ করা	৫ ঘন্টা

সেক্টর স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-CAD-01-S	সবুজ অনুশীলনের প্রয়োগ	০৪ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-CAD-02-S	ম্যানুয়াল, ড্রয়িং, স্পেসিফিকেশন এবং এস্টিমেট অনুধাবন	১২ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-CAD-03-S	হ্যান্ড টুলস এবং পাওয়ার টুলস ব্যবহার করে কাজ করা	১২ ঘন্টা
৪।	SICIP-LE-CAD-04-S	পরিমাপ ও গণনা সম্পাদন করা	১২ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-CAD-01-O	মেকানিক্যাল ড্রয়িং বুঝতে পারা	৩০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-CAD-02-O	সিএনসি লেদ মেশিনের কাজ সম্পাদন করা	৩০ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-CAD-03-O	সিএনসি মিলিং মেশিনের কাজ সম্পাদন করা	৩০ ঘন্টা
৪।	SICIP-LE-CAD-04-O	CAD সফটওয়্যার ব্যবহার করে 3D মডেল এবং Mold তৈরি করা	১২০ ঘন্টা
৫।	SICIP-LE-CAD-05-O	ক্যাম (CAM) প্রোগ্রামিং-এর কাজ সম্পাদন করা।	৮০ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউল

মডিউল-১

মডিউলঃ মেকানিক্যাল ড্রয়িং বুঝতে পারা

SICIP-LE-CAD-01-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-১

মডিউল শিরোনাম ঃ মেকানিকাল ড্রয়িং বুঝতে পারা

ইউনিট কোড ঃ SICIP-LE-CAD-01-O **নোমিনাল আওয়ার ঃ** ৩০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ ঃ

এই মডিউলে মেকানিক্যাল ড্রইং তৈরি করতে যে জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব-এর প্রয়োজন হয় তা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষভাবে ইন্টারপ্রেটিং মেকানিক্যাল ড্রয়িং (মেকানিক্যাল ড্রয়িং সম্পর্কে বুঝিয়ে বলা) এবং ক্রিয়েটিং ড্রইং (মেকানিক্যাল ড্রইং তৈরি করা) সম্পর্কে বর্ণনা দেয়া হয়েছে।

শিখন ফল ঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

১। মেকানিক্যাল ড্রয়িং সম্পর্কে বুঝিয়ে বলতে পারবে।

২। মেকানিক্যাল ড্রইং তৈরি করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া ঃ

১। বিভিন্ন ধরনের মেকানিক্যাল ড্রয়িং ব্যাখ্যা করা।

২। মেকানিক্যাল ড্রয়িং-এর বিভিন্ন ভিউ সনাক্ত ও বর্ণনা করা।

৩। বিভিন্ন ড্রয়িং-এ মাত্রা (dimension) দেওয়ার প্রয়োজনীয়তা বোঝা।

৪। ড্রয়িং সঠিকভাবে তৈরি করা।

৫। উপাদান, বস্তু, যন্ত্রাংশ, উপকরণ ও অ্যাসেম্বলি সনাক্ত, ড্রয়িং ও বর্ণনা করা।

৬। প্রয়োজনে বেস লাইন বা ডেটাম পয়েন্ট নির্দিষ্ট করা।

৭। ড্রয়িং-এ নির্দেশনা অন্তর্ভুক্ত করা।

৮। টেকনিক্যাল ড্রয়িং-এ টলারেন্স, সীমা এবং ফিট সনাক্ত করা।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ১.১

শিখন ফল-১: মেকানিক্যাল ড্রয়িং সম্পর্কে বুঝিয়ে বলতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. বিভিন্ন ধরনের মেকানিক্যাল ড্রয়িং
২. মেকানিকাল ড্রয়িং-এর বিভিন্ন ভিউ
৩. বিভিন্ন ড্রয়িং-এ মাত্রা (dimension) দেওয়ার প্রয়োজনীয়তা

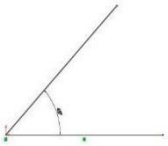
বিভিন্ন ধরনের মেকানিকাল ড্রয়িং

মেকানিকাল ড্রয়িং হল যান্ত্রিক বা প্রকৌশল বিষয়ক ডিজাইন ও পরিকল্পনা করার একটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি। এটি যন্ত্রপাতি, যান্ত্রিক সিস্টেম, সরঞ্জাম বা মেশিনের বিস্তারিত চিত্র এবং তার উপাদানসমূহের সঠিক আকার, গঠন এবং সম্পর্ক চিত্রিত করার প্রক্রিয়া। বিভিন্ন ধরনের মেকানিকাল ড্রয়িং রয়েছে, যা বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।

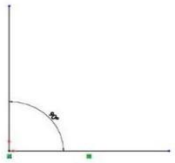
কোণ (Angle): দুই বা ততোধিক সরল রেখা একই বিন্দুতে মিলিত হলে তাকে কোণ বলে।

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করার জন্য গুরুত্তপূর্ণ কোণসমূহঃ

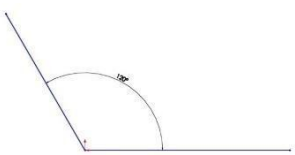
১.সুক্ষকোণ (acute angle): ৯০^0 এর চেয়ে ছোট কোণ অর্থাৎ (< 90^0)।



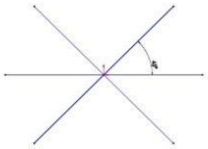
২. সমকোণ (Right angle): ৯০° এর সমান কোণ অথাৎ (= 90^0)



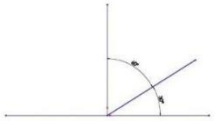
৩. স্থুল কোণ (Obtuse angle): ৯০° এর চেয়ে বড়, কিন্তু ১৮০°-এর চেয়ে ছোট কোণ অর্থাৎ (>90 ^{0} এবং <180^0)



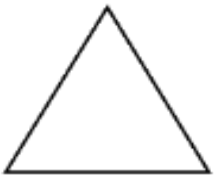
৪.বিপ্রতীপ কোণ (Opposite angle) : দুই বা ততোধিক সরলরেখা কোনো বিন্দুতে ছেদ করলে যে কোণ উৎপন্ন হয় তার একটিকে অপরটির বিপ্রতীপ কোণ বলে। বিপ্রতীপ কোণ সবসময় সমান হয়।



৫. পূরক কোণ (Reciprocal Angle) : **দুইটি** কোণের সমষ্ঠি ৯০^0 হলে তাকে পূরক কোণ বলে।



ত্রিভুজ (Triangle): তিনটি বাহূ দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে ত্রিভুজ বলে।

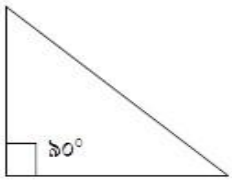


ত্রিভুজ সাধারণত দুই প্রকার (Triangle basically two types):

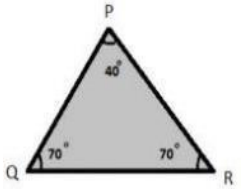
১. কোণভেদে ত্রিভুজ (Angle based triangle)
২. বাহুভেদে ত্রিভুজ (Side based triangle)

১. কোণভেদে ত্রিভুজকে তিনভাগে ভাগ করা যায়:

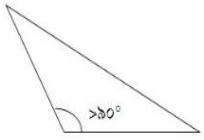
১.১ সমকোণী ত্রিভুজ (Right angled triangle): যে ত্রিভুজের একটি কোণ ৯০$^{\mathbf{0}}$ (One angle is **90$^{\mathbf{0}}$**)



১.২ সুক্ষকোণী ত্রিভুজ (acute angled triangle): যে ত্রিভুজের প্রত্যেকটি কোণ ৯০$^{\mathbf{0}}$ এর কম

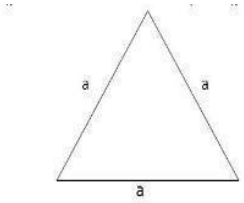


১.৩ স্থূলকোণী ত্রিভুজ (Obtuse angled triangle): যে ত্রিভুজের একটি কোণ ৯০$^{\mathbf{0}}$ এর বেশি, কিন্তু ১৮০

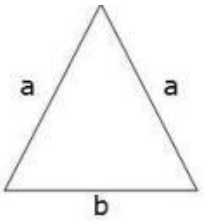


২। বাহুভেদে ত্রিভুজকে আবার তিনভাগে ভাগ করা যায়ঃ

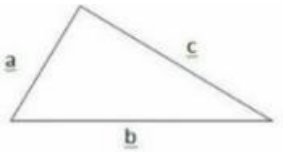
২.১সমবাহু ত্রিভুজ (Equilateral Triangle**):** যে ত্রিভুজের তিন বাহু সমান



২.২ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles Triangle): যে ত্রিভুজের দুইটি বাহু পরস্পর সমান



২.৩ বিষমবাহু ত্রিভুজ (Scalene Triangle): যে ত্রিভুজের কোন বাহু সমান নয়

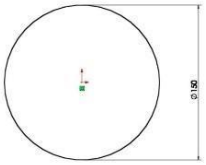


বৃত্ত, পরিধি, ব্যাস, কেন্দ্র ও ব্যাসার্ধের পরিচয় ঃ

বৃত্ত (Circle): একটি আবদ্ধ বক্ররেখা, যার প্রতিটি বিন্দু ভেতরের একটি বিন্দু থেকে সমান দূরে তাকেই বৃত্ত বলে।

কেন্দ্র Center)**:** যে মধ্য বিন্দুকে স্থির ধরিয়া বৃত্ত আকা হয় তাকে কেন্দ্র বলে।

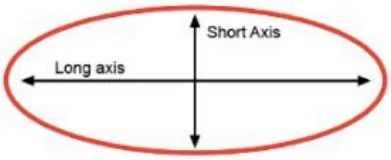
পরিধি (Circumference): বৃত্তের কেন্দ্রের চারদিকের সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে পরিধি বলে। অতএব বৃত্তের পরিধি হলো বৃত্তের পরিসীমা।



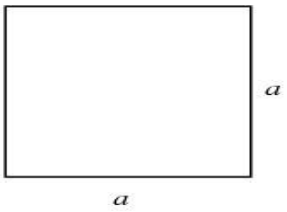
ব্যাস (Diameter)**:** পরিধির এক প্রান্ত হতে অন্য প্রান্ত পর্যন্ত কেন্দ্র বরাবর যে রেখা টানা হয় তাকে ব্যাস বলে।

ব্যাসার্ধ (Radius)**:** বৃত্তের ব্যাসের অর্ধাংশকে ব্যাসার্ধ বলে।

উপবৃত্ত (Ellipse)**:** একটি কণাকে একটি সমতল ক্ষেত্র দ্বারা যদি এমনভাবে ছেদ করানো হয় যাতে ফলাফল হিসেবে একটি বদ্ধ বক্রের জন্ম হয় তাহলে উক্ত বদ্ধ বক্রটিকে উপবৃত্ত বলে।

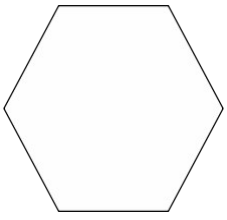


বর্গক্ষেত্র (Square)**:** যে চতুর্ভুজের চারটি বাহু সমান ও প্রত্যেকটি কোণ সমকোণ তাকে বর্গক্ষেত্র বলে।



আয়তক্ষেত্র (Rectangle)**:** যে চতুর্ভূজের বিপরীত বাহুদ্বয় সমান ও সমান্তরাল এবং প্রত্যেকটি কোণ সমকোণ তাকে আয়তক্ষেত্র বলে।

ষড়ভুজ (Hexagon)**:** ছয়টি বাহু দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে ষড়ভুজ বলে।



আলফাবেটস অব লাইন (Alphabets of line) : মেকানিক্যাল ড্রইং-এ কোনো বস্তুর চিত্রকে ভালোভাবে বোঝার জন্য বিভিন্ন ধরনের রেখা আঁকা হয়। ভিন্ন ধরনের রেখা ভিন্ন ভিন্ন অর্থ প্রকাশ করে। এ ভিন্ন ভিন্ন অর্থবোধক রেখাগুলোকে আলফাবেটস অব লাইন বলে।

ক্রমিক নং Sl No	রেখার নাম Name of Line	রেখার আকৃতি Shape of Line
01.	মার্জিন বা বর্ডার লাইন (Margin or Border Line)	
02.	সীমা রেখা (Out line)	
03.	হিডেন লাইন বা ছিন্ন রেখা (Hidden Line or Dotted Line)	
04.	কেন্দ্র রেখা (Center Line)	
05.	পরিমাপ রেখা (Dimension Line)	
06.	নির্দেশক রেখা (Leader Line)	
07.	ছেদ রেখা (Section Line)	
08.	শর্ট ব্রেক লাইন (Short Break Line)	
09.	লং ব্রেক লাইন (Long Break Line)	

১. মার্জিন বা বর্ডার লাইন ঃ এ ধরনের লাইন অন্যান্য রেখা থেকে মোটা। ড্রইং শিটের চারদিকে বর্ডার লাইন টানা হয়। সকল ড্রইং লাইনের ভিতরে অঙ্কন করা হয়।

২. সীমা রেখা (Out line) : এটি পূর্ণ, স্পষ্ট এবং সমান মোটা। এলিভিশন, প্ল্যান ইত্যাদি দৃশ্যে বস্তুর সীমা নির্দেশক যে ধারাগুলো বাহির থেকে দেখা যায়, সেগুলোকে এ প্রকার রেখার মাধ্যমে দেখানো হয়ে থাকে। ড্রইং এর বিভিন্ন দৃশ্যে এ রেখা সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়।

৩. হিডেন লাইন বা ছিন্ন রেখা (Hidden Line or Dotted Line): এ রেখা অনেক সমান মাপের ক্ষুদ্র রেখার সমষ্টি। সীমারেখার মত এটিও স্পষ্ট কিন্তু অপেক্ষাকৃত সরু। বস্তুর যেসব ধারাগুলো বাইরে থেকে দেখা যায় না, অথচ ভিতরে বর্তমান, সেগুলোকে এ রেখা দিয়ে দেখানো হয়ে থাকে।

৪. কেন্দ্র রেখা (Center line): বস্তুর কেন্দ্র নির্দেশ করার জন্য যে রেখা ব্যবহার হয় কেন্দ্র রেখা বলে।

৫. পরিমাপক রেখা (Dimension Line): এটি পূর্ণ ও স্পষ্ট কিন্তু সীমারেখা থেকে সরু। মাপ রেখার উপরে বা এর মধ্যস্থানের কিছু অংশ মুছে ঐ স্থানে মাপাঙ্ক লেখা থাকে।

৬. নির্দেশক রেখা (Leader Line): দুটি বর্ধকরেখার মধ্যবর্তী স্থানে মাপ লেখার জন্য পর্যাপ্ত জায়গা না হলে ঐ মাপকে অন্যত্র লিখে ঐ স্থানকে নির্দেশ করতে অথবা কোনো অংশ সম্পর্কে কোনো তথ্য লেখার প্রয়োজন হলে ঐ অংশটিকে বিশেষভাবে দেখাতে এ রেখা টানা হয়ে থাকে।

৭. ছেদ রেখা (Section Line)**:** এটা সীমারেখা হতে ছোট এবং ৪৫˚তে নত রেখা। বস্তুর ছেদ করা অবস্থাকে বুঝাতে এই প্রকারের রেখা টানা হয়ে থাকে।

৮. শর্ট ব্রেক লাইন (Short break Line)**:** দীর্ঘ বস্তুর দৃশ্য পূর্ণমাপে দেখানো সম্ভব হয় না বলে এর কিছু অংশকে ভগ্ন অবস্থায় এই রেখা দিয়ে দেখানো হয়ে থাকে।

৯. দীর্ঘ ব্রেক রেখা (Long break Line)**:** বস্তু অত্যাধিক দীর্ঘ হলে পূর্ণভাবে দৃশ্য অঙ্কন করা যায় না সেই অবস্থায় এর কিছু অংশকে ভগ্ন অবস্থায় এ রেখা দিয়ে দেখানো হয়ে থাকে।

৩ডি (3D) আকারঃ

৩ডি আকার হলো তিনটি মাত্রা – দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা–সম্পন্ন জ্যামিতিক ফিগার। এগুলি ভলিউম বা আয়তন ধারণ করে।

ব্লক (Block)

ব্লক হলো একটি ৩ডি আকার যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা থাকে। এটি মূলতঃ আয়তক্ষেত্রাকার ঘনবস্তু, যা ভলিউম ধারণ করে। বাস্তব জীবনে ইট, কাঠের কিউব বা বক্স সাধারণ উদাহরণ। এর প্রতিটি মুখ হলো আয়তক্ষেত্র, কোণগুলো সমকোণ এবং দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা পরিমাপ করা যায়।

গোলক (Sphere)

গোলক হলো একটি পূর্ণাঙ্গ ৩ডি আকার, যার সকল পৃষ্ঠের বিন্দু কেন্দ্র বিন্দু থেকে সমদূরত্বে থাকে। এটি একটি নিখুঁত বৃত্তাকার অবজেক্ট, যার কোনো কোণ বা প্রান্ত নেই। শুধু ব্যাসার্ধ বা ব্যাস দিয়ে পরিমাপ করা হয়, কোনো প্রান্ত বা কোণ নেই এবং বাস্তব উদাহরণ: ফুটবল, সান, পৃথিবী।

পিরামিড (Pyramid)

পিরামিড হলো একটি ৩ডি আকার যা **ভিত্তি হিসেবে একটি বহুভুজ** এবং তার শীর্ষ বিন্দু (apex) দিয়ে গঠিত। ভিত্তি থেকে শীর্ষ পর্যন্ত প্রতিটি মুখ **ত্রিভুজাকার** হয়। ভিত্তি হতে শীর্ষ পর্যন্ত **মুখগুলো ত্রিভুজাকার।** ভিত্তি হতে উচ্চতা পরিমাপ করা যায় এবং বাস্তব উদাহরণ: গিজার পিরামিড, টেন্ট।

টরাস (Torus)

টরাস হলো একটি ৩ডি আকার যা ডোনাট বা রিং-এর মতো। এটি তৈরি হয় একটি বৃত্তকে অন্য বৃত্তের চারপাশে ঘুরিয়ে। ভিতরের ফাঁক আছে, বাইরের অংশ গোলাকার, এবং ব্যাসার্ধ দ্বারা মাপা যায় (inner radius এবং outer radius) । বাস্তব উদাহরণ: ডোনাট, হ্যান্ডল হুইল রিং, প্লাম্বিং গ্যাস্কেট।

মেকানিকাল ড্রয়িং-এর বিভিন্ন ভিউ

ড্রইং এর ভিউ ঃ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং-এ কোনো বস্তুকে যখন এক বা একাধিক চিত্রের মাধ্যমে পরিচয় করিয়ে দেওয়া হয়, তখন এই চিত্রগুলোকে ভিউ বা দৃশ্য/চিত্র বলে। কোন ঘন বস্তুর গঠন বুঝার জন্য তিনটি মাপের প্রয়োজন হয়। যেমনঃ-

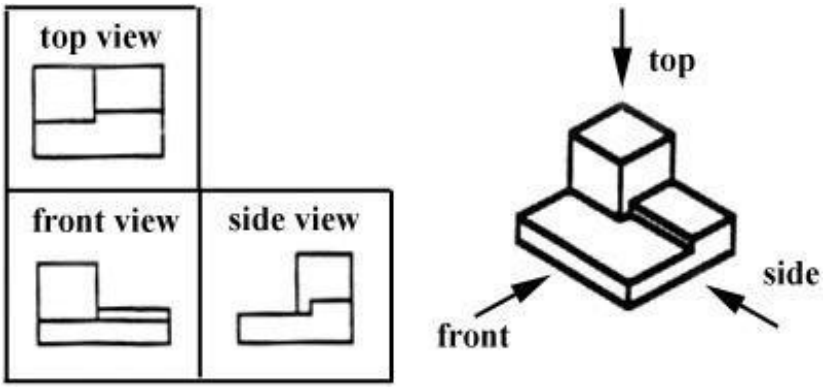
১) দৈর্ঘ্য (Length), ২) প্রস্থ (Width), এবং ৩) উচ্চতা (Height)।

মেকানিক্যাল ড্রইং এর মাপগুলো তিনটি ভিউ এর মাধ্যমে পাওয়া যায় ঃ

১. **টপ ভিউ (Top View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মাপ পাওয়া যায়

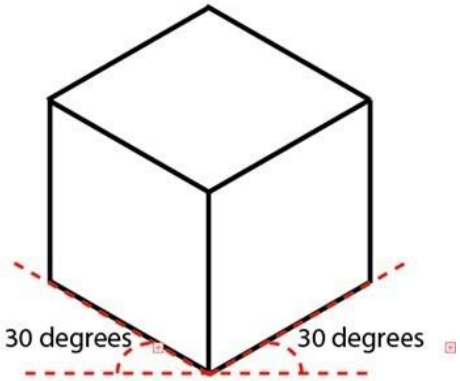
২. **ফ্রন্ট ভিউ (Front View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতার মাপ পাওয়া যায়

৩. **সাইড ভিউ (Side View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতার মাপ পাওয়া যায়



মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং (Mechanical Engineering Drawing):

যন্ত্র শিল্পে কোনো যন্ত্রাংশ তৈরি করার জন্য ঐ বস্তুর নির্দিষ্ট মেজারমেন্ট বা মাপ দ্বারা যে চিত্র অঙ্কন করা হয় তাকে মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং বলা হয়।

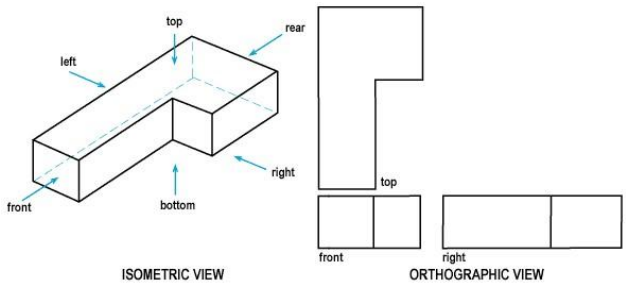


মেকানিক্যাল ড্রইং-এ চিত্র (view)-এর প্রকারভেদ (Types of views in Mechanical drawing):

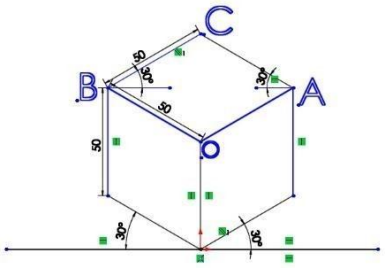
মেকানিক্যাল ড্রইং সাধারণত চার প্রকার। যথা:

১. অর্থগ্রাফিক ভিউ (Orthographic view)
২. আইসোমেট্রিক ভিউ (Isometric view)
৩. অবলিক ভিউ (Oblique view)
৪. পার্সপেক্টিভ ভিউ (Perspective view)
৫. এক্সপ্লোডেড ভিউ (Exploded view)
৬. হিডেন ভিউ (Hidden view)

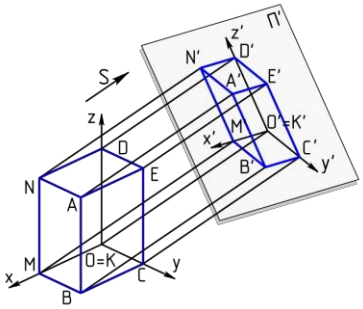
১. অর্থগ্রাফিক ভিউ (Orthographic view): কোন বস্তুর দৃশ্যগুলোকে যখন বিচ্ছিন্নভাবে অঙ্কন করা হয়, তখন তাকে অর্থগ্রফিক ভিউ বলে ।



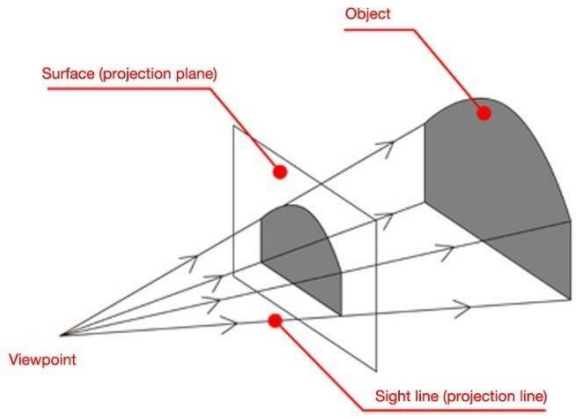
২. আইসোমেট্রিক ভিউ (Isometric view) বা সমমাত্রিক দৃশ্য: কোন বস্তুর দৃশ্যগুলোকে যখন একত্রিতভাবে অঙ্কন করা হয়, তখন তাকে অর্থগ্রাফিক ভিউ বলে।



৩. অবলিক ভিউ (Oblique view): প্রজেকটিভ ড্রইং এর সম্মুখ রেখাগুলি প্রকৃত অনুপাতে এবং সম্পর্কে থাকে এবং অন্যান্য সকল উপযুক্ত রেখাগুলি রৈখিক নিয়মের পরিপ্রেক্ষিত ছাড়া ৯০ ডিগ্রি ব্যতীত যে কোন উপযুক্ত কোণে থাকে।

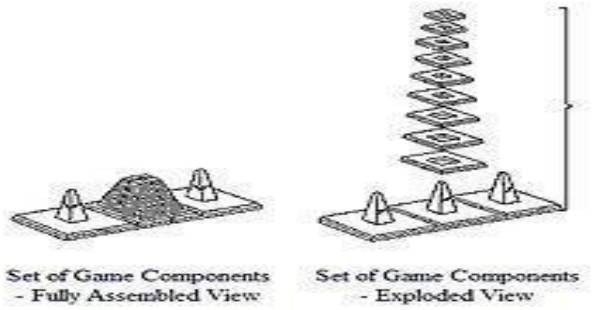


৪. পার্সপেকটিভ ভিউ (Perspective View): নির্দিষ্ট একটি স্থান হতে কোনো বস্তুর দিকে দৃ ষ্টিপাত করলে চক্ষুতে বা ফটোগ্রাফির ক্যামেরায় বস্তুটির যেই রূপ বা আকৃতি দেখা যায়, তাকে পার্সপেকটিভ ভিউ বা পরিপ্রেক্ষিত দৃশ্য বলা হয়।



৫. এক্সপ্লোডেড ভিউ (Exploded view):

একটি এক্সপ্লোডেড ভিউ অঙ্কন চিত্র, ছবি বা একটি বস্তুর প্রযুক্তিগত অঙ্কন, যা বিভিন্ন অংশের সমাবেশ দেখা যায়। এটি এক্সপ্লোডেড ভিউ চিত্রের দূরত্বের মাধ্যমে সামান্য আলাদা আলাদা বস্তুর উপাদানগুলোকে দেখায়।

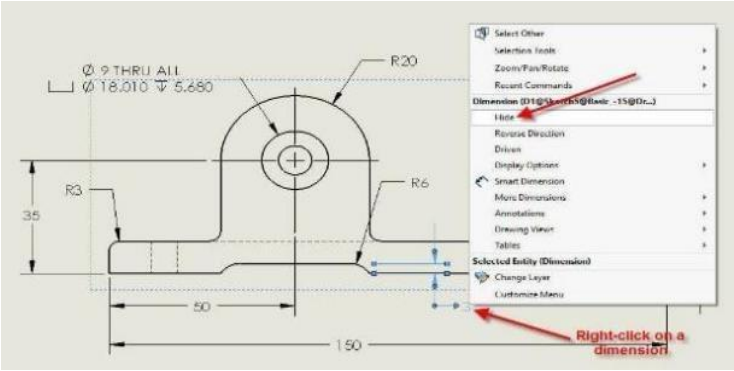


Set of Game Components - Fully Assembled View

Set of Game Components - Exploded View

৬. হিডেন ভিউ (Hidden view):

এটি অঙ্কনের একটি অংশ যা অনেক লুকানো লাইনের কারণে, ৩-D ফর্মটি কল্পনা করা কঠিন হতে পারে।



<u>টেকনিক্যাল ড্রইং করার জন্য প্রয়োজনীয় উপাদান সামগ্রী</u>

১. পেন্সিল (pencil)
২. ইরেজার (Eraser)
৩. ড্রইং কাগজ (Drawing paper)
৪. ড্রইং বোর্ড (Drawing Board)
৫. বোর্ড পিন (Board Pin)
৬. টি স্কোয়ার (Tee Square)
৭. সেট স্কোয়ার (Set Square)
৮. ডিভাইডার (Divider)
৯. কম্পাস (Compass)
১০. চাঁদা (Protractor)
১১. স্কেল (Scale)
১২. শিরিশ কাগজ (Glass paper)
১৩. রুমাল (Handkerchief)

১৪. পেনসিল কাটার (Pen knife)

প্রতীক (Symbol): মেকানিক্যাল ড্রইং এর ক্ষেত্রে কিছু চিহ্ন ব্যবহার করা হয়, উক্ত চিহ্নকে প্রতীক বলা হয়।

Type of Tolerance	Geometric Characteristics	Symbol
Form	STRAIGHTNESS	
	FLATNESS	
	CIRCULARITY	
	CYLINDRICITY	
Profile	PROFILE OF A LINE	
	PROFILE OF A SURFACE	
Orientation	ANGULARITY	
	PERPENDICULARITY	
	PARALLELISM	
Location	POSITION	
	CONCENTRICITY	
	SYMMETRY	
Runout	CIRCULAR RUNOUT	
	TOTAL RUNOUT	

ড্রয়িং সনাক্তকরণ কৌশল **(Drawing identifying Techniques)**

ড্রয়িং শনাক্তকরণ কৌশল বলতে বোঝায় – ড্রয়িং দেখে তার ধরণ, উদ্দেশ্য ও ব্যবহার নির্ধারণ করার পদ্ধতি।

মূল কৌশলসমূহ:

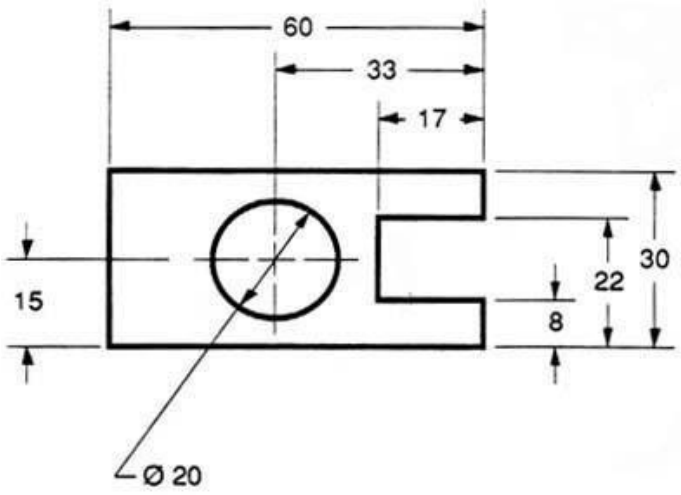
১. শিরোনাম ব্লক (Title Block) দেখা → এখানে ড্রয়িং-এর নাম, স্কেল, ড্রাফটসম্যান, তারিখ, কোম্পানি, ইত্যাদি থাকে।
২. ভিউ শনাক্ত করা → ফ্রন্ট ভিউ, টপ ভিউ, সাইড ভিউ, ইত্যাদি চিনে নেওয়া।
৩. প্রকার নির্ধারণ → এটি কি ডিটেইল ড্রয়িং, অ্যাসেম্বলি ড্রয়িং, সেকশনাল ভিউ, নাকি স্কেচ ড্রয়িং- তা বোঝা।
৪. ডাইমেনশন ও টলারেন্স দেখা → কোন মাপ কোথা থেকে দেওয়া হয়েছে তা বুঝতে পারা।
৫. প্রতীক ও নোট পড়া → ওয়েল্ডিং চিহ্ন, সারফেস ফিনিশ, ম্যাটেরিয়ালস, ইত্যাদি।

উদ্দেশ্য:

ড্রয়িং সঠিকভাবে বুঝে মেশিনের অংশ, উপাদান বা অ্যাসেম্বলি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া এবং কাজের ভুল কমানো।

বিভিন্ন ড্রয়িং-এ মাত্রা (dimension) দেওয়ার প্রয়োজনীয়তা

মাত্রা (Dimension): ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করার জন্য বিভিন্ন রেখার মাধ্যমে অংকন করা হয়। উক্ত রেখাগুলো নির্দিষ্ট মাপের হয়ে থাকে। রেখাসমূহের নির্দিষ্ট পরিমাপকে মাত্রা বা ডায়মেনশন বলে। ডায়মেনশন চিহ্নিত করার জন্য যে রেখা ব্যবহার করা হয়, তাকে ডায়মেনশন লাইন বলে।



নিচে বিভিন্ন ড্রয়িং-এ মাত্রা (dimension) দেওয়ার প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করা হলো:

১. সঠিক আকার ও মাপ নিশ্চিত করা

ড্রয়িং-এ দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা বা ব্যাসার্ধের মতো মাত্রা দিলে, **উৎপাদিত বা নির্মিত অবজেক্ট সঠিক আকারের** হবে। মাত্রা না দিলে, কেবল আকৃতি দেখালেও বাস্তবে সঠিক আকার তৈরি করা সম্ভব নয়।

২. অংশগুলোর সঠিক অবস্থান নির্ধারণ

যেকোনো যন্ত্রাংশ বা আর্কিটেকচারাল ডিজাইনে, অংশগুলো একে অপরের সাথে কিভাবে যুক্ত হবে তা বোঝানোর জন্য মাত্রা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৩. উৎপাদন ও নির্মাণের নির্দেশনা প্রদান

ড্রয়িং-এ মাত্রা থাকলে, কারিগর বা প্রকৌশলী ঠিক জানে কোন অংশ কত বড় বা ছোট হবে, এবং কোন দূরত্বে রাখতে হবে। এটি ভুল কমায়।

৪. মানসম্মত এবং পুনরায় ব্যবহারযোগ্য ডিজাইন

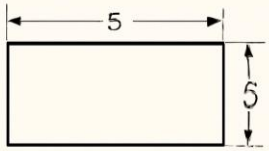
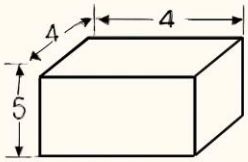
মাত্রা যুক্ত ড্রয়িং স্ট্যান্ডার্ড এবং মানসম্মত হয়, যা ভবিষ্যতে একই ধরনের ডিজাইন পুনরায় ব্যবহার বা মডিফাই করতে সাহায্য করে।

৫. ডিজাইন যাচাই ও পরীক্ষা করা সহজ হয়

ড্রয়িং-এ মাত্রা থাকলে, **CAD সফটওয়্যার বা হাতে যাচাই করা যায়** যে ডিজাইনটি বাস্তবে সম্ভব এবং সঠিক।

উদাহরণ:

- একটি আয়তক্ষেত্রাকার টেবিলের ড্রয়িংয়ে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা না দিলে টেবিল তৈরি করার সময় ভুল হতে পারে।
- একটি যন্ত্রাংশের পলিস বোল্টের দূরত্ব না দিলে সেটি যন্ত্রে ঠিকভাবে বসানো সম্ভব হবে না।

Example	Drawing
1. 2D Drawing	
2. 3D Drawing	

সেলফ চেক (Self Check) – ১.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ড্রইং সনাক্তকরণ কৌশলগুলো লিখুন।

২. দুই প্রকার কোণের জ্যামিতিক চিত্র আঁকুন।

৩. মেকানিকাল ড্রয়িং –এর ভিউগুলি কি কি?

উত্তর পত্র (Answer Key) – ১.১

১. ড্রইং সনাক্তকরণ কৌশলগুলো লিখুন।

উত্তরঃ

১. শিরোনাম ব্লক (Title Block) দেখা → এখানে ড্রয়িং-এর নাম, স্কেল, ড্রাফটসম্যান, তারিখ, কোম্পানি, ইত্যাদি থাকে।
২. ভিউ শনাক্ত করা → ফ্রন্ট ভিউ, টপ ভিউ, সাইড ভিউ, ইত্যাদি চিনে নেওয়া।
৩. প্রকার নির্ধারণ → এটি কি ডিটেইল ড্রয়িং, অ্যাসেম্বলি ড্রয়িং, সেকশনাল ভিউ, নাকি স্কেচ ড্রয়িং- তা বোঝা।
৪. ডাইমেনশন ও টলারেন্স দেখা → কোন মাপ কোথা থেকে দেওয়া হয়েছে তা বুঝতে পারা।
৫. প্রতীক ও নোট পড়া → ওয়েল্ডিং চিহ্ন, সারফেস ফিনিশ, ম্যাটেরিয়ালস, ইত্যাদি।

২. দুই প্রকার কোণের জ্যামিতিক চিত্র আঁকুন।

উত্তরঃ

আমি এখানে দুটি সাধারণ কোণের নাম এবং তাদের অঙ্কনের নির্দেশ দিচ্ছি:

- সুক্ষ্মকোণ (Acute Angle): ৯০° এর চেয়ে ছোট কোন।
- স্থুলকোণ (Obtuse Angle): ৯০° এর থেকে বড় কিন্তু ১৮০° এর চেয়ে ছোট কোন।

চিত্র অঙ্কনের নির্দেশ:

- একটি সরল রেখা আঁকুন।
- প্রথম রেখার শেষ বিন্দুতে অন্য একটি রেখা তলো, ৬০° কোণ করলে সেটা হবে সুক্ষ্মকোণ।
- একই বিন্দুতে অন্য একটি রেখা ১২০° কোণে তলো, সেটা হবে স্থুলকোণ।

৩. মেকানিকাল ড্রয়িং -এর ভিউগুলি কি কি? বর্ণনা করুন।

উত্তরঃ

মেকানিক্যাল ড্রইং এর মাপগুলো তিনটি ভিউ এর মাধ্যমে পাওয়া যায় ঃ

১. **টপ ভিউ (Top View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মাপ পাওয়া যায়
২. **ফ্রন্ট ভিউ (Front View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতার মাপ পাওয়া যায়
৩. **সাইড ভিউ (Side View) :** এটা হতে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতার মাপ পাওয়া যায়

জব শীট (Job Sheet) - ১.১.১

জবের নাম ঃ প্রদত্ত নমুনা ড্রইং থেকে দৃশ্য (view) সনাক্ত করন।

কাজের ধারা ঃ

- পিপিই এবং উপকরণ ও মালামাল সংগ্রহ করুন।
- বোর্ডে ড্রইং আটকিয়ে ধরুন।
- প্রয়োজন হলে জ্যামিতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে ড্রইংয়ের আকৃতির কোণ এবং লাইন পরিমাপ করুন এবং ড্রইং এ বিভিন্ন উপাদান এবং সমাবেশ সনাক্ত করুন।
- সকল পরিমাপের মাপ বের করুন এবং টলারেন্স সনাক্ত করার জন্য প্রদত্ত মাপের সঙ্গে তুলনা করুন।
- ড্রইং সনাক্ত করার পরে সমস্ত সরঞ্জাম এবং উপকরণ পরিষ্কার করুন এবং সঠিক জায়গায় রাখুন।

সতর্কতা ঃ

- ড্রইং পরিষ্কারভাবে বুঝে তারপর সনাক্তকরণ শুরু করুন
- ভুল দিক থেকে দেখে ভুল দৃশ্য নির্ধারণ করবেন না
- ড্রইং স্কেল অনুযায়ী রেখাগুলো পর্যবেক্ষণ করুন
- মাত্রা (dimension) ও দিক (projection) অনুসারে মিলিয়ে দেখুন
- গোলাকার বা জটিল বস্তু হলে আরও মনোযোগ দিয়ে চিনুন
- ড্রইং করতে বা সনাক্ত করতে ভুল টুল ব্যবহার করবেন না
- ড্রইং-এর পাশে উল্লেখিত ভিউ নির্দেশক চিহ্ন (view symbol) খেয়াল করুন
- নিজে নিশ্চিত না হলে অভিজ্ঞ শিক্ষক বা সহকর্মীর সাহায্য নিন

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ১.১.১

জবের নাম ঃ প্রদত্ত নমুনা ড্রইং থেকে দৃশ্য (view) সনাক্ত করন।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ ঃ

- এ্যাপরোন (Apron)

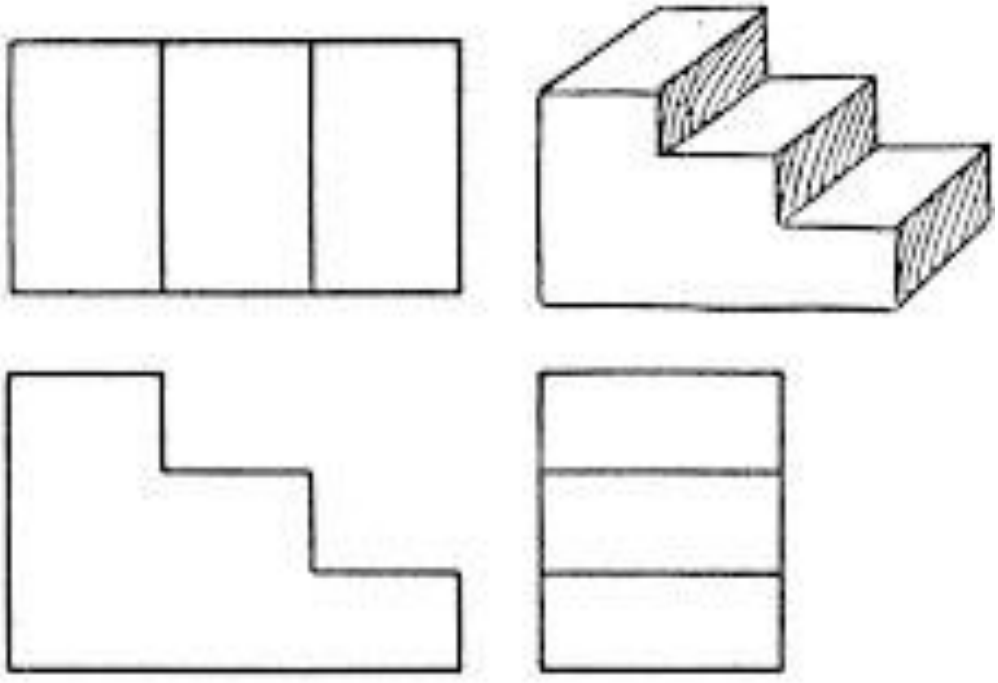
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট ঃ

- Pencil (পেন্সিল)
- Eraser (রাবার)
- Sharpener (শার্পনার)
- Drawing Paper (ড্রইং পেপার)
- Scale / Ruler (স্কেল)
- Compass & Divider (কম্পাস ও ডিভাইডার)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস ঃ

- Drawing Board (ড্রইং বোর্ড)
- Clips or Tape (ক্লিপ বা টেপ)

ডায়াগ্রাম ঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ১.২

শিখন ফল-২: মেকানিক্যাল ড্রইং তৈরি করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. ড্রয়িং সঠিকভাবে তৈরি করা
২. উপাদান, বস্তু, যন্ত্রাংশ, উপকরণ ও অ্যাসেম্বলি সনাক্ত, ড্রয়িং ও বর্ণনা করা
৩. প্রয়োজনে বেস লাইন বা ডেটাম পয়েন্ট নির্দিষ্ট করা
৪. ড্রয়িং-এ নির্দেশনা অন্তর্ভুক্ত করা
৫. টেকনিক্যাল ড্রয়িং-এ টলারেন্স, সীমা এবং ফিট সনাক্ত করা

ড্রয়িং সঠিকভাবে তৈরি করা

মেকানিকাল ড্রয়িং বা যান্ত্রিক অঙ্কন হলো যন্ত্রপাতি, উপাদান বা কাঠামোর আকার, মাপ, গঠন এবং কার্যপদ্ধতি স্পষ্টভাবে প্রকাশ করার একটি গুরুত্বপূর্ণ মাধ্যম। এটি সাধারণত প্রকৌশল, স্থাপত্য এবং কারিগরি কাজে ব্যবহৃত হয়। মেকানিকাল ড্রয়িং সঠিকভাবে তৈরি করার জন্য কিছু নিয়ম ও ধাপ অনুসরণ করতে হয়।

প্রথমত, অঙ্কন তৈরির আগে যে বস্তু বা যন্ত্রাংশ আঁকা হবে তার সঠিক মাপ, আকার ও প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহ করতে হয়। এরপর নির্দিষ্ট স্কেল বা মান অনুসারে ড্রয়িং শীটে রেখা, বৃত্ত, কোণ ও অন্যান্য আকার সঠিকভাবে অঙ্কন করতে হয়। এ ক্ষেত্রে মাপ (dimension) সঠিকভাবে দেওয়া অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ ভুল মাপ পুরো অঙ্কনকে অকার্যকর করে তুলতে পারে।

দ্বিতীয়ত, অঙ্কনে ব্যবহৃত প্রতীক (symbol), চিত্র (view), ছেদচিত্র (sectional view) এবং মানক (standard) নিয়মগুলো যথাযথভাবে প্রয়োগ করতে হয়। এগুলো না মানলে অঙ্কন বোঝা কঠিন হয়ে পড়ে।

তৃতীয়ত, ড্রয়িং তৈরির সময় পরিচ্ছন্নতা, রেখার গুণগত মান, স্পষ্ট লেখা ও সঠিক চিহ্ন ব্যবহার করতে হবে। আধুনিক যুগে CAD (Computer Aided Design) সফটওয়্যারের মাধ্যমে আরও নিখুঁত ও দ্রুত মেকানিকাল ড্রয়িং তৈরি করা সম্ভব।

উপাদান, বস্তু, যন্ত্রাংশ, উপকরণ ও অ্যাসেম্বলি সনাক্ত, ড্রয়িং ও বর্ণনা করা

ড্রয়িং-এর উপাদান, বস্তু, যন্ত্রাংশ, উপকরণ ও অ্যাসেম্বলি সনাক্ত, ড্রয়িং ও বর্ণনা করাঃ

১. **উপাদান (Components):** যে কোনো যন্ত্র বা মেশিনের গঠনমূলক অংশকে উপাদান বলা হয়। যেমন: নাট-বল্টু, শ্যাফট, গিয়ার, ইত্যাদি।
২. **বস্তু (Objects):** যে কোনো বাস্তব জিনিস যা ড্রয়িং-এ চিত্রিত হয়। যেমন: একটি ঘনক, সিলিন্ডার, বা পূর্ণ মেশিন।
৩. **যন্ত্রাংশ (Parts):** বড় মেশিনের ছোট ছোট কার্যকর অংশ। যেমন: মোটরের পিস্টন, চাকা, বিয়ারিং।
৪. **উপকরণ (Materials):** উপাদান তৈরি করার কাঁচামাল। যেমন: লোহা, ইস্পাত, প্লাস্টিক, কাঠ, ইত্যাদি।

৫. **অ্যাসেম্বলি (Assembly):** একাধিক যন্ত্রাংশ বা উপাদানকে সঠিকভাবে যুক্ত করে পূর্ণ মেশিন বা কাঠামো তৈরি করা। যেমন: সাইকেলের বিভিন্ন অংশ একত্রে বসিয়ে সম্পূর্ণ সাইকেল তৈরি করা।

এই বিষয় শেখার উদ্দেশ্যঃ

- ড্রয়িং দেখে আলাদা আলাদা অংশ চিনতে পারা।
- প্রতিটি অংশের চিত্র সঠিকভাবে আঁকা।
- সেই অংশের নাম ও কাজ লিখে ব্যাখ্যা করা।
- একাধিক অংশ মিলিয়ে অ্যাসেম্বলি ড্রয়িং তৈরি করা।

এভাবে একজন প্রশিক্ষণার্থী সহজে যন্ত্রাংশ বোঝে, ড্রয়িং তৈরি করে এবং শিল্পক্ষেত্রে কাজ করার দক্ষতা অর্জন করে।

বেস লাইন বা ডেটাম পয়েন্ট নির্দিষ্ট করা

ড্রয়িং-এ বেস লাইন বা ডেটাম পয়েন্ট নির্দিষ্ট করাঃ

১. **বেস লাইন (Base Line):** ড্রয়িং-এ মাপ বা ডাইমেনশন দেওয়ার জন্য নির্দিষ্ট একটি প্রধান রেখা। এটি থেকে অন্যান্য মাপ নির্ধারণ করা হয়।

২. **ডেটাম পয়েন্ট (Datum Point):** মাপ নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত একটি নির্দিষ্ট স্থির বিন্দু বা রেফারেন্স পয়েন্ট। এটি পুরো ড্রয়িং-এর জন্য ভিত্তি হিসেবে কাজ করে।

উদ্দেশ্য:

১. ড্রয়িং-এ মাপ নির্ভুলভাবে দেওয়া।

২. সব অংশকে একই রেফারেন্সে সাজানো।

৩. উৎপাদন ও পরিমাপে বিভ্রান্তি দূর করা।

ড্রয়িং করার সময় একটি নির্দিষ্ট রেখা বা বিন্দুকে কেন্দ্র ধরে বাকিগুলো আঁকলে ড্রয়িং সঠিক ও মানসম্মত হয়।

ড্রয়িং-এ নির্দেশনা অন্তর্ভুক্ত করা

ড্রয়িং-এর সাথে প্রয়োজনীয় লিখিত তথ্য, প্রতীক, সংকেত বা চিহ্ন যোগ করা, যাতে ড্রয়িং বোঝা সহজ হয়।

উদাহরণ:

- ডাইমেনশন (মাপ) লেখা।
- টলারেন্স, স্কেল, ম্যাটেরিয়াল ইত্যাদি উল্লেখ করা।
- সারফেস ফিনিশ, ওয়েল্ডিং বা হিট ট্রিটমেন্টের নির্দেশনা।
- বিশেষ নোট বা সাবধানবাণী।

উদ্দেশ্য:

- কর্মী বা ব্যবহারকারীর জন্য স্পষ্ট নির্দেশ দেওয়া।
- উৎপাদনে ভুল কমানো।
- ড্রয়িংকে আন্তর্জাতিকভাবে মানসম্মত করা।

অর্থাৎ, ড্রয়িং শুধু ছবি নয়, বরং প্রয়োজনীয় সব লিখিত নির্দেশ যোগ করলে সেটি সম্পূর্ণ ও কার্যকর হয়।

টেকনিক্যাল ড্রয়িং-এ টলারেন্স, সীমা এবং ফিট সনাক্ত করা

টলারেন্স (Tolerance):

মাপের উর্ধ্ব সীমা এবং নিম্ন সীমার পার্থক্যকে টলারেন্স বলে।

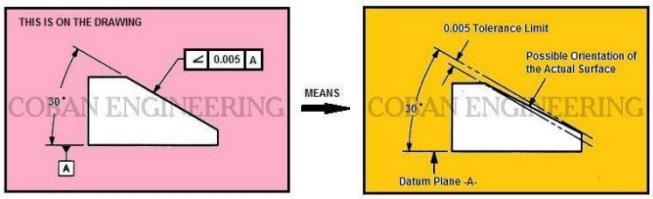
(ক) জেনারেল টলারেন্স (General tolerance)

(খ) এ্যাংগুলার টলারেন্স (Angular tolerance)

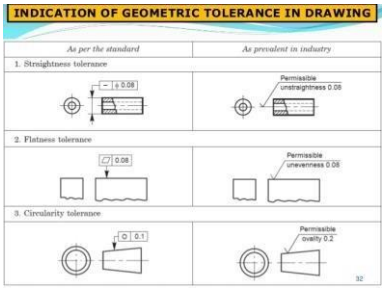
(গ) জিওমেট্রিক টলারেন্স (Geometric tolerance)

(ক) জেনারেল টলারেন্স (General tolerance): নিচে টলারেন্স টেবিল অংকন নির্দেশাবলীকে সহজিকরন এবং সাধারণ টলারেন্সগুলোকে চার টলারেন্স ক্লাসে নির্দিষ্ট করতে বুঝায় । এটা ওর্য়াকপিসের মাত্রায় প্রয়োগ হয় যা ধাতু অপসারণ দ্বারা উৎপাদিত বা শীট ধাতু থেকে গঠিত হয়।

(খ) এ্যাংগুলার টলারেন্স (Angular tolerance**):** এ টলারেন্স সরাসরি কোণের বৈচিত্রকে নিয়ন্ত্রণ করে না এবং একটি কৌণিক মাত্রা টলারেন্সের সাথে ± ৫ ° হিসাবে গরমিল হওয়া উচিত না



(গ) জিওমেট্রিক টলারেন্স (Geometric tolerance): ইঞ্জিনিয়ারীং টলারেন্সকে সংজ্ঞায়িত এবং যোগাযোগ করার জন্য জ্যামিতিক মাত্রা এবং টলারেন্স একটি সিস্টেম।



ফিট (Fit):

দুটি বস্তর মিলনযোগ্য অবস্থাকে ফিট বলে। ইঞ্জিনিয়ারিং ফিট বলতে দুটি যন্ত্রাংশ যখন কোনো হোল এবং শ্যাপ্ট সংযোজন করা হয়, কিন্তু এটি শুধু হোল এবং স্যাপ্ট এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে না এটাই ফিট। ফিট হলো দুটি বস্তর মাপের সম্পর্ক । ইঞ্জিনিয়ারীং ফিট সাধারণত একটি "স্যাপ্ট এবং গর্ত" হিসাবে বর্ণনা করা হয় কিন্তু শুধুমাত্র বৃত্তাকার উপাদানে সীমাবদ্ধ নয়।

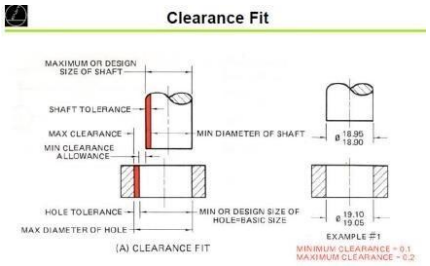
ফিট প্রধাণত তিন প্রকার:

১. ক্লিয়ারেন্স ফিট (Clearance Fit)

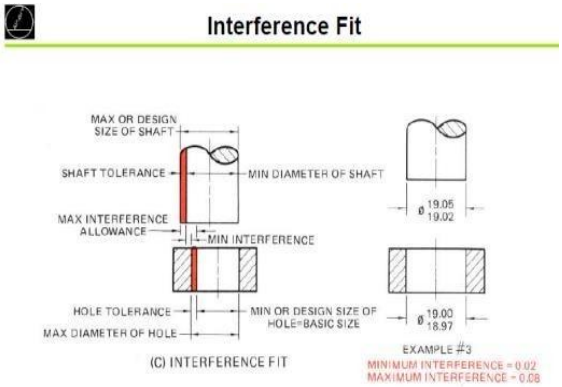
২. ইন্টারফিয়ারেন্স ফিট (Interference Fit)

৩. ট্রানজিশন ফিট (Transition Fit)

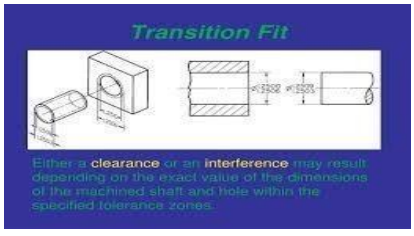
১. ক্লিয়ারেন্স ফিট (Clearance Fit): সমস্ত টলারেন্স অবস্থার অধীনে একটি ফিট টাইপ যেখানে ক্লিযারেন্স একত্রিত অংশের মধ্যে বিদ্যমান।



২. ইন্টারফিয়ারেন্স ফিট (Interference Fit): সমস্ত টলারেন্স অবস্ছর অধীনে একটি ফিট টাইপ যেখানে ইনটারফারেন্স একত্রিত অংশের মধ্যে বিদ্যমান



৩.ট্রানজিশন ফিট (Transition Fit): সমস্ত টলারেন্স অবস্থার উপর নির্ভর করিয়া একটি ফিট টাইপ যেখানে ক্লিয়ারেন্স এবং ইনটারফারেন্স একত্রিত অংশের মধ্যে বিদ্যমান থাকতে পারে ।



সেলফ চেক (Self Check) - ১.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. যান্ত্রিক অংকন বলতে কি বুঝায়?

২. দৃশ্য বলতে কি বঝ্যুায়?

৩. যান্ত্রিক অংকনে কত প্রকার দৃশ্য ব্যবহৃত হয়?

৪. তিন প্রকার টলারেন্স এর নাম লিখুন

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.২

১. যান্ত্রিক অংকন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর:

যান্ত্রিক অংকন হলো মেশিন বা যন্ত্রাংশের সঠিক নকশা এবং আকার কাগজে বা ডিজিটাল মাধ্যমে অঙ্কন করার প্রক্রিয়া, যাতে যন্ত্রাংশগুলো সঠিকভাবে তৈরি ও সংগ্রহ করা যায়।

২. দৃশ্য বলতে কী বুঝায়?

উত্তর:

দৃশ্য বলতে কোনো বস্তুর বিভিন্ন দিক থেকে দেখা বা চিত্রায়নকে বোঝায়, যা বস্তুটির আকার ও গঠন বুঝতে সাহায্য করে।

৩. যান্ত্রিক অংকনে কত প্রকার দৃশ্য ব্যবহৃত হয়?

উত্তর:

যান্ত্রিক অংকনে সাধারণত তিন প্রকার দৃশ্য ব্যবহৃত হয়—

- সামনের দৃশ্য (Front View)
- উপরের দৃশ্য (Top View)
- পাশের দৃশ্য (Side View)

৪. তিন প্রকার টলারেন্স এর নাম লিখুন

উত্তর:

- লিনিয়ার টলারেন্স (Linear Tolerance)
- জ্যামিতিক টলারেন্স (Geometric Tolerance)
- পৃষ্ঠ টলারেন্স (Surface Tolerance)

জব শীট (Job Sheet) - ১.২.১

জবের নাম ঃ একটি বগার্কার ব্লকের অর্থোগ্রাফিক ড্রইং তৈরি করা।

কাজের ধারা ঃ

১. OHS অনুসরণ করুন
২. পিপিই ব্যবহার করুন (Use PPE)
৩. প্রয়োজনীয় টুলস্ এবং ইকুপমেন্ট সংগ্রহ করুন
৪. ড্রইং সিটের উপর একটি সোজা লাইন অংকন করুন
৫. সেট স্কোয়ার্র ব্যবহার করে অনুভূমিক ৩০ ডিগ্রি কোণ অংকন করুন
৬. একইভাবে সেট স্কোয়ার ব্যবহার করে ৯০ ডিগ্রী কোণ অংকন করুন
৭. প্রশিক্ষকদের নির্দেশ অনুসরণ করুন
৮. ড্রইং সমাপ্তির পরে ইহা প্রশিক্ষক /প্রশিক্ষকদের কাছে জমা দিন

সতর্কতা ঃ

- সঠিক স্কেল ব্যবহার করুন - অঙ্কনে যেন বাস্তব অনুপাত বজায় থাকে
- পেন্সিল ও ড্রয়িং টুল পরিষ্কার রাখুন
- সমান্তরাল রেখা আঁকতে স্কেল ও সেট স্কোয়ার ব্যবহার করুন
- রেখা ঝাপসা বা দু'বার আঁকা যাবে না
- সঠিক ভিউ বিন্যাস অনুসরণ করুন (উপরে: Top, নিচে: Front, পাশে: Side)
- প্রজেকশন লাইন পরিষ্কার ও হালকা আঁকুন
- অপ্রয়োজনীয় রেখা/লেখা যুক্ত করবেন না
- শেষে ড্রইংটি রিভিউ করুন ভুল এড়াতে

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.১

জবের নাম ঃ একটি বগার্কার ব্লকের অর্থোগ্রাফিক ড্রইং তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ ঃ

- এ্যাপরোন (Apron)

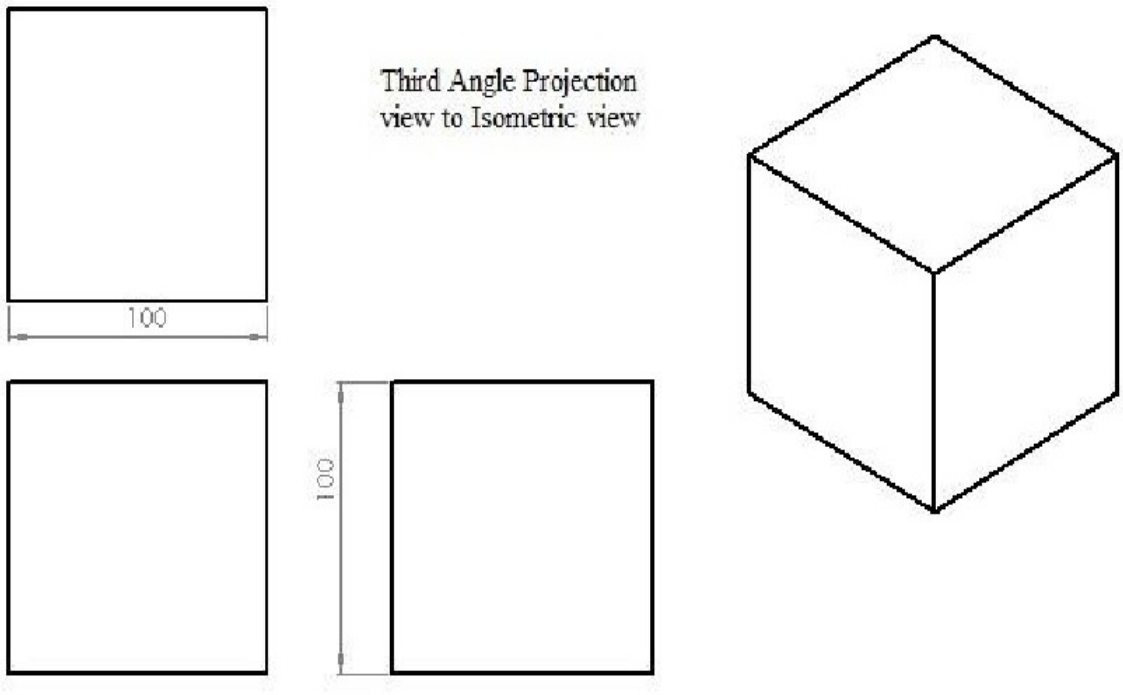
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট ঃ

- পেন্সিল (pencil)
- ইরেজার (Eraser)
- ড্রইং কাগজ (Drawing paper)
- ড্রইং বোর্ড (Drawing Board)
- বোর্ড পিন (Board Pin)
- টি স্কোয়ার (Tee Square)
- সেট স্কোয়ার (Set Square)
- ডিভাইডার (Divider)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস ঃ

- Drawing Board (ড্রইং বোর্ড)
- Clips or Tape (ক্লিপ বা টেপ)

ডায়াগ্রাম ঃ



মডিউল-২

মডিউলঃ সিএনসি লেদ মেশিনের কাজ সম্পাদন করা

SICIP-LE-CAD-02-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম

অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-২

মডিউল শিরোনাম: সিএনসি লেদ মেশিনের কাজ সম্পাদন করা।

ইউনিট কোড: SICIP-LE-CAD-02-O **নোমিনাল আওয়ার:** ৩০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ: এই মডিউলে সিএনসি লেদ মেশিন পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এর মধ্যে বিশেষভাবে সিএনসি লেদ মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করা, প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করা, সিএনসি লেদ মেশিন পরিচালনা করা এবং 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা ও পরিমাপ করা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. সিএনসি লেদ মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করতে পারবে।
২. প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করতে পারবে।
৩. সিএনসি লেদ মেশিনের কাজ সম্পাদন করতে পারবে।
৪. 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা করতে এবং পরিমাপ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. লুব্রিকেন্ট, বায়ু এবং জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন অনুসারে পরীক্ষা করা।
২. কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা।
৩. ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে সেট করা এবং শক্ত করে বাঁধা।
৪. টুল সেট-আপ স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে করা।
৫. ওয়ার্কপিসটি কর্মক্ষেত্রের পদ্ধতি অনুসারে প্রয়োজনীয় নির্ভুলতার স্তরে ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের উপর মাউন্ট করা এবং সেন্টার করা।
৬. প্রধান সুইচ এবং জরুরি সুইচ চালু করা, এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা।
৭. মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা।
৮. প্রোগ্রামটি ডাউনলোড করা এবং উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে মেশিনে প্রোগ্রামটি স্থানান্তর করা।
৯. টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের প্যারামিটারগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রামটি সিমুলেটেড করা।
১০. ওয়ার্কপিসটি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে মাউন্ট করা।
১১. প্রোগ্রাম অনুসারে উপাদান (component) তৈরি করার জন্য সিএনসি লেদ অপারেশন করা।
১২. প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা নেওয়া।
১৩. উপযুক্ত পদ্ধতি এবং পরিমাপক সরঞ্জাম ব্যবহার করে স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা করা এবং পরিমাপ করা।
১৪. ত্রুটিপূর্ণ কাজের অংশ চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়ার জন্য রিপোর্ট করা।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ২.১

শিখন ফল-১: সিএনসি লেদ মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তু ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- লুব্রিকেন্ট, বায়ু এবং জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন
- কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা
- ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলির স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি
- টুল সেট-আপ স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি
- ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং এবং কেন্দ্রায়ণ
- প্রধান সুইচ এবং জরুরি সুইচ চালু করা এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা
- মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা

লুব্রিকেন্ট, বায়ু এবং জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

CNC মেশিন ও অন্যান্য স্বয়ংক্রিয় শিল্প যন্ত্রে সঠিক লুব্রিকেন্ট, বায়ুচাপ, জলবাহী চাপ এবং কুল্যান্ট ব্যবহারের মাধ্যমে মেশিনের কর্মক্ষমতা ও স্থায়িত্ব বজায় রাখা হয়। প্রস্তুতকারক প্রতিষ্ঠানগুলো তাদের মেশিনের জন্য নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন প্রদান করে, যা সঠিকভাবে অনুসরণ করা জরুরি।

লুব্রিকেন্ট (Lubricant)

লুব্রিকেন্ট হলো এমন একধরনের তেল বা তরল পদার্থ যা দুটি চলন্ত ধাতব অংশের মধ্যে প্রয়োগ করে ঘর্ষণ কমানো, তাপমাত্রা হ্রাস করা এবং যন্ত্রাংশের ক্ষয় রোধ করা হয়। এটি যন্ত্রের চলন্ত অংশগুলিকে মসৃণভাবে চলতে সাহায্য করে এবং দীর্ঘস্থায়ী করে তোলে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

মেশিনে সাধারণত Slideway Oil, Spindle Oil, Hydraulic Oil এবং Grease ব্যবহৃত হয়। এর Viscosity Grade সাধারণত ISO VG 32, 46 বা 68 হয়, যা মেশিনের ধরন অনুযায়ী নির্ধারিত হয়। জনপ্রিয় ব্র্যান্ডগুলোর মধ্যে Shell Tellus, Mobil Vactra, Castrol Hyspin এবং Total Azolla অন্যতম। লুব্রিকেন্ট সাধারণত -10±C থেকে +80±C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যকর থাকে। এটি Guideway, Ball Screw, Spindle Bearing এবং Gearbox-এ ব্যবহৃত হয়। প্রতি ছয় মাস পর বা প্রায় 1000 ঘণ্টা ব্যবহারের পর তেল পরিবর্তন করা উচিত।

নোট: সঠিক মানের লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করলে মেশিনের গতিশীল অংশগুলির আয়ু বৃদ্ধি পায় এবং ঘর্ষণজনিত ক্ষতি অনেকাংশে কমে যায়।

বায়ু চাপ (Air Pressure)

বায়ুচাপ হলো সংকুচিত বাতাসের শক্তি যা Pneumatic সিস্টেমের মাধ্যমে মেশিনের বিভিন্ন অংশ যেমন টুল ক্ল্যাম্পিং, দরজা খোলা-বন্ধ, এবং এয়ার ব্লাস্টে ব্যবহৃত হয়। এটি মেশিনের বিভিন্ন স্বয়ংক্রিয় কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

CNC মেশিনে বায়ুচাপ সাধারণত 0.5 থেকে 0.8 মেগাপাস্কাল (MPa) বা 5 থেকে 8 বার পর্যন্ত থাকে। বায়ুটি অবশ্যই শুষ্ক, পরিষ্কার এবং তেলমুক্ত হতে হবে। এজন্য 5 মাইক্রন পার্টিকল ফিল্টার ও ময়েশ্চার সেপারেটর ব্যবহার করা হয়। বায়ু সরবরাহের জন্য সাধারণত 2 থেকে 5 হর্স পাওয়ারের ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ার কম্প্রেসার ব্যবহৃত হয়।

উপদেশ: যদি বায়ু আর্দ্র বা তেলযুক্ত হয়, তাহলে সেন্সর, সিল ও অন্যান্য নিউম্যাটিক উপাদান নষ্ট হয়ে যেতে পারে। তাই সবসময় পরিষ্কার ও শুষ্ক বায়ু ব্যবহার করা উচিত।

জলবাহী চাপ (Hydraulic Pressure)

জলবাহী চাপ হলো তরল পদার্থ দ্বারা উৎপন্ন চাপ, যা হাইড্রোলিক সিস্টেমের মাধ্যমে মেশিনের ক্ল্যাম্পিং, টুল পরিবর্তন, অক্ষ চলাচল ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। এই সিস্টেম মেশিনের ভারী কাজগুলো নির্ভুলভাবে সম্পন্ন করতে সাহায্য করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

সাধারণভাবে হাইড্রোলিক সিস্টেমে চাপ 3.5 থেকে 7.0 মেগাপাস্কাল পর্যন্ত হয়। এতে ISO VG 32 বা 46 গ্রেডের Anti-Wear Hydraulic Oil ব্যবহার করা হয়। Shell Tellus 46, Mobil DTE 25, এবং Total Azolla ZS 46 ব্র্যান্ডের তেল বেশ জনপ্রিয়। তেলের ট্যাঙ্কের ধারণক্ষমতা সাধারণত 10 থেকে 30 লিটার হয়ে থাকে। তেল পরিষ্কার রাখার জন্য 10 মাইক্রন রিটার্ন লাইন ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। মেশিনের স্বাভাবিক কাজের জন্য তেলের তাপমাত্রা 30±C থেকে 60±C এর মধ্যে থাকা উচিত।

দ্রষ্টব্য: নিম্নমানের তেল বা অতিরিক্ত তাপমাত্রা হাইড্রোলিক ভালভ, পাম্প ও সিলের ক্ষতি ঘটাতে পারে। তাই সবসময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত তেল ও চাপ ব্যবহার করতে হবে।

কুল্যান্ট (Coolant)

কুল্যান্ট হলো এমন তরল পদার্থ যা মেশিনিং চলাকালীন কাটিং টুল ও ওয়ার্কপিসের মধ্যে উৎপন্ন তাপ অপসারণ করে। এটি টুলের আয়ু বৃদ্ধি করে, ঘর্ষণ কমায় এবং ভালো পৃষ্ঠের ফিনিশ প্রদান করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

CNC মেশিনে সাধারণত Water-Soluble Emulsion বা Synthetic Coolant ব্যবহার করা হয়। কুল্যান্ট ও পানির মিশ্রণ অনুপাত ৫% থেকে ১০% হওয়া উচিত। Blaser, Castrol, Shell এবং Cimcool এর মতো ব্র্যান্ডের কুল্যান্ট শিল্পে বহুল ব্যবহৃত। কুল্যান্টের চাপ সাধারণত 0.1 থেকে 0.3 মেগাপাস্কাল পর্যন্ত থাকে এবং এর pH মান 8.0 থেকে 9.5 এর মধ্যে থাকা উচিত। প্রতি তিন মাস পর বা প্রয়োজন অনুযায়ী কুল্যান্ট পরিবর্তন করা ভালো।

সতর্কতা: কুল্যান্টের ঘনত্ব ও pH মান নিয়মিত পরীক্ষা করা প্রয়োজন, কারণ সময়ের সাথে সাথে তা নষ্ট হয়ে ব্যাকটেরিয়া তৈরি করতে পারে, যা টুলের পারফরম্যান্স নষ্ট করে দেয়।

কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা:

CNC (Computer Numerical Control) মেশিনে বিভিন্ন ধরণের কাটিং টুল ব্যবহার করা হয় যেমন ড্রিল, মিল, বোরিং টুল, ফেস মিল, ট্যাপ ইত্যাদি। প্রতিটি টুল নির্দিষ্ট কাজের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং কাজের সঠিক ক্রম অনুসারে এগুলো সেট করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। টুলগুলি যদি সঠিক ক্রমে সাজানো না হয়, তাহলে প্রোগ্রাম চলাকালে ভুল টুল কাজ করতে পারে, যার ফলে ওয়ার্কপিস নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থেকে যায়।

কাটিং টুল: কাটিং টুল হলো এমন একটি যন্ত্রাংশ যা ধাতু, কাঠ, বা অন্যান্য কঠিন পদার্থের অতিরিক্ত অংশ অপসারণ (Material Removal) করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ওয়ার্কপিসের উপর নির্দিষ্ট গতি ও চাপ প্রয়োগ করে নির্দিষ্ট আকার, মাপ ও ফিনিশ তৈরি করে।

অর্থাৎ, কাটিং টুল এমন একটি ধারালো প্রান্তবিশিষ্ট সরঞ্জাম যা ঘূর্ণন বা সরলরেখায় গতি গ্রহণ করে ওয়ার্কপিসের অতিরিক্ত অংশ কেটে ফেলে কাঙ্ক্ষিত আকৃতি তৈরি করে।

কাটিং টুলের প্রকারভেদ:

Facing Tool (ফেসিং টুল)

ফেসিং টুল হলো এমন একটি কাটিং টুল যা ওয়ার্কপিসের মুখ বা প্রান্ত সমান করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ওয়ার্কপিসের ঘূর্ণন অক্ষের লম্বভাবে পদার্থ অপসারণ করে মসৃণ পৃষ্ঠ তৈরি করে।

Turning Tool (টার্নিং টুল)

টার্নিং টুল ব্যবহার করা হয় ওয়ার্কপিসের বাইরের অংশ থেকে ধারাবাহিকভাবে পদার্থ অপসারণ করতে। এটি ওয়ার্কপিসকে নির্দিষ্ট ব্যাস ও দৈর্ঘ্যে আকার দিতে সাহায্য করে।

Grooving Tool (গ্রুভিং টুল)

গ্রুভিং টুলের সাহায্যে ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠে সরু খাঁজ বা গ্রুভ তৈরি করা হয়। সাধারণত এটি সিল রিং বা অন্যান্য ফিটিংয়ের জন্য প্রয়োজন হয়।

Drilling Tool (ড্রিলিং টুল)

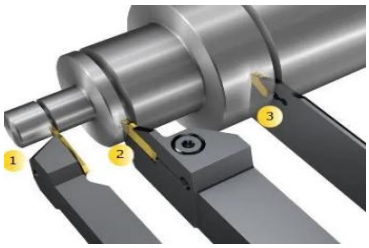
ড্রিলিং টুল ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসে বৃত্তাকার গর্ত তৈরি করা হয়। এটি ঘূর্ণন এবং ফিডের মাধ্যমে উপাদানের ভিতরে প্রবেশ করে নির্দিষ্ট ব্যাসের গর্ত তৈরিতে সাহায্য করে।

Threading Tool (থ্রেডিং টুল)

থ্রেডিং টুল ওয়ার্কপিসের বাইরের বা ভিতরের অংশে হেলিকাল খাঁজ তৈরি করে। এই খাঁজ স্ক্রু বা বোল্টের থ্রেড তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

Parting-off Tool (পার্টিং-অফ টুল)

পার্টিং-অফ টুল ওয়ার্কপিসের নির্দিষ্ট অংশ কেটে আলাদা করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত ল্যাথ মেশিনে ওয়ার্কপিসের শেষ অংশ পৃথক করতে ব্যবহৃত হয়।



Taping Tool (ট্যাপিং টুল)

ট্যাপিং টুল ব্যবহার করে পূর্বে তৈরি করা গর্তের ভিতরে থ্রেড কাটা হয়। এটি অভ্যন্তরীণ থ্রেড তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

Boring Tool (বোরিং টুল)

বোরিং টুল ব্যবহার করে পূর্বে তৈরি করা গর্তের ব্যাস বৃদ্ধি করা হয় এবং অভ্যন্তরীণ পৃষ্ঠ মসৃণ ও নিখুঁত করা হয়।

Knurling Tool (নরলিং টুল)

নরলিং টুল ওয়ার্কপিসের বাইরের পৃষ্ঠে প্যাটার্ন বা দাগ তৈরি করে, যাতে সেটি ধরার জন্য গ্রিপ ভালো হয়। এটি সাধারণত হ্যান্ডল বা গ্রিপ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

Honing Tool (হোনিং টুল)

হোনিং টুল ব্যবহার করে গর্তের অভ্যন্তরীণ পৃষ্ঠ মসৃণ এবং নির্ভুল করা হয়। এটি বোরিং বা গ্রাইন্ডিংয়ের পরে আরও ভালো ফিনিশ নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়।

Finishing Tool (ফিনিশিং টুল)

ফিনিশিং টুল ব্যবহার করে মেশিনিং প্রক্রিয়ার শেষ ধাপে ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠ থেকে অল্প পদার্থ অপসারণ করে মসৃণতা, নিখুঁত মাপ এবং ভালো পৃষ্ঠ ফিনিশ নিশ্চিত করা হয়।

ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলির স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতিঃ

CNC ল্যাথ, মিলিং বা অন্যান্য মেশিনিং সিস্টেমে ওয়ার্কপিসকে স্থির ও নিরাপদে ধরে রাখার জন্য ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। সঠিক ক্ল্যাম্পিং ছাড়া মেশিনিংয়ের নির্ভুলতা, ওয়ার্কপিসের গুণমান এবং অপারেটরের নিরাপত্তা বজায় রাখা কঠিন। ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস মেশিনের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করে এবং উৎপাদন প্রক্রিয়া দ্রুত ও সহজ করে।

ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের প্রকারভেদ:

Three Jaw Chuck (ত্রি-জ চাক)

Three Jaw Chuck একটি স্বয়ংকেন্দ্রকৃত চাক, যা তিনটি সমান্তরাল জের মাধ্যমে ওয়ার্কপিসকে কেন্দ্রে ধরে রাখে। এটি সাধারণত সিলিন্ড্রিক বা গোলাকার ওয়ার্কপিসের জন্য ব্যবহৃত হয়। স্বয়ংকেন্দ্রকরণ সুবিধার কারণে এটি দ্রুত এবং নির্ভুলভাবে কাজ সম্পন্ন করতে সাহায্য করে।

Four Jaw Chuck (চার-জ চাক)

Four Jaw Chuck একটি স্বাধীন জোড়া চাকা সমন্বিত চাক, যা ওয়ার্কপিসকে কেন্দ্র বা অ-সেন্ট্রাল অবস্থানেও স্থির করতে সক্ষম। এটি আকারে অনিয়মিত বা চতুর্ভুজাকার ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্প করার জন্য উপযুক্ত। যদিও সেটআপে সময় বেশি লাগে, এটি টুলের স্থায়িত্ব এবং সঠিকতা নিশ্চিত করে।

Collet Chuck (কলেট চাক)

Collet Chuck হলো একটি সঙ্কুচিত ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস যা ওয়ার্কপিসের ব্যাস অনুযায়ী টাইটভাবে বন্ধ হয়। ছোট ব্যাসের সঠিক ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্প করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। Collet Chuck নির্ভুলতা এবং পুনরাবৃত্তি কর্মক্ষমতায় খুব কার্যকর।

Live Center (লাইভ সেন্টার)

Live Center হলো এমন একটি সাপোর্ট যা ওয়ার্কপিসের শেষ প্রান্তে স্থাপন করা হয়। এটি ঘূর্ণনকালীন ওয়ার্কপিসকে সমর্থন দেয় এবং ডিফর্মেশন বা দোলা কমায়। প্রধানত দীর্ঘ ও ভারী ওয়ার্কপিসের জন্য ব্যবহৃত হয়।

Bar Feeder (বার ফিডার)

Bar Feeder একটি স্বয়ংক্রিয় সরঞ্জাম যা সোজা বা সিলিন্ড্রিক ব্যারের ওয়ার্কপিস ধারাবাহিকভাবে ল্যাথ মেশিনে সরবরাহ করে। এটি সময় বাঁচায় এবং ধারাবাহিক উৎপাদন নিশ্চিত করে। বড় আকারের বা মাল্টি-পিস উৎপাদনের জন্য অপরিহার্য।

Part Catcher (পার্ট ক্যাচার)

Part Catcher ওয়ার্কপিস বা কাট অংশ মেশিনিং শেষে নিরাপদে সংগ্রহ করে। এটি অপারেটরের জন্য নিরাপত্তা নিশ্চিত করে, ওয়ার্কপিস ভাঙা বা ক্ষতি হওয়া থেকে রক্ষা করে এবং ওয়ার্কস্পেস পরিষ্কার রাখে।

Tool Center (টুল সেন্টার)

Tool Center হলো এমন একটি ডিভাইস যা মেশিনে ব্যবহৃত কাটিং টুলগুলোকে সঠিক অবস্থানে রাখে। এটি টুল পরিবর্তন দ্রুত করে, সময় বাঁচায় এবং টুল ক্ষয় কমায়।

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি (SOP):

সঠিক ডিভাইস নির্বাচন:

ওয়ার্কপিসের আকার, দৈর্ঘ্য এবং আকারের অনুপাতে উপযুক্ত ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন করতে হবে।

নিরাপদ সেটআপ:

চাক, কলেট বা লাইভ সেন্টার সঠিকভাবে মেশিনে স্থাপন করতে হবে। সেটআপে ভুল হলে ওয়ার্কপিসের ঢিলা বা দোলা হতে পারে।

ওয়ার্কপিস স্থাপন:

ওয়ার্কপিসকে ডিভাইসে সঠিকভাবে বসিয়ে টাইট করা। টুল বা ডিভাইসের সাথে ওভারল্যাপ বা সংঘর্ষ এড়াতে হবে।

সাপোর্ট ব্যবহার:

দীর্ঘ ও ভারী ওয়ার্কপিসের জন্য Live Center বা Bar Feeder ব্যবহার করে সমর্থন নিশ্চিত করতে হবে।

সাবধানতা ও নিরাপত্তা:

সঠিক ক্ল্যাম্পিং ছাড়া মেশিন চালানো নিরাপদ নয়। সর্বদা Part Catcher ব্যবহার করে ওয়ার্কপিস ও কাট অংশ নিরাপদে সংগ্রহ করতে হবে।

পরীক্ষা ও যাচাই:

ক্ল্যাম্পিং শেষে ওয়ার্কপিস ঘূর্ণন পরীক্ষা ও টুল ফিড যাচাই করতে হবে। কোনো ঢিলা বা অ-নির্ভুলতা থাকলে তা সমন্বয় করতে হবে।

টুল সেট-আপ স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতিঃ

CNC ল্যাথ, মিলিং বা অন্যান্য মেশিনিং সিস্টেমে টুল সেট-আপ একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সঠিকভাবে টুল সেট-আপ করা না হলে ওয়ার্কপিসের আকার, ফিনিশ এবং মেশিনিংয়ের নির্ভুলতা ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। টুল সেট-আপের মাধ্যমে মেশিনে টুলের অবস্থান, উচ্চতা এবং অফসেট নির্ধারণ করা হয়, যাতে প্রোগ্রাম অনুযায়ী কাটিং সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।

টুল সেট-আপ পদ্ধতি:

টুল সেট-আপ করার জন্য সাধারণত দুটি স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়:

১. Scratch Method (স্ক্র্যাচ মেথড)
২. Tool-Setting Device Method (টুল-সেটিং ডিভাইস পদ্ধতি)

Scratch Method (স্ক্র্যাচ মেথড):

Scratch Method হলো একটি প্রথাগত পদ্ধতি যেখানে ওয়ার্কপিসের উপরে সরাসরি টুলকে স্পর্শ করিয়ে সেট করা হয়।

পদ্ধতি:

- ওয়ার্কপিস মেশিনে ক্ল্যাম্প করা হয়।
- টুলকে ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠের উপর নিয়ে যাওয়া হয়।
- টুল যখন ওয়ার্কপিসের সাথে হালকা ছোঁয়া বা স্ক্র্যাচ তৈরি করে, তখন টুলের উচ্চতা এবং অবস্থান নির্ধারণ করা হয়।

লক্ষ্য ও সুবিধা:

- সরল এবং সহজ পদ্ধতি।
- ছোট ও সাধারণ ওয়ার্কপিসের জন্য উপযুক্ত।
- তবে এটি কিছুটা সময়সাপেক্ষ এবং নিখুঁততার জন্য অভিজ্ঞতা প্রয়োজন।

Tool-Setting Device Method (টুল-সেটিং ডিভাইস পদ্ধতি):

Tool-Setting Device Method হলো আধুনিক ও নিখুঁত পদ্ধতি, যেখানে বিশেষ টুল-সেটিং ডিভাইস ব্যবহার করে টুলের অবস্থান নির্ধারণ করা হয়।

পদ্ধতি:

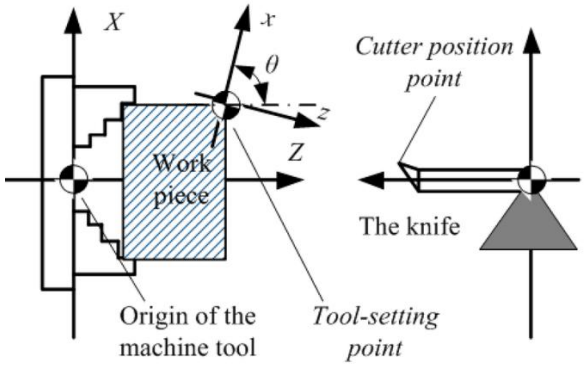
- টুল-সেটিং ডিভাইসকে মেশিনে স্থাপন করা হয়।
- টুল ডিভাইসের স্পর্শক বা সেন্সরের মাধ্যমে সঠিক অবস্থান এবং উচ্চতা নির্ধারণ করা হয়।
- মেশিনের কন্ট্রোল সিস্টেমে এই তথ্য ইনপুট দিলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে টুল অফসেট সেট হয়ে যায়।

লক্ষ্য ও সুবিধা:

- দ্রুত এবং নির্ভুল।
- পুনরাবৃত্তি নির্ভুলতা নিশ্চিত করে।
- জটিল ও বড় প্রোজেক্টের জন্য উপযুক্ত।

ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং এবং কেন্দ্রায়ণ

মেশিনিং প্রক্রিয়ায় ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে স্থাপন করা সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। ওয়ার্কপিস যদি সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প বা কেন্দ্রায়িত না হয়, তাহলে কাটিং অপারেশনে ত্রুটি দেখা দিতে পারে, টুলের ক্ষয় বৃদ্ধি পায় এবং মেশিনের নিরাপত্তা ঝুঁকির মধ্যে পড়ে।



১. ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন:

ওয়ার্কপিসের আকার, আকারের জ্যামিতি এবং দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন করতে হবে।

- Three Jaw Chuck: সিলিন্ড্রিক বা গোলাকার ওয়ার্কপিসের জন্য উপযুক্ত। স্বয়ংক্রিয়ভাবে কেন্দ্রায়ণ নিশ্চিত করে।
- Four Jaw Chuck: অনিয়মিত আকারের ওয়ার্কপিস বা অ-সেন্ট্রাল অবস্থানের জন্য ব্যবহার হয়।
- Collet Chuck: ছোট ব্যাসের ওয়ার্কপিসের জন্য নিখুঁত ক্ল্যাম্পিং নিশ্চিত করে।

২. ওয়ার্কপিস স্থাপন:

- নির্বাচিত ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসে ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বসানো হয়।
- প্রথমে ওয়ার্কপিস হালকা চাপ দিয়ে স্থাপন করতে হবে।
- তারপর ধীরে ধীরে টাইট করে মেশিনে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে হবে।
- এই ধাপটি নিশ্চিত করে যে ওয়ার্কপিস কাটিং অপারেশনের সময় নড়াচড়া করবে না।

৩. কেন্দ্রায়ণ (Alignment / Centering):

- ওয়ার্কপিসের অক্ষকে মেশিনের কেন্দ্রীভূত অক্ষের সাথে সামঞ্জস্য করা হয়।

- কেন্দ্রায়ণ করার জন্য বিভিন্ন সরঞ্জাম ব্যবহার করা যায়, যেমন লাইন গেজ, স্পেসার বা লাইন লাইট।
- লক্ষ্য: ওয়ার্কপিসের অক্ষ এবং টুলের অক্ষ পুরোপুরি সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়া।
- কেন্দ্রায়ণ সঠিক না হলে কাটিং অপারেশনে ওয়ার্কপিসে দোলা, টুলের অতিরিক্ত চাপ ও ফিনিশে ত্রুটি দেখা দেয়।

৪. নির্ভুলতা যাচাই:

- ওয়ার্কপিসকে ক্ল্যাম্প করার পরে এবং কেন্দ্রায়ণ সম্পন্ন হওয়ার পরে, মেশিনে একটি ড্রাই রান বা ট্রায়াল কাট করা যায়।
- এতে দেখা যায় যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে স্থির রয়েছে কিনা।
- প্রয়োজনে সামান্য সমন্বয় করে সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করা হয়।

৫. সতর্কতা এবং নিরাপত্তা:

- ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস যথেষ্ট টাইট করা আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। অপ্রতুল টাইটিং টুল বা ওয়ার্কপিসে দোলা সৃষ্টি করতে পারে।
- খুব বেশি টাইট করলে ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- ওয়ার্কপিস স্থাপনের সময় মেশিন বন্ধ থাকা উচিত, যাতে দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করা যায়।
- দীর্ঘ বা ভারী ওয়ার্কপিসের ক্ষেত্রে Live Center ব্যবহার করে অতিরিক্ত সমর্থন দেওয়া প্রয়োজন।

প্রধান সুইচ এবং জরুরি সুইচ চালু করা এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করাঃ

মেশিন চালুর পূর্বে বিদ্যুৎ সরবরাহ এবং নিরাপত্তা সিস্টেম পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি মেশিনের সঠিক কার্যক্ষমতা, অপারেটরের নিরাপত্তা এবং ওয়ার্কপিসের ক্ষতি প্রতিরোধ করে।

১. প্রধান সুইচ (Main Switch) চালু করা:

- মেশিনের প্রধান বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করতে প্রধান সুইচ অন করতে হয়।
- সুইচ চালু করার পরে মেশিনের সমস্ত সিস্টেম সক্রিয় হবে।
- মেশিনের কন্ট্রোল প্যানেলে পাওয়ার ইনডিকেটর লাইট সচল থাকা উচিত।
- লক্ষ্য: মেশিনকে নিরাপদ এবং প্রস্তুত অবস্থায় রাখা।

২. জরুরি সুইচ (Emergency Switch) পরীক্ষা:

- জরুরি সুইচ হলো একটি নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্য যা মেশিনকে অবিলম্বে বন্ধ করতে পারে।
- পরীক্ষা করার জন্য সুইচটি চাপ দিয়ে দেখুন যে মেশিন অবিলম্বে বন্ধ হচ্ছে কিনা।
- এটি নিশ্চিত করে যে যেকোনো বিপদের সময় মেশিন নিরাপদভাবে বন্ধ করা সম্ভব।

- লক্ষ্য: অপারেটরের নিরাপত্তা এবং দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমানো।

৩. ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা:

- মেশিনের স্থিতিশীল বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করতে ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা হয়।
- স্টেবিলাইজার দেখবে যে মেশিনে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ বজায় আছে কিনা।
- উঁচু বা কম ভোল্টেজ হলে মেশিনের ইলেকট্রনিক্স বা মোটর ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- লক্ষ্য: মেশিনের দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা এবং নিরাপদ কাজ নিশ্চিত করা।

৪. সতর্কতা:

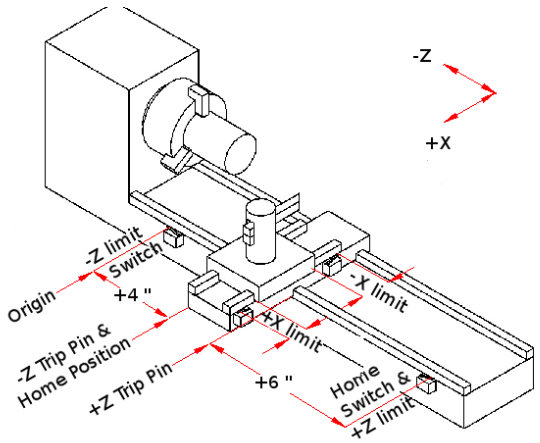
- পরীক্ষা করার সময় কোনো ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ল্যাম্প করা থাকলে নিশ্চিত করুন যে তারা নিরাপদে রাখা হয়েছে।
- ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার কাজ করছে কিনা নিয়মিত যাচাই করা উচিত।
- প্রধান এবং জরুরি সুইচের সঠিক কার্যকারিতা মেশিন চালুর পূর্বে সবসময় নিশ্চিত করতে হবে।

মেশিন শূন্য বিন্দু (Machine Zero Point) পরীক্ষা করাঃ

মেশিনিং প্রক্রিয়ার শুরুতে মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা একটি অপরিহার্য ধাপ। শূন্য বিন্দু হলো টুল এবং ওয়ার্কপিসের জন্য প্রাথমিক রেফারেন্স পয়েন্ট, যা নিশ্চিত করে যে কাটিং অপারেশন নির্ভুল ও নিরাপদভাবে সম্পন্ন হচ্ছে। সঠিক শূন্য বিন্দু না থাকলে ওয়ার্কপিসে দোলা, টুলের অতিরিক্ত ক্ষয় এবং মেশিনিংয়ে ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

Machine Zero Point

শূন্য বিন্দু হলো মেশিনে টুল এবং ওয়ার্কপিসের মিলনবিন্দু। এটি নির্ধারণ করে যে কাটিং কোথা থেকে শুরু হবে এবং ওয়ার্কপিসে কোন অংশে মেশিনের প্রোগ্রাম অনুযায়ী টুল কাজ শুরু করবে। সাধারণত শূন্য বিন্দু ওয়ার্কপিসের একটি প্রান্ত, কেন্দ্রীভূত অক্ষ অথবা নির্দিষ্ট প্রোগ্রাম অনুযায়ী নির্ধারিত পয়েন্ট হতে পারে। শূন্য বিন্দু ঠিকভাবে নির্ধারণ করলে মেশিনিং প্রক্রিয়া সঠিকভাবে, নিরাপদে এবং উচ্চ গুণমানের ফিনিশ সহ সম্পন্ন হয়।



Machine Zero Point পরীক্ষা করার পদ্ধতি

- প্রথমে ওয়ার্কপিস মেশিনে ক্ল্যাম্প করে যথাযথ কেন্দ্রায়ণ নিশ্চিত করতে হয়।
- মেশিনের কন্ট্রোল প্যানেলে শূন্য বিন্দু নির্বাচন করা হয়।
- টুলকে ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের প্রাথমিক অবস্থানে নিয়ে আসা হয়।
- প্রাথমিক অবস্থান এবং কন্ট্রোল প্যানেলে প্রদত্ত শূন্য বিন্দু মিলছে কিনা যাচাই করা হয়।
- যদি প্রয়োজন হয়, শূন্য বিন্দু পুনঃনির্ধারণ করা হয়।
- এই ধাপগুলো নিশ্চিত করে যে কাটিং অপারেশন সঠিকভাবে শুরু হবে এবং মেশিনের প্রোগ্রাম অনুযায়ী নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হবে।

Machine Zero Point করার লক্ষ্য

- শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করার প্রধান উদ্দেশ্য হলো:
- নিশ্চিত করা যে কাটিং অপারেশন সঠিক স্থানে শুরু হচ্ছে।
- ওয়ার্কপিসের যেকোনো দিক থেকে কাজ নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হচ্ছে।
- টুল এবং ওয়ার্কপিসের মধ্যে সংঘর্ষ বা ত্রুটি প্রতিরোধ করা।

Machine Zero Point এর সতর্কতা ও নিরাপত্তা

- শূন্য বিন্দু নির্ধারণের সময় মেশিন এবং টুল বন্ধ বা ধীর গতি মোডে রাখতে হবে।
- ভুল শূন্য বিন্দু সেট করলে ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- দীর্ঘ বা ভারী ওয়ার্কপিসের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত সমর্থন ব্যবহার করা জরুরি।
- শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করার সময় সব সময় নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখতে হবে।

সেলফ চেক (Self Check) – ২.১

১. CNC Lathe মেশিন চালু করার আগে কোন বিষয়টি প্রথমে যাচাই করতে হয়?

২. Reference (Home) position সেট করার উদ্দেশ্য কী?

৩. Tool setup করার সময় কোন বিষয়টি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ?

৪. Coolant লেভেল কেন পরীক্ষা করা হয়?

৫. Safety interlock switch-এর কাজ কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.১

১. CNC Lathe মেশিন চালু করার আগে কোন বিষয়টি প্রথমে যাচাই করতে হয়?
উত্তর: মেশিনের পাওয়ার সংযোগ, সুইচ, ইমার্জেন্সি স্টপ ও দরজা ঠিক আছে কি না যাচাই করতে হবে; coolant, lubrication ও air supply ঠিক আছে কি না চেক করা উচিত।

২. Reference (Home) position সেট করার উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: মেশিনের শূন্য বিন্দু নির্ধারণ করা, টুল ও ওয়ার্কপিসের সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করা, প্রোগ্রামের মুভমেন্ট সঠিকভাবে সম্পন্ন করা ও সংঘর্ষ এড়ানো।

৩. Tool setup করার সময় কোন বিষয়টি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: প্রতিটি টুলের দৈর্ঘ্য, ব্যাস ও offset সঠিকভাবে ইনপুট করতে হবে; প্রোগ্রামের টুল নম্বরের সাথে মিল রাখতে হবে; ভুল সেটআপ ওয়ার্কপিস ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে।

৪. Coolant লেভেল কেন পরীক্ষা করা হয়?
উত্তর: টুল ও ওয়ার্কপিস ঠান্ডা রাখতে, cutting surface মসৃণ রাখতে, টুলের ধার দীর্ঘস্থায়ী করতে ও অতিরিক্ত ঘষা ও ক্ষয় কমাতে।

৫. Safety interlock switch-এর কাজ কী?
উত্তর: দরজা বা কভার খোলা থাকলে মেশিন চালু হতে দেয় না; অপারেটরের নিরাপত্তা নিশ্চিত করে; অপ্রত্যাশিত দুর্ঘটনা রোধ করে; নিরাপদ কাজের পরিবেশ নিশ্চিত করে।

জব শিট (Job Sheet) – ২.১.১

জবের নাম: সিএনসি লেদ মেশিনের ওয়ার্কপিস সেটআপ প্রস্তুতি।

কাজের ধাপসমূহ:

১. মেশিনের পাওয়ার অন করুন এবং সব নিরাপত্তা সুইচ পরীক্ষা করুন।
২. Reference (Home) position সেট করুন।
৩. প্রয়োজনীয় টুলগুলি টারেট বা টুল হোল্ডারে সেট করুন।
৪. Tool offset এবং work offset তৈরি করুন।
৫. Coolant, লুব্রিকেশন ও এয়ার সাপ্লাই পরীক্ষা করুন।
৬. মেশিনের দরজা বন্ধ করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করুন।

সতর্কতা:

- ✓ মেশিন চালু অবস্থায় কখনও দরজা খুলবেন না।
- ✓ সবসময় PPE ব্যবহার করুন।
- ✓ টুল সেট করার সময় হাত দূরে রাখুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.১.১

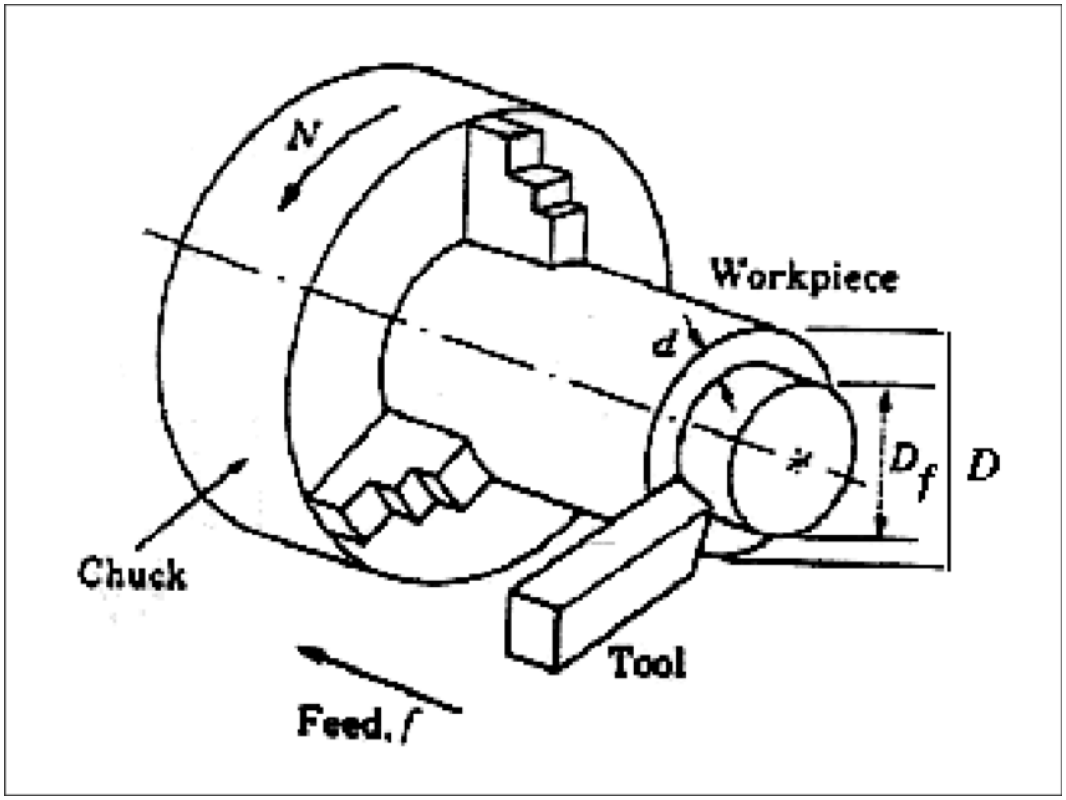
জবের নাম: সিএনসি লেদ মেশিনের ওয়ার্কপিস সেটআপ প্রস্তুতি।

প্রয়োজনীয় PPE:
Safety glass,
Hand gloves,
Ear plug,
Apron

টুলস ও ইকুইপমেন্ট:
CNC Lathe,
Chuck key,
Allen key set,
Tool holder,
Spanner

ম্যাটেরিয়ালস:
Workpiece (Mild Steel Bar)

ড্রইং/লে-আউট:
Simple cylindrical work setup layout



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ২.২

শিখন ফল-২: প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তু ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে প্রোগ্রামটি ডাউনলোড করে মেশিনে স্থানান্তর
- টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের প্যারামিটারগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রাম সিমুলেশন

উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে প্রোগ্রামটি ডাউনলোড করে মেশিনে স্থানান্তর:

মেশিনিং প্রক্রিয়ার সাফল্য নির্ভর করে প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তরের উপর। CNC বা অন্যান্য স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রাম সঠিকভাবে স্থানান্তর না হলে G-code বা M-code ঠিকভাবে কার্যকর হয় না। এর ফলে ওয়ার্কপিসে ত্রুটি দেখা দিতে পারে, টুল অতিরিক্ত ক্ষয় হয় এবং উৎপাদন মানে বিঘ্ন ঘটতে পারে। তাই এই ইউনিটে আমরা পুরো প্রক্রিয়াটিকে বিস্তারিতভাবে, ধাপে ধাপে আলোচনা করব।

১. প্রোগ্রামের প্রয়োজনীয়তাঃ

CNC মেশিনে কোনো অপারেশন শুরু করার আগে সংশ্লিষ্ট প্রোগ্রাম মেশিনে থাকা আবশ্যক। প্রোগ্রামটি সাধারণত CAD/CAM সফটওয়্যারের মাধ্যমে তৈরি হয় এবং মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটে সংরক্ষিত থাকে। প্রোগ্রামটি সঠিকভাবে লোড করা না হলে মেশিন ভুল পথে কাজ করতে পারে।

ডাউনলোডের আগে নিশ্চিত করতে হবে যে:

- প্রোগ্রামটি সম্পূর্ণ এবং ত্রুটিমুক্ত।
- প্রোগ্রামটি মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।
- প্রোগ্রামে ব্যবহৃত টুল, কাটিং প্যারামিটার এবং ওয়ার্কপিসের ডেটা সঠিকভাবে উল্লেখ আছে।

প্রোগ্রামের মান নিশ্চিত করা হলে উৎপাদন প্রক্রিয়া নির্ভুল এবং নিরাপদভাবে সম্পন্ন হয়। মনে রাখুন, "একটা ছোট ভুল পুরো ওয়ার্কপিস নষ্ট করতে পারে!"

২. ডাউনলোড ডিভাইস নির্বাচন এবং ব্যবহার:

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের জন্য বিভিন্ন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। ছোট ফাইলের জন্য USB ড্রাইভ দ্রুত এবং বহনযোগ্য। বড় ফাইল বা সরাসরি কন্ট্রোলার সংযোগের জন্য Ethernet বা Network Cable ব্যবহার করা হয়। পুরনো মেশিনের ক্ষেত্রে RS-232 Serial Cable ব্যবহৃত হতে পারে।

ডাউনলোডের সময় মনে রাখতে হবে:

- ডিভাইস ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা।
- সংযোগে কোন বাধা নেই।
- USB বা নেটওয়ার্ক কেবল ঠিকভাবে লাগানো না থাকলে পুরো প্রোগ্রাম স্থানান্তর অসম্পূর্ণ হতে পারে।

"ছোটখাটো ভুলও বড় সমস্যা তৈরি করতে পারে।"

৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তর প্রক্রিয়া:

প্রথমে নির্বাচিত ডিভাইসের মাধ্যমে প্রোগ্রামটি লোড করতে হয়। এরপর মেশিনের কন্ট্রোলার স্ক্রিনে Download বা Transfer অপশন নির্বাচন করে স্থানান্তর প্রক্রিয়া শুরু করা হয়। স্থানান্তরের সময় প্রোগ্রাম পুরোপুরি এবং ত্রুটিমুক্তভাবে মেশিনে এসেছে কিনা মনিটর করতে হয়।

স্থানান্তরের পরে প্রোগ্রামটি মেশিনে ওপেন করে যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রয়োজনে প্রোগ্রামের ব্যাকআপ তৈরি করে রাখা উচিত, যাতে ভবিষ্যতে পুনরায় ব্যবহার করা যায়। যেমন অভিজ্ঞ অপারেটররা বলেন, "প্রোগ্রামের ব্যাকআপ রাখা মানে চোরবালির খেলার আগে তালা দেওয়া।"

৪. যাচাই এবং নিরাপত্তা:

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের পরে Dry Run বা Simulation করা অপরিহার্য। এটি নিশ্চিত করে যে প্রোগ্রামটি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং ওয়ার্কপিস বা টুলের ক্ষতি হবে না। Dry Run চলাকালীন মেশিনের প্রতিটি অংশের অবস্থান, টুলপাথ এবং কন্ট্রোলার নির্দেশনা যাচাই করা হয়।

প্রোগ্রাম ডাউনলোড বা স্থানান্তরের সময় মেশিন অবশ্যই বন্ধ বা নিরাপদ মোডে রাখা উচিত। অভিজ্ঞরা বলেন, "Dry Run করা মানে ভবিষ্যতের বিপদ এড়িয়ে চলা।"

সঠিকভাবে প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করলে:

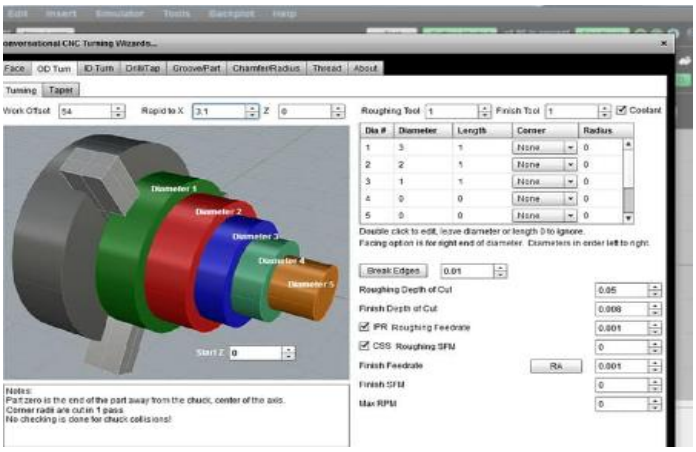
- কাটিং অপারেশন নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হয়।
- ওয়ার্কপিস এবং টুলের ক্ষতি কম হয়।
- উৎপাদন প্রক্রিয়া কার্যকর এবং পুনরাবৃত্তি সক্ষম হয়।
- মেশিনের স্থায়িত্ব, উৎপাদন মান এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।
- মনে রাখবেন, "একটি ভালো লোড করা প্রোগ্রাম মানে পুরো দিনের কাজ সুরক্ষিত।"

টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের প্যারামিটারগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রাম সিমুলেশনঃ

মেশিনিং প্রক্রিয়ার সঠিকতা, ওয়ার্কপিসের মান এবং টুলের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য CNC বা স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রাম সঠিকভাবে ডাউনলোড, স্থানান্তর ও যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রোগ্রাম ভুলভাবে চালালে G-code বা M-code কার্যকর হবে না, যা ওয়ার্কপিসে ত্রুটি, টুলের অতিরিক্ত ক্ষয় এবং উৎপাদন মানের ক্ষতি ঘটাতে পারে।

এই ইউনিটে আমরা পুরো প্রক্রিয়াটি ধাপে ধাপে আলোচনা করব: প্রোগ্রাম ডাউনলোড, স্থানান্তর, সিমুলেশন, টুলপাথ যাচাই এবং Dry Run।

CNC মেশিনে যেকোনো অপারেশন শুরু করার আগে সংশ্লিষ্ট প্রোগ্রাম মেশিনে থাকা আবশ্যক। প্রোগ্রামটি সাধারণত CAD/CAM সফটওয়্যারের মাধ্যমে তৈরি হয় এবং মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটে সংরক্ষিত থাকে।



প্রোগ্রাম ডাউনলোডের আগে নিশ্চিত করতে হবে:

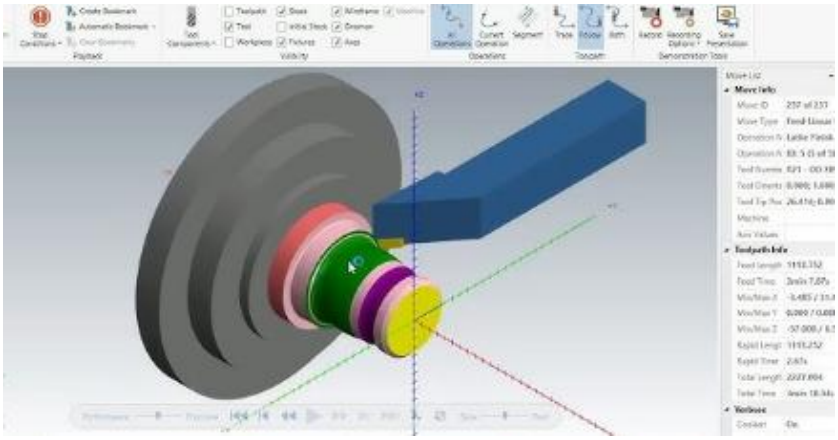
- প্রোগ্রামটি সম্পূর্ণ এবং ত্রুটিমুক্ত।
- মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ।
- ব্যবহৃত টুল, কাটিং প্যারামিটার এবং ওয়ার্কপিস ডেটা সঠিকভাবে উল্লেখ আছে।

১. প্রোগ্রাম সিমুলেশন

সংজ্ঞা: সিমুলেশন হলো প্রোগ্রাম চালানোর আগে ভার্চুয়াল বা সফটওয়্যারে ট্রায়াল রান করা, যাতে টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং সম্ভাব্য সংঘর্ষ যাচাই করা যায়।

টুলপাথ যাচাই (Tool Path Verification):

টুলপাথ যাচাই হলো মেশিনিং প্রক্রিয়ায় টুলের চলাচল নিরীক্ষণ করা। এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায় যে কাটা বা যন্ত্রাংশ তৈরির জন্য টুল নির্ধারিত পথে সঠিকভাবে চলছে কিনা। এটি গুরুত্বপূর্ণ কারণ যদি টুলপাথ ভুল থাকে, তাহলে ওয়ার্কপিসে অযাচিত কাটা, গর্ত বা ক্ষতি হতে পারে। টুলপাথ যাচাইয়ে সাধারণত ভার্চুয়াল সিমুলেশন বা Dry Run ব্যবহার করা হয়, যাতে বাস্তব মেশিনে কোনো ধরনের সংঘর্ষ বা ত্রুটি ঘটার আগে সমস্যা শনাক্ত করা যায়।



কাটিং প্যারামিটার পরীক্ষা (Cutting Parameter Inspection)

কাটিং প্যারামিটার পরীক্ষা হলো মেশিনে ব্যবহৃত কাটিং স্পিড, ফিড রেট এবং কাটিং গভীরতার সঠিকতা যাচাই করা। সঠিক প্যারামিটার নিশ্চিত করলে টুলের জীবনকাল বৃদ্ধি পায়, ওয়ার্কপিসে প্রিসিশন কাটা হয় এবং উৎপাদন মান উন্নত হয়। উদাহরণস্বরূপ, ফিড রেট খুব বেশি হলে টুলে অতিরিক্ত চাপ পড়বে, আর কম হলে উৎপাদন ধীর হবে। তাই এই প্যারামিটারগুলি আগে থেকে পরীক্ষা ও যাচাই করা আবশ্যক।

ত্রুটি প্রতিরোধ (Error Prevention):

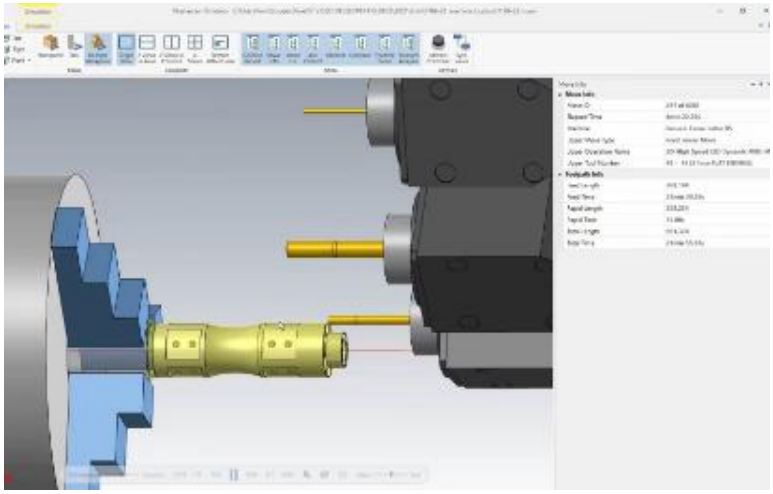
ত্রুটি প্রতিরোধ মানে হলো সম্ভাব্য সংঘর্ষ, ওভারল্যাপ বা টুল-ওয়ার্কপিস ইন্টারফেরেন্স আগেভাগেই শনাক্ত এবং সমাধান করা। মেশিনে সরাসরি প্রোগ্রাম চালানোর আগে সিমুলেশন বা Dry Run করলে যেকোনো ভুলের সম্ভাবনা কমানো যায়। এটি ওয়ার্কপিসে ত্রুটি, টুলের ক্ষয় এবং উৎপাদন ব্যাঘাত প্রতিরোধ করে। অভিজ্ঞ অপারেটররা বলেন, "ছোট ত্রুটিও বড় ক্ষতির কারণ হতে পারে, তাই প্রতিটি প্রোগ্রাম আগে পরীক্ষা করা অপরিহার্য।"

নিরাপত্তা বৃদ্ধি (Safety Enhancement):

নিরাপত্তা বৃদ্ধি মানে মেশিনিং প্রক্রিয়ার সময় ওয়ার্কপিস, টুল এবং অপারেটরের সুরক্ষা নিশ্চিত করা। সঠিক টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং ত্রুটি প্রতিরোধের মাধ্যমে সম্ভাব্য দুর্ঘটনা এবং ক্ষতি কমানো যায়। Dry Run বা সিমুলেশন চলাকালীন মেশিনকে নিরাপদ মোডে রাখা হয়। এটি ওয়ার্কপিস ও টুলের সম্ভাব্য ক্ষতি কমিয়ে উৎপাদন প্রক্রিয়াকে নিরাপদ ও দক্ষ করে।

২. Dry Run (ভার্চুয়াল রিহার্সাল)

Dry Run হলো CNC বা স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রামের পরীক্ষা-চলাচল ধীর গতিতে চালানো, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং মেশিনের সকল কার্যক্রম সঠিকভাবে কাজ করছে। Dry Run সরাসরি কাটিং শুরু করার আগে সম্ভাব্য ত্রুটি, সংঘর্ষ এবং অস্বাভাবিক মুভমেন্ট শনাক্ত করতে সাহায্য করে।



Dry Run-এর উদ্দেশ্য ও গুরুত্ব

নির্ভুলতা যাচাই: Dry Run চলাকালীন টুলপাথ, ফিড রেট, স্পিড এবং কাটিং গভীরতা পর্যবেক্ষণ করা হয়।

সুরক্ষা: ওয়ার্কপিস, টুল এবং মেশিনকে সম্ভাব্য ক্ষতি থেকে রক্ষা করে।

ত্রুটি প্রতিরোধ: প্রোগ্রামে থাকা ছোটখাটো ভুল বা সংঘর্ষ আগেভাগেই শনাক্ত হয়।

অপারেটরের নিরাপত্তা: সঠিক Dry Run নিশ্চিত করলে হঠাৎ দুর্ঘটনা বা যান্ত্রিক ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা কমে।

Dry Run প্রক্রিয়া

- ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা এবং কেন্দ্রায়ণ নিশ্চিত করা।
- প্রয়োজন হলে মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা।
- প্রধান সুইচ ও জরুরি সুইচ চালু করা।

Dry Run শুরু:

- প্রোগ্রাম ধীর গতিতে চালান।
- প্রতিটি টুল মুভমেন্ট মনিটর করুন।
- নিশ্চিত করুন যে টুল ওয়ার্কপিসের মধ্যে সংঘর্ষ করছে না।

যাচাই:

- টুলপাথ সঠিকভাবে চলছে কি না।
- কাটিং গভীরতা এবং ফিড রেট সঠিক কি না।
- অস্বাভাবিক বা ঝুঁকিপূর্ণ মুভমেন্ট আছে কি না।

সেলফ চেক (Self-check) – ২.২

১. প্রোগ্রাম ডাউনলোডের আগে কী যাচাই করতে হয়?

২. CNC প্রোগ্রাম সাধারণত কোন ফরম্যাটে সংরক্ষণ করা হয়?

৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের সময় কোন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?

৪. প্রোগ্রাম সম্পূর্ণভাবে স্থানান্তর হয়েছে কিনা যাচাই করবেন কীভাবে?

৫. কেন প্রোগ্রামের ব্যাকআপ রাখা প্রয়োজন?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.২

১. প্রোগ্রাম ডাউনলোডের আগে কী যাচাই করতে হয়?

উত্তরঃ

প্রোগ্রামটি ত্রুটিমুক্ত কি না, সমস্ত G-code ও M-code সঠিকভাবে লেখা আছে কি না, এবং প্রয়োজনীয় টুল নম্বর ও অফসেট ঠিকভাবে সেট করা হয়েছে কি না তা যাচাই করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে মেশিন সঠিকভাবে এবং নিরাপদভাবে কাজ করবে।

২. CNC প্রোগ্রাম সাধারণত কোন ফরম্যাটে সংরক্ষণ করা হয়?

উত্তরঃ

সাধারণত .NC, .TXT বা .TAP ফরম্যাটে প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করা হয়। এই ফাইলগুলোতে G-code ও M-code নির্দেশনা থাকে যা মেশিনের কাটিং, স্পিন্ডল স্পিড ও ফিড নিয়ন্ত্রণ করে।

৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের সময় কোন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

USB ড্রাইভ, Ethernet ক্যাবল বা RS-232 সিরিয়াল কেবল সাধারণভাবে ব্যবহার করা হয়। আধুনিক কন্ট্রোলারে নেটওয়ার্ক ট্রান্সফার বা Wi-Fi ব্যবহারের সুবিধাও থাকতে পারে।

৪. প্রোগ্রাম সম্পূর্ণভাবে স্থানান্তর হয়েছে কিনা যাচাই করবেন কীভাবে?

উত্তরঃ

মেশিনের কন্ট্রোল স্ক্রিনে প্রোগ্রাম ওপেন করে কোডগুলি পরীক্ষা করা হয়। এছাড়া Simulation চালিয়ে দেখাও হয় যে সব ডেটা ঠিক আছে এবং কোনো ত্রুটি হয়নি।

৫. প্রোগ্রামের ব্যাকআপ রাখা কেন প্রয়োজন?

উত্তরঃ

মেশিনে প্রোগ্রাম হারিয়ে গেলে, বিদ্যুৎ বিভ্রাট হলে বা ভুল করে মুছে গেলে পুনরায় ব্যবহার করার জন্য ব্যাকআপ রাখা হয়। এটি উৎপাদন প্রক্রিয়া থেমে না যাওয়ার নিশ্চয়তা দেয়।

জব শিট (Job Sheet) – ২.২.১

জবের নাম: সিএনসি প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং ট্রান্সফার করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রোগ্রাম তৈরি বা CAM সফটওয়্যার থেকে এক্সপোর্ট করুন।

২. USB বা নেটওয়ার্কের মাধ্যমে কন্ট্রোলারে সংযোগ করুন।

৩. কন্ট্রোল স্ক্রিনে “Download” বা “Input” নির্বাচন করুন।

৪. প্রোগ্রাম স্থানান্তর সম্পূর্ণ হলে যাচাই করুন।

৫. প্রয়োজনে ব্যাকআপ সংরক্ষণ করুন।

সতর্কতা:

১. ডাউনলোড চলাকালীন সংযোগ বিচ্ছিন্ন করবেন না।

২. Idle অবস্থায় প্রোগ্রাম স্থানান্তর করুন।

৩. অচেনা ফাইল লোড করবেন না।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.২.১

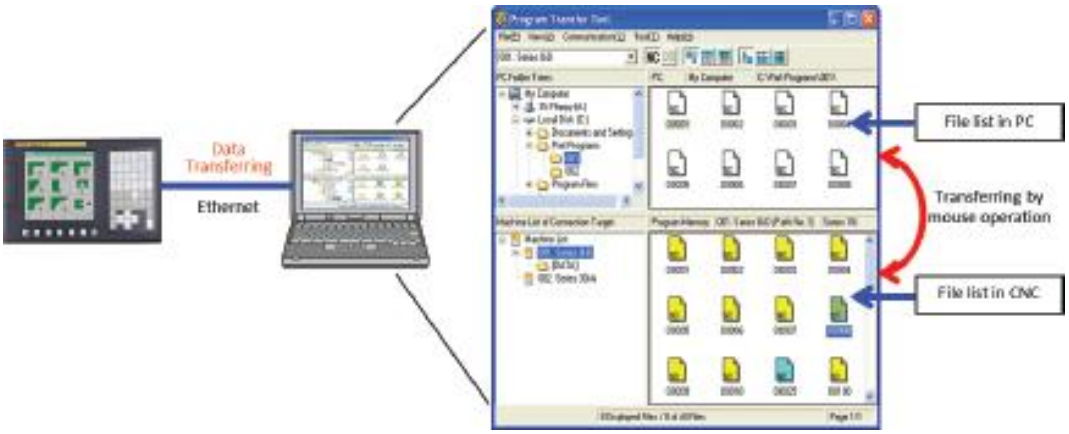
জবের নাম: সিএনসি প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং ট্রান্সফার করা।

প্রয়োজনীয় PPE:
Anti-static wrist strap
Gloves

টুলস:
CNC controller
USB drive
Network cable

ম্যাটেরিয়ালস:
Digital program file (.nc/.txt)

লে-আউট: Controller communication layout



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ২.৩

শিখন ফল-৩: সিএনসি লেদ মেশিনের কাজ সম্পাদন করতে পারবে।

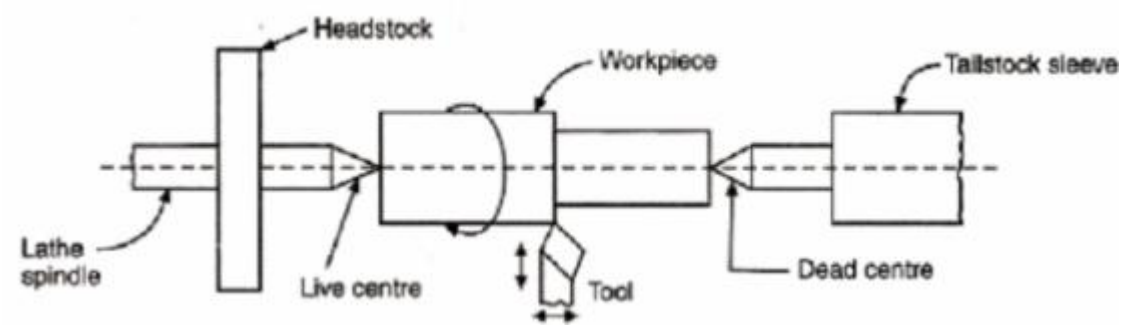
শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তু ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে ওয়ার্কপিস মাউন্ট করা
- প্রোগ্রাম অনুসারে উপাদান তৈরির জন্য সিএনসি লেদ অপারেশন
- প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে ওয়ার্কপিস মাউন্ট করাঃ

ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে মাউন্ট করা লেদ মেশিনিংয়ের প্রথম ও সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সঠিক ক্ল্যাম্পিং ও কেন্দ্রায়ণ না থাকলে কাটিং-টুলের অতিরিক্ত ক্ষয়, ভিব্রেশন, মাত্রাতিরিক্ত রানআউট এবং ফলগতভাবে ওয়ার্কপিস নষ্ট হওয়া সহ অনেক সমস্যা দেখা দেয়। এই অধ্যায়টির উদ্দেশ্য হলো একক অপারেটরের জন্য স্ট্যান্ডার্ড, নিরাপদ ও পুনরাবৃত্তি-যোগ্য পদ্ধতি প্রদান করা যাতে কাজ নির্ভুল ও নিরাপদভাবে করা যায়।



<u>প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ (সংক্ষিপ্ত):</u>

- উপযুক্ত Chuck / Collet / Fixture (Three-jaw, Four-jaw, Collet) ।
- Live center / Dead center, Tailstock।
- Dial indicator (0.01 mm রেজল্যুশন সহ) এবং magnetic base।
- Chuck key / Torque wrench (যদি ম্যানুয়াফ্যাকচারার টর্ক দেওয়া থাকে) ।
- Cleaning brush, lint-free cloth, solvent (স্বচ্ছ ও তেল মুক্ত) ।
- Safety PPE: চশমা, হিয়ার/কান কভার, নিরাপত্তা জুতো, প্রতিরোধী গ্লাভস (যখন প্রযোজ্য) ।
- Soft jaws / mandrel / steady rest (প্রয়োজন অনুযায়ী) ।
- Tool-setter বা টুল-অফসেট ডিভাইস (যদি থাকে) ।

প্রস্তুতি (Preparation)

১. সেফটি ও পাওয়ার চেক: অপারেটরের PPE পরুন। মেশিনের প্রধান সুইচ চালু করুন এবং জরুরি স্টপ কার্যকারিতা পরীক্ষা করে নিন।

২. পরিচ্ছন্নতা: স্পিন্ডল, chuck-মুখ ও ওয়র্কপিসের বসার অংশ ভালোভাবে পরিষ্কার করুন—ধূলা, চিপ বা কুল্যান্ট থাকলে তা সরান। পরিষ্কার বসা না থাকলে কেন্দ্রায়ণ ও ক্ল্যাম্পিং ঠিক হবে না।

৩. ইনস্পেকশন: Chuck, collet ও soft jaws-এর অবস্থা পরীক্ষা করুন—ফাটা, টুটে থাকা ও অতিরিক্ত ঘর্ষণ থাকলে প্রতিস্থাপন করুন।

৪. উপযুক্ত ডিভাইস নির্বাচন: ওয়ার্কপিসের ব্যাস, দৈর্ঘ্য এবং জ্যামিতি দেখে ছক/কলেট/ম্যান্ড্রেল বা steady rest নির্বাচন করুন।

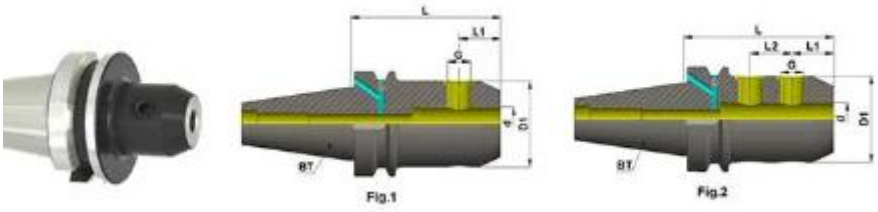
স্ট্যান্ডার্ড মাউন্টিং পদ্ধতি — ধাপে ধাপেঃ

নোট: প্রতিটি মেশিন ও জগ/চাকের ম্যানুয়ুফ্যাকচারারের নির্দেশ অনুসরণ করো—বিশেষত টর্ক ও ক্ল্যাম্পিং-প্রাসার বিষয়ে।

ধাপ ১ — Chuck/Collet প্রস্তুত করা ও বসানো

১. স্পিন্ডল স্তরের নির্দেশিকা অনুসারে chuck বা collet বসাও এবং হালকা টর্ছ দিয়ে ফিক্স করো (যদি আলাদা chuck) ।

২. যদি chuck আলাদাভাবে লাগানো হয়, spindle taper এবং chuck mounting surface পরিষ্কার ও সুষ্ক থাকুক।



ধাপ ২ — ওয়ার্কপিস ইনসার্ট ও প্রাথমিক টাইটিং

১. ওয়ার্কপিসকে চ্যাক-এর মধ্যে রেখে হাত দিয়ে বা হালকা টাচ দিয়ে অবস্থান ঠিক করো; ওভারহ্যাং (unsupported length) যতটা সম্ভব ছোট রাখো।

২. Three-jaw-এ: সব জ'কে সামঞ্জস্য রেখে ধীরে ধীরে ক্রস-টাইট করো—প্রথমে হালকা, পরে ক্রমান্বয়ে শক্ত করো। চার-জ-তে: প্রতিটি জ সংক্ষিপ্ত সমন্বয় করে কেন্দ্রে আনো।

৩. Collet-এ: ওয়ার্কপিসকে collet-এর মধ্যে পুশ ইন করে হ্যান্ড টাইট করো; তারপর টর্ক স্পেসিফিকেশনের মতো শেষ টাইটিং করো। (যদি টর্ক স্পেস দেয় না, নির্মাতার নির্দেশানুসারে কড়া করো) ।

ধাপ ৩ — কেন্দ্রায়ণ (Centering / Runout correction)

১. Dial indicator-কে magnetic base দিয়ে চালান-মুখে স্থাপন করুন; indicator tip ওয়ার্কপিসের OD-এ স্পর্শ করাও (স্পিন্ডল ঘুরাই) ।

২. স্পিন্ডল ধীর গতিতে ঘোরাও এবং সর্বোচ্চ-নিম্ন মান নোট করে runout পরিমাপ করো। সাধারণ মান (নির্ভুল কাজের জন্য): ≥ 0.01 mm; সাধারণ কাজের জন্য ≥ 0.02–0.03 mm গ্রহণযোগ্য।

৩. Three-jaw: যদি runout বেশি হয়, chuck থেকে ওয়ার্কপিস তুলে-ধরি এবং পুনরায় বসাও; প্রয়োজনে soft jaws ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসের কনট্যাক্ট সারফেস কাস্টমাইজ করো।

৪. Four-jaw (independent jaws): dial indicator-এর মাধ্যমে প্রতিটি জ-কে আলাদাভাবে সামঞ্জস্য করে কেন্দ্রায়ণ করো—প্রথমে OD রেডিয়াল-runout সঠিক করো, পরে ফেইস-runout চেক করো।

৫. Collet: সাধারণত centering ভালো থাকে; কিন্তু যদি axial misalignment থাকে, collet-seat ও টুল-শ্যাংক পরিক্ষা করো।

ধাপ ৪ — Tailstock / Live center ব্যবহার (দীর্ঘ অংশের ক্ষেত্রে)

১. লম্বা বা পাতলা ওয়ার্কপিসে tailstock বা live center ব্যবহার করা আবশ্যক। tailstock-এর অবস্থান যেন spindle centerline-এর সাথে মিল থাকে।

২. Tailstock quill-কে নম্র চাপ দিয়ে কনফর্ম করো; 너무 বেশি প্রেস করবেন না—ঠান্ডা shrinkage বা deformation হতে পারে।

৩. Tailstock-এ pre-set করার পর ডায়াল ইন্ডিকেটরে বার টার্ন করে alignment যাচাই করো।

ধাপ ৫ — steady rest ও follow rest (বড় আকার/দীর্ঘ অংশে)

১. যখন unsupported length বেশি হয় (> recommended L/D), steady rest বা follow rest ব্যবহার করে মূল স্পোর্টিং বাড়াতে হবে।

২. steady rest pads-কে ওয়ার্কপিসের সাথে হালকা স্পর্শে সেট করে, এবং runout/deflection চেক করে নিতে হবে।

ধাপ ৬ — শেষ টাইটিং ও নিরাপত্তা যাচাই

১. সব জয়েন্ট সমানভাবে টাইট করা আছে কিনা যাচাই করো—চাক-কি বাইরে ফেলে রাখো।

২. স্পিন্ডল-কে হাতে ঘুরিয়ে চেক করো কোনো বাধা বা খুঁত আছে কি না।

৩. দ্রুত ঘূর্ণনে টেস্ট চালাতে হবে না—প্রথমে low RPM-এ spin করে vibration, noise বা slip-এর জন্য পরীক্ষা করো।

ওয়ার্কপিস কেন্দ্রায়ণ-পরীক্ষার কৌশল (উপায়/টেস্ট মেথড)

১. Dial indicator on OD: workpiece-এর বড়িয়ে অংশে indicator রাখে, স্পিন্ডলকে 1–2 RPM-এ ঘোরাও; max-min পার্থক্যকে runout ধরা হয়।

২. Face runout test: টুল বা indicator কে ফেস-সারফেস-এ লাগিয়ে face-runout পরিমাপ।

৩. Test cut: হালকা কাট করে OD-এ মাইক্রোমিটার/ক্যালিপার্স দিয়ে আকার তুলনা করা—এই 'trial cut' বাস্তবে centre-offset শনাক্তে কার্যকর।

৪. Bar test / mandrel check: যদি collet বা chuck-এর উপর সন্দেহ থাকে, known-true test mandrel লাগিয়ে যেখানে mandrel runout জানা থাকে, সেটি দিয়ে চেক করা যায়।

ওভারহ্যাং, L/D অনুপাত ও ডেফলেকশন (Rule of Thumb):

- উচ্চ নির্ভুলতার জন্য সাধারণত unsupported length ≥ 3 × diameter (L/D ≥ 3) রাখা ভাল।
- সাধারণ লেদ কাজের জন্য L/D ≥ 4–5 গ্রহণযোগ্য; বড় বা পাতলা বার হলে steady rest ব্যবহার কর।
- বেশি ওভারহ্যাংে কাটিং-ফোর্স বেশি হলে টাইমিং ও ফিড কমিয়ে, স্টেপ কাটিং করে কাজ করা উচিত।

ওয়ার্কপিস মাউন্টিংয়ের পর শূন্য বিন্দু (Work Offset) সেট করাঃ

১. ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্প ও কেন্দ্রায়ন শেষ হলে মেশিন-কন্ট্রোলারে G54 (বা নির্দিষ্ট work offset)-এ টুল-টাচ/ফেস-টাচ করে Z-zero সেট করো।

২. OD টাচ-অফ করে X/Y ও Z ওয়াক-আউট নির্ধারণ করো (Tool setter বা edge finder ব্যবহার করলে দ্রুত ও নির্ভুল হবে)।

৩. সব প্রতিস্থাপনের পরে Dry Run চালিয়ে offset-এর মিল আছে কিনা যাচাই করো।

Dry Run ও সিমুলেশন:

- মাউন্টিং শেষে Dry Run চালাও—প্রোগ্রাম কম গতিতে চালিয়ে টুলপাথ ও ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা করো।
- Dry Run চলাকালীন যেকোনো সংঘর্ষ বা অস্বাভাবিক সাউন্ড হলে ফোরহট বন্ধ করে সমস্যা সমাধান করো।

নিরাপত্তা ও সতর্কতা (Safety):

- Chuck key কখনোই chuck-এ লাগাই রাখো না; ব্যবহার শেষে তা নিশ্চিতভাবে সরিয়ে রাখো।
- মেশিন চালু অবস্থায় হাতকে কখনো ওয়ার্কপিস-এর কাছাকাছি রাখো না।
- PPE ব্যবহার বাধ্যতামূলক।
- Emergency stop-এর অবস্থান জেনে রাখো এবং পরীক্ষা করো।
- ভারী বা অস্বাভাবিক আকারের জব-মাউন্টিং-এর আগে সহকর্মীর সাহায্য নাও অথবা লিফটিং টুল ব্যবহার করো।

রুটিন চেকলিস্ট (Operator Quick-check — SOP summary):

১. মেশিন পাওয়ার ও E-stop চেক করা হয়েছে?
২. স্পিন্ডল ও Chuck-মুখ পরিষ্কার আছে?
৩. উপযুক্ত Chuck/Collet নির্বাচন করা হয়েছে?
৪. ওয়ার্কপিস সামান্য টাইট করে রাখা হয়েছে ও পরে ক্রমান্বয়ে ফাইন টাইটিং হয়েছে?
৫. Dial indicator-এ runout পরিমাপ করা হয়েছে এবং গ্রহণযোগ্য?
৬. Tailstock / steady rest দেওয়া প্রয়োজন হলে সেট করা আছে?
৭. Soft jaws/mandrel প্রযোজন হলে প্রস্তুত আছে?
৮. Dry Run চালিয়ে clearance ও টুলপাথ পরীক্ষা করা হয়েছে?
৯. ওয়ার্কঅফসেট (G54 ইত্যাদি) সেট ও যাচাই করা হয়েছে?
১০. চূড়ান্ত সুরক্ষা যাচাই — চাবি সরানো, গার্ড বসানো, PPE পরা?

রক্ষণাবেক্ষণ (Maintenance tips):

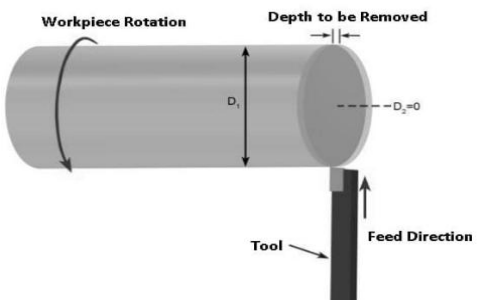
- Chuck এবং collet-seat নিয়মিত পরিষ্কার ও হালকা লুব্রিকেটেড রাখো।
- Jaws-এর অবস্থা নিয়মিত পরিদর্শন; জরুরি হলে রিফেশন বা রিপ্লেস করো।
- Tailstock center ও live center-এর বেয়ারিং পরীক্ষা করো।
- Steady rest pad পরাবর্তে চেঞ্জ করা উচিত যদি প্যাড ক্ষয় পায়।

সিএনসি লেদ এর বিভিন্ন অপারেশন:

১. Facing (ফেসিং)

Facing হলো এমন একটি মৌলিক লেদ অপারেশন যেখানে ঘূর্ণায়মান ওয়ার্কপিসের সামনের প্রান্ত থেকে ধাতু অপসারণ করে একটি সমান ও সমকোণ পৃষ্ঠ তৈরি করা হয়। এটি সাধারণত ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য নির্ধারণের জন্য এবং পরবর্তী অপারেশনের রেফারেন্স ফেস তৈরির জন্য করা হয়।

এই প্রক্রিয়ায় কাটিং টুলটি ওয়ার্কপিসের অক্ষের দিকে রেডিয়ালভাবে অগ্রসর হয়, ফলে টুল ও ওয়ার্কপিসের সংস্পর্শে একটি সমান ফ্ল্যাট সারফেস তৈরি হয়।

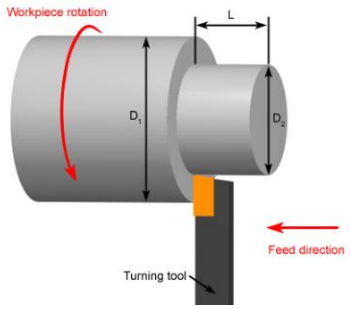


প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিসটি চকে সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা হয় যাতে সেটি কেন্দ্রীয়ভাবে ঘুরতে পারে।
- কাটিং টুলটি টুল পোস্টে সেট করে ওয়ার্কপিসের কেন্দ্রের দিকে আনা হয়।
- স্পিন্ডল চালু করে লো স্পিডে ঘোরানো হয় যাতে টুলের কাটিং স্পর্শ পরিষ্কারভাবে দেখা যায়।
- টুলটি ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠের দিকে রেডিয়ালভাবে ফিড দেওয়া হয় যতক্ষণ না পুরো ফেস সমান হয়।
- প্রয়োজনে একাধিক পাসে ফেসিং সম্পন্ন করা হয় যাতে সারফেস ফিনিশ উন্নত হয়।

২. Turning (টার্নিং)

Turning হলো একটি মৌলিক মেশিনিং প্রক্রিয়া যেখানে কাটিং টুল ওয়ার্কপিসের বাইরের ব্যাস বরাবর অক্ষীয় দিক দিয়ে সরানো হয়, যাতে ওয়ার্কপিসের ব্যাস ধীরে ধীরে কমে গিয়ে নির্দিষ্ট আকারের সিলিন্ডার তৈরি হয়। এটি ধাতব রড বা শ্যাফ্টের নির্দিষ্ট ব্যাস তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

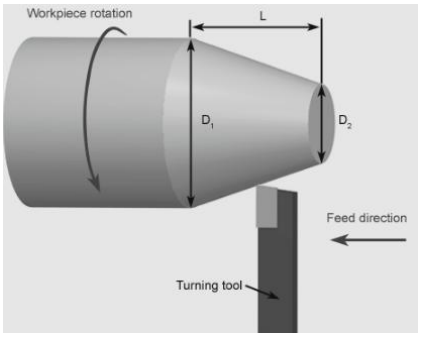


প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিস চকে দৃঢ়ভাবে মাউন্ট করা হয় এবং সেন্টার যথাযথভাবে সেট করা হয়।
- টুলটি ওয়ার্কপিসের প্রাথমিক পৃষ্ঠের কাছে আনা হয় এবং টুলের টিপে সঠিক কাটিং এজ সেট করা হয়।
- স্পিন্ডল চালু করে ওয়ার্কপিসকে উচ্চ গতিতে ঘোরানো হয়।
- টুলটি ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের দৈর্ঘ্য বরাবর অক্ষীয়ভাবে ফিড দেওয়া হয়।
- প্রতিটি পাসের পরে টুল সামান্য গভীরতা বাড়িয়ে পুনরায় কাটিং করা হয় যতক্ষণ না চাহিদামতো ব্যাস অর্জিত হয়।

৩. Taper Turning (টেপার টার্নিং)

Taper Turning হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে ওয়ার্কপিসের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্ত পর্যন্ত ব্যাস ধীরে ধীরে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ, পৃষ্ঠটি একটি নির্দিষ্ট কোণে সরু বা চওড়া হয়। এটি টেপার পিন, কন স্পিন্ডল, টুল হোল্ডার ইত্যাদি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

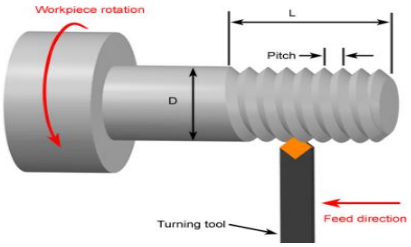


প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিস চকে সঠিকভাবে সেট করা হয়।
- টুলপাথ এমনভাবে নির্ধারণ করা হয় যাতে এটি টেপার অ্যাঙ্গেল অনুযায়ী ওয়ার্কপিস বরাবর চলে।
- CNC প্রোগ্রামে কোণ ও টেপার দৈর্ঘ্য ইনপুট দেওয়া হয় (যেমন G01 কোডের মাধ্যমে)।
- মেশিন চালু করে টুল ধীরে ধীরে নির্দিষ্ট টেপার অ্যাঙ্গেলে কাটিং শুরু করে।
- প্রয়োজনে ফিনিশ পাস নেওয়া হয় যাতে পৃষ্ঠটি মসৃণ ও নিখুঁত হয়।

৪. Threading (থ্রেডিং)

Threading হলো এমন একটি মেশিনিং প্রক্রিয়া যেখানে ওয়ার্কপিসের বাইরের বা ভেতরের পৃষ্ঠে একটি হেলিক্যাল গ্রুভ বা থ্রেড কাটা হয়। এটি স্ক্রু, বোল্ট ও নাটের সংযোগের জন্য অপরিহার্য। থ্রেড কাটার টুল নির্দিষ্ট পিচ, গভীরতা ও প্রোফাইল অনুযায়ী ঘুরে কাজ করে।

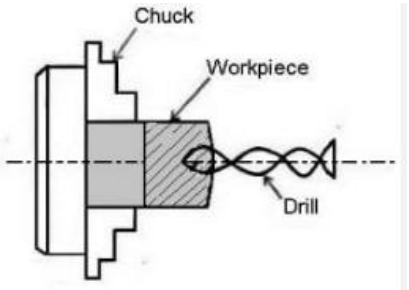


প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিস চকে সেন্টার অনুযায়ী সেট করা হয়।
- থ্রেডিং টুলটি সঠিক পিচ অ্যাঙ্গেল ও প্রোফাইল অনুযায়ী ইনস্টল করা হয়।
- CNC প্রোগ্রামে থ্রেডিং কোড (যেমন G76) ও প্যারামিটার (পিচ, গভীরতা, স্টার্ট পজিশন) সেট করা হয়।
- টুল ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের সাথে সিঙ্ক্রোনাইজ করে একাধিক পাসে থ্রেড কাটে।
- শেষে ফিনিশ পাসে থ্রেডের ধার ও গভীরতা নিখুঁতভাবে তৈরি করা হয়।

৫. Drilling (ড্রিলিং)

Drilling হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে ড্রিল টুল ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসের কেন্দ্রে একটি বৃত্তাকার গর্ত তৈরি করা হয়। এটি CNC লেদে সাধারণত ওয়ার্কপিসের অক্ষ বরাবর সম্পন্ন হয়।

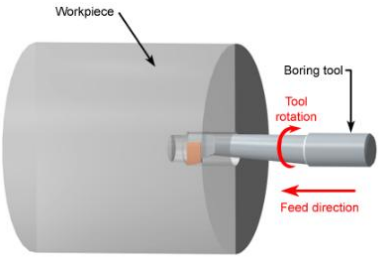


প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিস চকে মাউন্ট করে সেন্টার নির্ধারণ করা হয়।
- ড্রিল টুল টুল পোস্টে বা টারেটের নির্দিষ্ট পজিশনে সেট করা হয়।
- CNC প্রোগ্রামে ড্রিলিং পজিশন, ফিড ও স্পিড ইনপুট করা হয় (যেমন G81 বা G83 কোড)।
- স্পিন্ডল চালু করে টুল ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের মধ্যে প্রবেশ করানো হয়।
- প্রয়োজনীয় গভীরতা অর্জনের পর টুল রিট্র্যাক্ট করে হোল পরিষ্কার করা হয়।

৬. Boring (বোরিং):

Boring হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে পূর্বে তৈরি করা ড্রিল হোলকে আরও বড় করা বা তার পৃষ্ঠ মসৃণ করা হয়। এটি অভ্যন্তরীণ ব্যাসের নির্ভুলতা ও সারফেস ফিনিশ উন্নত করতে ব্যবহৃত হয়।

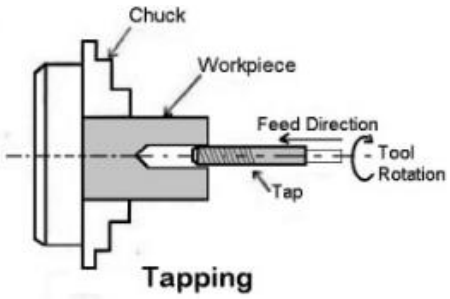


প্রক্রিয়া:

- ড্রিলিং সম্পন্ন হওয়ার পর বোরিং টুল মেশিনে সেট করা হয়।
- CNC প্রোগ্রামে নির্দিষ্ট ব্যাস ও গভীরতা ইনপুট দেওয়া হয়।
- টুল ধীরে ধীরে হোলের ভেতরে প্রবেশ করে সামান্য করে উপাদান অপসারণ করে।
- প্রতিটি পাসের পর টুল সামান্য গভীরতা বাড়িয়ে পুনরায় চালানো হয় যতক্ষণ না কাঙ্ক্ষিত ব্যাস অর্জিত হয়।
- ফাইনাল পাসে খুব কম কাট নেওয়া হয় যাতে পৃষ্ঠ মসৃণ থাকে।

৭. Tapping (ট্যাপিং)

Tapping হলো হোলের অভ্যন্তরে থ্রেড তৈরি করার একটি প্রক্রিয়া, যা স্ক্রু বা বোল্টের সাথে ফিট করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ড্রিলিং সম্পন্ন হওয়ার পর সম্পন্ন করা হয়।

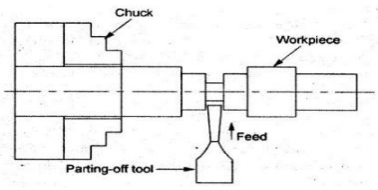


প্রক্রিয়া:

- পূর্বে ড্রিল করা হোলটি নির্দিষ্ট ব্যাসের ট্যাপিংয়ের জন্য প্রস্তুত করা হয়।
- ট্যাপ টুল CNC টারেটে ইনস্টল করা হয়।
- প্রোগ্রামে G84 কোড (ট্যাপিং সাইকেল) এবং পিচ, ফিড ও স্পিড সেট করা হয়।
- টুল ওয়ার্কপিসে প্রবেশ করে একই সাথে ঘোরে এবং ফিড করে থ্রেড তৈরি করে।
- নির্দিষ্ট গভীরতায় পৌঁছানোর পর টুল রিভার্স করে বেরিয়ে আসে।

৮. Parting-off (পার্টিং-অফ):

Parting-off হলো এমন একটি মেশিনিং প্রক্রিয়া যেখানে ওয়ার্কপিসের নির্দিষ্ট অংশ সম্পূর্ণভাবে কেটে আলাদা করা হয়।



এটি ফিনিশড প্রোডাক্টকে রড থেকে বিচ্ছিন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।

প্রক্রিয়া:

- ওয়ার্কপিস চকে সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা হয়।
- পার্টিং টুল টুল পোস্টে সেট করা হয় এবং সেন্টার অনুযায়ী এলাইন করা হয়।
- স্পিন্ডল চালু করে লো স্পিডে কাটিং শুরু হয়।
- টুল ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের মধ্যে প্রবেশ করে যতক্ষণ না সম্পূর্ণ কেটে আলাদা হয়।
- শেষে মেশিন বন্ধ করে টুল রিট্র্যাক্ট করা হয় এবং কাটা অংশ সংগ্রহ করা হয়।

প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণঃ

CNC মেশিনিং বা যেকোনো উৎপাদন প্রক্রিয়ায় নির্ভুলতা এবং মান নিয়ন্ত্রণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কিন্তু বাস্তবে কখনও কখনও প্রোগ্রামিং ত্রুটি, টুল ক্ষয়, ওয়ার্কপিসের অস্বাভাবিক ক্ল্যাম্পিং, অথবা মেশিন সেটআপে ভুলের কারণে উৎপাদিত পণ্যে ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

এই পরিস্থিতিতে "সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ" প্রক্রিয়া অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হয়ে পড়ে। এর মাধ্যমে সমস্যা চিহ্নিত করে তাৎক্ষণিক পদক্ষেপ নেওয়া হয়, যাতে উৎপাদন বন্ধ না হয় এবং চূড়ান্ত পণ্যের মান অক্ষুণ্ণ থাকে।

সংশোধনমূলক ব্যবস্থা:

সংশোধনমূলক ব্যবস্থা (Corrective Action) হলো এমন একটি পদ্ধতি যার মাধ্যমে মেশিনিং চলাকালীন বা পরবর্তী পর্যায়ে সনাক্ত ত্রুটিকে বিশ্লেষণ করে সমস্যার কারণ নির্ণয় এবং উপযুক্ত সমাধান গ্রহণ করা হয়। অর্থাৎ, এটি "ত্রুটি চিহ্নিত করা → কারণ বিশ্লেষণ করা → সমস্যা সমাধান করা" — এই তিনটি ধাপে গঠিত একটি প্রক্রিয়া।

সংশোধনমূলক ব্যবস্থার উদ্দেশ্য:

- উৎপাদন ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত ও প্রতিরোধ করা।
- মেশিন, টুল এবং ওয়ার্কপিসের ক্ষতি রোধ করা।
- উৎপাদনের মান ও নির্ভুলতা বজায় রাখা।
- অপচয় ও সময়ের ক্ষতি কমানো।
- ভবিষ্যতে একই ধরনের সমস্যা পুনরায় না ঘটে তা নিশ্চিত করা।

সমস্যা শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া:

- ত্রুটি দেখা দিলে প্রথম ধাপে সেটি সঠিকভাবে শনাক্ত করতে হয়। সাধারণত নিচের ধরণের সমস্যাগুলি দেখা যায়:
- প্রোগ্রামিং ত্রুটি (G-code বা M-code ভুল ইনপুট)
- টুলের অস্বাভাবিক ক্ষয় বা ভাঙন
- ওয়ার্কপিসের ভুল ক্ল্যাম্পিং বা অ্যালাইনমেন্ট
- কাটিং প্যারামিটারের অসামঞ্জস্য (Feed, Speed, Depth of Cut)
- মেশিন সেটআপ বা জিরো-পয়েন্ট ভুল

পর্যবেক্ষণ:

অপারেটরকে ভিজুয়াল ইন্সপেকশন, মেশিন অ্যালার্ম, ওয়ার্কপিস ডাইমেনশন মাপা, এবং সারফেস ফিনিশ পরীক্ষা করে সমস্যার প্রকৃতি নির্ধারণ করতে হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ২.৩

১. Turning operation-এর মূল উদ্দেশ্য কী?

২. Facing কোথায় ব্যবহৃত হয়?

৩. Threading-এর সময় কী বিষয়টি গুরুত্বপূর্ণ?

৪. Boring operation কেন করা হয়?

৫. Parting-off-এর সময় কী সতর্কতা নেওয়া উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৩

১. Turning operation-এর মূল উদ্দেশ্য কী?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিসের বাইরের অংশ ঘুরিয়ে কাটার মাধ্যমে নির্দিষ্ট ব্যাস বা শেইপ তৈরি করা। এটি সিএনসি লেদ মেশিনের প্রধান ও সাধারণ অপারেশন।

২. Facing কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিসের এক প্রান্ত সমতল করার জন্য। সাধারণত কাজ শুরু করার আগে reference surface তৈরি করতে এটি করা হয়।

৩. Threading-এর সময় কী **বিষয়টি** গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরঃ

Thread pitch, depth এবং start position সঠিকভাবে সেট করা। স্পিন্ডল স্পিড এবং feed rate ঠিক না থাকলে থ্রেড সঠিক হয় না।

৪. Boring operation কেন করা হয়?

উত্তরঃ

বিদ্যমান হোল বা গর্তকে বড় বা ফিনিশ করার জন্য। এটি ড্রিলিংয়ের পর সঠিক ব্যাস ও smooth surface নিশ্চিত করতে করা হয়।

৫. Parting-off-এর সময় কী সতর্কতা নেওয়া উচিত?

উত্তরঃ

টুলের alignment ঠিক রাখা, ধীরে কাজ করা এবং পর্যাপ্ত coolant ব্যবহার করা। ভুল করলে টুল ভেঙে যেতে পারে বা ওয়ার্কপিস ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

জব শিট (Job Sheet) – ২.৩.১

জবের নাম: সিএনসি লেদ যন্ত্রের যান্ত্রিক কার্যাপ্রণালী।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রোগ্রাম লোড করুন ও Work Offset সেট করুন।

২. Facing অপারেশন সম্পাদন করুন।

৩. Turning, taper turning, threading সম্পন্ন করুন।

৪. ফিড ও স্পিড ঠিক করুন।

৫. শেষের পর মেশিন থামিয়ে কাজ যাচাই করুন।

সতর্কতা:

- Tool blunt হলে পরিবর্তন করুন।
- চিপ গরম অবস্থায় স্পর্শ করবেন না।
- চলমান মেশিনে কোনো কিছু ধরবেন না।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৩.১

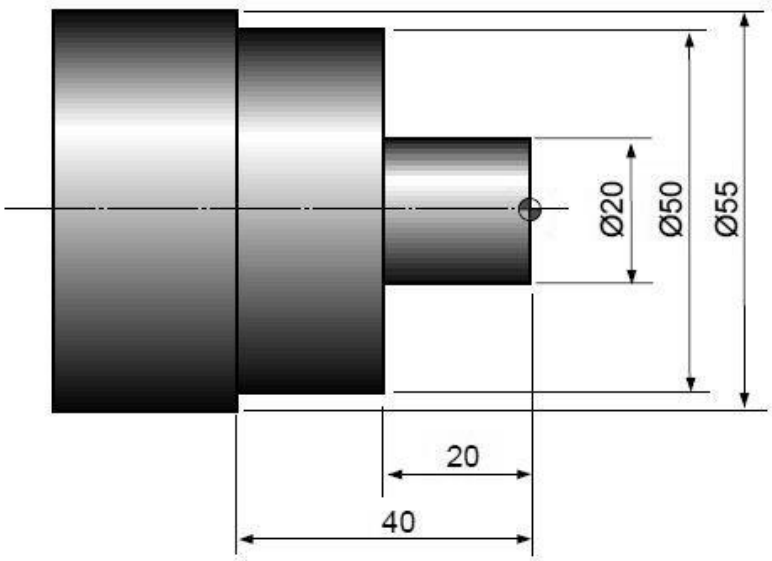
জবের নাম: সিএনসি লেদ যন্ত্রের যান্ত্রিক কার্যাপ্রণালী।

প্রয়োজনীয় PPE:
Safety glass
Gloves
Apron

টুলস:
CNC lathe
Cutting tools
Coolant

ম্যাটেরিয়ালস:
Mild Steel rod

ড্রইং/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ২.৪

শিখন ফল-৪: 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা করতে এবং পরিমাপ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা
২. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত ও রেকর্ড করা, এবং রিপোর্ট করা

স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা

উপযুক্ত পদ্ধতি এবং পরিমাপক সরঞ্জাম ব্যবহার করে স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা করা এবং পরিমাপ করাঃ

CNC Lathe Machine-এ কাজ সম্পন্ন হওয়ার পর, তৈরি হওয়া ওয়ার্কপিস বা কম্পোনেন্টটি (যা মেশিন দ্বারা কাটা, ছিদ্র করা বা শেপ দেওয়া হয়েছে), নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন (Specifications) অনুযায়ী তৈরি হয়েছে কিনা, তা নিশ্চিত করতে হয়। এই যাচাই ও পরিমাপ প্রক্রিয়াই হলো "ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ" ।

ধাপ-ভিত্তিক ব্যাখ্যা:

১. **স্পেসিফিকেশন বোঝা:**
   প্রথমে ড্রয়িং বা ডিজাইন ফাইল (CAD Drawing) অনুযায়ী ওয়ার্কপিসের মাপ, কোণ, গহ্বর, গভীরতা, পৃষ্ঠের গুণমান ইত্যাদি নির্ধারিত থাকে। অপারেটরকে এগুলো ভালোভাবে বুঝে নিতে হয়।
২. **উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র নির্বাচন:**
   পরিমাপের ধরন অনুযায়ী উপযুক্ত Measuring Instruments নির্বাচন করা হয়, যেমন—
   - Vernier Caliper – দৈর্ঘ্য, ব্যাস, গভীরতা পরিমাপে
   - Micrometer – সূক্ষ্ম বা উচ্চ নির্ভুল মাপ নেওয়ার জন্য
   - Dial Indicator – সোজাসুজি বা সমান্তরালতা যাচাইয়ের জন্য
   - Height Gauge – উচ্চতা পরিমাপের জন্য
   - Coordinate Measuring Machine (CMM) – জটিল 3D অংশের নির্ভুল মাপ যাচাইয়ের জন্য
৩. **পরিমাপের পদ্ধতি অনুসরণ:**
   নির্ধারিত পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহারের সময় সঠিক পদ্ধতি মেনে কাজ করতে হয়, যেমন:
   - যন্ত্রের Zero Setting ঠিকভাবে করা
   - পরিমাপক যন্ত্রটি পরিষ্কার ও ক্যালিব্রেটেড অবস্থায় ব্যবহার করা
   - একই তাপমাত্রা ও শর্তে পরিমাপ নেওয়া (Temperature variation মাপের নির্ভুলতায় প্রভাব ফেলে)
৪. **ওয়ার্কপিস পরীক্ষা:**
   মেশিনে তৈরি ওয়ার্কপিসের বিভিন্ন অংশে পরিমাপ নেওয়া হয় এবং তা স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেলে কিনা

দেখা হয়।

উদাহরণস্বরূপ:

- যদি ড্রয়িংয়ে উল্লেখ থাকে "Hole diameter = 10.00 ² 0.02 mm", তবে মাপ নেওয়ার পর দেখা হবে তা এই সীমার মধ্যে আছে কিনা।

৫. **ফলাফল নথিভুক্ত করা:**
সমস্ত মাপ ও পরীক্ষার ফলাফল Inspection Sheet বা Quality Control Report-এ নথিভুক্ত করা হয়, যাতে প্রয়োজন হলে তা যাচাই করা যায়।

৬. **ত্রুটি থাকলে করণীয়:**
যদি কোনো অংশ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী না হয়, তাহলে সেটি rework, adjustment বা rejection-এর জন্য রিপোর্ট করা হয়।

মূল উদ্দেশ্য:

এই প্রক্রিয়ার মূল লক্ষ্য হলো—

- উৎপাদিত ওয়ার্কপিসের মান ও নির্ভুলতা নিশ্চিত করা,
- গ্রাহক বা ডিজাইন স্পেসিফিকেশন মেনে চলা, এবং
- CNC মেশিন অপারেশনের গুণগত মান বজায় রাখা।

পরিশেষে, উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র ও সঠিক পদ্ধতি ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসের প্রতিটি অংশের মাপ, আকার, কোণ, ও সমান্তরালতা স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী আছে কিনা তা যাচাই করাই এই ধাপের মূল কাজ। এটি CNC মেশিনিং-এর গুণমান নিয়ন্ত্রণের একটি অপরিহার্য অংশ।

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত ও রেকর্ড করা এবং রিপোর্ট করা

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়ার জন্য রিপোর্ট করাঃ
CNC Lathe Machine-এ কোনো ওয়ার্কপিস (Workpiece) মেশিনিং করার সময় বা পরে স্পেসিফিকেশন বা মানদণ্ড (Specification or Tolerance) অনুযায়ী তৈরি না হলে, সেই ওয়ার্কপিসকে "ত্রুটিপূর্ণ (Defective Workpiece)" বলা হয়।

এই ধাপে অপারেটরের কাজ হলো — ত্রুটি সনাক্ত করা, তা নথিভুক্ত করা এবং প্রয়োজনীয় কর্তৃপক্ষকে রিপোর্ট করা, যেন সঠিক ব্যবস্থা নেওয়া যায় (যেমন: পুনরায় কাজ করা, মেরামত করা, বা বাতিল করা) ।

ধাপ-ভিত্তিক ব্যাখ্যা:

১. ত্রুটি সনাক্তকরণ (Identification of Defects):

CNC মেশিনিং শেষে ওয়ার্কপিসকে স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়। এ সময় নিচের মতো ত্রুটি পাওয়া যেতে পারে —

- মাত্রাগত ত্রুটি (Dimensional Error): নির্ধারিত মাপের চেয়ে বেশি বা কম।
- পৃষ্ঠ ত্রুটি (Surface Defect): দাগ, স্ক্র্যাচ, বুর (Burrs), বা অসমান ফিনিশ।
- অবস্থান ত্রুটি (Positional Error): হোল বা কাটিং সঠিক জায়গায় হয়নি।

- আকৃতি ত্রুটি (Shape Deviation): বেন্ডিং, ওভারকাট বা আন্ডারকাট।
- অ্যালাইনমেন্ট ত্রুটি (Alignment Error): পিসের সোজাসুজি বা সমান্তরালতা নষ্ট।

ত্রুটি দেখা দিলে সেটি সঙ্গে সঙ্গে চিহ্নিত (Mark/Tag) করতে হয়, যাতে এটি পুনরায় ব্যবহার না হয়।
২. রেকর্ড করা (Recording of Defects):

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিসের তথ্য Inspection Record Sheet বা Defect Log Book-এ লিখে রাখতে হয়। এতে সাধারণত নিচের তথ্যগুলো উল্লেখ করা হয়:

- ওয়ার্কপিসের নাম বা কোড নম্বর
- ত্রুটির ধরণ ও অবস্থান
- পরিমাপের ফলাফল (মাপ কতটা স্পেসিফিকেশন থেকে ভিন্ন)
- ত্রুটির সম্ভাব্য কারণ (যেমন – ভুল টুল সেটিং, মেশিন অফসেট, টুল ওয়্যার, প্রোগ্রামিং এরর ইত্যাদি)
- ত্রুটি চিহ্নিত করার তারিখ ও অপারেটরের নাম

এই রেকর্ড গুণমান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) এবং উৎপাদন উন্নয়নের (Process Improvement) জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

৩. রেকর্ড করা (Reporting for Action):

ত্রুটি রেকর্ড করার পর, বিষয়টি সুপারভাইজার বা কোয়ালিটি ইনচার্জ-কে রিপোর্ট করতে হয়, যেন সঠিক পদক্ষেপ নেওয়া যায়। পদক্ষেপগুলো হতে পারে:

- Rework: ওয়ার্কপিসটি পুনরায় মেশিনিং করে ঠিক করা।
- Repair: ছোটখাটো মেরামতের মাধ্যমে ব্যবহারযোগ্য করা।
- Reject: সম্পূর্ণ বাতিল করে নতুন ওয়ার্কপিস তৈরি করা।
- Root Cause Analysis: ত্রুটির মূল কারণ নির্ধারণ করে ভবিষ্যতে এ ধরনের ভুল প্রতিরোধ করা।

লক্ষ্য রাখার বিষয়:

- ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস যেন পরবর্তী উৎপাদন বা অ্যাসেম্বলি লাইনে না যায়।
- রিপোর্ট অবশ্যই সঠিক, সময়মতো এবং পরিষ্কারভাবে করতে হবে।
- রিপোর্টের ভিত্তিতে মেশিন সেটিং, টুল, বা প্রোগ্রাম সংশোধন করা হতে পারে।

মূল উদ্দেশ্য:

এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে—

- উৎপাদনের গুণমান ও নির্ভুলতা বজায় রাখা যায়,
- ত্রুটি পুনরাবৃত্তি রোধ করা যায়,
- এবং CNC অপারেশনের দক্ষতা ও নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়।

সংক্ষেপে বলা যায়, "ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং রিপোর্ট করা" হলো CNC মেশিনিং প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ গুণমান নিয়ন্ত্রণ ধাপ, যেখানে অপারেটর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ত্রুটি খুঁজে বের করে, তা নথিভুক্ত করে, এবং সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষকে রিপোর্ট করে যথাযথ পদক্ষেপ নিশ্চিত করে।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৪

১. ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করার উদ্দেশ্য কী?

২. ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জাম কী কী?

৩. Vernier Caliper এর ব্যবহার কী?

৪. Micrometer কেন ব্যবহার করা হয়?

৫. Dial Indicator এর কাজ কী?

৬. "CMM" এর পূর্ণরূপ কী এবং এর ব্যবহার কী?

৭. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস বলতে কী বোঝায়?

৮. CNC মেশিনিং-এ সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?

৯. ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ কী?

১০. ত্রুটি কোথায় ও কীভাবে রেকর্ড করা হয়, এবং রিপোর্ট কার কাছে করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৪

১. ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপের উদ্দেশ্য হলো— উৎপাদিত অংশটি নির্ধারিত মাত্রা (dimension), সহনশীলতা (tolerance) ও গুণমান (quality) অনুযায়ী তৈরি হয়েছে কিনা তা যাচাই করা। এর মাধ্যমে কাজের নির্ভুলতা বজায় রাখা এবং ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করা যায়।

২. ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জাম কী কী?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জামগুলো হলো —

- Vernier Caliper
- Micrometer (Outside/Inside)
- Dial Indicator
- Height Gauge
- Surface Plate
- Coordinate Measuring Machine (CMM)

৩. Vernier Caliper এর ব্যবহার কী?

উত্তরঃ

Vernier Caliper দিয়ে কোনো বস্তু বা ওয়ার্কপিসের বাইরের, ভিতরের এবং গভীরতার মাপ নেওয়া হয়। এটি সাধারণত 0.02 মিমি বা 0.001 ইঞ্চি পর্যন্ত নির্ভুল পরিমাপ দিতে পারে।

৪. Micrometer কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Micrometer খুব সূক্ষ্ম পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি দিয়ে কোনো ওয়ার্কপিসের ব্যাস, পুরুত্ব, দৈর্ঘ্য ইত্যাদি অত্যন্ত নির্ভুলভাবে (০.০১ মিমি পর্যন্ত) মাপা যায়।

৫. Dial Indicator এর কাজ কী?

উত্তরঃ

Dial Indicator এর কাজ হলো — সমতলতা, বৃত্তাকারতা, বা স্থানচ্যুতি (displacement) খুব সূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করা। এটি মেশিন সেটআপ, অ্যালাইনমেন্ট ও রাউন্ডনেস চেক করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৬. "CMM" এর পূর্ণরূপ কী এবং এর ব্যবহার কী?

উত্তরঃ

CMM এর পূর্ণরূপ হলো Coordinate Measuring Machine।

এর ব্যবহার — এটি একটি স্বয়ংক্রিয় মেশিন যা 3D কোঅর্ডিনেটে (X, Y, Z) ওয়ার্কপিসের সঠিক মাত্রা পরিমাপ করে। এটি জটিল ও সূক্ষ্ম অংশের নির্ভুলতা যাচাই করতে ব্যবহৃত হয়।

৭. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তরঃ

যে ওয়ার্কপিস নির্ধারিত মাত্রা, সহনশীলতা বা পৃষ্ঠের মান বজায় রাখতে ব্যর্থ হয়, তাকে ত্রুটিপূর্ণ (Defective) ওয়ার্কপিস বলে।

৮. CNC মেশিনিং-এ সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?

উত্তরঃ

CNC মেশিনিং-এ সাধারণত দেখা যায় —

- মাত্রাগত ত্রুটি (Dimensional error)
- টুল ডিফ্লেকশন বা পরিধানজনিত ত্রুটি
- প্রোগ্রামিং ত্রুটি (G-code ভুল)
- ক্ল্যাম্পিং বা সেটআপ ত্রুটি
- সারফেস ফিনিশে ত্রুটি

৯. ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ কী?

উত্তরঃ

ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ হলো মেশিন বন্ধ করা এবং ত্রুটির কারণ নির্ণয় করা। এরপর সেই ত্রুটি রিপোর্ট করা ও প্রয়োজনীয় সমন্বয় বা সংশোধন করা হয়।

১০. ত্রুটি কোথায় ও কীভাবে রেকর্ড করা হয়, এবং রিপোর্ট কার কাছে করা হয়?

উত্তরঃ

ত্রুটি Inspection Report বা Quality Control Logbook-এ রেকর্ড করা হয়।
রিপোর্ট সাধারণত Supervisors, Production Engineer বা Quality Control Department-এর কাছে জমা দেওয়া হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ৩.৪.১

জবের নামঃ ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. মেশিন বন্ধ করে ওয়ার্কপিস খুলে নেওয়া।
২. Vernier ও Micrometer ক্যালিব্রেট করা।
৩. Vernier ও Micrometer দিয়ে ডাইমেনশন (মাপ) নেওয়া ও রেকর্ড করা।
৪. সারফেস ফিনিশ পরীক্ষা করা।
৫. রিপোর্ট প্রস্তুত করা।

সতর্কতাঃ

১. মাপ নেওয়ার আগে যন্ত্র পরিষ্কার করতে হবে।
২. গরম ওয়ার্কপিসে মাপ নেওয়া যাবে না।
৩. যন্ত্রে আঘাত লাগানো যাবে না।
৪. Zero error পরীক্ষা করতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.৪.১

জবের নামঃ ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা।

প্রয়োজনীয় PPE সমূহঃ

১. Hand gloves
২. Safety glasses
৩. Apron

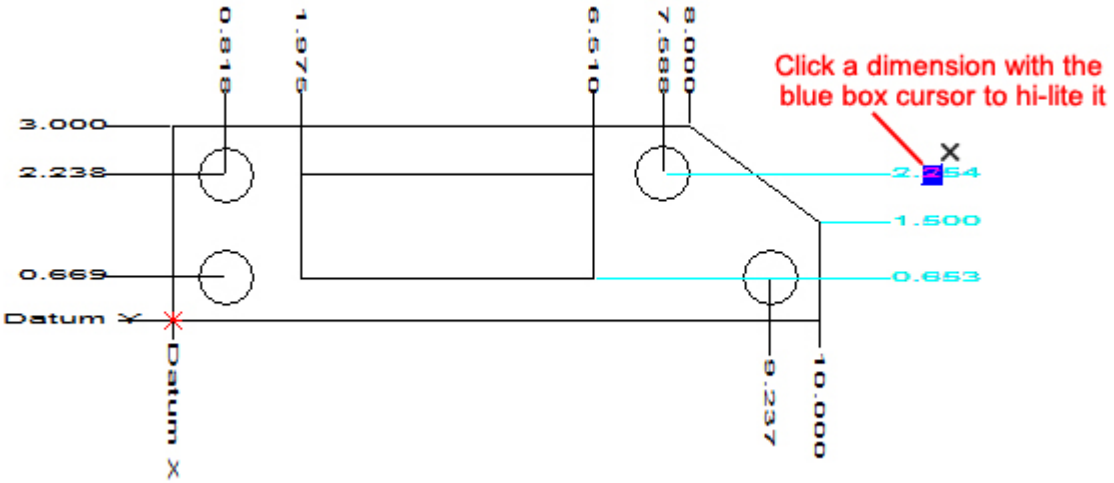
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

১. Vernier Caliper
২. Micrometer
৩. Surface Tester

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- MS কাটিংসম্পন্ন ওয়ার্কপিস

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



মডিউল-৩

মডিউলঃ সিএনসি মিলিং মেশিনের কাজ সম্পাদন করা

SICIP-LE-CAD-03-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৩

মডিউল শিরোনামঃ সিএনসি মিলিং মেশিনের কাজ সম্পাদন করা।

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-CAD-03-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৩০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে সিএনসি মিলিং মেশিন পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় দক্ষতা, জ্ঞান এবং মনোভাবকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এর মধ্যে বিশেষভাবে সিএনসি মিলিং মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করা, প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করা, সিএনসি মিলিং মেশিন পরিচালনা করা এবং 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা ও পরিমাপ করা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত কাজগুলো সম্পন্ন করতে পারবে:

১. সিএনসি মিলিং মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করতে পারবে।
২. প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করতে পারবে।
৩. সিএনসি মিলিং মেশিনের কাজ সম্পাদন করতে পারবে।
৪. 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা করতে এবং পরিমাপ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. লুব্রিকেন্ট, বায়ু ও জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন অনুসারে যাচাই করা।
২. কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা।
৩. ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে সেট করা এবং শক্ত করে বাঁধা।
৪. টুল সেটিং পদ্ধতি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে প্রয়োগ করা।
৫. ওয়ার্কপিসটি কর্মক্ষেত্রের পদ্ধতি অনুসারে প্রয়োজনীয় নির্ভুলতার স্তরে ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের উপর মাউন্ট ও সেন্টার করা।
৬. প্রধান সুইচ এবং জরুরি সুইচ চালু করা এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা।
৭. মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা।
৮. প্রোগ্রামটি ডাউনলোড করা এবং উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে মেশিনে প্রোগ্রামটি স্থানান্তর করা।
৯. টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের পরামিতিগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রামটি সিমুলেটেড করা।
১০. ওয়ার্কপিসটি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে মাউন্ট করা।
১১. প্রোগ্রাম অনুসারে উপাদান (component) তৈরি করার জন্য সিএনসি মিলিং অপারেশন করা।
১২. প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা নেওয়া।
১৩. উপযুক্ত পদ্ধতি এবং পরিমাপক সরঞ্জাম ব্যবহার করে স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা করা এবং পরিমাপ করা।
১৪. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়ার জন্য রিপোর্ট করা।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৩.১

শিখন ফল-১: সিএনসি মিলিং মেশিন কাজের জন্য প্রস্তুত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. লুব্রিকেন্ট, বায়ু ও জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট যাচাই করণ
২. কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা
৩. ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলি সেট করা এবং শক্ত করে বাঁধা
৪. টুল সেটিং পদ্ধতি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে প্রয়োগ করা
৫. ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের উপর মাউন্ট করা এবং সেন্টার করা
৬. প্রধান সুইচ ও জরুরি সুইচ চালু করা এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা
৭. মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা

লুব্রিকেন্ট, বায়ু ও জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট যাচাই করণ

লুব্রিকেন্ট, বায়ু ও জলবাহী চাপ, এবং কুল্যান্ট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন অনুসারে যাচাই করাঃ
CNC মেশিন ও অন্যান্য স্বয়ংক্রিয় শিল্প যন্ত্রে সঠিক লুব্রিকেন্ট, বায়ুচাপ, জলবাহী চাপ এবং কুল্যান্ট ব্যবহারের মাধ্যমে মেশিনের কর্মক্ষমতা ও স্থায়িত্ব বজায় রাখা হয়। প্রস্তুতকারক প্রতিষ্ঠানগুলো তাদের মেশিনের জন্য নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন প্রদান করে, যা সঠিকভাবে অনুসরণ করা জরুরি।

লুব্রিকেন্ট (Lubricant)

লুব্রিকেন্ট হলো এমন একধরনের তেল বা তরল পদার্থ যা দুটি চলন্ত ধাতব অংশের মধ্যে প্রয়োগ করে ঘর্ষণ কমানো, তাপমাত্রা হ্রাস করা এবং যন্ত্রাংশের ক্ষয় রোধ করা হয়। এটি যন্ত্রের চলন্ত অংশগুলিকে মসৃণভাবে চলতে সাহায্য করে এবং দীর্ঘস্থায়ী করে তোলে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

মেশিনে সাধারণত Slideway Oil, Spindle Oil, Hydraulic Oil এবং Grease ব্যবহৃত হয়। এর Viscosity Grade সাধারণত ISO VG 32, 46 বা 68 হয়, যা মেশিনের ধরন অনুযায়ী নির্ধারিত হয়। জনপ্রিয় ব্র্যান্ডগুলোর মধ্যে Shell Tellus, Mobil Vactra, Castrol Hyspin এবং Total Azolla অন্যতম। লুব্রিকেন্ট সাধারণত -10±C থেকে +80±C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যকর থাকে। এটি Guideway, Ball Screw, Spindle Bearing এবং Gearbox-এ ব্যবহৃত হয়। প্রতি ছয় মাস পর বা প্রায় 1000 ঘণ্টা ব্যবহারের পর তেল পরিবর্তন করা উচিত।
বলা বাহুল্য, সঠিক মানের লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করলে মেশিনের গতিশীল অংশগুলির আয়ু বৃদ্ধি পায় এবং ঘর্ষণজনিত ক্ষতি অনেকাংশে কমে যায়।

বায়ুচাপ (Air Pressure)

বায়ুচাপ হলো সংকুচিত বাতাসের শক্তি যা Pneumatic সিস্টেমের মাধ্যমে মেশিনের বিভিন্ন অংশ যেমন টুল ক্ল্যাম্পিং, দরজা খোলা-বন্ধ, এবং এয়ার ব্লাস্টে ব্যবহৃত হয়। এটি মেশিনের বিভিন্ন স্বয়ংক্রিয় কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

CNC মেশিনে বায়ুচাপ সাধারণত 0.5 থেকে 0.8 মেগাপাস্কাল (MPa) বা 5 থেকে 8 বার পর্যন্ত থাকে। বায়ুটি অবশ্যই শুষ্ক, পরিষ্কার এবং তেলমুক্ত হতে হবে। এজন্য 5 মাইক্রন পার্টিকল ফিল্টার ও ময়েশ্চার সেপারেটর ব্যবহার করা হয়। বায়ু সরবরাহের জন্য সাধারণত 2 থেকে 5 হর্স পাওয়ারের ইন্ডাস্ট্রিয়াল এয়ার কম্প্রেসার ব্যবহৃত হয়।

যদি বায়ু আর্দ্র বা তেলযুক্ত হয়, তাহলে সেন্সর, সিল ও অন্যান্য নিউম্যাটিক উপাদান নষ্ট হয়ে যেতে পারে। তাই সবসময় পরিষ্কার ও শুষ্ক বায়ু ব্যবহার করা উচিত।

জলবাহী চাপ (Hydraulic Pressure)

জলবাহী চাপ হলো তরল পদার্থ দ্বারা উৎপন্ন চাপ, যা হাইড্রোলিক সিস্টেমের মাধ্যমে মেশিনের ক্ল্যাম্পিং, টুল পরিবর্তন, অক্ষ চলাচল ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। এই সিস্টেম মেশিনের ভারী কাজগুলো নির্ভুলভাবে সম্পন্ন করতে সাহায্য করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

সাধারণভাবে হাইড্রোলিক সিস্টেমে চাপ 3.5 থেকে 7.0 মেগাপাস্কাল পর্যন্ত হয়। এতে ISO VG 32 বা 46 গ্রেডের Anti-Wear Hydraulic Oil ব্যবহার করা হয়। Shell Tellus 46, Mobil DTE 25, এবং Total Azolla ZS 46 ব্র্যান্ডের তেল বেশ জনপ্রিয়। তেলের ট্যাঙ্কের ধারণক্ষমতা সাধারণত 10 থেকে 30 লিটার হয়ে থাকে। তেল পরিষ্কার রাখার জন্য 10 মাইক্রন রিটার্ন লাইন ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। মেশিনের স্বাভাবিক কাজের জন্য তেলের তাপমাত্রা 30±C থেকে 60±C এর মধ্যে থাকা উচিত।

নিম্নমানের তেল বা অতিরিক্ত তাপমাত্রা হাইড্রোলিক ভালভ, পাম্প ও সিলের ক্ষতি ঘটাতে পারে। তাই সবসময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত তেল ও চাপ ব্যবহার করতে হবে।

কুল্যান্ট (Coolant)

কুল্যান্ট হলো এমন তরল পদার্থ যা মেশিনিং চলাকালীন কাটিং টুল ও ওয়ার্কপিসের মধ্যে উৎপন্ন তাপ অপসারণ করে। এটি টুলের আয়ু বৃদ্ধি করে, ঘর্ষণ কমায় এবং ভালো পৃষ্ঠের ফিনিশ প্রদান করে।

প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন:

CNC মেশিনে সাধারণত Water-Soluble Emulsion বা Synthetic Coolant ব্যবহার করা হয়। কুল্যান্ট ও পানির মিশ্রণ অনুপাত ৫% থেকে ১০% হওয়া উচিত। Blaser, Castrol, Shell এবং Cimcool এর মতো ব্র্যান্ডের কুল্যান্ট শিল্পে বহুল ব্যবহৃত। কুল্যান্টের চাপ সাধারণত 0.1 থেকে 0.3 মেগাপাস্কাল পর্যন্ত থাকে এবং এর pH মান 8.0 থেকে 9.5 এর মধ্যে থাকা উচিত। প্রতি তিন মাস পর বা প্রয়োজন অনুযায়ী কুল্যান্ট পরিবর্তন করা ভালো।

কুল্যান্টের ঘনত্ব ও pH মান নিয়মিত পরীক্ষা করা প্রয়োজন, কারণ সময়ের সাথে সাথে তা নষ্ট হয়ে ব্যাকটেরিয়া তৈরি করতে পারে, যা টুলের পারফরম্যান্স নষ্ট করে দেয়।

কাটিং টুলগুলি প্রয়োজনীয় ক্রমানুসারে কাজ করার জন্য সেট করা

CNC (Computer Numerical Control) মেশিনে বিভিন্ন ধরণের কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়। যেমন- ড্রিল, মিল, বোরিং টুল, ফেস মিল, ট্যাপ ইত্যাদি। প্রতিটি টুল নির্দিষ্ট কাজের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং কাজের সঠিক ক্রম অনুসারে এগুলো সেট করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। টুলগুলি যদি সঠিক ক্রমে সাজানো না হয়, তাহলে প্রোগ্রাম চলাকালে ভুল টুল কাজ করতে পারে, যার ফলে ওয়ার্কপিস নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থেকে যায়।

কাটিং টুলঃ কাটিং টুল হলো এমন একটি যন্ত্রাংশ যা ধাতু, কাঠ, বা অন্যান্য কঠিন পদার্থের অতিরিক্ত অংশ অপসারণ (Material Removal) করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ওয়ার্কপিসের উপর নির্দিষ্ট গতি ও চাপ প্রয়োগ করে নির্দিষ্ট আকার, মাপ ও ফিনিশ তৈরি করে।

অর্থাৎ, কাটিং টুল এমন একটি ধারালো প্রান্তবিশিষ্ট সরঞ্জাম যা ঘূর্ণন বা সরলরেখায় গতি গ্রহণ করে ওয়ার্কপিসের অতিরিক্ত অংশ কেটে ফেলে কাঙ্ক্ষিত আকৃতি তৈরি করে।

কাটিং টুলের প্রকারভেদঃ

Face / Bull Mill Cutter

Face Mill হলো এমন একটি কাটিং টুল যা মূলত ওয়ার্কপিসের উপরের সমতল (flat) পৃষ্ঠ কেটে মসৃণ ও সমান করে। এটি সাধারণত বড় ব্যাসের টুল, যা উচ্চ গতিতে বেশি পরিমাণ মেটাল অপসারণ করতে পারে।

গঠন:

- কাটার হেডে একাধিক carbide insert থাকে যা স্ক্রু বা ক্ল্যাম্পের মাধ্যমে স্থির করা হয়।
- কেন্দ্র অংশে থাকে Arbor hole বা Shank, যা স্পিন্ডলের সাথে যুক্ত হয়।
- কিছু ক্ষেত্রে কাটিং এজে (corner radius) দেওয়া থাকে, যা একে "Bull Mill" করে তোলে।
- হেড সাধারণত স্টিলের তৈরি এবং ইনসার্টগুলি carbide বা coated material হয়।

End Mill Cutter:

End Mill হলো এক ধরনের বহুমুখী কাটিং টুল যা ওয়ার্কপিসের পাশ, প্রান্ত ও অভ্যন্তরে কাটিং করতে সক্ষম। এটি CNC মেশিনিং-এ সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত টুল।

গঠন:

- এক বা একাধিক Flute (spiral groove) থাকে, যা চিপ বের করতে সাহায্য করে।
- টুলের দুই প্রান্তেই কাটিং এজ থাকতে পারে (Double-ended type)।
- সাধারণত Solid Carbide বা High Speed Steel (HSS) দিয়ে তৈরি।
- ফ্লুট সংখ্যা অনুযায়ী (২, ৪ বা ৬ ফ্লুট) পারফরম্যান্স ভিন্ন হয় — বেশি ফ্লুট মানে ভালো ফিনিশ কিন্তু কম চিপ ক্লিয়ারেন্স।

Ball Mill Cutter:

Ball Mill হলো একটি গোলাকার প্রান্তবিশিষ্ট কাটিং টুল যা 3D surface contouring, die, mould এবং জটিল আকৃতির সারফেস তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

গঠন:

- টুলের টিপ অংশটি অর্ধগোলাকার (Hemispherical)।
- ফ্লুট বা কাটিং গুভ থাকে যা চিপ অপসারণ করে।
- সাধারণত 2-flute বা 4-flute ডিজাইনে পাওয়া যায়।

- তৈরিতে Tungsten Carbide বা Coated HSS ব্যবহৃত হয়।
- স্ট্যান্ডার্ড শ্যাংক অংশটি মেশিনের কোলেট বা হোল্ডারে ফিট হয়।

Taper Mill Cutter:

Taper Mill এমন একটি কাটিং টুল যার ব্যাস ধীরে ধীরে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে কমে যায়। এটি কোণাকৃতির (tapered) সারফেস বা অংশ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

গঠন:

- টুলের শরীরটি কোণাকৃতি (conical shape), অর্থাৎ এক প্রান্ত মোটা এবং অন্য প্রান্ত সরু।
- নির্দিষ্ট কোণ (যেমন 5±, 10±, 15± ইত্যাদি) অনুসারে তৈরি করা হয়।
- সাধারণত Solid Carbide বা HSS দ্বারা তৈরি।
- একাধিক ফ্লুট (3–6) থাকে, যা কাটিং এবং চিপ অপসারণে সাহায্য করে।

Drill Bits Cutter:

Drill Bit হলো এমন একটি ঘূর্ণনধর্মী কাটিং টুল যা মেটাল, প্লাস্টিক বা কাঠে গর্ত (hole) তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। CNC মেশিনে এটি hole-making operation-এর জন্য অপরিহার্য।

গঠন:

- দুইটি Helical Flute থাকে যা চিপ বের করে দেয়।
- টিপে থাকে Cutting Edge ও Chisel Edge।
- মাঝখানে Web thickness থাকে যা শক্তি বজায় রাখে।
- তৈরিতে High Speed Steel (HSS) বা Carbide ব্যবহৃত হয়।
- বিভিন্ন ধরনে পাওয়া যায়: Twist drill, Center drill, Spot drill ইত্যাদি।

Reamers

Reamer হলো এক ধরনের প্রিসিশন টুল যা আগে ড্রিল করা হোলকে নির্দিষ্ট ব্যাসে ও মসৃণ ফিনিশে বড় করতে ব্যবহৃত হয়। এটি hole finishing operation-এর জন্য ব্যবহার হয়।

গঠন:

- শরীর জুড়ে একাধিক Cutting Blade বা Flute থাকে।
- কাটিং অংশের পরে থাকে Guide section যা সঠিক অক্ষ (alignment) বজায় রাখে।
- হ্যান্ড রিমার ও মেশিন রিমার – দুই ধরনের হয়।
- সাধারণত High Speed Steel (HSS) বা Carbide দিয়ে তৈরি।
- ফ্লুট দুটি ধরণের হতে পারে – Straight flute (hard material-এর জন্য) এবং Spiral flute (soft metal-এর জন্য)।

ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলি সেট করা এবং শক্ত করে বাঁধা

ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসগুলি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে সেট করা এবং শক্ত করে বাঁধাঃ

CNC মিলিং বা অন্যান্য মেশিনিং সিস্টেমে ওয়ার্কপিসকে স্থির ও নিরাপদে ধরে রাখার জন্য ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। সঠিক ক্ল্যাম্পিং ছাড়া মেশিনিংয়ের নির্ভুলতা, ওয়ার্কপিসের গুণমান এবং অপারেটরের নিরাপত্তা বজায় রাখা কঠিন। ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস মেশিনের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করে এবং উৎপাদন প্রক্রিয়া দ্রুত ও সহজ করে।

ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের প্রকারভেদঃ

Angle Plate

Angle Plate হলো “L” আকৃতির একটি মেটাল ব্লক, যা ওয়ার্কপিসকে ৯০± কোণে ধরে রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মেশিনিং চলাকালে ওয়ার্কপিসের সঠিক অবস্থান ও কোণ নিশ্চিত করে।

গঠন:

- কাস্ট আয়রন বা উচ্চমানের স্টিল দিয়ে তৈরি।
- দুটি ফ্ল্যাট পৃষ্ঠ সমকোণীভাবে গ্রাইন্ড করা।
- ক্ল্যাম্প বা বোল্ট ফিট করার জন্য স্লট বা ছিদ্র (hole) থাকে।

V-Block, U-Clamp এবং C-Clamp

V-Block, U-Clamp ও C-Clamp একত্রে ব্যবহৃত হয় বৃত্তাকার বা সিলিন্ডার আকৃতির ওয়ার্কপিসকে স্থিরভাবে ধরে রাখার জন্য। এগুলো ওয়ার্কপিসকে মেশিনিংয়ের সময় নড়াচড়া থেকে রক্ষা করে।

গঠন:

- V-Block: স্টিল বা কাস্ট আয়রন দিয়ে তৈরি ব্লক, যার উপরের দিকে "V" আকৃতির খাঁজ কাটা থাকে।
- U-Clamp: "U" আকারের স্টিল প্লেট, যার দুই প্রান্তে বোল্টের জন্য ছিদ্র থাকে।
- C-Clamp: "C" আকৃতির শক্ত বডি, এক পাশে থ্রেডেড স্ক্রু ও অপর পাশে স্থির জ' থাকে।

Step Block

Step Block হলো ধাপ-আকৃতির ক্ল্যাম্পিং সাপোর্ট, যা ক্ল্যাম্পের উচ্চতা নিয়ন্ত্রণে এবং সুষম চাপ প্রয়োগে সাহায্য করে।

গঠন:

- দুটি ধাপওয়ালা ব্লকের সমন্বয়ে তৈরি।
- কাস্ট আয়রন বা হার্ডেন্ড স্টিল দিয়ে তৈরি।
- প্রতিটি ধাপ অপরটির সাথে সামঞ্জস্য রেখে বিভিন্ন উচ্চতায় সেট করা যায়।

T-Slot Bolt

T-Slot Bolt হলো একটি বিশেষ বল্টু, যার মাথা "T" আকৃতির এবং এটি মেশিন টেবিলের T-slot-এ ফিট হয় ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস স্থির করার জন্য।

গঠন:

- উচ্চমানের কার্বন স্টিল বা অ্যালয় স্টিল।
- মাথা ফ্ল্যাট ও প্রশস্ত, T-slot-এ ফিট করার উপযোগী।
- বডি থ্রেডেড, যাতে নাট ও ওয়াশার দিয়ে শক্তভাবে ফিক্স করা যায়।

Machine Vice

Machine Vice হলো একটি মেকানিক্যাল হোল্ডিং ডিভাইস যা ওয়ার্কপিসকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখে মিলিং, ড্রিলিং বা বোরিং প্রক্রিয়ার সময়।

গঠন:

- একটি Fixed Jaw এবং একটি Movable Jaw।
- Lead Screw Mechanism দিয়ে Movable Jaw সামনে-পেছনে সরানো যায়।
- বডি কাস্ট আয়রন বা স্টিলের তৈরি।
- নিচে বেস প্লেট থাকে ক্ল্যাম্পিংয়ের জন্য।
- কিছু ভাইস Swivel Base-সহ আসে, যাতে কোণ পরিবর্তন করা যায়।

Pneumatic Fastening Clamp

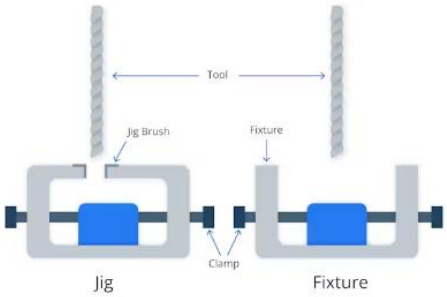
Pneumatic Clamp হলো এমন এক প্রকার ক্ল্যাম্প যা কমপ্রেসড এয়ারের সাহায্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ওয়ার্কপিস ধরে রাখে। এটি দ্রুত এবং পুনরাবৃত্তিমূলক ক্ল্যাম্পিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

গঠন:

- Pneumatic Cylinder এবং Piston।
- Lever Arm যা ক্ল্যাম্পকে সক্রিয় করে।
- Air Inlet System।
- এয়ার চাপ প্রবেশ করলে পিস্টন ক্ল্যাম্প চালু করে, এয়ার রিলিজে খুলে যায়।

Jig and Fixture

Jig এবং Fixture হলো উৎপাদন প্রক্রিয়ায় ওয়ার্কপিসের অবস্থান নির্ধারণ ও ধরে রাখার বিশেষ যন্ত্র। Jig টুলকে গাইড করে, আর Fixture ওয়ার্কপিসকে স্থির রাখে।



গঠন:

- **Jig:** গাইড বুশ, লোকেটর পিন, ক্ল্যাম্প।
- **Fixture:** হেভি বেস প্লেট, লোকেটর পিন, ক্ল্যাম্পিং ইউনিট।
- উভয়ই কাস্ট আয়রন বা স্টিল দিয়ে তৈরি।
- মেশিন টেবিলের সাথে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত।

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর (SOP):

সঠিক ডিভাইস নির্বাচন:

ওয়ার্কপিসের আকার, দৈর্ঘ্য এবং আকারের অনুপাতে উপযুক্ত ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন করতে হবে।

নিরাপদ সেটআপ:

চাক, কলেট বা লাইভ সেন্টার সঠিকভাবে মেশিনে স্থাপন করতে হবে। সেটআপে ভুল হলে ওয়ার্কপিসের ঢিলা বা দোলা হতে পারে।

ওয়ার্কপিস স্থাপন:

ওয়ার্কপিসকে ডিভাইসে সঠিকভাবে বসিয়ে টাইট করা। টুল বা ডিভাইসের সাথে ওভারল্যাপ বা সংঘর্ষ এড়াতে হবে।

সাপোর্ট ব্যবহার:

দীর্ঘ ও ভারী ওয়ার্কপিসের জন্য Live Center বা Bar Feeder ব্যবহার করে সমর্থন নিশ্চিত করতে হবে।

সাবধানতা ও নিরাপত্তা:

সঠিক ক্ল্যাম্পিং ছাড়া মেশিন চালানো নিরাপদ নয়। সর্বদা Part Catcher ব্যবহার করে ওয়ার্কপিস ও কাট অংশ নিরাপদে সংগ্রহ করতে হবে।

পরীক্ষা ও যাচাই:

ক্ল্যাম্পিং শেষে ওয়ার্কপিস ঘূর্ণন পরীক্ষা ও টুল ফিড যাচাই করতে হবে। কোনো ঢিলা বা অ-নির্ভুলতা থাকলে তা সমন্বয় করতে হবে।

টুল সেট-আপ পদ্ধতি

টুল সেট-আপ পদ্ধতি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে প্রয়োগ করাঃ

CNC মিলিং বা অন্যান্য মেশিনিং সিস্টেমে টুল সেট-আপ একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সঠিকভাবে টুল সেট-আপ করা না হলে ওয়ার্কপিসের আকার, ফিনিশ এবং মেশিনিংয়ের নির্ভুলতা ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। টুল সেট-আপের মাধ্যমে মেশিনে টুলের অবস্থান, উচ্চতা এবং অফসেট নির্ধারণ করা হয়, যাতে প্রোগ্রাম অনুযায়ী কাটিং সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।

টুল সেট-আপ পদ্ধতিঃ

টুল সেট-আপ করার জন্য সাধারণত দুটি স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়:

৩. Scratch Method (স্ক্র্যাচ মেথড)
৪. Tool-Setting Device Method (টুল-সেটিং ডিভাইস পদ্ধতি)

Scratch Method (স্ক্র্যাচ মেথড):

Scratch Method হলো একটি প্রথাগত পদ্ধতি যেখানে ওয়ার্কপিসের উপরে সরাসরি টুলকে স্পর্শ করিয়ে সেট করা হয়।

পদ্ধতি:

- ওয়ার্কপিস মেশিনে ক্ল্যাম্প করা হয়।
- টুলকে ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠের উপর নিয়ে যাওয়া হয়।
- টুল যখন ওয়ার্কপিসের সাথে হালকা ছোঁয়া বা স্ক্র্যাচ তৈরি করে, তখন টুলের উচ্চতা এবং অবস্থান নির্ধারণ করা হয়।

লক্ষ্য ও সুবিধা:

- সরল এবং সহজ পদ্ধতি।
- ছোট ও সাধারণ ওয়ার্কপিসের জন্য উপযুক্ত।
- তবে এটি কিছুটা সময়সাপেক্ষ এবং নিখুঁততার জন্য অভিজ্ঞতা প্রয়োজন।

Tool-Setting Device Method (টুল-সেটিং ডিভাইস পদ্ধতি):

Tool-Setting Device Method হলো আধুনিক ও নিখুঁত পদ্ধতি, যেখানে বিশেষ টুল-সেটিং ডিভাইস ব্যবহার করে টুলের অবস্থান নির্ধারণ করা হয়।

পদ্ধতি:

- টুল-সেটিং ডিভাইসকে মেশিনে স্থাপন করা হয়।
- টুল ডিভাইসের স্পর্শক বা সেন্সরের মাধ্যমে সঠিক অবস্থান এবং উচ্চতা নির্ধারণ করা হয়।
- মেশিনের কন্ট্রোল সিস্টেমে এই তথ্য ইনপুট দিলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে টুল অফসেট সেট হয়ে যায়।

লক্ষ্য ও সুবিধা:

- দ্রুত এবং নির্ভুল।
- পুনরাবৃত্তি নির্ভুলতা নিশ্চিত করে।
- জটিল ও বড় প্রোজেক্টের জন্য উপযুক্ত।

ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং এবং সেন্টার করণ বা কেন্দ্রায়ণ

ওয়ার্কপিসটি কর্মক্ষেত্রের পদ্ধতি অনুসারে প্রয়োজনীয় নির্ভুলতার স্তরে ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসের উপর মাউন্ট করা এবং সেন্টার করাঃ
মেশিনিং প্রক্রিয়ায় ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে স্থাপন করা সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। ওয়ার্কপিস যদি সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প বা কেন্দ্রায়িত না হয়, তাহলে কাটিং অপারেশনে ত্রুটি দেখা দিতে পারে, টুলের ক্ষয় বৃদ্ধি পায় এবং মেশিনের নিরাপত্তা ঝুঁকির মধ্যে পড়ে।

১. ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন:

- ওয়ার্কপিসের আকার, আকারের জ্যামিতি এবং দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন করতে হবে।
- Machine Vice (মিলিং ভাইস) — ছোট/মাঝারি লট, জলদি সেটআপ; সাধারণত স্ট্যান্ডার্ড প্রথম পছন্দ।
- Soft Jaws / Machinable Jaws — ভাইসের জন্য; অংশের প্রোটেকশন ও জটিল প্রোফাইল কপি করার জন্য।
- Parallels (প্যারালেলস) — ওয়ার্কউপকে সমতলে রাখে; ভাইস-সহ ব্যবহার।
- Step Clamps / T-slot Clamps — টেবিলে বহুমুখী; পাতলা বা বড় অংশ ধরে রাখতে ভালো।
- Toe Clamps / Low-profile Clamps — উচ্চতা সীমিত হলে; ওয়ার্কে বেশি অ্যাক্সেস রাখে।
- Strap Clamps / Web Clamps — হাই ভাইব্রেশন কাজ বা বড় স্ল্যাব কপিংয়ে ব্যবহার করা যায়।

২. ওয়ার্কপিস স্থাপন:

- নির্বাচিত ক্ল্যাম্পিং ডিভাইসে ওয়ার্কপিসকে সঠিকভাবে বসানো হয়।
- প্রথমে ওয়ার্কপিস হালকা চাপ দিয়ে স্থাপন করতে হবে।
- তারপর ধীরে ধীরে টাইট করে মেশিনে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে হবে।
- এই ধাপটি নিশ্চিত করে যে ওয়ার্কপিস কাটিং অপারেশনের সময় নড়াচড়া করবে না।

৩. কেন্দ্রায়ণ (Alignment / Centering):

- ওয়ার্কপিসের অক্ষকে মেশিনের কেন্দ্রীভূত অক্ষের সাথে সামঞ্জস্য করা হয়।
- কেন্দ্রায়ণ করার জন্য বিভিন্ন সরঞ্জাম ব্যবহার করা যায়, যেমন লাইন গেজ, স্পেসার বা লাইন লাইট।
- লক্ষ্য: ওয়ার্কপিসের অক্ষ এবং টুলের অক্ষ পুরোপুরি সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়া।
- কেন্দ্রায়ণ সঠিক না হলে কাটিং অপারেশনে ওয়ার্কপিসে দোলা, টুলের অতিরিক্ত চাপ ও ফিনিশে ত্রুটি দেখা দেয়।

৪. নির্ভুলতা যাচাই:

- ওয়ার্কপিসকে ক্ল্যাম্প করার পরে এবং কেন্দ্রায়ণ সম্পন্ন হওয়ার পরে, মেশিনে একটি ড্রাই রান বা ট্রায়াল কাট করা যায়।
- এতে দেখা যায় যে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে স্থির রয়েছে কিনা।
- প্রয়োজনে সামান্য সমন্বয় করে সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করা হয়।

৫. সতর্কতা এবং নিরাপত্তা:

- ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস যথেষ্ট টাইট করা আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। অপ্রতুল টাইটিং টুল বা ওয়ার্কপিসে দোলা সৃষ্টি করতে পারে।
- খুব বেশি টাইট করলে ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- ওয়ার্কপিস স্থাপনের সময় মেশিন বন্ধ থাকা উচিত, যাতে দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করা যায়।
- দীর্ঘ বা ভারী ওয়ার্কপিসের ক্ষেত্রে Live Center ব্যবহার করে অতিরিক্ত সমর্থন দেওয়া প্রয়োজন।

প্রধান সুইচ এবং জরুরি সুইচ চালু করা এবং ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা

মেশিন চালুর পূর্বে বিদ্যুৎ সরবরাহ এবং নিরাপত্তা সিস্টেম পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি মেশিনের সঠিক কার্যক্ষমতা, অপারেটরের নিরাপত্তা এবং ওয়ার্কপিসের ক্ষতি প্রতিরোধ করে।

১. প্রধান সুইচ (Main Switch) চালু করা:

- মেশিনের প্রধান বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করতে প্রধান সুইচ অন করতে হয়।
- সুইচ চালু করার পরে মেশিনের সমস্ত সিস্টেম সক্রিয় হবে।
- মেশিনের কন্ট্রোল প্যানেলে পাওয়ার ইনডিকেটর লাইট সচল থাকা উচিত।
- লক্ষ্য: মেশিনকে নিরাপদ এবং প্রস্তুত অবস্থায় রাখা।

২. জরুরি সুইচ (Emergency Switch) পরীক্ষা:

- জরুরি সুইচ হলো একটি নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্য যা মেশিনকে অবিলম্বে বন্ধ করতে পারে।
- পরীক্ষা করার জন্য সুইচটি চাপ দিয়ে দেখুন যে মেশিন অবিলম্বে বন্ধ হচ্ছে কিনা।
- এটি নিশ্চিত করে যে যেকোনো বিপদের সময় মেশিন নিরাপদভাবে বন্ধ করা সম্ভব।
- লক্ষ্য: অপারেটরের নিরাপত্তা এবং দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমানো।

৩. ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা:

- মেশিনের স্থিতিশীল বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করতে ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার পরীক্ষা করা হয়।
- স্টেবিলাইজার দেখবে যে মেশিনে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ বজায় আছে কিনা।
- উঁচু বা কম ভোল্টেজ হলে মেশিনের ইলেকট্রনিক্স বা মোটর ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- লক্ষ্য: মেশিনের দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা এবং নিরাপদ কাজ নিশ্চিত করা।

৪. সতর্কতা:

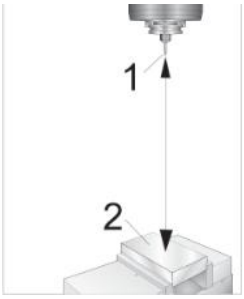
- পরীক্ষা করার সময় কোনো ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ল্যাম্প করা থাকলে নিশ্চিত করুন যে তারা নিরাপদে রাখা হয়েছে।
- ভোল্টেজ স্টেবিলাইজার কাজ করছে কিনা নিয়মিত যাচাই করা উচিত।
- প্রধান এবং জরুরি সুইচের সঠিক কার্যকারিতা মেশিন চালুর পূর্বে সবসময় নিশ্চিত করতে হবে।

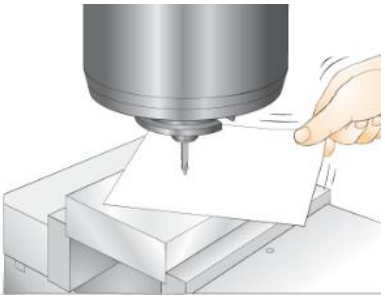
মেশিন শূন্য বিন্দু (Machine Zero Point) পরীক্ষা

মেশিনিং প্রক্রিয়ার শুরুতে মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা একটি অপরিহার্য ধাপ। শূন্য বিন্দু হলো টুল এবং ওয়ার্কপিসের জন্য প্রাথমিক রেফারেন্স পয়েন্ট, যা নিশ্চিত করে যে কাটিং অপারেশন নির্ভুল ও নিরাপদভাবে সম্পন্ন হচ্ছে। সঠিক শূন্য বিন্দু না থাকলে ওয়ার্কপিসে দোলা, টুলের অতিরিক্ত ক্ষয় এবং মেশিনিংয়ে ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

Machine Zero Point

শূন্য বিন্দু হলো মেশিনে টুল এবং ওয়ার্কপিসের মিলনবিন্দু। এটি নির্ধারণ করে যে কাটিং কোথা থেকে শুরু হবে এবং ওয়ার্কপিসে কোন অংশে মেশিনের প্রোগ্রাম অনুযায়ী টুল কাজ শুরু করবে। সাধারণত শূন্য বিন্দু ওয়ার্কপিসের একটি প্রান্ত, কেন্দ্রীভূত অক্ষ অথবা নির্দিষ্ট প্রোগ্রাম অনুযায়ী নির্ধারিত পয়েন্ট হতে পারে। শূন্য বিন্দু ঠিকভাবে নির্ধারণ করলে মেশিনিং প্রক্রিয়া সঠিকভাবে, নিরাপদে এবং উচ্চ গুণমানের ফিনিশ সহ সম্পন্ন হয়।





Machine Zero Point পরীক্ষা করার পদ্ধতিঃ

- প্রথমে ওয়ার্কপিস মেশিনে ক্ল্যাম্প করে যথাযথ কেন্দ্রায়ণ নিশ্চিত করতে হয়।
- মেশিনের কন্ট্রোল প্যানেলে শূন্য বিন্দু নির্বাচন করা হয়।
- টুলকে ধীরে ধীরে ওয়ার্কপিসের প্রাথমিক অবস্থানে নিয়ে আসা হয়।
- প্রাথমিক অবস্থান এবং কন্ট্রোল প্যানেলে প্রদত্ত শূন্য বিন্দু মিলছে কিনা যাচাই করা হয়।
- যদি প্রয়োজন হয়, শূন্য বিন্দু পুনঃনির্ধারণ করা হয়।
- এই ধাপগুলো নিশ্চিত করে যে কাটিং অপারেশন সঠিকভাবে শুরু হবে এবং মেশিনের প্রোগ্রাম অনুযায়ী নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হবে।

Machine Zero Point করার লক্ষ্যঃ

- শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করার প্রধান উদ্দেশ্য হলো:
- নিশ্চিত করা যে কাটিং অপারেশন সঠিক স্থানে শুরু হচ্ছে।
- ওয়ার্কপিসের যেকোনো দিক থেকে কাজ নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হচ্ছে।
- টুল এবং ওয়ার্কপিসের মধ্যে সংঘর্ষ বা ত্রুটি প্রতিরোধ করা।

Machine Zero Point এর সতর্কতা ও নিরাপত্তা

- শূন্য বিন্দু নির্ধারণের সময় মেশিন এবং টুল বন্ধ বা ধীর গতি মোডে রাখতে হবে।
- ভুল শূন্য বিন্দু সেট করলে ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- দীর্ঘ বা ভারী ওয়ার্কপিসের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত সমর্থন ব্যবহার করা জরুরি।
- শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করার সময় সব সময় নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখতে হবে।

সেলফ চেক (Self Check) - ৩.১

১. CNC milling machine প্রস্তুতের পূর্বে কোন কোন নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিতে হয়?

২. মেশিন পাওয়ার অন করার ধাপ কী?

৩. রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করার উদ্দেশ্য কী?

৪. কুল্যান্ট সিস্টেমের ভূমিকা কী?

৫. মেশিন বেড ও টুল ক্লিন করার কারণ কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.১

১. CNC Milling Machine প্রস্তুতের পূর্বে কোন কোন নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিতে হয়?

উত্তরঃ

CNC Milling Machine চালু করার আগে নিরাপত্তা ব্যবস্থা নেওয়া খুবই জরুরি। মেশিনের চারপাশ সবসময় পরিষ্কার ও শুকনো রাখতে হয়। অপারেটরকে সেফটি গ্লাস, সেফটি শু, গ্লাভস ও ওভারঅল পরতে হয়। মেশিনের সব গার্ড ও কভার ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করতে হয়। পাওয়ার সাপ্লাই ঠিক আছে কিনা এবং কোনো লুজ কানেকশন আছে কিনা দেখতে হয়। ওয়ার্কপিস ও টুল সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা হয়েছে কিনা তা যাচাই করতে হয়। ইমার্জেন্সি স্টপ বাটন কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হয়। এছাড়া, প্রোগ্রাম ও টুল পাথ সঠিকভাবে যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

২. মেশিন পাওয়ার অন করার ধাপ কী?

উত্তরঃ

প্রথমে মেশিনের মেইন পাওয়ার সুইচ অন করতে হয়। এরপর কন্ট্রোল প্যানেলের “Power On” বাটন চাপতে হয়। মেশিন সিস্টেম ইনিশিয়ালাইজ হয়ে প্রয়োজনীয় প্রাথমিক চেক সম্পন্ন করে। তারপর মেশিনের X, Y, Z অক্ষ রেফারেন্স পয়েন্টে নিয়ে যেতে হয়। কুল্যান্ট ও লুব্রিকেশন সিস্টেমে পর্যাপ্ত ফ্লুইড আছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হয়। সবশেষে প্রোগ্রাম লোড করে যাচাই করার পর মেশিন অপারেশনের জন্য প্রস্তুত হয়।

৩. রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তরঃ

রেফারেন্স পয়েন্ট বা হোম পজিশন হলো মেশিনের একটি নির্দিষ্ট স্থিতি, যেখান থেকে সব মুভমেন্ট শুরু হয়। এর উদ্দেশ্য হলো মেশিনের প্রতিটি অক্ষের (X, Y, Z) সঠিক অবস্থান নির্ধারণ করা। এটি মেশিনকে প্রোগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে কাজ করতে সহায়তা করে। রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করলে টুল ও ওয়ার্কপিসের সম্পর্ক নির্ভুলভাবে স্থাপন হয় এবং ভুল মুভমেন্ট বা সংঘর্ষের ঝুঁকি কমে যায়।

৪. কুল্যান্ট সিস্টেমের ভূমিকা কী?

উত্তরঃ

কুল্যান্ট সিস্টেম CNC Milling Machine-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটি কাটিং টুল ও ওয়ার্কপিস ঠান্ডা রাখে এবং অতিরিক্ত তাপমাত্রা কমায়। ঘর্ষণ হ্রাস করে টুলের আয়ু বৃদ্ধি করে। কুল্যান্ট চিপ বা ধাতব কণা অপসারণে সাহায্য করে, ফলে কাজের জায়গা পরিষ্কার থাকে। এছাড়া এটি কাজের পৃষ্ঠ মসৃণ ও নির্ভুল রাখতে সাহায্য করে।

৫. মেশিন বেড ও টুল ক্লিন করার কারণ কী?

উত্তরঃ

মেশিন বেড ও টুল পরিষ্কার রাখলে ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা যায়। চিপ বা ধাতব কণা জমে থাকলে মেশিনের ক্ষতি হতে পারে, তাই নিয়মিত পরিষ্কার রাখা প্রয়োজন। পরিষ্কার রাখলে টুল ও মেশিন বেডে মরিচা বা ঘর্ষণজনিত ক্ষতি রোধ করা যায়। এতে কাজের গুণমান, নির্ভুলতা এবং মেশিনের স্থায়িত্ব বজায় থাকে।

জব শিট (Job Sheet) – ৩.১.১

জবের নামঃ CNC Milling Machine এর মধ্যে ব্লক Clamping করণ।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. প্রয়োজনীয় PPE পরিধান করা।
২. মেশিন বেড ও ওয়ার্ক এরিয়া পরিষ্কার করা।
৩. পাওয়ার কানেকশন যাচাই ও মেশিন অন করা।
৪. টুল ম্যাগাজিন চেক ও টুল লোড করা।
৫. হোম পজিশন ও ওয়ার্ক অফসেট সেট করা।
৬. কুল্যান্ট সিস্টেম পরীক্ষা করা।

সতর্কতাঃ

১. ঢিলা পোশাক বা গয়না পরা যাবে না।
২. মেশিন চালু অবস্থায় টুল পরিবর্তন নিষিদ্ধ।
৩. সকল সেফটি গার্ড সঠিকভাবে লাগানো থাকতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.১.১

জবের নামঃ CNC Milling Machine এর মধ্যে ব্লক Clamping করণ।

প্রয়োজনীয় PPE সমূহঃ

- Safety goggles
- Hand gloves
- Safety shoes

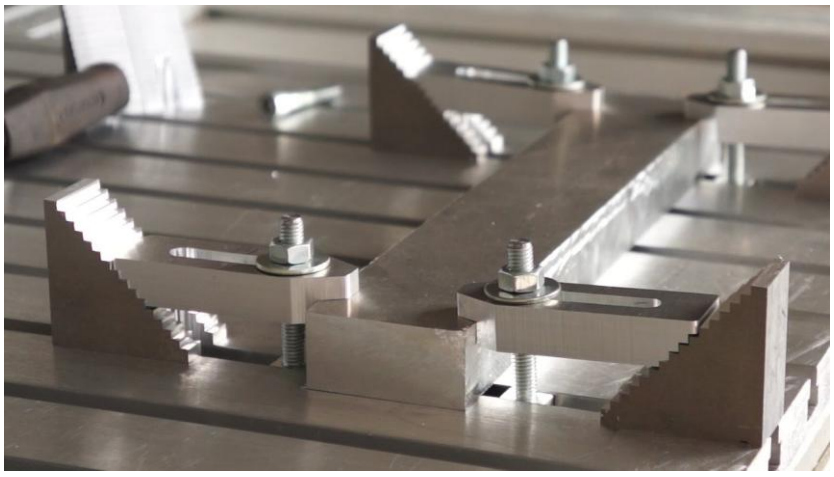
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

- Spanner set
- Allen key
- Cleaning brush

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- কুল্যান্ট অয়েল
- Cleaning cloth
- MS Block

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৩.২

শিখন ফল-২: প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহারের মাধ্যমে প্রোগ্রাম ডাউনলোড করে মেশিনে স্থানান্তর
২. টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের পরামিতিগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রাম সিমুলেশন

উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহারের মাধ্যমে প্রোগ্রাম ডাউনলোড করে মেশিনে স্থানান্তর

মেশিনিং প্রক্রিয়ার সাফল্য নির্ভর করে প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তরের উপর। CNC বা অন্যান্য স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রাম সঠিকভাবে স্থানান্তর না হলে G-code বা M-code ঠিকভাবে কার্যকর হয় না। এর ফলে ওয়ার্কপিসে ত্রুটি দেখা দিতে পারে, টুল অতিরিক্ত ক্ষয় হয় এবং উৎপাদন মানে বিঘ্ন ঘটতে পারে। তাই এই ইউনিটে আমরা পুরো প্রক্রিয়াটিকে বিস্তারিতভাবে, ধাপে ধাপে আলোচনা করব।

১. প্রোগ্রামের প্রয়োজনীয়তাঃ

CNC মেশিনে কোনো অপারেশন শুরু করার আগে সংশ্লিষ্ট প্রোগ্রাম মেশিনে থাকা আবশ্যক। প্রোগ্রামটি সাধারণত CAD/CAM সফটওয়্যারের মাধ্যমে তৈরি হয় এবং মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটে সংরক্ষিত থাকে। প্রোগ্রামটি সঠিকভাবে লোড করা না হলে মেশিন ভুল পথে কাজ করতে পারে।

ডাউনলোডের আগে নিশ্চিত করতে হবে যে:

- প্রোগ্রামটি সম্পূর্ণ এবং ত্রুটিমুক্ত।
- প্রোগ্রামটি মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।
- প্রোগ্রামে ব্যবহৃত টুল, কাটিং প্যারামিটার এবং ওয়ার্কপিসের ডেটা সঠিকভাবে উল্লেখ আছে।

প্রোগ্রামের মান নিশ্চিত করা হলে উৎপাদন প্রক্রিয়া নির্ভুল এবং নিরাপদভাবে সম্পন্ন হয়। মনে রাখুন, "একটা ছোট ভুল পুরো ওয়ার্কপিস নষ্ট করতে পারে!"

২. ডাউনলোড ডিভাইস নির্বাচন এবং ব্যবহারঃ

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের জন্য বিভিন্ন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। ছোট ফাইলের জন্য USB ড্রাইভ দ্রুত এবং বহনযোগ্য। বড় ফাইল বা সরাসরি কন্ট্রোলার সংযোগের জন্য Ethernet বা Network Cable ব্যবহার করা হয়। পুরনো মেশিনের ক্ষেত্রে RS-232 Serial Cable ব্যবহৃত হতে পারে।

ডাউনলোডের সময় মনে রাখতে হবে:

- ডিভাইস ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা।
- সংযোগে কোন বাধা নেই।
- USB বা নেটওয়ার্ক কেবল ঠিকভাবে লাগানো না থাকলে পুরো প্রোগ্রাম স্থানান্তর অসম্পূর্ণ হতে পারে।

অভিজ্ঞরা বলেন, "ছোটখাটো ভুলও বড় সমস্যা তৈরি করতে পারে।"

৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তর প্রক্রিয়াঃ

প্রথমে নির্বাচিত ডিভাইসের মাধ্যমে প্রোগ্রামটি লোড করতে হয়। এরপর মেশিনের কন্ট্রোলার স্ক্রিনে Download বা Transfer অপশন নির্বাচন করে স্থানান্তর প্রক্রিয়া শুরু করা হয়। স্থানান্তরের সময় প্রোগ্রাম পুরোপুরি এবং ত্রুটিমুক্তভাবে মেশিনে এসেছে কিনা মনিটর করতে হয়।

স্থানান্তরের পরে প্রোগ্রামটি মেশিনে ওপেন করে যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রয়োজনে প্রোগ্রামের ব্যাকআপ তৈরি করে রাখা উচিত, যাতে ভবিষ্যতে পুনরায় ব্যবহার করা যায়। যেমন অভিজ্ঞ অপারেটররা বলেন, "প্রোগ্রামের ব্যাকআপ রাখা মানে চোরবালির খেলার আগে তালা দেওয়া।"

৪. যাচাই এবং নিরাপত্তাঃ

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের পরে Dry Run বা Simulation করা অপরিহার্য। এটি নিশ্চিত করে যে প্রোগ্রামটি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং ওয়ার্কপিস বা টুলের ক্ষতি হবে না। Dry Run চলাকালীন মেশিনের প্রতিটি অংশের অবস্থান, টুলপাথ এবং কন্ট্রোলার নির্দেশনা যাচাই করা হয়।

প্রোগ্রাম ডাউনলোড বা স্থানান্তরের সময় মেশিন অবশ্যই বন্ধ বা নিরাপদ মোডে রাখা উচিত। অভিজ্ঞরা বলেন, "Dry Run করা মানে ভবিষ্যতের বিপদ এড়িয়ে চলা।"

সঠিকভাবে প্রোগ্রাম ডাউনলোড এবং স্থানান্তর করলে:

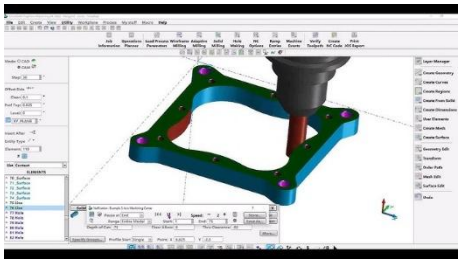
- কাটিং অপারেশন নির্ভুলভাবে সম্পন্ন হয়।
- ওয়ার্কপিস এবং টুলের ক্ষতি কম হয়।
- উৎপাদন প্রক্রিয়া কার্যকর এবং পুনরাবৃত্তি সক্ষম হয়।
- মেশিনের স্থায়িত্ব, উৎপাদন মান এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।
- মনে রাখবেন, "একটি ভালো লোড করা প্রোগ্রাম মানে পুরো দিনের কাজ সুরক্ষিত।"

টুল পাথ এবং অন্যান্য কাজের পরামিতিগুলির সঠিকতা নির্ধারণের জন্য প্রোগ্রাম সিমুলেশন

মেশিনিং প্রক্রিয়ার সঠিকতা, ওয়ার্কপিসের মান এবং টুলের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য CNC বা স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রাম সঠিকভাবে ডাউনলোড, স্থানান্তর ও যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রোগ্রাম ভুলভাবে চালালে G-code বা M-code কার্যকর হবে না, যা ওয়ার্কপিসে ত্রুটি, টুলের অতিরিক্ত ক্ষয় এবং উৎপাদন মানের ক্ষতি ঘটাতে পারে।

এই ইউনিটে আমরা পুরো প্রক্রিয়াটি ধাপে ধাপে আলোচনা করব: প্রোগ্রাম ডাউনলোড, স্থানান্তর, সিমুলেশন, টুলপাথ যাচাই এবং Dry Run।

CNC মেশিনে যেকোনো অপারেশন শুরু করার আগে সংশ্লিষ্ট প্রোগ্রাম মেশিনে থাকা আবশ্যক। প্রোগ্রামটি সাধারণত CAD/CAM সফটওয়্যারের মাধ্যমে তৈরি হয় এবং মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটে সংরক্ষিত থাকে।



প্রোগ্রাম ডাউনলোডের আগে নিশ্চিত করতে হবে:

- প্রোগ্রামটি সম্পূর্ণ এবং ত্রুটিমুক্ত।
- মেশিনের কন্ট্রোলার ফরম্যাটের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ।
- ব্যবহৃত টুল, কাটিং প্যারামিটার এবং ওয়ার্কপিস ডেটা সঠিকভাবে উল্লেখ আছে।

১. প্রোগ্রাম সিমুলেশন

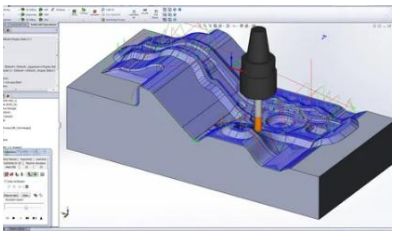
সংজ্ঞা: সিমুলেশন হলো প্রোগ্রাম চালানোর আগে ভার্চুয়াল বা সফটওয়্যারে ট্রায়াল রান করা, যাতে টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং সম্ভাব্য সংঘর্ষ যাচাই করা যায়।

টুলপাথ যাচাই (Tool Path Verification):

টুলপাথ যাচাই হলো মেশিনিং প্রক্রিয়ায় টুলের চলাচল নিরীক্ষণ করা। এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায় যে কাটা বা যন্ত্রাংশ তৈরির জন্য টুল নির্ধারিত পথে সঠিকভাবে চলছে কিনা। এটি গুরুত্বপূর্ণ কারণ যদি টুলপাথ ভুল থাকে, তাহলে ওয়ার্কপিসে অযাচিত কাটা, গর্ত বা ক্ষতি হতে পারে। টুলপাথ যাচাইয়ে সাধারণত ভার্চুয়াল সিমুলেশন বা Dry Run ব্যবহার করা হয়, যাতে বাস্তব মেশিনে কোনো ধরনের সংঘর্ষ বা ত্রুটি ঘটার আগে সমস্যা শনাক্ত করা যায়।

কাটিং প্যারামিটার পরীক্ষা (Cutting Parameter Inspection):

কাটিং প্যারামিটার পরীক্ষা হলো মেশিনে ব্যবহৃত কাটিং স্পিড, ফিড রেট এবং কাটিং গভীরতার সঠিকতা যাচাই করা। সঠিক প্যারামিটার নিশ্চিত করলে টুলের জীবনকাল বৃদ্ধি পায়, ওয়ার্কপিসে প্রিসিশন কাটা হয় এবং উৎপাদন মান উন্নত হয়। উদাহরণস্বরূপ, ফিড রেট খুব বেশি হলে টুলে অতিরিক্ত চাপ পড়বে, আর কম হলে উৎপাদন ধীর হবে। তাই এই প্যারামিটারগুলি আগে থেকে পরীক্ষা ও যাচাই করা আবশ্যক।



ত্রুটি প্রতিরোধ (Error Prevention):

ত্রুটি প্রতিরোধ মানে হলো সম্ভাব্য সংঘর্ষ, ওভারল্যাপ বা টুল-ওয়ার্কপিস ইন্টারফেরেন্স আগেভাগেই শনাক্ত এবং সমাধান করা। মেশিনে সরাসরি প্রোগ্রাম চালানোর আগে সিমুলেশন বা Dry Run করলে যেকোনো ভুলের সম্ভাবনা কমানো যায়। এটি ওয়ার্কপিসে ত্রুটি, টুলের ক্ষয় এবং উৎপাদন ব্যাঘাত প্রতিরোধ করে। অভিজ্ঞ অপারেটররা বলেন, "ছোট ত্রুটিও বড় ক্ষতির কারণ হতে পারে, তাই প্রতিটি প্রোগ্রাম আগে পরীক্ষা করা অপরিহার্য।"

নিরাপত্তা বৃদ্ধি (Safety Enhancement):

নিরাপত্তা বৃদ্ধি মানে মেশিনিং প্রক্রিয়ার সময় ওয়ার্কপিস, টুল এবং অপারেটরের সুরক্ষা নিশ্চিত করা। সঠিক টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং ত্রুটি প্রতিরোধের মাধ্যমে সম্ভাব্য দুর্ঘটনা এবং ক্ষতি কমানো যায়। Dry Run বা সিমুলেশন চলাকালীন মেশিনকে নিরাপদ মোডে রাখা হয়। এটি ওয়ার্কপিস ও টুলের সম্ভাব্য ক্ষতি কমিয়ে উৎপাদন প্রক্রিয়াকে নিরাপদ ও দক্ষ করে।

২. Dry Run (ভার্চুয়াল রিহার্সাল)

Dry Run হলো CNC বা স্বয়ংক্রিয় মেশিনে প্রোগ্রামের পরীক্ষা-চলাচল ধীর গতিতে চালানো, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে টুলপাথ, কাটিং প্যারামিটার এবং মেশিনের সকল কার্যক্রম সঠিকভাবে কাজ করছে। Dry Run সরাসরি কাটিং শুরু করার আগে সম্ভাব্য ত্রুটি, সংঘর্ষ এবং অস্বাভাবিক মুভমেন্ট শনাক্ত করতে সাহায্য করে।

Dry Run-এর উদ্দেশ্য ও গুরুত্ব

- নির্ভুলতা যাচাই: Dry Run চলাকালীন টুলপাথ, ফিড রেট, স্পিড এবং কাটিং গভীরতা পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- সুরক্ষা: ওয়ার্কপিস, টুল এবং মেশিনকে সম্ভাব্য ক্ষতি থেকে রক্ষা করে।
- ত্রুটি প্রতিরোধ: প্রোগ্রামে থাকা ছোটখাটো ভুল বা সংঘর্ষ আগেভাগেই শনাক্ত হয়।
- অপারেটরের নিরাপত্তা: সঠিক Dry Run নিশ্চিত করলে হঠাৎ দুর্ঘটনা বা যান্ত্রিক ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা কমে।

Dry Run প্রক্রিয়া

- ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প করা এবং কেন্দ্রায়ণ নিশ্চিত করা।
- প্রয়োজন হলে মেশিনের শূন্য বিন্দু পরীক্ষা করা।
- প্রধান সুইচ ও জরুরি সুইচ চালু করা।

Dry Run শুরু:

- প্রোগ্রাম ধীর গতিতে চালান।
- প্রতিটি টুল মুভমেন্ট মনিটর করুন।
- নিশ্চিত করুন যে টুল ওয়ার্কপিসের মধ্যে সংঘর্ষ করছে না।

যাচাই:

- টুলপাথ সঠিকভাবে চলছে কি না।
- কাটিং গভীরতা এবং ফিড রেট সঠিক কি না।
- অস্বাভাবিক বা ঝুঁকিপূর্ণ মুভমেন্ট আছে কি না।

সেলফ চেক (Self-check) – ৩.২

১. CNC প্রোগ্রাম সাধারণত কোন ফাইল ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়?
২. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের আগে কোন বিষয়গুলো যাচাই করা উচিত?
৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের জন্য কোন কোন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?
৪. “Program Verify” ফাংশনের কাজ কী?
৫. প্রোগ্রাম ব্যাকআপ রাখা কেন জরুরি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.২

১. CNC প্রোগ্রাম সাধারণত কোন ফাইল ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়?

উত্তরঃ

CNC প্রোগ্রাম সাধারণত .NC বা .TXT ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়। কিছু মেশিনে .CNC বা নির্দিষ্ট কন্ট্রোল ফরম্যাটও ব্যবহার করা হয়। এই ফাইলগুলো G-code বা M-code নিয়ে তৈরি, যা মেশিনের জন্য সরাসরি কমান্ড হিসেবে কাজ করে।

২. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের আগে কোন বিষয়গুলো যাচাই করা উচিত?

উত্তরঃ

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের আগে সর্বপ্রথম প্রোগ্রামটি সম্পূর্ণভাবে পরীক্ষা করতে হয়। টুল পাথ, কাটিং স্পিড, ফিড রেট, ওয়ার্কপিস ডাইমেনশন এবং কোডে কোনো ভুল আছে কিনা যাচাই করা উচিত। এছাড়া মেশিনের কন্ট্রোল কম্প্যাটিবিলিটি এবং সঠিক ফাইল ফরম্যাটও নিশ্চিত করতে হবে।

৩. প্রোগ্রাম স্থানান্তরের জন্য কোন কোন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

প্রোগ্রাম স্থানান্তরের জন্য সাধারণত USB ড্রাইভ, Ethernet, RS-232 Serial Cable, Memory Card বা Compact Flash Card ব্যবহার করা হয়। কিছু আধুনিক CNC মেশিনে ওয়্যারলেস ট্রান্সফার সিস্টেমও ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪. “Program Verify” ফাংশনের কাজ কী?

উত্তরঃ

“Program Verify” ফাংশনের মাধ্যমে CNC প্রোগ্রামের G-code এবং M-code পরীক্ষা করা হয়। এটি দেখায় প্রোগ্রাম ঠিকভাবে কাজ করবে কিনা এবং কোনো ভুল বা সংঘর্ষ আছে কি না। প্রোগ্রাম রান করার আগে এটি ব্যবহার করলে মেশিন ও ওয়ার্কপিসের ক্ষতি কমানো যায়।

৫. প্রোগ্রাম ব্যাকআপ রাখা কেন জরুরি?

উত্তরঃ

প্রোগ্রামের ব্যাকআপ রাখা জরুরি কারণ হারানো বা দুর্নীতিপূর্ণ ফাইল মেশিন অপারেশন ব্যাহত করতে পারে। ব্যাকআপ থাকলে প্রয়োজনে প্রোগ্রাম পুনরায় রিস্টোর করা যায়। এটি সময় বাঁচায় এবং ওয়ার্কপিস ক্ষতির ঝুঁকি কমায়।

জব শিট (Job Sheet) – ৩.২.১

জবের নামঃ CNC প্রোগ্রাম ইনপুট ও স্থানান্তর করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. প্রোগ্রাম প্রস্তুত ও যাচাই করা।
২. USB বা নেটওয়ার্কের মাধ্যমে প্রোগ্রাম ট্রান্সফার করা।
৩. মেশিনে প্রোগ্রাম লোড করা।
৪. সিমুলেশন বা Program Verify চালানো।
৫. প্রোগ্রাম সংরক্ষণ ও ব্যাকআপ তৈরি করা।

সতর্কতাঃ

১. ফাইল ট্রান্সফারের সময় মেশিন বন্ধ না করা।
২. ভুল নামের ফাইল ওভাররাইট না করা।
৩. প্রোগ্রাম যাচাই না করে মেশিন চালু না করা।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.২.১

জবের নামঃ CNC প্রোগ্রাম ইনপুট ও স্থানান্তর করা।

প্রয়োজনীয় PPE সমূহঃ

- Anti-static wrist band
- Safety gloves

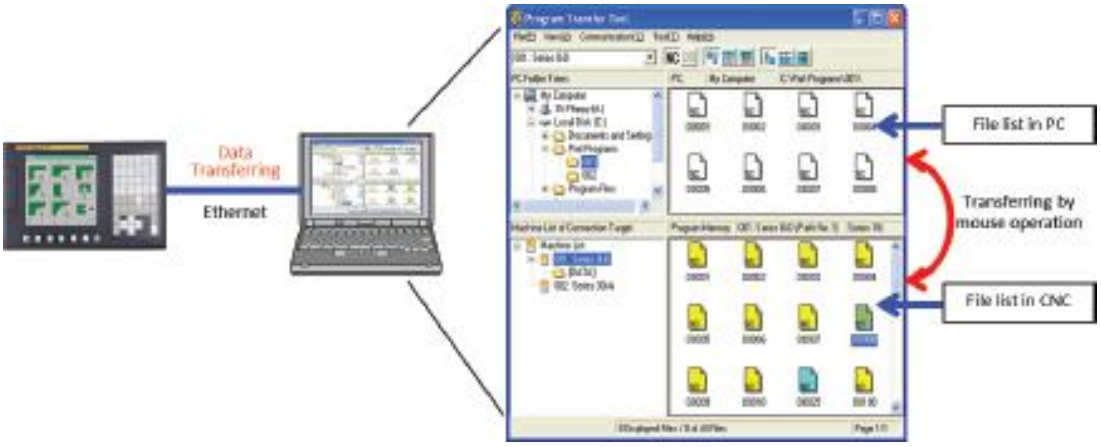
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

- USB drive
- Laptop/PC
- CNC Control Panel

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

CNC প্রোগ্রাম ফাইল (.NC/.TXT)

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৩.৩

শিখন ফল-১: সিএনসি মিলিং মেশিনের কাজ সম্পাদন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে ওয়ার্কপিস মাউন্ট করা
- ✓ প্রোগ্রাম অনুসারে উপাদান তৈরির জন্য সিএনসি মিলিং অপারেশন
- ✓ প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং প্রসিডিউর অনুসারে ওয়ার্কপিস মাউন্ট করা

ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে মাউন্ট করা মিলিং মেশিনিংয়ের প্রথম ও সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সঠিক ক্ল্যাম্পিং ও কেন্দ্রায়ণ না থাকলে কাটিং-টুলের অতিরিক্ত ক্ষয়, ভিব্রেশন, মাত্রাতিরিক্ত রানআউট এবং ফলগতভাবে ওয়ার্কপিস নষ্ট হওয়া সহ অনেক সমস্যা দেখা দেয়। এই অধ্যায়টির উদ্দেশ্য হলো একক অপারেটরের জন্য স্ট্যান্ডার্ড, নিরাপদ ও পুনরাবৃত্তি-যোগ্য পদ্ধতি প্রদান করা, যাতে কাজ নির্ভুল ও নিরাপদভাবে করা যায়।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ (সংক্ষিপ্ত):

- উপযুক্ত Chuck / Collet / Fixture (Three-jaw, Four-jaw, Collet)
- Live center / Dead center, Tailstock
- Dial indicator (0.01 mm রেজল্যুশন সহ) এবং magnetic base
- Chuck key / Torque wrench (যদি ম্যানুয়াফ্যাকচারার টর্ক দেওয়া থাকে)
- Cleaning brush, lint-free cloth, solvent (স্বচ্ছ ও তেল মুক্ত)
- Safety PPE: চশমা, হিয়ার/কান কভার, নিরাপত্তা জুতো, প্রতিরোধী গ্লাভস (যখন প্রযোজ্য)
- Soft jaws / mandrel / steady rest (প্রয়োজন অনুযায়ী)
- Tool-setter বা টুল-অফসেট ডিভাইস (যদি থাকে)

প্রস্তুতি (Preparation)

১. সেফটি ও পাওয়ার চেক: অপারেটরের PPE পরুন। মেশিনের প্রধান সুইচ চালু করুন এবং জরুরি স্টপ কার্যকারিতা পরীক্ষা করে নিন।

২. পরিচ্ছন্নতা: স্পিন্ডল, chuck-মুখ ও ওয়র্কপিসের বসার অংশ ভালোভাবে পরিষ্কার করুন—ধূলা, চিপ বা কুল্যান্ট থাকলে তা সরান। পরিষ্কার বসা না থাকলে কেন্দ্রায়ণ ও ক্ল্যাম্পিং ঠিক হবে না।

৩. ইনস্পেকশন: Chuck, collet ও soft jaws-এর অবস্থা পরীক্ষা করুন—ফাটা, টুটে থাকা ও অতিরিক্ত ঘর্ষণ থাকলে প্রতিস্থাপন করুন।

৪. উপযুক্ত ডিভাইস নির্বাচন: ওয়ার্কপিসের ব্যাস, দৈর্ঘ্য এবং জ্যামিতি দেখে ছক/কলেট/ম্যান্ড্রেল বা steady rest নির্বাচন করুন।

স্ট্যান্ডার্ড মাউন্টিং পদ্ধতি - ধাপে ধাপেঃ

(নোট: প্রতিটি মেশিন ও জগ/চাকের ম্যানুয়ুফ্যাকচারারের নির্দেশ অনুসরণ করো—বিশেষত: টর্ক ও ক্ল্যাম্পিং-প্রাসার বিষয়ে।)

ধাপ ১ — Chuck/Collet প্রস্তুত ও বসানো

১. স্পিন্ডল স্তরের নির্দেশিকা অনুসারে chuck বা collet বসাও এবং হালকা টর্ছ দিয়ে ফিক্স করো (যদি আলাদা chuck)।

২. যদি chuck আলাদাভাবে লাগানো হয়, spindle taper এবং chuck mounting surface পরিষ্কার ও সুষ্ক থাকুক।

ধাপ ২ — ওয়ার্কপিস ইনসার্ট ও প্রাথমিক টাইটিং

১. ওয়ার্কপিসকে চ্যাক-এর মধ্যে রেখে হাত দিয়ে বা হালকা টাচ দিয়ে অবস্থান ঠিক করো; ওভারহ্যাং (unsupported length) যতটা সম্ভব ছোট রাখো।

২. Three-jaw-এ: সব জ'কে সামঞ্জস্য রেখে ধীরে ধীরে ক্রস-টাইট করো—প্রথমে হালকা, পরে ক্রমান্বয়ে শক্ত করো। চার-জ-তে: প্রতিটি জ সংক্ষিপ্ত সমন্বয় করে কেন্দ্রে আনো।

৩. Collet-এ: ওয়ার্কপিসকে collet-এর মধ্যে পুশ ইন করে হ্যান্ড টাইট করো; তারপর টর্ক স্পেসিফিকেশনের মতো শেষ টাইটিং করো। (যদি টর্ক স্পেস দেয় না, নির্মাতার নির্দেশানুসারে কড়া করো)।

ধাপ ৩ — কেন্দ্রায়ণ (Centering / Runout correction)

১. Dial indicator-কে magnetic base দিয়ে চালান-মুখে স্থাপন করুন; indicator tip ওয়ার্কপিসের OD-এ স্পর্শ করাও (স্পিন্ডল ঘুরাই)।

২. স্পিন্ডল ধীর গতিতে ঘোরাও এবং সর্বোচ্চ-নিম্ন মান নোট করে runout পরিমাপ করো। সাধারণ মান (নির্ভুল কাজের জন্য): ≥ 0.01 mm; সাধারণ কাজের জন্য ≥ 0.02–0.03 mm গ্রহণযোগ্য।

৩. Three-jaw: যদি runout বেশি হয়, chuck থেকে ওয়ার্কপিস তুলে-ধরি এবং পুনরায় বসাও; প্রয়োজনে soft jaws ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসের কনট্যাক্ট সারফেস কাস্টমাইজ করো।

৪. Four-jaw (independent jaws): dial indicator-এর মাধ্যমে প্রতিটি জ-কে আলাদাভাবে সামঞ্জস্য করে কেন্দ্রায়ণ করো—প্রথমে OD রেডিয়াল-runout সঠিক করো, পরে ফেইস-runout চেক করো।

৫. Collet: সাধারণত centering ভালো থাকে; কিন্তু যদি axial misalignment থাকে, collet-seat ও টুল-শ্যাংক পরিক্ষা করো।

ধাপ ৪ — Tailstock / Live center ব্যবহার (দীর্ঘ অংশের ক্ষেত্রে)

১. লম্বা বা পাতলা ওয়ার্কপিসে tailstock বা live center ব্যবহার করা আবশ্যক। tailstock-এর অবস্থান যেন spindle centerline-এর সাথে মিল থাকে।

২. Tailstock quill-কে নম্র চাপ দিয়ে কনফর্ম করো; 너무 বেশি প্রেস করবেন না—ঠান্ডা shrinkage বা deformation হতে পারে।

৩. Tailstock-এ pre-set করার পর ডায়াল ইন্ডিকেটরে বার টার্ন করে alignment যাচাই করো।

ধাপ ৫ — steady rest ও follow rest (বড় আকার/দীর্ঘ অংশে)

১. যখন unsupported length বেশি হয় (> recommended L/D), steady rest বা follow rest ব্যবহার করে মূল স্পোর্টিং বাড়াতে হবে।

২. steady rest pads-কে ওয়ার্কপিসের সাথে হালকা স্পর্শে সেট করে, এবং runout/deflection চেক করে নিতে হবে।

ধাপ ৬ — শেষ টাইটিং ও নিরাপত্তা যাচাই

১. সব জয়েন্ট সমানভাবে টাইট করা আছে কিনা যাচাই করো—চাক-কি বাইরে ফেলে রাখো।
২. স্পিন্ডল-কে হাতে ঘুরিয়ে চেক করো কোনো বাধা বা খুঁত আছে কি না।
৩. দ্রুত ঘূর্ণনে টেস্ট চালাতে হবে না—প্রথমে low RPM-এ spin করে vibration, noise বা slip-এর জন্য পরীক্ষা করো।

ওয়ার্কপিস কেন্দ্রায়ণ-পরীক্ষার কৌশল (উপায়/টেস্ট মেথড)

১. Dial indicator on OD: workpiece-এর বড়িয়ে অংশে indicator রাখে, স্পিন্ডলকে 1–2 RPM-এ ঘোরাও; max-min পার্থক্যকে runout ধরা হয়।
২. Face runout test: টুল বা indicator কে ফেস-সারফেস-এ লাগিয়ে face-runout পরিমাপ।
৩. Test cut: হালকা কাট করে OD-এ মাইক্রোমিটার/ক্যালিপার্স দিয়ে আকার তুলনা করা—এই 'trial cut' বাস্তবে centre-offset শনাক্তে কার্যকর।
৪. Bar test / mandrel check: যদি collet বা chuck-এর উপর সন্দেহ থাকে, known-true test mandrel লাগিয়ে যেখানে mandrel runout জানা থাকে, সেটি দিয়ে চেক করা যায়।

ওভারহ্যাং, L/D অনুপাত ও ডেফলেকশন (Rule of Thumb):

- উচ্চ নির্ভুলতার জন্য সাধারণত unsupported length ≥ 3 × diameter (L/D ≥ 3) রাখা ভাল।
- সাধারণ মিলিং কাজের জন্য L/D ≥ 4–5 গ্রহণযোগ্য; বড় বা পাতলা বার হলে steady rest ব্যবহার কর।
- বেশি ওভারহ্যাংে কাটিং-ফোর্স বেশি হলে টাইমিং ও ফিড কমিয়ে, স্টেপ কাটিং করে কাজ করা উচিত।

ওয়ার্কপিস মাউন্টিংয়ের পর শূন্য বিন্দু (Work Offset) সেট করাঃ

১. ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্প ও কেন্দ্রায়ন শেষ হলে মেশিন-কন্ট্রোলারে G54 (বা নির্দিষ্ট work offset)-এ টুল-টাচ/ফেস-টাচ করে Z-zero সেট করো।
২. OD টাচ-অফ করে X/Y ও Z ওয়াক-আউট নির্ধারণ করো (Tool setter বা edge finder ব্যবহার করলে দ্রুত ও নির্ভুল হবে)।
৩. সব প্রতিস্থাপনের পরে Dry Run চালিয়ে offset-এর মিল আছে কিনা যাচাই করো।

Dry Run ও সিমুলেশনঃ

- মাউন্টিং শেষে Dry Run চালাও—প্রোগ্রাম কম গতিতে চালিয়ে টুলপাথ ও ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা করো।
- Dry Run চলাকালীন যেকোনো সংঘর্ষ বা অস্বাভাবিক সাউন্ড হলে ফোরহট বন্ধ করে সমস্যা সমাধান করো।

নিরাপত্তা ও সতর্কতা (Safety):

- Chuck key কখনোই chuck-এ লাগাই রাখো না; ব্যবহার শেষে তা নিশ্চিতভাবে সরিয়ে রাখো।
- মেশিন চালু অবস্থায় হাতকে কখনো ওয়ার্কপিস-এর কাছাকাছি রাখো না।
- PPE ব্যবহার বাধ্যতামূলক।
- Emergency stop-এর অবস্থান জেনে রাখো এবং পরীক্ষা করো।
- ভারী বা অস্বাভাবিক আকারের জব-মাউন্টিং-এর আগে সহকর্মীর সাহায্য নাও অথবা লিফটিং টুল ব্যবহার করো।

রুটিন চেকলিস্ট (Operator Quick-check — SOP summary):

১. মেশিন পাওয়ার ও E-stop চেক করা হয়েছে?
২. স্পিন্ডল ও Chuck-মুখ পরিষ্কার আছে?
৩. উপযুক্ত Chuck/Collet নির্বাচন করা হয়েছে?

৪. ওয়ার্কপিস সামান্য টাইট করে রাখা হয়েছে ও পরে ক্রমান্বয়ে ফাইন টাইটিং হয়েছে?
৫. Dial indicator-এ runout পরিমাপ করা হয়েছে এবং গ্রহণযোগ্য?
৬. Tailstock / steady rest দেওয়া প্রয়োজন হলে সেট করা আছে?
৭. Soft jaws/mandrel প্রযোজন হলে প্রস্তুত আছে?
৮. Dry Run চালিয়ে clearance ও টুলপাথ পরীক্ষা করা হয়েছে?
৯. ওয়ার্কঅফসেট (G54 ইত্যাদি) সেট ও যাচাই করা হয়েছে?
১০. চূড়ান্ত সুরক্ষা যাচাই — চাবি সরানো, গার্ড বসানো, PPE পরা?

রক্ষণাবেক্ষণ (Maintenance tips):

- Chuck এবং collet-seat নিয়মিত পরিষ্কার ও হালকা লুব্রিকেটেড রাখো।
- Jaws-এর অবস্থা নিয়মিত পরিদর্শন; জরুরি হলে রিফেশন বা রিপ্লেস করো।
- Tailstock center ও live center-এর বেয়ারিং পরীক্ষা করো।
- Steady rest pad পরাবর্তে চেঞ্জ করা উচিত যদি প্যাড ক্ষয় পায়।

সিএনসি মিলিং এর বিভিন্ন অপারেশন:

১. Facing Operation

Facing হল Milling-এর একটি অপারেশন যা ওয়ার্কপিসের উপরের পৃষ্ঠকে সমতল এবং সমান করে আনার জন্য করা হয়। এটি সাধারণত ওয়ার্কপিসের প্রাথমিক পৃষ্ঠ প্রস্তুতি হিসেবে ব্যবহৃত হয়, যাতে পরবর্তী Milling অপারেশনগুলো সঠিকভাবে করা যায়। Facing অপারেশনটি বড় এবং সমান পৃষ্ঠের জন্য উপযুক্ত, যেমন প্লেট বা ব্লক ধরণের ম্যাটেরিয়াল।

মূল উদ্দেশ্য:

- পৃষ্ঠ সমতল করা
- Reference surface তৈরি করা
- পরবর্তী কাটিং অপারেশনের জন্য প্রস্তুতি

২. Pocket Milling Operation

Pocket Milling হল Milling অপারেশন যা ওয়ার্কপিসের ভিতরের অংশে (cavity বা recessed feature) Material Remove করতে ব্যবহার হয়। এটি সাধারণত খালি জায়গা তৈরি করার জন্য করা হয়, যেমন: বক্স, হোল্ডার বা অন্যান্য recessed অংশ। Pocket Milling-এ Depth এবং Boundary প্রিসিশন খুব গুরুত্বপূর্ণ।

মূল উদ্দেশ্য:

- ভেতরের cavity তৈরি করা
- recessed feature machining করা
- Tool path অনুযায়ী Material Remove করা

৩. Contour Milling Operation

Contour Milling হল Milling অপারেশন যা ওয়ার্কপিসের বাহ্যিক বা অভ্যন্তরীণ প্রান্ত অনুসারে Material Remove করে। এটি সাধারণত Freeform বা Complex Geometry-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। Contour Milling-এ টুল Workpiece-এর প্রান্ত বা সিলুয়েট অনুসরণ করে, ফলে Shape ও Profile-এ নির্ভুলতা আসে।

মূল উদ্দেশ্য:

- ওয়ার্কপিসের outline বা প্রান্তের shape তৈরি করা
- Freeform geometry machining করা

- Complex profile finishing করা

৪. Parallel Milling Operation

Parallel Milling হল Milling প্রক্রিয়া যেখানে টুল সমান্তরাল Path (লিনিয়ার বা Slightly Curved) অনুযায়ী Material Remove করে। এটি সমতল বা Slightly Curved Surface machining-এ ব্যবহার হয়। Parallel Milling-এ Step Over এবং Tool Path খুব গুরুত্বপূর্ণ যাতে Surface Finish সমান হয়।

মূল উদ্দেশ্য:

- সমতল বা হালকা Curved Surface তৈরি করা
- Material সমানভাবে Remove করা
- Efficient machining এবং smooth finish পাওয়া

৫. Scallop Milling Operation

Scallop Milling হল Ball End Mill ব্যবহার করে Curved বা Freeform Surface-এ ছোট ছোট Overlapping Cuts করার অপারেশন। প্রতিটি কাট ওভারল্যাপ করে, ফলে Surface Smooth এবং Curvature ঠিক থাকে। এটি 3D Surface Milling-এ ব্যবহার হয়, যেমন Mold, Die, বা Complex Contour Surface।

মূল উদ্দেশ্য:

- Freeform 3D Surface machining
- Smooth Finish এবং Curvature বজায় রাখা
- Ball End Cutter ব্যবহার করে Overlapping Cutting

প্রয়োজনে সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণঃ

CNC মেশিনিং বা যেকোনো উৎপাদন প্রক্রিয়ায় নির্ভুলতা এবং মান নিয়ন্ত্রণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কিন্তু বাস্তবে কখনও কখনও প্রোগ্রামিং ত্রুটি, টুল ক্ষয়, ওয়ার্কপিসের অস্বাভাবিক ক্ল্যাম্পিং, অথবা মেশিন সেটআপে ভুলের কারণে উৎপাদিত পণ্যে ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

এই পরিস্থিতিতে "সংশোধনমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ" প্রক্রিয়া অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হয়ে পড়ে। এর মাধ্যমে সমস্যা চিহ্নিত করে তাৎক্ষণিক পদক্ষেপ নেওয়া হয়, যাতে উৎপাদন বন্ধ না হয় এবং চূড়ান্ত পণ্যের মান অক্ষুণ্ণ থাকে।

সংশোধনমূলক ব্যবস্থার:

সংশোধনমূলক ব্যবস্থা (Corrective Action) হলো এমন একটি পদ্ধতি যার মাধ্যমে মেশিনিং চলাকালীন বা পরবর্তী পর্যায়ে সনাক্ত ত্রুটিকে বিশ্লেষণ করে সমস্যার কারণ নির্ণয় এবং উপযুক্ত সমাধান গ্রহণ করা হয়।

অর্থাৎ, এটি "ত্রুটি চিহ্নিত করা ⟶ কারণ বিশ্লেষণ করা ⟶ সমস্যা সমাধান করা" — এই তিনটি ধাপে গঠিত একটি প্রক্রিয়া।

সংশোধনমূলক ব্যবস্থার উদ্দেশ্য:

- উৎপাদন ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত ও প্রতিরোধ করা।
- মেশিন, টুল এবং ওয়ার্কপিসের ক্ষতি রোধ করা।
- উৎপাদনের মান ও নির্ভুলতা বজায় রাখা।
- অপচয় ও সময়ের ক্ষতি কমানো।
- ভবিষ্যতে একই ধরনের সমস্যা পুনরায় না ঘটে তা নিশ্চিত করা।

সমস্যা শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া:

- ত্রুটি দেখা দিলে প্রথম ধাপে সেটি সঠিকভাবে শনাক্ত করতে হয়। সাধারণত নিচের ধরণের সমস্যাগুলি দেখা যায়:
- প্রোগ্রামিং ত্রুটি (G-code বা M-code ভুল ইনপুট)

- টুলের অস্বাভাবিক ক্ষয় বা ভাঙন
- ওয়ার্কপিসের ভুল ক্ল্যাম্পিং বা অ্যালাইনমেন্ট
- কাটিং প্যারামিটারের অসামঞ্জস্য (Feed, Speed, Depth of Cut)
- মেশিন সেটআপ বা জিরো-পয়েন্ট ভুল

পর্যবেক্ষণ:

অপারেটরকে ভিজুয়াল ইন্সপেকশন, মেশিন অ্যালার্ম, ওয়ার্কপিস ডাইমেনশন মাপা, এবং সারফেস ফিনিশ পরীক্ষা করে সমস্যার প্রকৃতি নির্ধারণ করতে হয়।

সেলফ চেক (Self Check) - ৩.৩

১. Facing Operation-এর উদ্দেশ্য কী?
২. Pocket Milling কীভাবে সম্পন্ন করা হয়?
৩. Contour Milling কখন ব্যবহৃত হয়?
৪. Scallop Operation-এর ভূমিকা কী?
৫. টুল স্পিড ও ফিড রেট কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৩

১. Facing Operation-এর উদ্দেশ্য কী?

উত্তরঃ

Facing Operation মূলত ওয়ার্কপিসের একটি সমতল পৃষ্ঠ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। এটি ওয়ার্কপিসের উচ্চতা ঠিক করার জন্য বা প্রাথমিক কাটিং এর জন্য করা হয়। ফেসিং করলে মেশিনিং এ আরও সঠিক ও সমতল পৃষ্ঠ পাওয়া যায়।

২. Pocket Milling কীভাবে সম্পন্ন করা হয়?

উত্তরঃ

Pocket Milling হলো ওয়ার্কপিসের ভিতরের অংশ খোঁড়া বা খালি করার প্রক্রিয়া। প্রথমে প্রোগ্রাম অনুযায়ী টুল পাথ তৈরি করা হয়। তারপর টুল ধাপে ধাপে ওয়ার্কপিসের ভিতরে প্রবেশ করে কাটিং সম্পন্ন করে। এটি সাধারণত CNC Milling Machine ব্যবহার করে করা হয়।

৩. Contour Milling কখন ব্যবহৃত হয়?

উত্তরঃ

Contour Milling ব্যবহার করা হয় ওয়ার্কপিসের বাহ্যিক বা অভ্যন্তরীণ প্রান্তের জটিল আকৃতি কেটে নেওয়ার জন্য। এটি টুলকে একটি নির্দিষ্ট পাথ অনুযায়ী চলতে দিয়ে নির্ভুল আকার তৈরি করে। যখন প্রয়োজন নির্দিষ্ট আকৃতি বা প্রোফাইল অনুযায়ী কাটিং, তখন Contour Milling করা হয়।

৪. Scallop Operation-এর ভূমিকা কী?

উত্তরঃ

Scallop Operation ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠকে সমতল এবং মসৃণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত পরবর্তী ফিনিশিং অপারেশনের আগে ছোট ছোট স্তরে টুলের মুভমেন্ট করে অতিরিক্ত ধাতব অংশ অপসারণ করে। ফলে সঠিক ফিনিশিং ও গুণমান নিশ্চিত হয়।

৫. টুল স্পিড ও ফিড রেট কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরঃ

টুল স্পিড ও ফিড রেট গুরুত্বপূর্ণ কারণ এগুলো কাটিং প্রক্রিয়ার নির্ভুলতা, টুলের আয়ু এবং ওয়ার্কপিসের ফিনিশিং মান নির্ধারণ করে। সঠিক স্পিড ও ফিড ব্যবহার করলে ঘর্ষণ কমে, টুল দ্রুত ক্ষয় হয় না এবং ওয়ার্কপিসের পৃষ্ঠ মসৃণ থাকে।

জব শিট (Job Sheet) - ৩.৩.১

জবের নামঃ CNC Milling Operation সম্পাদন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. প্রোগ্রাম অনুযায়ী টুল নির্বাচন।
২. ওয়ার্কপিস ক্ল্যাম্পিং ও জিরো সেট।
৩. Dry Run চালানো।
৪. Milling Operation (Facing, Pocket, Contour) সম্পাদন।
৫. কাজ শেষ হলে মেশিন ক্লিন করা।

সতর্কতাঃ

১. অপারেশন চলাকালে মেশিনের কাছে দাঁড়ানো নিষেধ।
২. টুল ভাঙলে সাথে সাথে মেশিন বন্ধ করতে হবে।
৩. Coolant Flow বন্ধ হলে কাজ থামাতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.৩.১

জবের নামঃ CNC Milling Operation সম্পাদন করা।

প্রয়োজনীয় PPE সমূহঃ

১. Safety goggles
২. Ear protection
৩. Apron

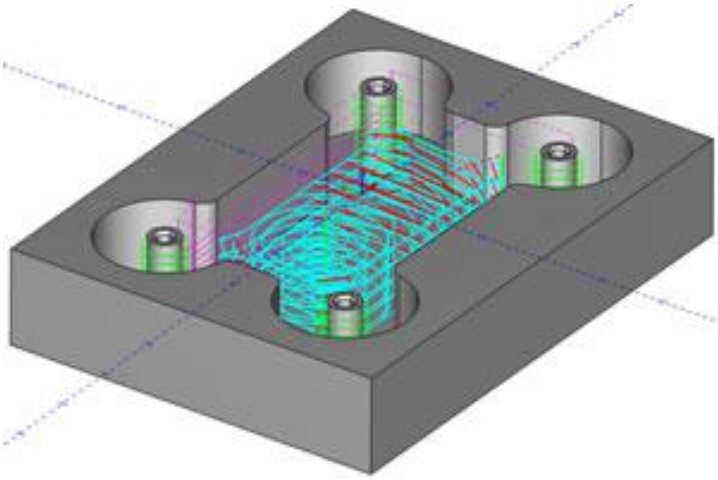
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

১. Face Mill, End Mill, Drill Bit
২. Machine Vice
৩. Allen Key, Spanner

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- Mild Steel বা Aluminium Block

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৩.৪

শিখন ফল-৪: 'ওয়ার্ক পিস' পরীক্ষা করতে এবং পরিমাপ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা
২. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত ও রেকর্ড করা এবং রিপোর্ট করা

স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা

উপযুক্ত পদ্ধতি এবং পরিমাপক সরঞ্জাম ব্যবহার করে স্পেসিফিকেশন অনুসারে ওয়ার্কপিস পরীক্ষা করা এবং পরিমাপ করাঃ

CNC Milling Machine-এ কাজ সম্পন্ন হওয়ার পর, তৈরি হওয়া ওয়ার্কপিস বা কম্পোনেন্টটি (যা মেশিন দ্বারা কাটা, ছিদ্র করা বা শেপ দেওয়া হয়েছে), নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন (Specifications) অনুযায়ী তৈরি হয়েছে কিনা, তা নিশ্চিত করতে হয়। এই যাচাই ও পরিমাপ প্রক্রিয়াই হলো "ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ" ।

ধাপ-ভিত্তিক ব্যাখ্যা:

৭. **স্পেসিফিকেশন বোঝা:**
   প্রথমে ড্রয়িং বা ডিজাইন ফাইল (CAD Drawing) অনুযায়ী ওয়ার্কপিসের মাপ, কোণ, গহ্বর, গভীরতা, পৃষ্ঠের গুণমান ইত্যাদি নির্ধারিত থাকে। অপারেটরকে এগুলো ভালোভাবে বুঝে নিতে হয়।
৮. **উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র নির্বাচন:**
   পরিমাপের ধরন অনুযায়ী উপযুক্ত Measuring Instruments নির্বাচন করা হয়, যেমন—
   - Vernier Caliper – দৈর্ঘ্য, ব্যাস, গভীরতা পরিমাপে
   - Micrometer – সূক্ষ্ম বা উচ্চ নির্ভুল মাপ নেওয়ার জন্য
   - Dial Indicator – সোজাসুজি বা সমান্তরালতা যাচাইয়ের জন্য
   - Height Gauge – উচ্চতা পরিমাপের জন্য
   - Coordinate Measuring Machine (CMM) – জটিল 3D অংশের নির্ভুল মাপ যাচাইয়ের জন্য
৯. **পরিমাপের পদ্ধতি অনুসরণ:**
   নির্ধারিত পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহারের সময় সঠিক পদ্ধতি মেনে কাজ করতে হয়, যেমন:
   - যন্ত্রের Zero Setting ঠিকভাবে করা
   - পরিমাপক যন্ত্রটি পরিষ্কার ও ক্যালিব্রেটেড অবস্থায় ব্যবহার করা
   - একই তাপমাত্রা ও শর্তে পরিমাপ নেওয়া (Temperature variation মাপের নির্ভুলতায় প্রভাব ফেলে)
১০. **ওয়ার্কপিস পরীক্ষা:**
   মেশিনে তৈরি ওয়ার্কপিসের বিভিন্ন অংশে পরিমাপ নেওয়া হয় এবং তা স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মেলে কিনা

দেখা হয়।

উদাহরণস্বরূপ:

- যদি ড্রয়িংয়ে উল্লেখ থাকে “Hole diameter = 10.00 ² 0.02 mm”, তবে মাপ নেওয়ার পর দেখা হবে তা এই সীমার মধ্যে আছে কিনা।

১১. **ফলাফল নথিভুক্ত করা:**

সমস্ত মাপ ও পরীক্ষার ফলাফল Inspection Sheet বা Quality Control Report-এ নথিভুক্ত করা হয়, যাতে প্রয়োজন হলে তা যাচাই করা যায়।

১২. **ত্রুটি থাকলে করণীয়:**

যদি কোনো অংশ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী না হয়, তাহলে সেটি rework, adjustment বা rejection-এর জন্য রিপোর্ট করা হয়।

মূল উদ্দেশ্য:

এই প্রক্রিয়ার মূল লক্ষ্য হলো—

- উৎপাদিত ওয়ার্কপিসের মান ও নির্ভুলতা নিশ্চিত করা,
- গ্রাহক বা ডিজাইন স্পেসিফিকেশন মেনে চলা, এবং
- CNC মেশিন অপারেশনের গুণগত মান বজায় রাখা।

পরিশেষে, উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র ও সঠিক পদ্ধতি ব্যবহার করে ওয়ার্কপিসের প্রতিটি অংশের মাপ, আকার, কোণ, ও সমান্তরালতা স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী আছে কিনা তা যাচাই করাই এই ধাপের মূল কাজ। এটি CNC মেশিনিং-এর গুণমান নিয়ন্ত্রণের একটি অপরিহার্য অংশ।

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত ও রেকর্ড করা এবং রিপোর্ট করা

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়ার জন্য রিপোর্ট করাঃ

CNC Milling Machine-এ কোনো ওয়ার্কপিস (Workpiece) মেশিনিং করার সময় বা পরে স্পেসিফিকেশন বা মানদন্ড (Specification or Tolerance) অনুযায়ী তৈরি না হলে, সেই ওয়ার্কপিসকে “ত্রুটিপূর্ণ (Defective Workpiece)” বলা হয়।

এই ধাপে অপারেটরের কাজ হলো — ত্রুটি সনাক্ত করা, তা নথিভুক্ত করা এবং প্রয়োজনীয় কর্তৃপক্ষকে রিপোর্ট করা, যেন সঠিক ব্যবস্থা নেওয়া যায় (যেমন: পুনরায় কাজ করা, মেরামত করা, বা বাতিল করা) ।

ধাপ-ভিত্তিক ব্যাখ্যা:

১. ত্রুটি সনাক্তকরণ (Identification of Defects):

CNC মেশিনিং শেষে ওয়ার্কপিসকে স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়। এ সময় নিচের মতো ত্রুটি পাওয়া যেতে পারে —

- মাত্রাগত ত্রুটি (Dimensional Error): নির্ধারিত মাপের চেয়ে বেশি বা কম।
- পৃষ্ঠ ত্রুটি (Surface Defect): দাগ, স্ক্র্যাচ, বুর (Burrs), বা অসমান ফিনিশ।
- অবস্থান ত্রুটি (Positional Error): হোল বা কাটিং সঠিক জায়গায় হয়নি।
- আকৃতি ত্রুটি (Shape Deviation): বেন্ডিং, ওভারকাট বা আন্ডারকাট।

- অ্যালাইনমেন্ট ত্রুটি (Alignment Error): পিসের সোজাসুজি বা সমান্তরালতা নষ্ট।

ত্রুটি দেখা দিলে সেটি সঙ্গে সঙ্গে চিহ্নিত (Mark/Tag) করতে হয়, যাতে এটি পুনরায় ব্যবহার না হয়।

২. রেকর্ড করা (Recording of Defects):

ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিসের তথ্য Inspection Record Sheet বা Defect Log Book-এ লিখে রাখতে হয়। এতে সাধারণত নিচের তথ্যগুলো উল্লেখ করা হয়:

- ওয়ার্কপিসের নাম বা কোড নম্বর
- ত্রুটির ধরণ ও অবস্থান
- পরিমাপের ফলাফল (মাপ কতটা স্পেসিফিকেশন থেকে ভিন্ন)
- ত্রুটির সম্ভাব্য কারণ (যেমন – ভুল টুল সেটিং, মেশিন অফসেট, টুল ওয়্যার, প্রোগ্রামিং এরর ইত্যাদি)
- ত্রুটি চিহ্নিত করার তারিখ ও অপারেটরের নাম

এই রেকর্ড গুণমান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) এবং উৎপাদন উন্নয়নের (Process Improvement) জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

৩. রেকর্ড করা (Reporting for Action):

ত্রুটি রেকর্ড করার পর, বিষয়টি সুপারভাইজার বা কোয়ালিটি ইনচার্জ-কে রিপোর্ট করতে হয়, যেন সঠিক পদক্ষেপ নেওয়া যায়। পদক্ষেপগুলো হতে পারে:

- Rework: ওয়ার্কপিসটি পুনরায় মেশিনিং করে ঠিক করা।
- Repair: ছোটখাটো মেরামতের মাধ্যমে ব্যবহারযোগ্য করা।
- Reject: সম্পূর্ণ বাতিল করে নতুন ওয়ার্কপিস তৈরি করা।
- Root Cause Analysis: ত্রুটির মূল কারণ নির্ধারণ করে ভবিষ্যতে এ ধরনের ভুল প্রতিরোধ করা।

লক্ষ্য রাখার বিষয়:

- ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস যেন পরবর্তী উৎপাদন বা অ্যাসেম্বলি লাইনে না যায়।
- রিপোর্ট অবশ্যই সঠিক, সময়মতো এবং পরিষ্কারভাবে করতে হবে।
- রিপোর্টের ভিত্তিতে মেশিন সেটিং, টুল, বা প্রোগ্রাম সংশোধন করা হতে পারে।

মূল উদ্দেশ্য:

এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে—

- উৎপাদনের গুণমান ও নির্ভুলতা বজায় রাখা যায়,
- ত্রুটি পুনরাবৃত্তি রোধ করা যায়,
- এবং CNC অপারেশনের দক্ষতা ও নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়।

সংক্ষেপে বলা যায়, "ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস চিহ্নিত করা, রেকর্ড করা এবং রিপোর্ট করা" হলো CNC মেশিনিং প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ গুণমান নিয়ন্ত্রণ ধাপ, যেখানে অপারেটর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ত্রুটি খুঁজে বের করে, তা নথিভুক্ত করে, এবং সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষকে রিপোর্ট করে যথাযথ পদক্ষেপ নিশ্চিত করে।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৪

১. ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করার উদ্দেশ্য কী?

২. ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জাম কী কী?

৩. Vernier Caliper এর ব্যবহার কী?

৪. Micrometer কেন ব্যবহার করা হয়?

৫. Dial Indicator এর কাজ কী?

৬. "CMM" এর পূর্ণরূপ কী এবং এর ব্যবহার কী?

৭. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস বলতে কী বোঝায়?

৮. CNC মেশিনিং-এ সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?

৯. ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ কী?

১০. ত্রুটি কোথায় ও কীভাবে রেকর্ড করা হয়, এবং রিপোর্ট কার কাছে করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৪

১. ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপের উদ্দেশ্য হলো— উৎপাদিত অংশটি নির্ধারিত মাত্রা (dimension), সহনশীলতা (tolerance) ও গুণমান (quality) অনুযায়ী তৈরি হয়েছে কিনা তা যাচাই করা। এর মাধ্যমে কাজের নির্ভুলতা বজায় রাখা এবং ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করা যায়।

২. ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জাম কী কী?

উত্তরঃ

ওয়ার্কপিস পরিমাপে ব্যবহৃত প্রধান সরঞ্জামগুলো হলো —

- Vernier Caliper
- Micrometer (Outside/Inside)
- Dial Indicator
- Height Gauge
- Surface Plate
- Coordinate Measuring Machine (CMM)

৩. Vernier Caliper এর ব্যবহার কী?

উত্তরঃ

Vernier Caliper দিয়ে কোনো বস্তু বা ওয়ার্কপিসের বাইরের, ভিতরের এবং গভীরতার মাপ নেওয়া হয়। এটি সাধারণত 0.02 মিমি বা 0.001 ইঞ্চি পর্যন্ত নির্ভুল পরিমাপ দিতে পারে।

৪. Micrometer কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Micrometer খুব সূক্ষ্ম পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি দিয়ে কোনো ওয়ার্কপিসের ব্যাস, পুরুত্ব, দৈর্ঘ্য ইত্যাদি অত্যন্ত নির্ভুলভাবে (০.০১ মিমি পর্যন্ত) মাপা যায়।

৫. Dial Indicator এর কাজ কী?

উত্তরঃ

Dial Indicator এর কাজ হলো — সমতলতা, বৃত্তাকারতা, বা স্থানচ্যুতি (displacement) খুব সূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করা। এটি মেশিন সেটআপ, অ্যালাইনমেন্ট ও রাউন্ডনেস চেক করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৬. "CMM" এর পূর্ণরূপ কী এবং এর ব্যবহার কী?

উত্তরঃ

CMM এর পূর্ণরূপ হলো Coordinate Measuring Machine।

এর ব্যবহার — এটি একটি স্বয়ংক্রিয় মেশিন যা 3D কোঅর্ডিনেটে (X, Y, Z) ওয়ার্কপিসের সঠিক মাত্রা পরিমাপ করে। এটি জটিল ও সূক্ষ্ম অংশের নির্ভুলতা যাচাই করতে ব্যবহৃত হয়।

৭. ত্রুটিপূর্ণ ওয়ার্কপিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তরঃ

যে ওয়ার্কপিস নির্ধারিত মাত্রা, সহনশীলতা বা পৃষ্ঠের মান বজায় রাখতে ব্যর্থ হয়, তাকে ত্রুটিপূর্ণ (Defective) ওয়ার্কপিস বলে।

৮. CNC মেশিনিং-এ সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?

উত্তরঃ

CNC মেশিনিং-এ সাধারণত দেখা যায় —

- মাত্রাগত ত্রুটি (Dimensional error)
- টুল ডিফ্লেকশন বা পরিধানজনিত ত্রুটি
- প্রোগ্রামিং ত্রুটি (G-code ভুল)
- ক্ল্যাম্পিং বা সেটআপ ত্রুটি
- সারফেস ফিনিশে ত্রুটি

৯. ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ কী?

উত্তরঃ

ত্রুটি সনাক্ত করার পর প্রথম কাজ হলো মেশিন বন্ধ করা এবং ত্রুটির কারণ নির্ণয় করা। এরপর সেই ত্রুটি রিপোর্ট করা ও প্রয়োজনীয় সমন্বয় বা সংশোধন করা হয়।

১০. ত্রুটি কোথায় ও কীভাবে রেকর্ড করা হয়, এবং রিপোর্ট কার কাছে করা হয়?

উত্তরঃ

ত্রুটি Inspection Report বা Quality Control Logbook-এ রেকর্ড করা হয়।
রিপোর্ট সাধারণত Supervisors, Production Engineer বা Quality Control Department-এর কাছে জমা দেওয়া হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ৩.৪.১

জবের নামঃ ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

৬. মেশিন বন্ধ করে ওয়ার্কপিস খুলে নেওয়া।
৭. Vernier ও Micrometer ক্যালিব্রেট করা।
৮. ডাইমেনশন মাপ নেওয়া ও রেকর্ড করা।
৯. সারফেস ফিনিশ পরীক্ষা করা।
১০. রিপোর্ট প্রস্তুত করা।

সতর্কতাঃ

৫. মাপ নেওয়ার আগে যন্ত্র পরিষ্কার করতে হবে।
৬. গরম ওয়ার্কপিসে মাপ নেওয়া যাবে না।
৭. যন্ত্রে আঘাত লাগানো যাবে না।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.৪.১

জবের নামঃ ওয়ার্কপিস পরীক্ষা ও পরিমাপ করা।

প্রয়োজনীয় PPE সমূহঃ

৪. Hand gloves
৫. Safety glasses

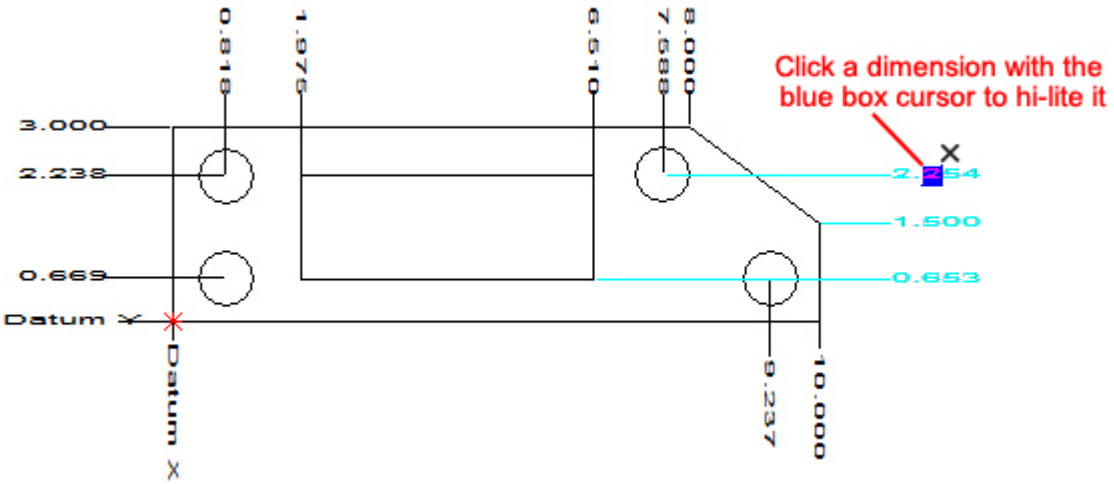
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

৪. Vernier Caliper
৫. Micrometer
৬. Surface Tester

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- MS কাটিংসম্পন্ন ওয়ার্কপিস

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



মডিউল-৪

মডিউলঃ CAD সফটওয়্যার ব্যবহার করে 3D মডেল এবং Mold তৈরি করা

SICIP-LE-CAD-04-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম

অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৪

মডিউল শিরোনাম: CAD সফটওয়্যার ব্যবহার করে 3D মডেল এবং Mold তৈরি করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-CAD-04-O **নোমিনাল আওয়ার:** ১২০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ: এই মডিউলে CAD সফটওয়্যার ব্যবহার করে 3D মডেল এবং Mold তৈরি করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষভাবে CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করা, 2D অঙ্কন (ড্রয়িং) তৈরি করা, 3D মডেল তৈরি করা, 3D মডেলের উপর ভিত্তি করে Mold তৈরি করা এবং Mold কে CAM সমর্থিত ফাইলে রূপান্তর করা সম্পর্কে বর্ণনা দেয়া হয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ-

১. CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করতে পারবে।
২. 2D ড্রয়িং তৈরি করতে পারবে।
৩. 3D মডেল তৈরি করতে পারবে।
৪. 3D মডেলের উপর ভিত্তি করে Mold তৈরি করতে পারবে।
৫. Mold কে CAM সমর্থিত ফাইলে রূপান্তর করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. কম্পিউটারের উপাদানগুলি সনাক্ত এবং ব্যাখ্যা করা।
২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করা।
৩. জব স্পেসিফিকেশন অনুসারে স্ক্রিন ডিসপ্লে এরিয়া এবং বেসিক প্যারামিটার্স সেট করা।
৪. স্কেচ টুলগুলি 2D অঙ্কনের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করা।
৫. স্কেচ পরিবর্তিত টুলগুলি 2D অঙ্কনের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করা।
৬. 2D স্কেচ সম্পর্কগুলি সনাক্ত এবং ব্যাখ্যা করা।
৭. 2D অঙ্কন তৈরি করা।
৮. CAD অঙ্কন পর্যালোচনা করা এবং প্রয়োজন অনুসারে সংশোধন করা।
৯. ফিচার টুলগুলি 3D মডেলের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করা।
১০. 3D মডেলের জন্য ডিরেক্ট এডিটিং টুলগুলি সনাক্ত এবং নির্বাচন করা।
১১. 3D মডেল তৈরি করা।
১২. 3D মডেল পর্যালোচনা করা এবং প্রয়োজনে সংশোধন করা।
১৩. 2D অঙ্কন পর্যালোচনা করা এবং মডেল চূড়ান্ত করার জন্য তৈরি করা।
১৪. Mold টি 3D মডেলের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা।
১৫. Mold টি CAM সমর্থিত ফাইলে স্থানান্তরিত করা।
১৬. CAM প্রোগ্রামিংয়ের জন্য Mold টি একটি পৃথক ফোল্ডার তৈরি করে সংরক্ষণ করা।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.১

শিখন ফল-১: CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

১. কম্পিউটারের উপাদানগুলি সনাক্ত এবং ব্যাখ্যাকরণ
২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করা
৩. জব স্পেসিফিকেশন অনুসারে স্ক্রিন ডিসপ্লে এরিয়া এবং বেসিক প্যারামিটার্স সেট করা

কম্পিউটারের উপাদানগুলি সনাক্ত এবং ব্যাখ্যাকরণ:

কম্পিউটারকে আমরা সাধারণত একটি তথ্য প্রক্রিয়াকরণ যন্ত্র বলি। এটি ইনপুট নেয়, প্রক্রিয়াকরণ করে, আউটপুট দেয় এবং ডেটা সংরক্ষণ করে। কম্পিউটারের উপাদানগুলি মূলত দুই ভাগে বিভক্ত করা যায় – হার্ডওয়্যার (Hardware) এবং সফটওয়্যার (Software)। নিচে প্রতিটি উপাদান সনাক্ত ও ব্যাখ্যা করা হলো:

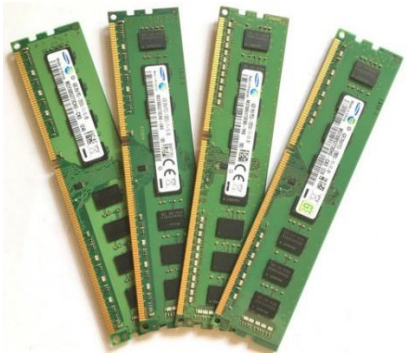
হার্ডওয়্যার (Hardware)

Processor (প্রসেসর)

প্রসেসর হলো কম্পিউটারের মস্তিষ্ক। এটি কম্পিউটারের সব কাজের নির্দেশনা বোঝে, হিসাব করে এবং ফলাফল তৈরি করে। যখন আমরা কোনো প্রোগ্রাম চালাই বা ফাইল ওপেন করি, প্রসেসর সেই কাজগুলোকে দ্রুত সম্পন্ন করে। প্রসেসর যত উন্নত হবে, কম্পিউটার তত দ্রুত কাজ করবে। বর্তমানে Intel ও AMD সবচেয়ে জনপ্রিয় প্রসেসর প্রস্তুতকারক কোম্পানি। যেমন Intel Core i5 বা AMD Ryzen 5 প্রসেসর।

RAM (র‍্যাম)

RAM এর পূর্ণরূপ হলো Random Access Memory। এটি কম্পিউটারের অস্থায়ী মেমোরি, যেখানে কাজ করার সময় তথ্য রাখা হয়। আমরা যখন কোনো সফটওয়্যার বা ফাইল ওপেন করি, তখন সেই তথ্য RAM এ সাময়িকভাবে জমা থাকে। কম্পিউটার বন্ধ করলে RAM এর তথ্য মুছে যায়। RAM যত বেশি হবে, কম্পিউটার তত দ্রুত ও মসৃণভাবে কাজ করবে। সাধারণত ৮ বা ১৬ গিগাবাইট RAM অফিস বা ডিজাইন কাজের জন্য উপযুক্ত।



Graphics Card (গ্রাফিক্স কার্ড)

গ্রাফিক্স কার্ড বা GPU হলো কম্পিউটারের এমন অংশ যা ছবি, ভিডিও, গেমস এবং থ্রিডি ডিজাইন সুন্দরভাবে দেখায়। এটি মনিটরে দেখা সব ভিজ্যুয়াল বা ছবির মান ঠিক রাখে। যারা ডিজাইন, ভিডিও এডিটিং বা গেমিং করেন, তাদের জন্য ভালো গ্রাফিক্স কার্ড খুব দরকার। যেমন NVIDIA GeForce RTX বা AMD Radeon সিরিজের গ্রাফিক্স কার্ড।

Storage (স্টোরেজ)

স্টোরেজ হলো সেই জায়গা যেখানে কম্পিউটারের সব তথ্য, ছবি, গান, ভিডিও এবং প্রজেক্ট স্থায়ীভাবে রাখা হয়। স্টোরেজ সাধারণত দুই ধরনের হয় — HDD (Hard Disk Drive) এবং SSD (Solid State Drive)। HDD একটু ধীরগতির হলেও এর দাম কম, আর SSD অনেক দ্রুত এবং দীর্ঘস্থায়ী। বর্তমানে বেশিরভাগ আধুনিক কম্পিউটারে SSD ব্যবহার করা হয় কারণ এটি দ্রুত কাজ করে।

Monitor (মনিটর)

মনিটর হলো কম্পিউটারের চোখের মতো। এখানে আমরা কাজের ফলাফল দেখি যেমন লেখা, ছবি, ভিডিও বা ডিজাইন। মনিটরের আকার, রঙের মান এবং রিফ্রেশ রেট যত ভালো হবে, কাজ তত স্পষ্ট ও আরামদায়ক হবে। বর্তমানে LED, IPS এবং Curved মনিটর সবচেয়ে জনপ্রিয়। ডিজাইন বা ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের কাজের জন্য বড় স্ক্রিন ও ভালো রঙের মানের মনিটর ব্যবহার করা ভালো।

Motherboard (মাদারবোর্ড)

মাদারবোর্ড হলো কম্পিউটারের মূল সার্কিট বোর্ড যেখানে সব অংশ একে অপরের সঙ্গে যুক্ত থাকে। CPU, RAM, Graphics Card, Storage—সবকিছু মাদারবোর্ডের মাধ্যমে একে অপরের সঙ্গে যোগাযোগ করে। এটি না থাকলে কোনো অংশই কাজ করতে পারবে না। একে বলা হয় কম্পিউটারের মূল ভিত্তি।

Power Supply (পাওয়ার সাপ্লাই)

পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট বা PSU কম্পিউটারের প্রতিটি অংশে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। এটি বাড়ির এসি (Alternating Current) বিদ্যুৎকে ডিসি (Direct Current) তে রূপান্তর করে, যা কম্পিউটারের জন্য নিরাপদ। পাওয়ার সাপ্লাই ঠিক না থাকলে কম্পিউটারের যন্ত্রাংশ ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

Cooling System (কুলিং সিস্টেম)

কম্পিউটারের প্রসেসর, গ্রাফিক্স কার্ড বা অন্যান্য অংশ কাজ করার সময় গরম হয়ে যায়। তাই ঠান্ডা রাখার জন্য ফ্যান বা লিকুইড কুলার ব্যবহার করা হয়। কুলিং সিস্টেম কম্পিউটারের পারফরম্যান্স ঠিক রাখে এবং যন্ত্রাংশের আয়ু বাড়ায়।

Keyboard (কীবোর্ড)

কীবোর্ড হলো ইনপুট ডিভাইস যা দিয়ে আমরা লেখা লিখি বা কমান্ড দিই। এতে অক্ষর, সংখ্যা এবং বিশেষ বোতাম থাকে। অফিস, গেমিং বা ডিজাইন কাজের জন্য ভালো মানের কীবোর্ড ব্যবহারে কাজ আরও সহজ হয়।

Mouse (মাউস)

মাউস হলো আরেকটি ইনপুট ডিভাইস যা দিয়ে স্ক্রিনে কার্সর সরানো যায়, ক্লিক করা যায় বা বিভিন্ন কাজ বেছে নেওয়া যায়। এখন তারযুক্ত এবং তারবিহীন উভয় ধরনের মাউস ব্যবহৃত হয়।

Casing (কেসিং)

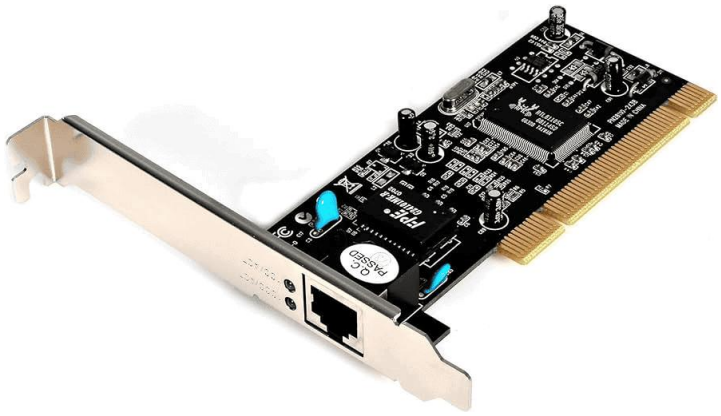
কেসিং হলো সেই বক্স যেখানে মাদারবোর্ড, পাওয়ার সাপ্লাই, স্টোরেজ, ফ্যান এবং অন্যান্য অংশ বসানো হয়। এটি সব অংশকে নিরাপদ রাখে এবং ঠান্ডা রাখার জন্য ভেতরে বাতাস চলাচলের ব্যবস্থা করে।

Sound System (সাউন্ড সিস্টেম)

সাউন্ড সিস্টেম বা স্পিকার হলো আউটপুট ডিভাইস যা দিয়ে আমরা শব্দ শুনি। কম্পিউটার বা ভিডিওর অডিও আউটপুট এর মাধ্যমে পাওয়া যায়। ডিজাইন, ভিডিও এডিটিং বা মিউজিকের কাজে ভালো মানের স্পিকার বা হেডফোন দরকার হয়।

Network Card (নেটওয়ার্ক কার্ড)

নেটওয়ার্ক কার্ড কম্পিউটারকে ইন্টারনেট বা অন্য কম্পিউটারের সঙ্গে সংযুক্ত করতে সাহায্য করে। এটি তারযুক্ত (LAN) বা তারবিহীন (Wi-Fi) হতে পারে। বর্তমানে প্রায় সব কম্পিউটারের মাদারবোর্ডেই নেটওয়ার্ক কার্ড বিল্ট-ইন থাকে।

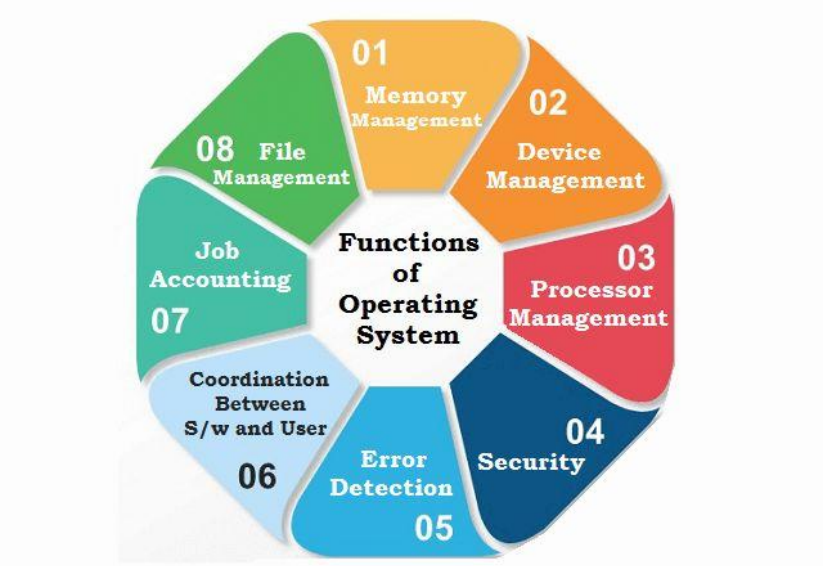


Operating System (অপারেটিং সিস্টেম):

অপারেটিং সিস্টেম হলো কম্পিউটারের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ সফটওয়্যার। এটি কম্পিউটারের মস্তিষ্ক ও নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা হিসেবে কাজ করে। অপারেটিং সিস্টেম ছাড়া কম্পিউটার চালানো সম্ভব নয়, কারণ এটি কম্পিউটারের হার্ডওয়্যার এবং ব্যবহারকারীর মধ্যে সংযোগ তৈরি করে। সহজভাবে বলা যায়, ব্যবহারকারী যে কাজের নির্দেশ দেয়, অপারেটিং সিস্টেম সেই নির্দেশটি হার্ডওয়্যারকে বুঝিয়ে কাজ করায়।

অপারেটিং সিস্টেমকে সাধারণভাবে "কম্পিউটারের ম্যানেজার" বলা হয়। এটি কম্পিউটারের সব যন্ত্রাংশ ও প্রোগ্রামকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং একে অপরের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রাখে।

অপারেটিং সিস্টেমের কাজ বা দায়িত্ব:



অপারেটিং সিস্টেমের প্রধান কাজ হলো কম্পিউটারের বিভিন্ন অংশ পরিচালনা করা এবং ব্যবহারকারীকে সহজে কাজ করার সুযোগ দেওয়া। এর মধ্যে কিছু গুরুত্বপূর্ণ কাজ হলো —

প্রথমত, এটি হার্ডওয়্যার নিয়ন্ত্রণ করে, যেমন প্রসেসর, মেমোরি, ইনপুট-আউটপুট ডিভাইস ইত্যাদি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা দেখে।

দ্বিতীয়ত, এটি মেমোরি ম্যানেজমেন্ট করে, মানে কম্পিউটারের RAM এবং স্টোরেজে কোন প্রোগ্রাম কত জায়গা ব্যবহার করবে তা নিয়ন্ত্রণ করে।

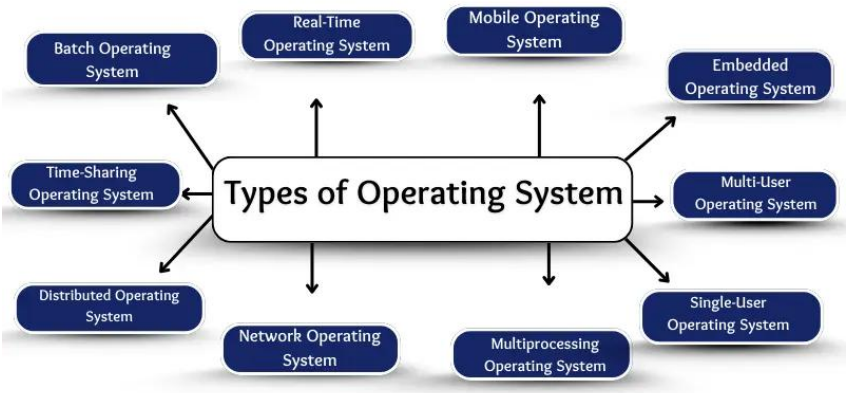
তৃতীয়ত, এটি ফাইল ম্যানেজমেন্ট করে, অর্থাৎ কম্পিউটারে ফাইল তৈরি, সংরক্ষণ, নাম পরিবর্তন বা মুছে ফেলার কাজ পরিচালনা করে।

চতুর্থত, এটি প্রসেস ম্যানেজমেন্ট করে, মানে একসঙ্গে একাধিক কাজ চালাতে সাহায্য করে যাতে কম্পিউটার হ্যাং না হয়।

পঞ্চমত, এটি ইউজার ইন্টারফেস তৈরি করে, যেমন ডেস্কটপ, আইকন বা মেনুর মাধ্যমে ব্যবহারকারী যেন সহজে কাজ করতে পারে।

অপারেটিং সিস্টেমের ধরন:

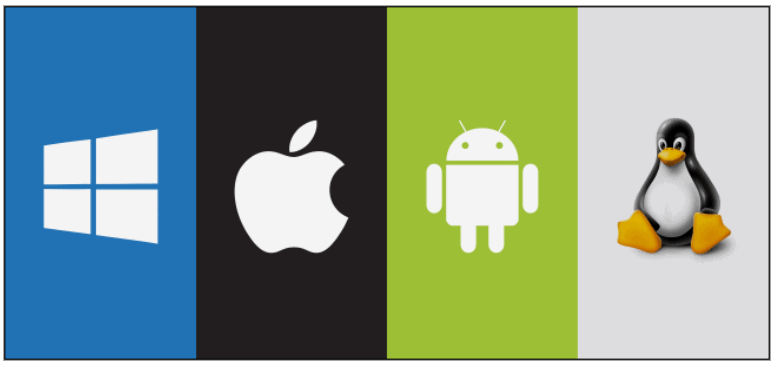
অপারেটিং সিস্টেমকে সাধারণত কয়েকটি ভাগে ভাগ করা যায়।



প্রথমটি হলো Single User Operating System, যেখানে একবারে একজন ব্যবহারকারী কাজ করতে পারে, যেমন পুরোনো MS-DOS।

দ্বিতীয়টি হলো Multi User Operating System, যেখানে একাধিক ব্যবহারকারী একসঙ্গে কাজ করতে পারে, যেমন Windows Server বা Linux।
তৃতীয়টি হলো Multitasking Operating System, যা একসঙ্গে অনেক প্রোগ্রাম চালাতে পারে, যেমন Windows 10, macOS বা Android।
চতুর্থটি হলো Embedded Operating System, যা স্মার্টফোন, টিভি, বা যন্ত্রের ভেতরে ব্যবহার হয়, যেমন Android বা iOS।

জনপ্রিয় অপারেটিং সিস্টেমের উদাহরণ:



বর্তমানে সবচেয়ে ব্যবহৃত অপারেটিং সিস্টেমগুলো হলো Microsoft Windows, Linux, macOS, Android, এবং iOS।
Windows অফিস, শিক্ষা ও সাধারণ ব্যবহারকারীদের জন্য খুব জনপ্রিয়।
Linux সাধারণত প্রোগ্রামার ও সার্ভার ব্যবস্থাপনার কাজে ব্যবহৃত হয়।
macOS অ্যাপল কম্পিউটারে ব্যবহৃত হয় এবং এটি ডিজাইন বা মিডিয়া কাজের জন্য উপযুক্ত।
Android ও iOS মোবাইল ফোনে ব্যবহৃত হয়।

অপারেটিং সিস্টেমের গুরুত্ব:
অপারেটিং সিস্টেম ছাড়া কম্পিউটার ব্যবহার করা সম্ভব নয়, কারণ এটি হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যারের মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করে। এটি ব্যবহারকারীর দেওয়া নির্দেশকে মেশিন ল্যাঙ্গুয়েজে রূপান্তর করে এবং ফলাফল স্ক্রিনে প্রদর্শন করে। তাই বলা যায়, অপারেটিং সিস্টেম হলো কম্পিউটার ব্যবহারের ভিত্তি।

Software (সফটওয়্যার)

সফটওয়্যার হলো এমন একটি অংশ যা কম্পিউটারকে কাজ করার নির্দেশ দেয়। এটি চোখে দেখা যায় না, কিন্তু কম্পিউটারের ভিতরে কাজ করে। সহজভাবে বলা যায়, হার্ডওয়্যার হলো কম্পিউটারের দেহ, আর সফটওয়্যার হলো তার চিন্তা বা মস্তিষ্ক। কম্পিউটারের সমস্ত কাজ সফটওয়্যারের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত হয়।

সফটওয়্যার মূলত নির্দেশনার একটি সেট (Set of Instructions), যা হার্ডওয়্যারকে বলে দেয় কীভাবে কাজ করতে হবে। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়— যখন আমরা Microsoft Word-এ লেখা টাইপ করি, সফটওয়্যার সেই লেখাটি মনিটরে দেখায়, RAM-এ রাখে এবং প্রয়োজনে স্টোরেজে সংরক্ষণ করে।

সফটওয়্যারের প্রধান কাজ:

সফটওয়্যার ব্যবহারকারী ও কম্পিউটারের মধ্যে সম্পর্ক তৈরি করে। এটি ব্যবহারকারীর নির্দেশ গ্রহণ করে, সেই নির্দেশ হার্ডওয়্যারকে বুঝিয়ে দেয়, এবং কাজের ফলাফল ব্যবহারকারীর কাছে উপস্থাপন করে। এছাড়াও সফটওয়্যার ডেটা সংরক্ষণ, হিসাব-নিকাশ, ডিজাইন, প্রোগ্রামিং, ছবি সম্পাদনা বা ইন্টারনেট ব্রাউজিংসহ বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করে।

সফটওয়্যারের প্রধান দুই ধরন:

১. সিস্টেম সফটওয়্যার (System Software)

এই সফটওয়্যার কম্পিউটারের হার্ডওয়্যার এবং ব্যবহারকারীর মধ্যে সেতুবন্ধন তৈরি করে। এটি কম্পিউটারের মূল কাজগুলো পরিচালনা করে।

সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ সিস্টেম সফটওয়্যার হলো অপারেটিং সিস্টেম (Operating System), যেমন Windows, Linux, macOS, Android ইত্যাদি।

এ ছাড়া Driver Software ও Utility Software ও সিস্টেম সফটওয়্যারের অন্তর্ভুক্ত।

ড্রাইভার সফটওয়্যার কম্পিউটারের হার্ডওয়্যার (যেমন প্রিন্টার, স্ক্যানার, গ্রাফিক্স কার্ড) সঠিকভাবে কাজ করতে সাহায্য করে। ইউটিলিটি সফটওয়্যার যেমন অ্যান্টিভাইরাস, ডিস্ক ক্লিনার, ব্যাকআপ টুলস— এগুলো কম্পিউটারের যত্ন নেয় এবং পারফরম্যান্স ঠিক রাখে।

২. অ্যাপ্লিকেশন সফটওয়্যার (Application Software)

অ্যাপ্লিকেশন সফটওয়্যার ব্যবহারকারীর নির্দিষ্ট কাজ সম্পন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।

যেমন— Microsoft Word দিয়ে লেখা, Excel দিয়ে হিসাব, PowerPoint দিয়ে প্রেজেন্টেশন, Solidworks দিয়ে ডিজাইন, Photoshop দিয়ে ছবি সম্পাদনা, Chrome বা Edge দিয়ে ইন্টারনেট ব্রাউজ করা।

এগুলো আমাদের দৈনন্দিন কাজকে সহজ করে তোলে।

অ্যাপ্লিকেশন সফটওয়্যারের আরও কিছু উদাহরণ:

Microsoft Office, SolidWorks, AutoCAD, Mastercam, Siemens NX, CATIA, Rhino, Fusion 360, VLC Player, Adobe Illustrator, Google Chrome, Zoom, এবং Tally।

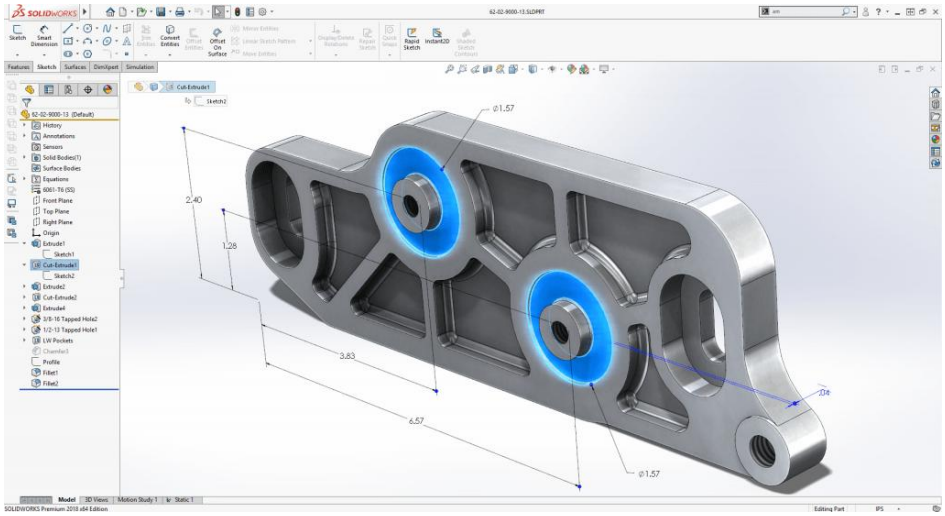
সফটওয়্যারের গুরুত্ব:

সফটওয়্যার ছাড়া কম্পিউটার কোনো কাজ করতে পারে না। কারণ সফটওয়্যারই বলে দেয় কীভাবে হার্ডওয়্যার কাজ করবে। একটি কম্পিউটারের মূল্য নির্ভর করে তার সফটওয়্যার কতটা কার্যকরভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে তার উপর।

সংক্ষেপে বলা যায়, হার্ডওয়্যার কম্পিউটারের দেহ আর সফটওয়্যার হলো তার প্রাণ। হার্ডওয়্যার কাজ করতে পারে না সফটওয়্যার ছাড়া, আর সফটওয়্যার কাজ করতে পারে না হার্ডওয়্যার ছাড়া। দুটো একসঙ্গে কাজ করলেই কম্পিউটার সম্পূর্ণ হয়।

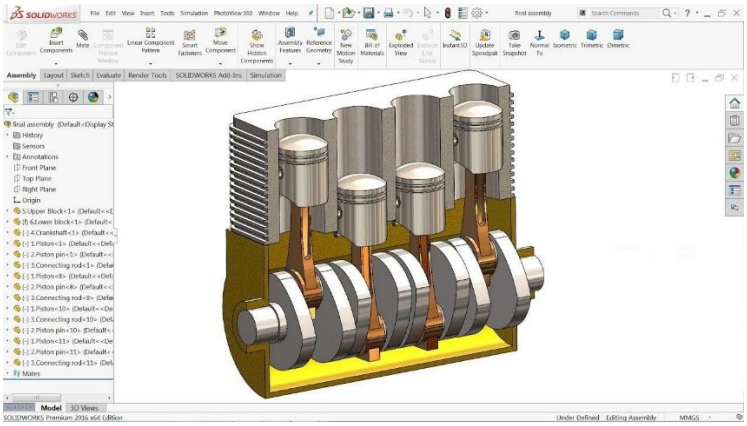
SolidWorks সলিডওয়ার্কস

SolidWorks হলো একটি থ্রিডি CAD (Computer-Aided Design) সফটওয়্যার যা মূলত মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং, প্রোডাক্ট ডিজাইন, মেশিন পার্ট ডিজাইন এবং প্রোটোটাইপ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এটি Parametric Modeling সমর্থন করে, অর্থাৎ ডিজাইনের প্রতিটি অংশের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা বা আকৃতি সহজেই পরিবর্তন করা যায়। SolidWorks-এ Simulation Module আছে, যা দিয়ে স্ট্রেস, স্ট্রেন, ভারি লোড এবং গতির পরীক্ষা করা যায়। এছাড়া SolidWorks CAM ব্যবহার করে CNC মেশিনের জন্য সরাসরি কোড জেনারেট করা সম্ভব এবং 3D প্রিন্টিংয়ের জন্য STL ফাইল এক্সপোর্ট করা যায়।



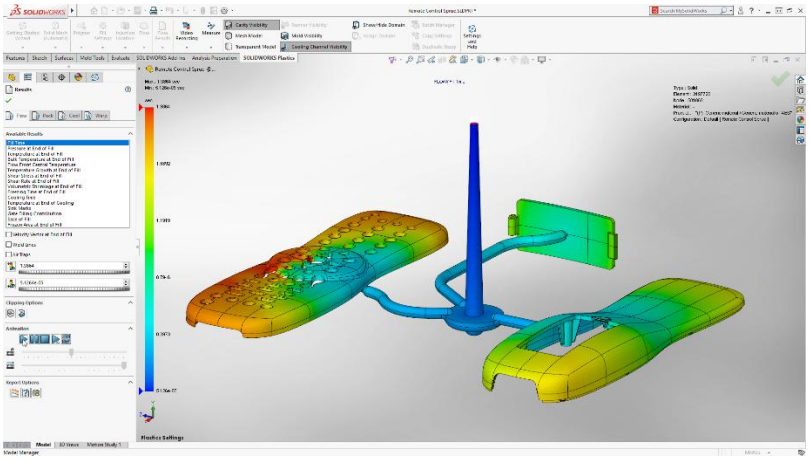
বিশেষ সুবিধা

SolidWorks ব্যবহার সহজ, শিক্ষার্থীদের জন্য উপযুক্ত, এবং দ্রুত পরিবর্তনযোগ্য ডিজাইন তৈরি করা যায়। এতে Assembly, Motion Study, Sheet Metal Design, Weldments, Mold Design, Surface Modeling এবং Electrical Routing এর মতো মডিউল রয়েছে। এর মাধ্যমে মেশিন পার্ট থেকে বড় প্রোডাক্ট লাইন পর্যন্ত ডিজাইন করা যায়।



ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

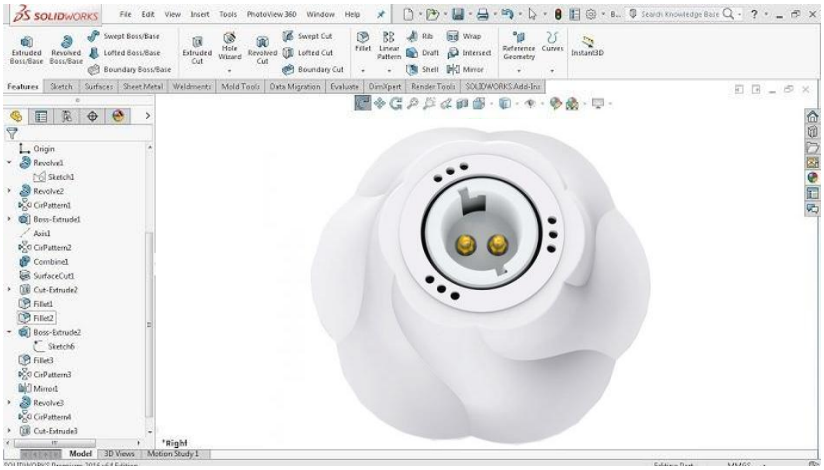
SolidWorks ব্যবহার হয় মূলত অটোমোবাইল, মেকানিক্যাল যন্ত্রপাতি, কনজ্যুমার প্রোডাক্ট, মেডিক্যাল ডিভাইস, রোবোটিক্স এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ডিজাইন ক্ষেত্রে। ছোট এবং মাঝারি প্রকল্পের জন্য বিশেষভাবে উপযুক্ত। বিভিন্ন সংস্থা নতুন প্রোডাক্ট ডিজাইন, প্রোটোটাইপ তৈরি এবং মেকানিক্যাল সিমুলেশন করতে SolidWorks ব্যবহার করে।



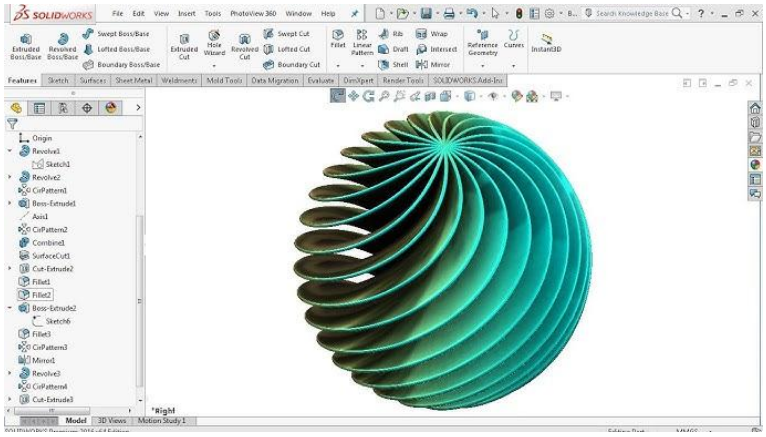
জনপ্রিয় দেশ

SolidWorks বিশ্বব্যাপী ব্যবহার হয়। প্রধানত যুক্তরাষ্ট্র, কানাডা, জার্মানি, যুক্তরাজ্য, ভারত, চীন, দক্ষিণ কোরিয়া এবং বাংলাদেশে এটি শিক্ষার্থী ও ইন্ডাস্ট্রিয়াল ব্যবহারকারীদের মধ্যে জনপ্রিয়। শিক্ষার্থীরা CAD শেখার জন্য SolidWorks বেছে নেয় কারণ এটি ব্যবহার সহজ এবং অনেক রিসোর্স অনলাইনে পাওয়া যায়।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

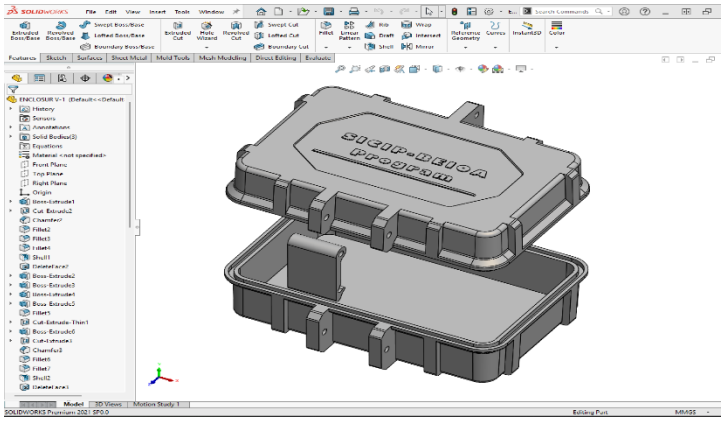


SolidWorks-এ বিশেষভাবে Sheet Metal Design, Weldments, Surface Modeling এবং Electrical Routing রয়েছে। এটি Simulation Tools যেমন FEA (Finite Element Analysis), CFD (Computational Fluid Dynamics) এবং Motion Analysis সমর্থন করে। এছাড়া SolidWorks Composer ব্যবহার করে ডিজাইন ডকুমেন্টেশন, অ্যাসেম্বলি ইন্সট্রাকশন এবং মার্কেটিং ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করা যায়।



কেন ব্যবহার করা হয়

SolidWorks মূলত ডিজাইন প্রক্রিয়াকে দ্রুত ও সঠিক করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি শিক্ষার্থী, প্রকৌশলী ও শিল্প পেশাজীবীদের জন্য উপযুক্ত। এটি CAD ডিজাইনের জন্য সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত সফটওয়্যারগুলোর মধ্যে অন্যতম।



Siemens NX

Siemens NX হলো একটি উচ্চস্তরের CAD/CAM/CAE সফটওয়্যার যা বড় শিল্প প্রতিষ্ঠান এবং জটিল প্রকল্পের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি থ্রিডি মডেলিং, অ্যাসেম্বলি ডিজাইন, Motion Simulation, Finite Element Analysis (FEA) এবং CNC Toolpath Generation সমর্থন করে। NX-এ Advanced Surfacing, Sheet Metal Design, Generative Design এবং Digital Twin প্রযুক্তি ব্যবহার করা যায়।

বিশেষ সুবিধা

NX অত্যন্ত শক্তিশালী এবং জটিল ডিজাইন, ইঞ্জিনিয়ারিং সিমুলেশন এবং ম্যানুফ্যাকচারিং একসাথে করার সুযোগ দেয়। এতে রয়েছে Assembly Management, Kinematics Simulation, Generative Design এবং Integrated CAM মডিউল। বড় এবং জটিল প্রকল্পের জন্য একাধিক দল একসাথে কাজ করতে NX সুবিধাজনক।

ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

NX ব্যবহার হয় গাড়ি, এয়ারক্রাফট, জাহাজ, মেশিনারী এবং বড় উৎপাদন শিল্পে। এটি ডিজাইন, সিমুলেশন এবং ম্যানুফ্যাকচারিং একসাথে করার জন্য অত্যন্ত উপযুক্ত। বড় কোম্পানি ও শিল্প প্রতিষ্ঠান NX ব্যবহার করে জটিল প্রজেক্ট বাস্তবায়ন করে।

জনপ্রিয় দেশ

NX মূলত যুক্তরাষ্ট্র, জার্মানি, জাপান, যুক্তরাজ্য এবং দক্ষিণ কোরিয়ায় জনপ্রিয়। শিক্ষার্থী, প্রকৌশলী এবং শিল্প পেশাজীবীরা জটিল ডিজাইন এবং সিমুলেশন কাজের জন্য NX বেছে নেন।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

NX-এ Advanced Surfacing, Sheet Metal Design, Motion Simulation, FEA, CFD, Generative Design এবং Digital Twin প্রযুক্তি সমর্থিত। এটি CAD, CAM ও CAE একসাথে ব্যবহার করার সুবিধা দেয়।

কেন ব্যবহার করা হয়

NX মূলত বড় এবং জটিল প্রকল্পের ডিজাইন, সিমুলেশন এবং ম্যানুফ্যাকচারিং একসাথে করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি বড় শিল্প প্রতিষ্ঠান এবং পেশাদার ইঞ্জিনিয়ারদের জন্য উপযুক্ত।

CATIA

CATIA হলো Dassault Systémes-এর তৈরি একটি উচ্চমানের CAD সফটওয়্যার। এটি বিশেষভাবে এয়ারক্রাফট, অটোমোবাইল, জাহাজ এবং জটিল মেকানিক্যাল সিস্টেম ডিজাইনের জন্য ব্যবহৃত হয়। CATIA দিয়ে 3D Part Modeling, Surface Design, Product Lifecycle Management (PLM), Kinematics Analysis এবং Digital Mockup করা যায়।

বিশেষ সুবিধা

CATIA অত্যন্ত জটিল ডিজাইন তৈরি করতে সক্ষম। এতে রয়েছে Advanced Surface Modeling, Digital Mockup, Assembly Design, Kinematics Analysis, Electrical & Piping Design। বড় ও জটিল প্রকল্পে একাধিক দল একসাথে কাজ করতে CATIA সুবিধাজনক।

ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

CATIA প্রধানত এয়ারক্রাফট, অটোমোবাইল, রেলগাড়ি, জাহাজ এবং জটিল যন্ত্রপাতি ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়। বড় সংস্থা ও শিল্প প্রতিষ্ঠান CATIA ব্যবহার করে উচ্চমানের ডিজাইন এবং সিমুলেশন করে।

জনপ্রিয় দেশ

CATIA ফ্রান্স, যুক্তরাষ্ট্র, জার্মানি, জাপান, যুক্তরাজ্য এবং চীনে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত। পেশাদার প্রকৌশলী ও বড় প্রতিষ্ঠান CATIA ব্যবহার করে।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

CATIA Advanced Surface Modeling, Assembly Management, Kinematics, Digital Mockup এবং PLM সমর্থন করে। এটি জটিল জ্যামিতি ও বহু অংশের সমন্বয় সহজ করে।

কেন ব্যবহার করা হয়

CATIA মূলত জটিল, বড় এবং বহু-দল প্রকল্পে ব্যবহার হয়। এটি ডিজাইন ও সিমুলেশনের ক্ষেত্রে উচ্চমানের নির্ভুলতা দেয়।

AutoCAD

AutoCAD হলো একটি জনপ্রিয় CAD সফটওয়্যার যা 2D এবং 3D ড্রাফটিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি আর্কিটেকচার, সিভিল, ইলেকট্রিক্যাল, মেকানিক্যাল এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়। AutoCAD দিয়ে Blueprint, Floor Plan, Technical Drawing, 2D Sketch এবং 3D Model তৈরি করা যায়।

বিশেষ সুবিধা

AutoCAD ব্যবহার করা সহজ, দ্রুত এবং শিক্ষার্থীদের জন্য উপযুক্ত। এতে রয়েছে 2D Drafting, 3D Modeling, Annotation Tools, Layer Management এবং File Compatibility। AutoCAD প্রায় সব CAD সফটওয়্যারের সঙ্গে ফাইল শেয়ার করার সুবিধা দেয়।

ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

AutoCAD ব্যবহার হয় আর্কিটেকচার, সিভিল, মেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ডিজাইন ক্ষেত্রে। শিক্ষার্থী, প্রকৌশলী এবং ডিজাইনাররা AutoCAD দিয়ে দ্রুত ড্রাফট ও ডকুমেন্টেশন তৈরি করে।

জনপ্রিয় দেশ

AutoCAD বিশ্বব্যাপী ব্যবহৃত। জনপ্রিয় দেশগুলো হলো যুক্তরাষ্ট্র, যুক্তরাজ্য, ভারত, চীন, জার্মানি এবং কানাডা।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

AutoCAD 2D Drafting, 3D Modeling, Annotation, Layer Management, Xref (External Reference), Plotting এবং DWG/DXF File Compatibility সমর্থন করে।

কেন ব্যবহার করা হয়

AutoCAD সহজে দ্রুত ড্রাফট তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি শিক্ষার্থী ও পেশাদার ডিজাইনারদের জন্য সবচেয়ে উপযুক্ত।

Rhino

Rhino হলো একটি থ্রিডি মডেলিং সফটওয়্যার যা Freeform Design এবং Complex Surface Modeling-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি আর্কিটেকচার, প্রোডাক্ট ডিজাইন, জুয়েলারি, গেমিং এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ডিজাইনে জনপ্রিয়। Rhino-তে NURBS Modeling ব্যবহার করা হয়, যা জটিল কার্ভ বা বক্রাকার আকৃতি তৈরি করতে সাহায্য করে।

বিশেষ সুবিধা

Rhino ব্যবহার ফ্লেক্সিবল এবং অন্যান্য সফটওয়্যারের সাথে সহজে ইন্টিগ্রেশন করা যায়। এতে রয়েছে Surface Modeling, Curve Creation, Mesh Editing, Rendering, Grasshopper (Parametric Design) এবং Plugin Support।

ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

Rhino ব্যবহার হয় আর্কিটেকচারাল মডেলিং, প্রোডাক্ট প্রোটোটাইপ, জুয়েলারি ডিজাইন, গাড়ি বা জাহাজের বাহ্যিক ডিজাইনে। শিক্ষার্থী ও পেশাদাররা Rhino ব্যবহার করে জটিল ডিজাইন সহজভাবে তৈরি করে।

জনপ্রিয় দেশ

Rhino মূলত যুক্তরাষ্ট্র, যুক্তরাজ্য, জার্মানি, চীন এবং দক্ষিণ কোরিয়ায় জনপ্রিয়।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

Rhino NURBS-based Modeling সমর্থন করে। এটি Freeform Surface, Mesh, Rendering, Parametric Design এবং Plugin Integration সমর্থন করে।

কেন ব্যবহার করা হয়

Rhino মূলত জটিল ও ফ্লেক্সিবল ডিজাইন তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি আর্কিটেকচার, প্রোডাক্ট ডিজাইন এবং শিল্পিক কাজের জন্য উপযুক্ত।

Fusion 360

AUTODESK®
FUSION 360™

Fusion 360 হলো Autodesk-এর ক্লাউড-ভিত্তিক CAD/CAM/CAE সফটওয়্যার। এটি ছোট ও মাঝারি প্রজেক্টের জন্য উপযুক্ত। Fusion 360 দিয়ে ডিজাইন, থ্রিডি মডেলিং, সিমুলেশন, 3D প্রিন্টিং এবং CNC ম্যানুফ্যাকচারিং করা যায়।

বিশেষ সুবিধা

Fusion 360 Collaborative Design-এর জন্য সুবিধাজনক। এতে Parametric Design, Generative Design, Simulation, Rendering, Data Management এবং Cloud Collaboration সুবিধা রয়েছে। শিক্ষার্থী ও ছোট ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রজেক্টের জন্য এটি ব্যবহার সহজ।

ব্যবহার ক্ষেত্র এবং শিল্প খাত

Fusion 360 ব্যবহার হয় প্রোডাক্ট ডিজাইন, প্রোটোটাইপ, রোবোটিক্স, মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এবং শিক্ষামূলক প্রকল্পে। ছোট ও মাঝারি কোম্পানি এটিকে প্রোটোটাইপ ও ডিজাইন দ্রুত সম্পন্ন করার জন্য ব্যবহার করে।

জনপ্রিয় দেশ

Fusion 360 মূলত যুক্তরাষ্ট্র, যুক্তরাজ্য, কানাডা, ভারত এবং চীনে জনপ্রিয়।

প্রযুক্তিগত দিক ও বিশেষ ফিচার

Fusion 360 Parametric Design, Generative Design, Simulation, 3D Printing Preparation, CAM Integration এবং Cloud Collaboration সমর্থন করে।

কেন ব্যবহার করা হয়

Fusion 360 মূলত ডিজাইন, সিমুলেশন এবং প্রোটোটাইপ তৈরিতে দ্রুত ও সহজ সমাধান দেয়। এটি শিক্ষার্থী এবং ছোট/মাঝারি শিল্প প্রতিষ্ঠানের জন্য উপযুক্ত।

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করাঃ

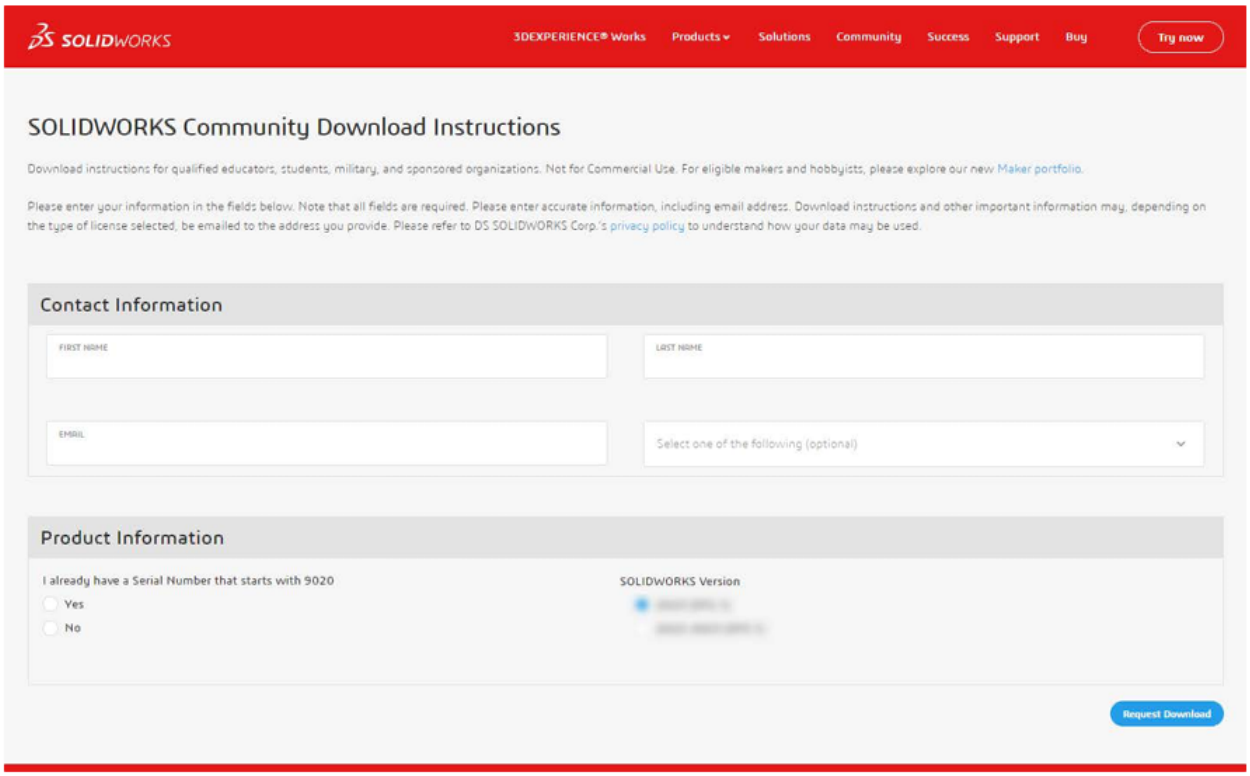
সলিডওয়ার্কস অ্যাপ্লিকেশনটি উইন্ডোজ টেনে আনার এবং আকার পরিবর্তন করার মতো পরিচিত উইন্ডোজ ফাংশন অন্তর্ভুক্ত করে। মুদ্রণ, খোলা, সংরক্ষণ, কাটা, এবং পেস্ট এর মতো একই আইকনগুলি হল সলিডওয়ার্ক অ্যাপ্লিকেশনগুলির অংশ।

CAD Software Installation Process:

THREE TYPES OF STUDENT PRODUCTS

- Student Edition (SE) You can purchase the Student Edition through the SOLIDWORKS Student Store. www.solidworks.com/studentstore
- Student Premium (formerly Student Engineering Kit/Student Access – SEK) If your school is eligible, students should receive a Serial Number (License Key) and SEK-ID from their teacher. Once you have obtained both of these, go to www.SOLIDWORKS.com/SEK and complete the Community Download form shown below to start the download process.
- Student Standard (formerly Student Design Kit - SDK) If you have obtained a SDK-ID from your School/ University go to www.SOLIDWORKS.com/SDK and complete the Community Download form shown below to start the download process. You will receive your Serial Number after the download is requested and will also receive a copy via email.

Note: Please check your junk mail if you do not see it within an hour of submitting the form.



INSTALLATION GUIDE:

Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

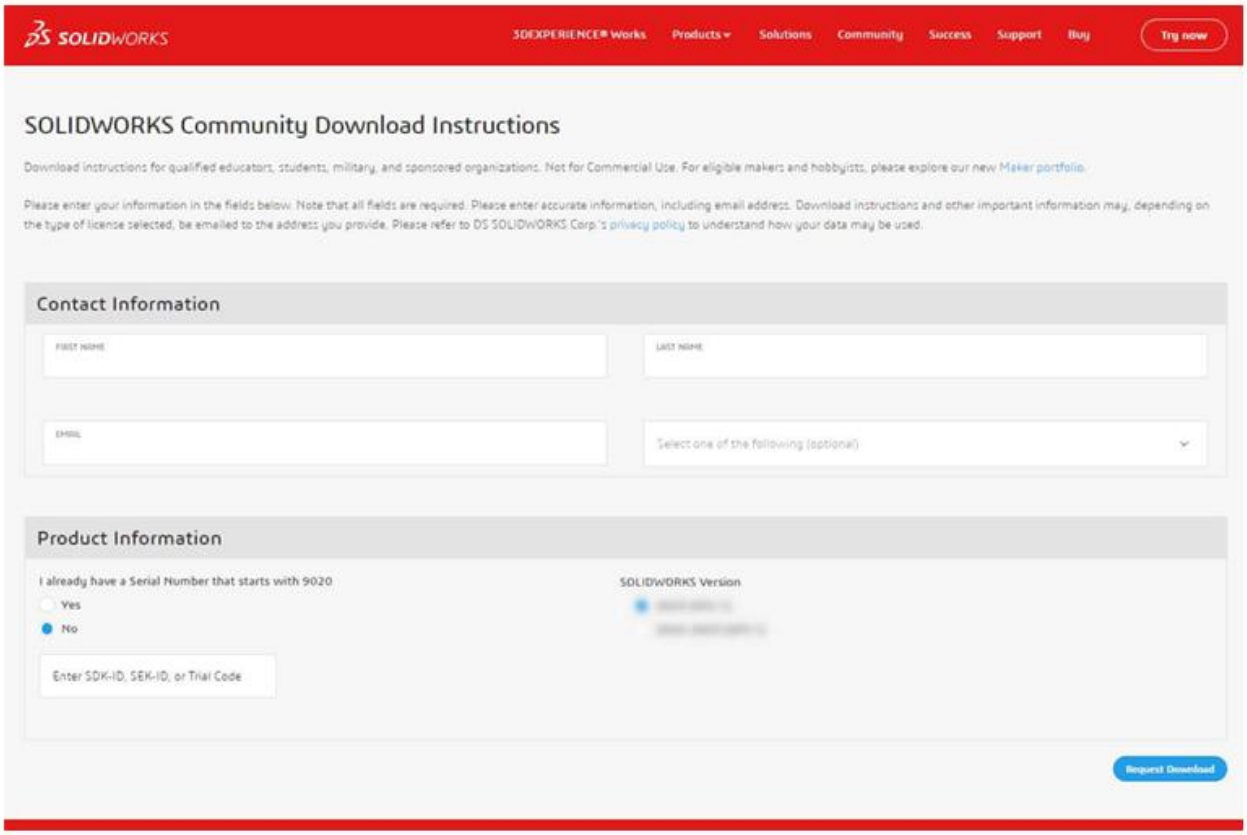
HOW TO DOWNLOAD SETUP FILE

Student Edition/Student Premium (formerly Student Engineering Kit/SEK)

a) Go to the link www.solidworks.com/SEK
b) Select Yes for the Option "I already have a serial number that starts with 9020"
c) Choose the appropriate SOLIDWORKS version from the drop/down list
d) Select Request Download and accept terms and conditions
e) Click Download > SolidWorksSetup.exe will be downloaded

Student Standard (formerly Student Design Kit/SDK)

a. Go to the link www.solidworks.com/SDK
b. Select No for the Option "I already have a serial number that starts with 9020" (Note: You will receive your Serial Number after the download is requested and will also receive a copy via email.)
c. Enter your SDK-ID (This ID can be obtained from your teacher/professor at your school/college/university)
d. Choose the appropriate SOLIDWORKS version from the drop/down list e. Select Request Download and accept terms and conditions
e. Click Download > SolidWorksSetup.exe will be downloaded



INSTALLATION GUIDE:

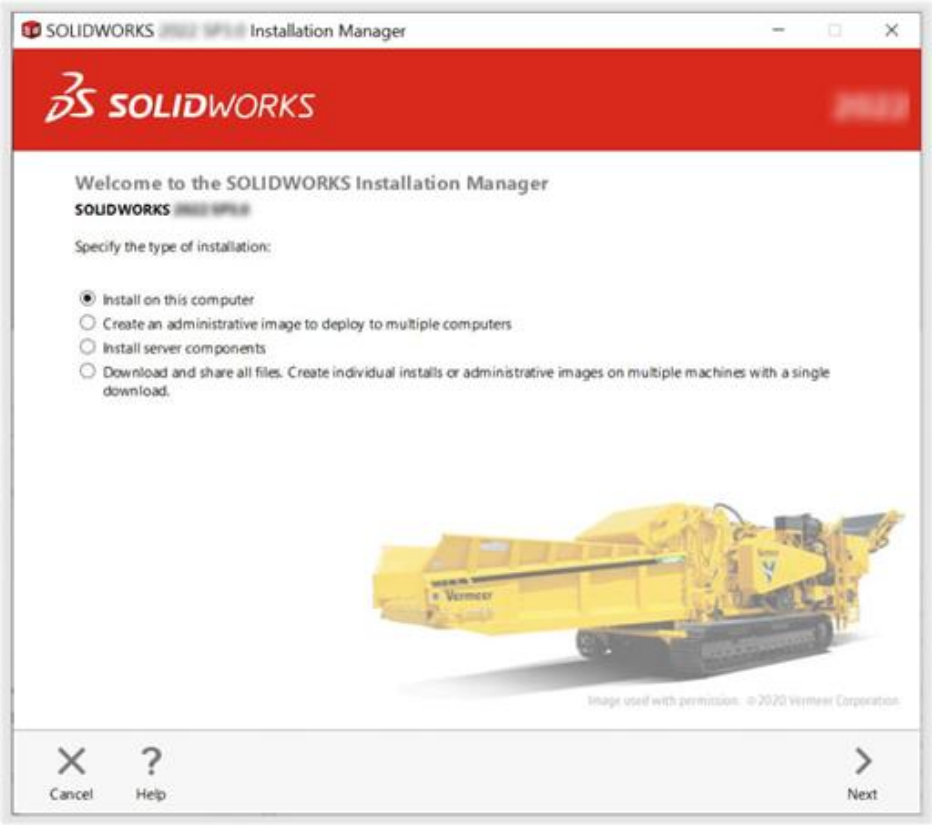
Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

HOW TO INSTALL SOLIDWORKS

Troubleshooting Tips

- Open and unzip the downloaded **SolidWorksSetup.exe** file to start the Installation Manger.
- All the products you are entitled to are automatically selected for installation.
  You don't need a separate serial number for different products.
- Student Standard only includes SOLIDWORKS Standard and SOLIDWORKS CAM. You will receive a separate Serial Number for both products.
  No Add-ins like Toolbox, Photoview, Simulation, etc. are included.
- Student do not have access to Log in option
- Please visit this link to learn what products are included in the Student Edition, Student Premium and Student Standard: Please visit this link for more details:
  https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad

1. Once the Installation Manager is running, select the option Individual (on this computer) and click the Next arrow

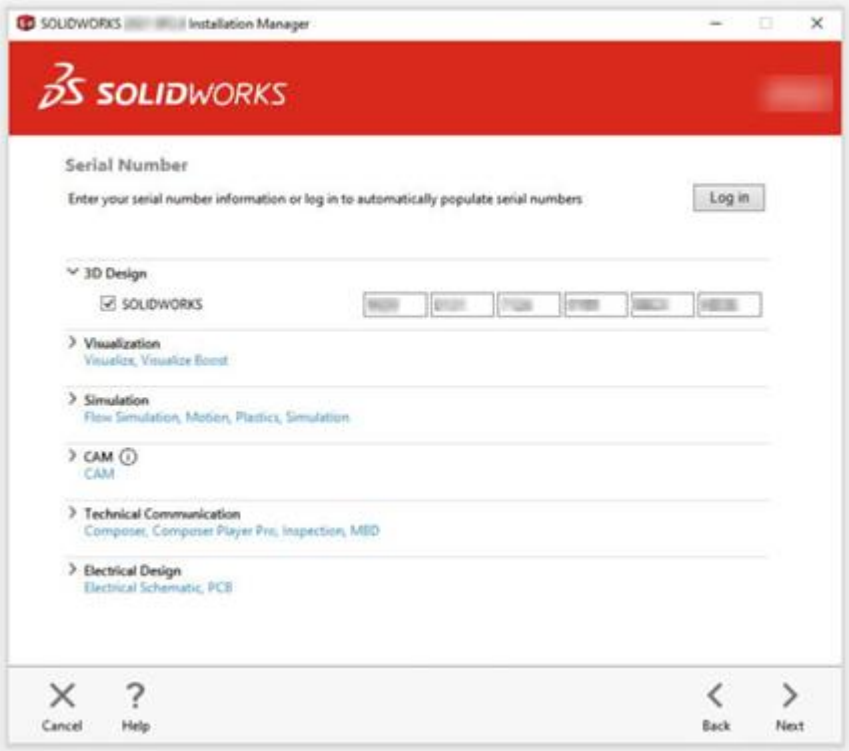


INSTALLATION GUIDE:

Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

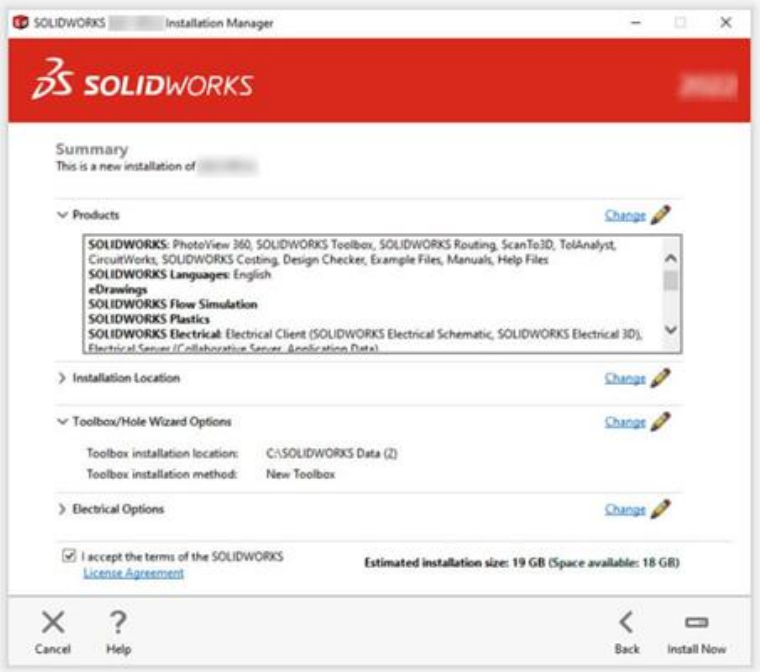
2. Input SOLIDWORKS CAD serial number under 3D Design and leave other fields blank, click next.

The Installation Manager will now check and verify you have the system requirements to run SOLIDWORKS. If something is amiss, you will be notified. This process may take several minutes.



3. Once your system has been checked, you will be taken to a summary screen displaying all of the products you will be installing. Check the box marking that you accept our terms and conditions and click Install Now.

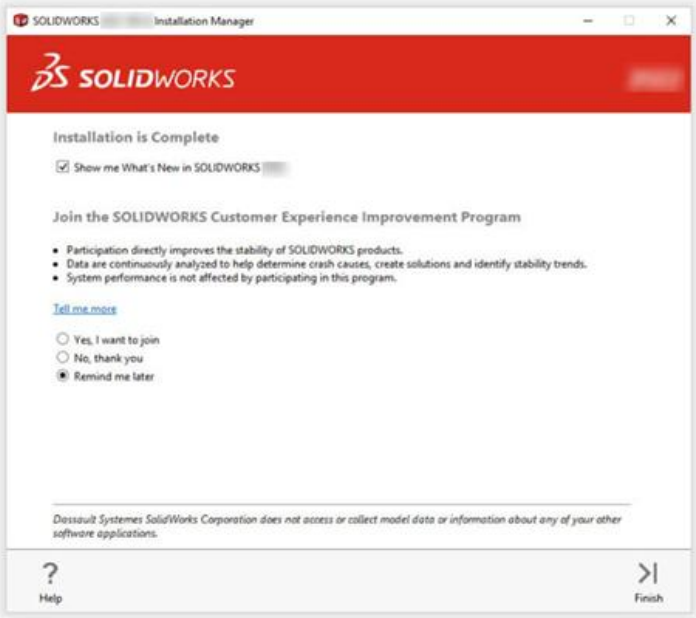
Note: Products shown may vary depending on the version of SOLIDWORKS you are using.



INSTALLATION GUIDE:

Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

4. Once the installation is complete, click Finish to close the Installation Manager. You will be able to use your SOLIDWORKS products after successful activation.

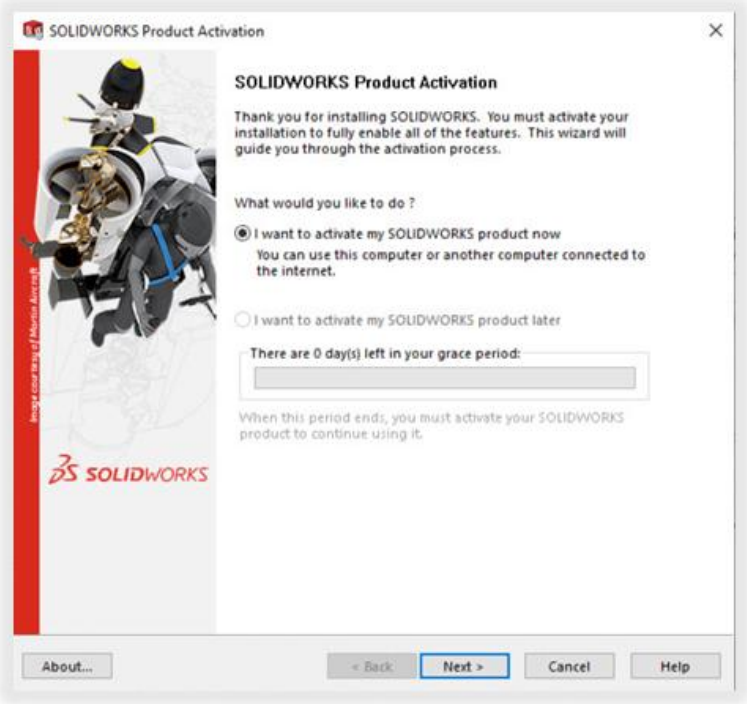


INSTALLATION GUIDE:

Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

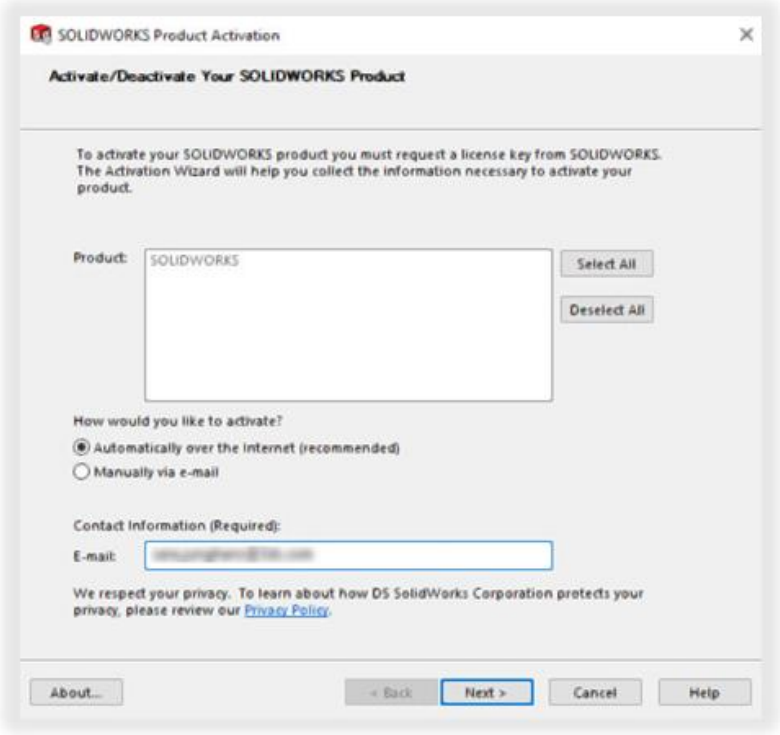
HOW TO ACTIVATE SOLIDWORKS

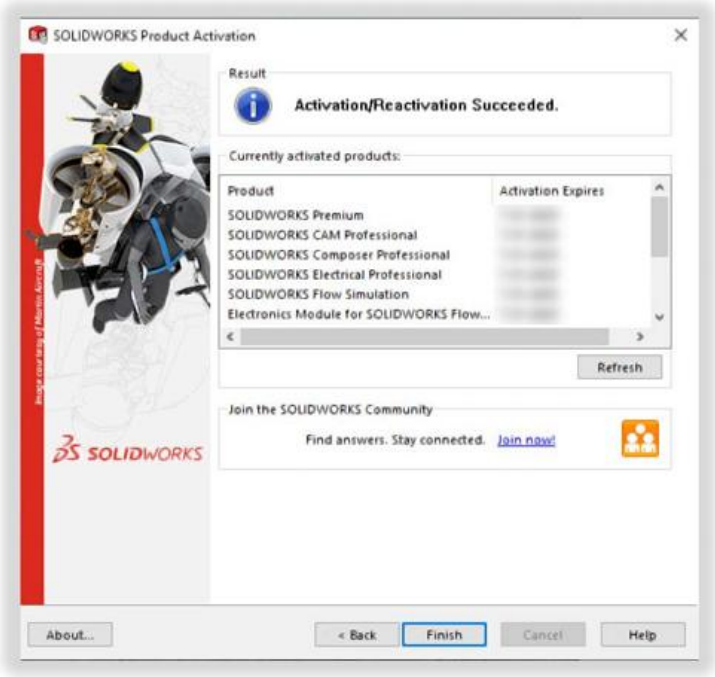
On the first launch of SOLIDWORKS, you will be prompted to activate your license. You



can either activate your license after a 30-day trial or activate your license straight away.

To activate, proceed with the steps as shown below.





For any technical issues regarding download or installation please visit:
www.solidworks.com/studentsupport
INSTALLATION GUIDE:
Student Edition, Student Premium (formerly SEK), and Student Standard (formerly SDK)

ADDITIONAL RESOURCES

MySolidWorks Professional

Both the Student Edition and Student Premium are eligible for a year access to MySolidWorks Professional for free. Please follow the video link below to learn how to create an account and get access.

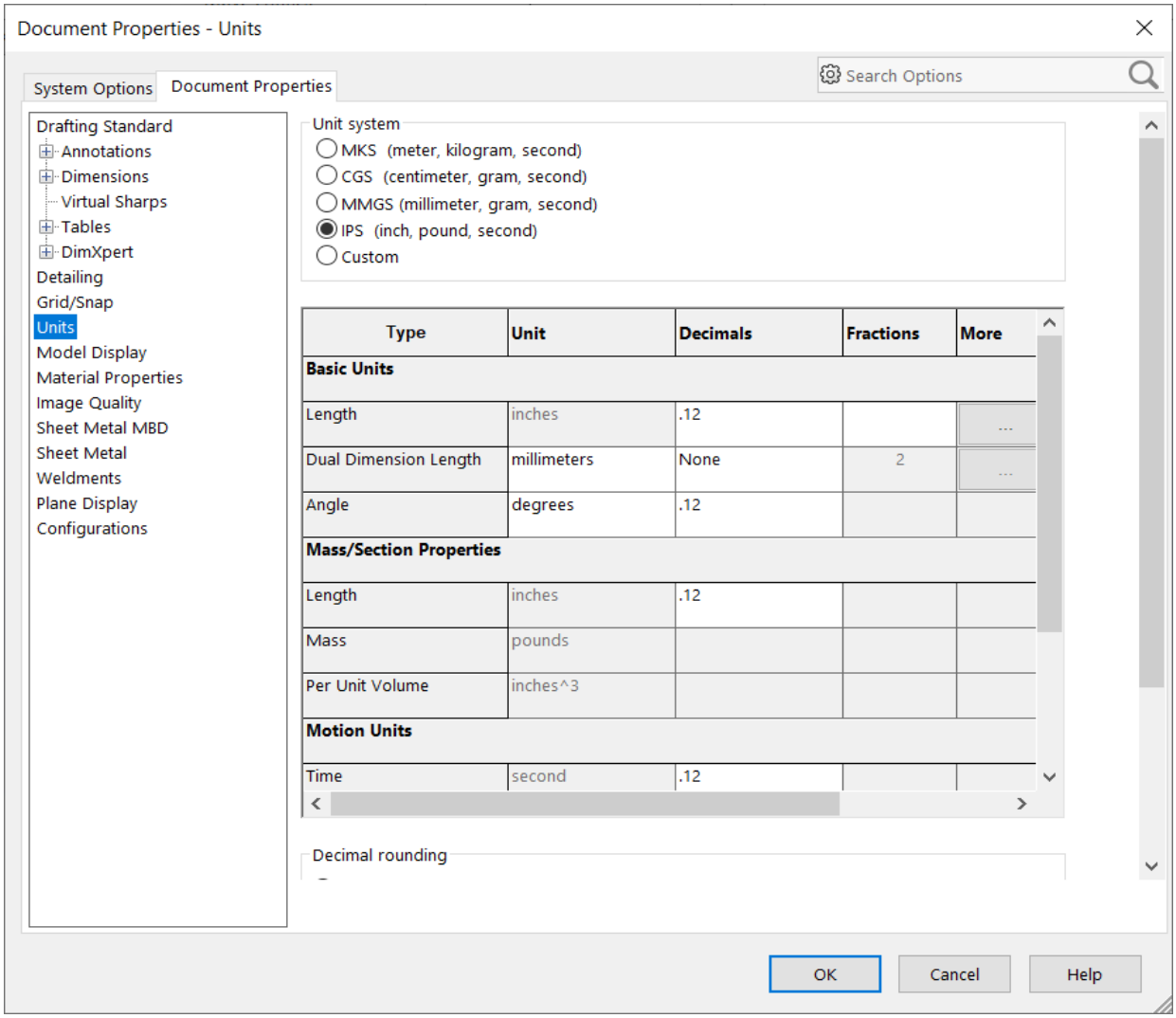
www.solidworks.com/mysolidworks_for_students

Industry Certifications

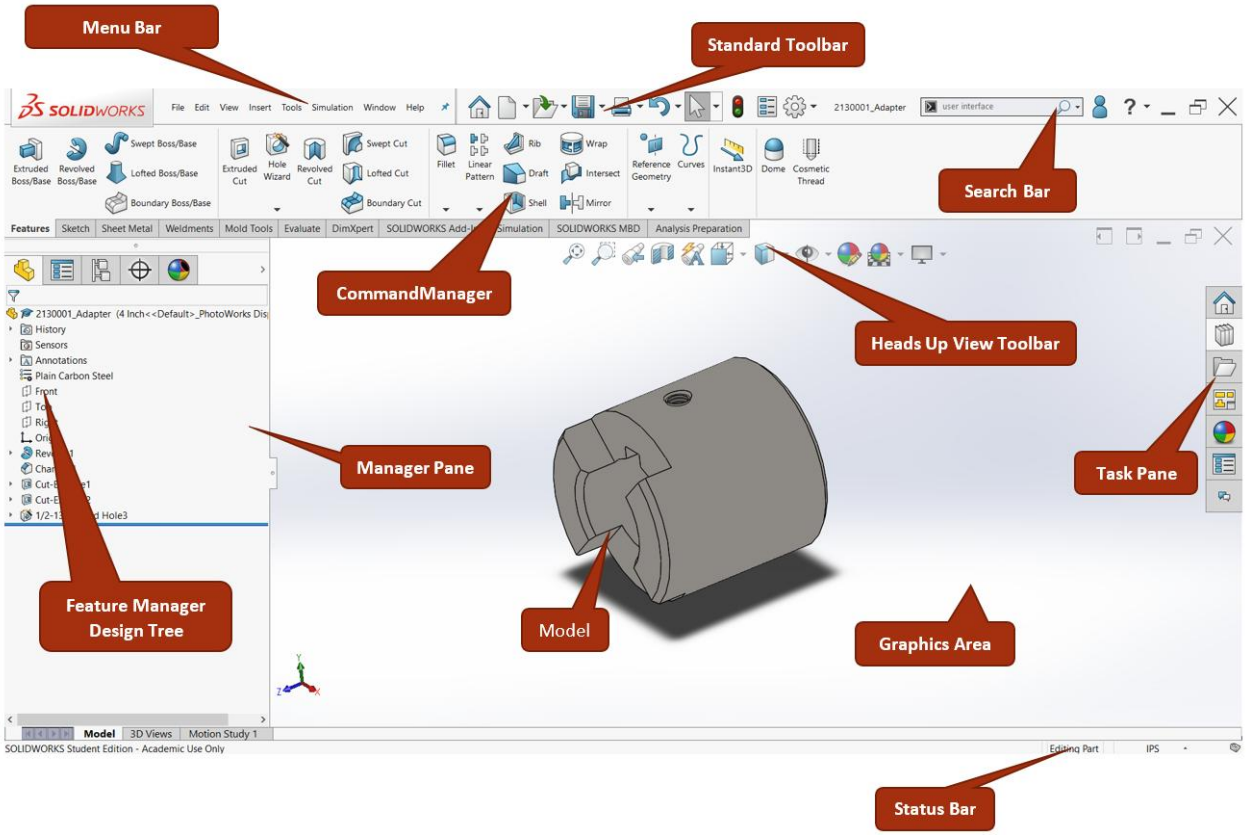
Any school or team that receives Student Premium is most likely eligible to receive our Industry Certifications for free. These certifications are to further increase students resumes and give them an edge when looking for jobs. These certifications prove the students' knowledge of 3d visualization. Please reach out to your teacher and Reseller to learn how to administer these exams.

Basic parameters

হলো CAD সফটওয়্যার বা যেকোনো ডিজাইন প্রোগ্রামে শুরুতেই সেট করা গুরুত্বপূর্ণ সেটিংস যা পুরো প্রজেক্টের জন্য ভিত্তি হিসেবে কাজ করে। এর মধ্যে প্রধান বিষয়গুলো হলো User Interface, Units, এবং Color and Text Format। User Interface হলো সেই অংশ যেখানে ব্যবহারকারী সরাসরি কাজ করে, যেমন মেনু, টুলবার, ভিউ পোর্ট এবং কমান্ড লাইন, যা ডিজাইন তৈরি করা, সম্পাদনা করা এবং ফলাফল দেখানোর জন্য প্রয়োজন। Units হলো ডিজাইনের জন্য ব্যবহৃত মাপের একক, যেমন মিলিমিটার বা ইঞ্চি, যা সমস্ত পার্ট এবং অ্যাসেম্বলির সঠিক মাত্রা নিশ্চিত করে। Color and Text Format হলো ডিজাইনের ভিজ্যুয়াল এফেক্ট এবং তথ্য উপস্থাপনের ধরন, যা লেয়ার বা অংশ আলাদা করা, নোটেশন দেখানো এবং প্রেজেন্টেশনকে পরিষ্কার ও সহজে বোঝার মতো করে তোলে। Basic parameters ঠিকভাবে সেট করা থাকলে ডিজাইন আরও সঠিক, ব্যবহারকারী বন্ধুত্বপূর্ণ এবং পরবর্তী সিমুলেশন, CNC কোড বা প্রিন্টিংয়ে কোনো সমস্যা হয় না।


Document Properties - Units
System Options
Document Properties
Search Options
Drafting Standard
Annotations
Dimensions
Virtual Sharps
Tables
DimXpert
Detailing
Grid/Snap
Units
Model Display
Material Properties
Image Quality
Sheet Metal MBD
Sheet Metal
Weldments
Plane Display
Configurations
Unit system
MKS (meter, kilogram, second)
CGS (centimeter, gram, second)
MMGS (millimeter, gram, second)
IPS (inch, pound, second)
Custom
Type
Unit
Decimals
Fractions
More
Basic Units
Length
inches
.12
Dual Dimension Length
millimeters
None
2
Angle
degrees
.12
Mass/Section Properties
Length
inches
.12
Mass
pounds
Per Unit Volume
inches^3
Motion Units
Time
second
.12
Decimal rounding
OK
Cancel
Help

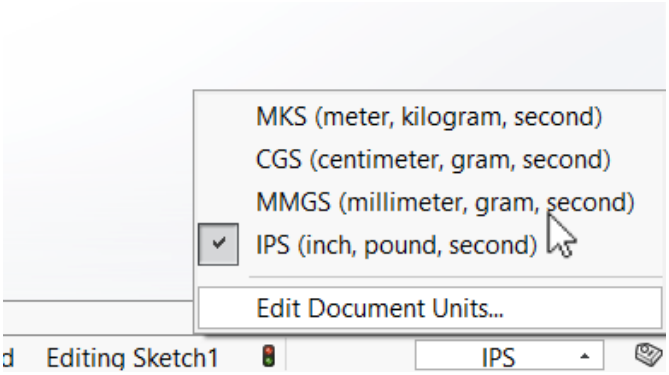
User interface



এটি হলো সফটওয়্যারের সেই অংশ যেখানে ব্যবহারকারী সরাসরি কাজ করে। এটি একটি ইন্টারেক্টিভ পরিবেশ যা ব্যবহারকারীর ইনপুট গ্রহণ করে এবং ফলাফল দেখায়। CAD সফটওয়্যারে User Interface ডিজাইন করা হয় যাতে ব্যবহারকারী সহজে মেনু, টুলবার, কমান্ড লাইন, ভিউ পোর্ট এবং প্যানেল ব্যবহার করতে পারে। ভালো User Interface-এর মাধ্যমে নতুন ব্যবহারকারীরা দ্রুত সফটওয়্যার শিখতে পারে এবং অভিজ্ঞ ব্যবহারকারীরা দ্রুত জটিল ডিজাইন সম্পন্ন করতে পারে। এতে Drag and Drop সুবিধা, Contextual Menus, Shortcut Keys এবং Customizable Workspaces থাকে। User Interface কেমন, তা সফটওয়্যার শেখার সহজতা এবং কাজের দক্ষতা অনেকাংশে নির্ধারণ করে।

Units

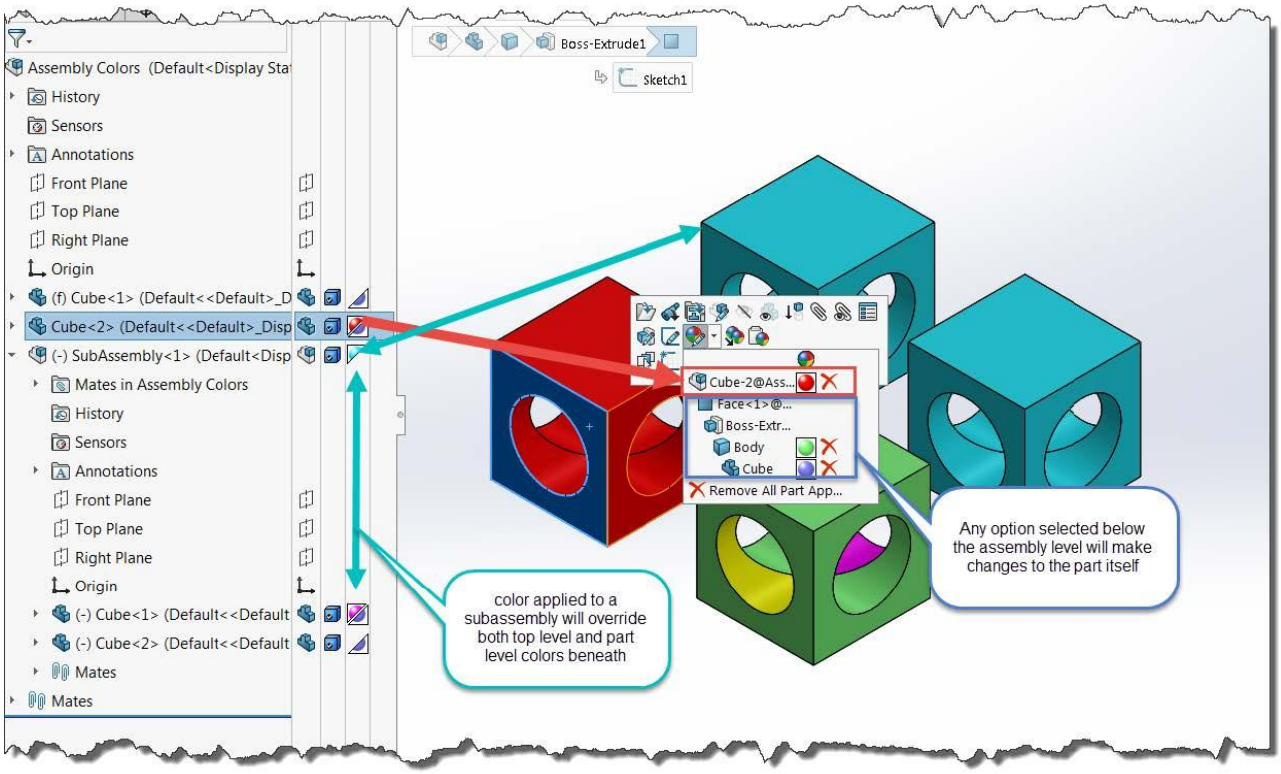
এটি হলো CAD সফটওয়্যারে ব্যবহৃত মাপের একক, যেমন মিলিমিটার (mm) বা ইঞ্চি (inch)। এটি সফটওয়্যারের ডিজাইনে সঠিক মাত্রা এবং স্কেল নিশ্চিত করতে সাহায্য করে। মেকানিক্যাল ডিজাইন বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রকল্পে Units নির্বাচন খুব গুরুত্বপূর্ণ, কারণ ভুল Units ব্যবহারে পুরো ডিজাইন অপ্রয়োজনীয় হয়ে যেতে পারে। CAD সফটওয়্যারে সাধারণত Metric System (mm, cm, m) এবং Imperial System (inch, feet)



সমর্থিত থাকে। ব্যবহারকারী শুরুতেই প্রকল্পের ধরন অনুযায়ী Units নির্ধারণ করে, যাতে মডেলিং এবং ড্রাফটিংয়ের সময় সকল অংশের মিল সঠিক থাকে। Units সঠিকভাবে সেট করা থাকলে Simulation, CNC কোড এবং 3D প্রিন্টিং-এ সমস্যা হয় না।

Color and text format

এটি হলো CAD ডিজাইনের ভিজ্যুয়াল এফেক্ট এবং তথ্য উপস্থাপনের উপায়। Color ব্যবহারের মাধ্যমে বিভিন্ন লেয়ার, অংশ বা ফিচার আলাদা করা যায়, যা জটিল ডিজাইন বুঝতে সহজ করে। Text format হলো ডিজাইনে লেখা বা নোটেশন প্রদর্শনের ধরন, যেমন ফন্ট, সাইজ, স্টাইল এবং অবস্থান। CAD সফটওয়্যারে Color এবং Text format ঠিকভাবে ব্যবহার করলে ডিজাইন পরিষ্কার, পড়তে সুবিধাজনক এবং প্রেজেন্টেবল হয়। এটি Blueprint, Drawing, Report বা প্রোডাক্ট ডকুমেন্টেশনের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সফটওয়্যারগুলোতে Custom Color Palettes এবং Text Styles ব্যবহার করা যায়, যাতে ব্যবহারকারীর নিজস্ব মান অনুযায়ী ভিজ্যুয়ালাইজেশন করা সম্ভব হয়।



সেলফ চেক (Self Check) – ২.১

১. CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করার আগে কোন বিষয়গুলো যাচাই করা প্রয়োজন?

২. সঠিক ভার্সনের সফটওয়্যার নির্বাচন কেন গুরুত্বপূর্ণ?

৩. ইনস্টলেশনের সময় “Serial Number” কেন ব্যবহৃত হয়?

৪. সফটওয়্যার ইনস্টল শেষে “Activation” না করলে কী সমস্যা হয়?

৫. ইনস্টল শেষে সফটওয়্যার সঠিকভাবে চলছে কিনা তা কিভাবে যাচাই করবে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.১

১. CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করার আগে কোন বিষয়গুলো যাচাই করা প্রয়োজন?
উত্তরঃ CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করার আগে কম্পিউটারের হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন (RAM, Processor, Graphics Card, Storage), অপারেটিং সিস্টেমের ভার্সন, প্রয়োজনীয় ড্রাইভার ও আপডেট এবং পর্যাপ্ত ডিস্ক স্পেস আছে কিনা তা যাচাই করা প্রয়োজন। এছাড়া ইন্টারনেট সংযোগ এবং প্রয়োজনীয় পারমিশনও নিশ্চিত করতে হয়।

২. সঠিক ভার্সনের সফটওয়্যার নির্বাচন কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তরঃ সঠিক ভার্সনের সফটওয়্যার নির্বাচন গুরুত্বপূর্ণ কারণ হার্ডওয়্যার ও অপারেটিং সিস্টেমের সাথে সামঞ্জস্য না থাকলে সফটওয়্যার সঠিকভাবে কাজ করবে না, ক্র্যাশ বা এরর হতে পারে। এছাড়া পুরনো ভার্সনে নতুন ফিচার থাকে না এবং নতুন ভার্সন সব সিস্টেমে চলতে নাও পারে। তাই সিস্টেমের সাথে মানানসই ভার্সন ব্যবহার করা জরুরি।

৩. ইনস্টলেশনের সময় "Serial Number" কেন ব্যবহৃত হয়?
উত্তরঃ "Serial Number" ব্যবহার করা হয় সফটওয়্যারের বৈধতা যাচাই ও লাইসেন্স নিশ্চিত করার জন্য। এটি সফটওয়্যার প্রস্তুতকারক কোম্পানির দেওয়া একটি ইউনিক কোড, যা ব্যবহারকারীকে অনুমোদিতভাবে সফটওয়্যার ব্যবহার করতে দেয় এবং পাইরেসি বা অবৈধ ব্যবহার রোধ করে।

৪. সফটওয়্যার ইনস্টল শেষে "Activation" না করলে কী সমস্যা হয়?
উত্তরঃ সফটওয়্যার ইনস্টল শেষে "Activation" না করলে সফটওয়্যার সীমিত সময় বা সীমিত ফিচারে ব্যবহার করা যায়। অনেক সময় এটি "Trial Version" হিসেবে চলে এবং নির্দিষ্ট সময় পর বন্ধ হয়ে যায় বা সেভ, প্রিন্ট, এক্সপোর্ট ইত্যাদি অপশন কাজ করে না।

৫. ইনস্টল শেষে সফটওয়্যার সঠিকভাবে চলছে কিনা তা কিভাবে যাচাই করবে?
উত্তরঃ ইনস্টল শেষে সফটওয়্যার চালিয়ে দেখা যায় এটি কোনো এরর মেসেজ দেখাচ্ছে কিনা, সব ফিচার ও কমান্ড ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা, এবং ফাইল ওপেন বা সেভ করা যাচ্ছে কিনা। এছাড়া "Help" বা "About" মেনু থেকে লাইসেন্স অ্যাকটিভ আছে কিনা তাও যাচাই করা যায়।

জব শিট (Job Sheet) - ২.১.১

জবের নামঃ CAD সফটওয়্যার ইনস্টল করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কম্পিউটারের সিস্টেম রিকোয়ারমেন্ট যাচাই করা।
২. ইনস্টলেশন ফাইল ডাউনলোড বা সেটআপ সিডি সংযুক্ত করা।
৩. "Welcome" স্ক্রিন থেকে "Individual Computer" অপশন নির্বাচন করা।
৪. সিরিয়াল নম্বর ইনপুট দেওয়া।
৫. Summary পেজ ভালোভাবে পড়ে "Install Now" বাটনে ক্লিক করা।
৬. ইনস্টল সম্পন্ন হলে "No Thank You" সিলেক্ট করে "Finish" বাটনে ক্লিক করা।
৭. সফটওয়্যার রান করে চেক করা এটি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা।

সতর্কতা:

- ইনস্টলেশনের সময় ইন্টারনেট সংযোগ সক্রিয় রাখবে।
- ফায়ারওয়াল বা অ্যান্টিভাইরাস সাময়িকভাবে বন্ধ রাখতে হতে পারে।
- ভুল সিরিয়াল নম্বর দিলে ইনস্টল ব্যর্থ হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ২.১.১

জবের নামঃ CAD সফটওয়্যার ইনস্টলেশন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

কম্পিউটার ল্যাবে নিরাপত্তা বজায় রাখতে প্রয়োজন:

- Anti-static wrist band
- Electrical safety shoes
- Eye protection glass

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কম্পিউটার বা ল্যাপটপ
- ইন্টারনেট সংযোগ
- ইনস্টলেশন মিডিয়া (DVD বা Setup File)
- লাইসেন্স কী / সিরিয়াল নম্বর

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- CAD Software Installer File (যেমন: SolidWorks, AutoCAD)
- User Manual বা Installation Guide

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.২

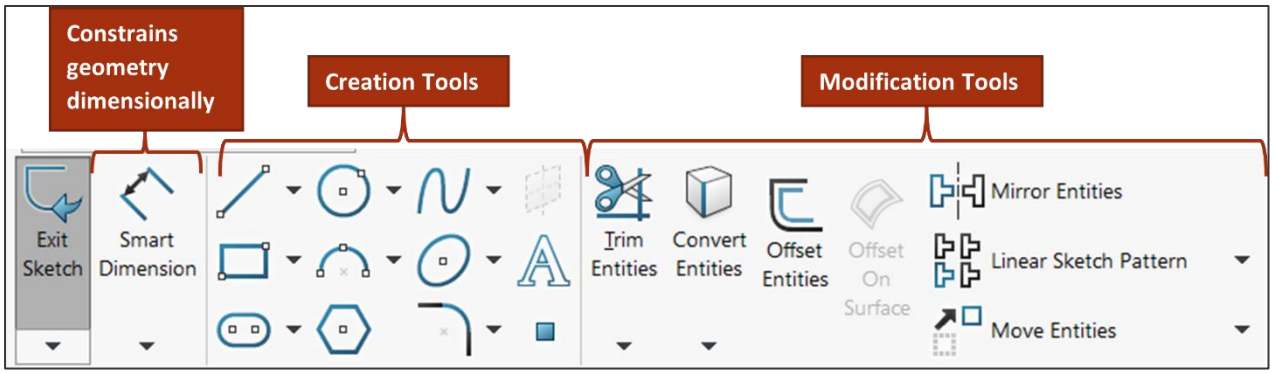
শিখন ফল-২: 2D ড্রয়িং তৈরি করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- স্কেচ টুলগুলি 2D অঙ্কনের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করা
- স্কেচ পরিবর্তিত টুলগুলি 2D অঙ্কনের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করা
- 2D স্কেচ সম্পর্কগুলি সনাক্ত এবং ব্যাখ্যা করা
- 2D অঙ্কন তৈরি করা
- CAD অঙ্কন পর্যালোচনা এবং প্রয়োজন অনুসারে সংশোধন করা

Sketch Tool (Solidworks)

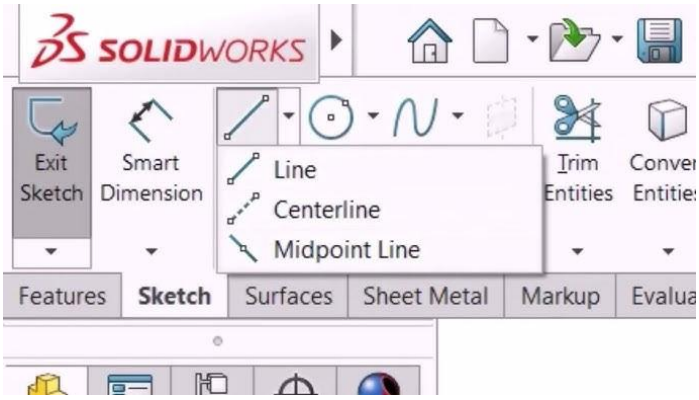


এটি হলো CAD সফটওয়্যারের এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ যা মূলত 2D অঙ্কন তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ডিজাইনের ভিত্তি তৈরি করে, কারণ প্রতিটি 3D মডেল শুরু হয় একটি 2D স্কেচ দিয়ে। Sketch tool ব্যবহার করে ব্যবহারকারী বিভিন্ন আকৃতি যেমন লাইন, বৃত্ত, আর্ক, আয়তক্ষেত্র, পলিগন ইত্যাদি আঁকতে পারে এবং সেগুলোর মাধ্যমে যেকোনো যান্ত্রিক অংশ বা পণ্যের প্রাথমিক নকশা তৈরি করা যায়। এই টুলগুলো সফটওয়্যারের Sketch Environment বা Sketch Mode-এ পাওয়া যায়, যেখানে ব্যবহারকারী প্রথমে একটি নির্দিষ্ট plane বা surface নির্বাচন করে কাজ শুরু করে। Sketch tool-এর সাহায্যে তৈরি অঙ্কনগুলোতে বিভিন্ন constraint এবং dimension ব্যবহার করে মাপ ও অবস্থান নির্ভুলভাবে নির্ধারণ করা হয়, যাতে প্রতিটি অংশ জ্যামিতিকভাবে সঠিক থাকে। সহজভাবে বলতে গেলে Sketch tool হলো সেই ডিজাইন প্ল্যাটফর্মের কলম ও কাগজ, যেখানে 3D মডেলিংয়ের প্রথম ধাপ হিসেবে 2D আকৃতি গঠন করা হয়। CAD সফটওয়্যারে দক্ষ হতে হলে Sketch tool ভালোভাবে জানা ও ব্যবহার করা সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ভিত্তি।

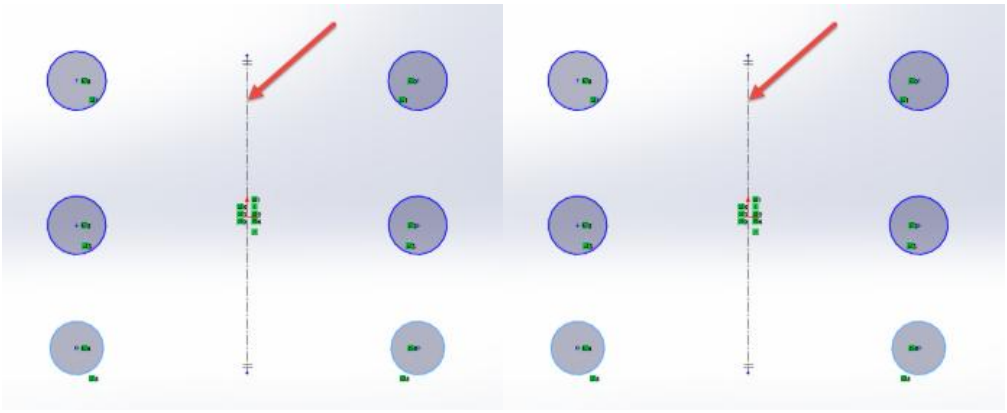
Sketch Tool গুলো হলো: Line, Centerline, Rectangle, Circle, Arc, Polygon, Ellipse, Parabola, Slot, Spline, Point, Text, Trim Entities, Extend Entities, Offset Entities, Fillet, Chamfer, Mirror Entities, Convert Entities, Offset on Surface, Intersection Curve, Dimension, Relations, এবং Construction Geometry।

Sketch Tool ডিজাইন তৈরির একটি নির্দিষ্ট কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। নিচে প্রতিটি টুলের কাজ বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হলো।

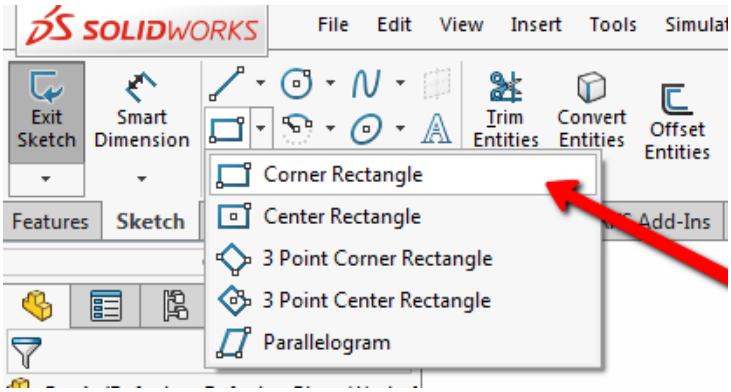
Line টুল ব্যবহার করে সরল রেখা আঁকা হয়। এটি দুই বা ততোধিক পয়েন্টের মধ্যে সংযোগ তৈরি করে এবং বেসিক আকৃতি তৈরির জন্য সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত টুল। Horizontal, Vertical, অথবা Angular লাইন তৈরি করা যায়।



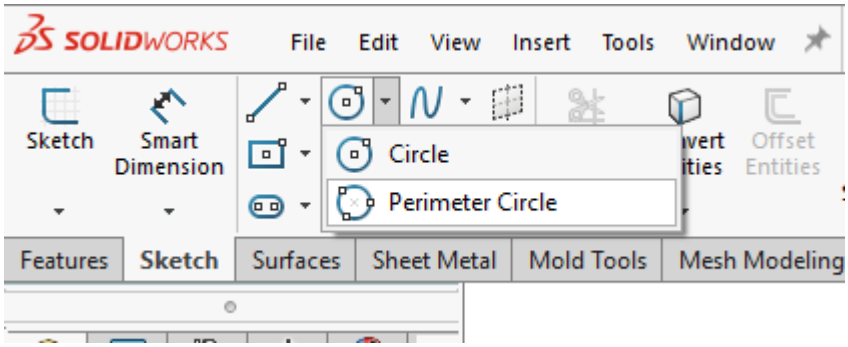
Centerline টুল দিয়ে রেফারেন্স লাইন তৈরি করা হয়, যা সাধারণত সিমেট্রি বা ঘূর্ণন নির্ভর ডিজাইন তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূল ডিজাইনের অংশ নয়, বরং গাইডলাইন হিসেবে কাজ করে।



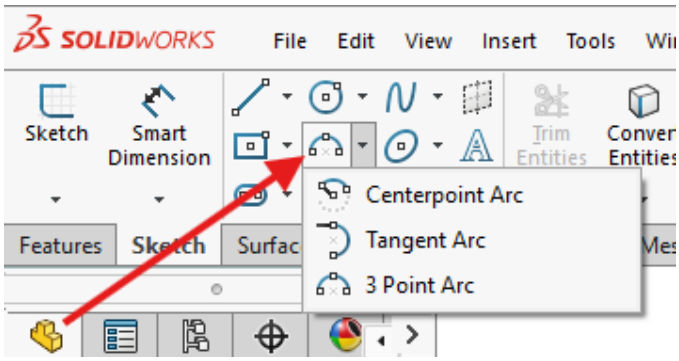
Rectangle টুল ব্যবহার করে বিভিন্ন ধরণের আয়তক্ষেত্র আঁকা যায় যেমন Corner Rectangle, Center Rectangle, 3 Point Rectangle, এবং Parallelogram। এটি বেসিক প্রোফাইল ডিজাইনের জন্য অপরিহার্য।



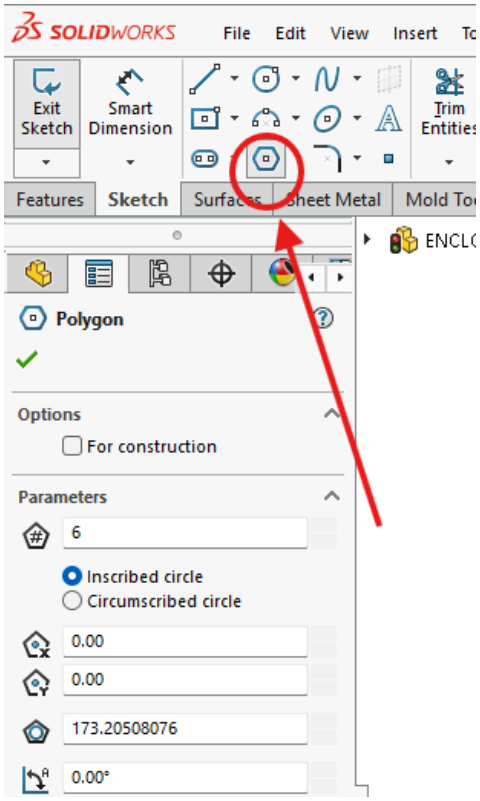
Circle টুল দিয়ে বৃত্ত আঁকা হয়। দুইভাবে এটি ব্যবহার করা যায় Center Circle (কেন্দ্র ও ব্যাসার্ধ দিয়ে) এবং Perimeter Circle (তিনটি পয়েন্ট দিয়ে) । এটি হোল, শ্যাফট বা রাউন্ড পার্ট ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।



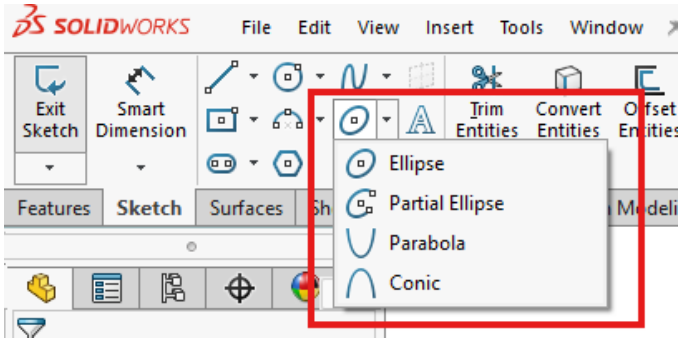
Arc টুল দিয়ে বৃত্তের অংশবিশেষ বা খন্ডবৃত্ত আঁকা হয়। তিনটি সাধারণ আর্ক টাইপ আছে 3 Point Arc, Tangent Arc, এবং Centerpoint Arc। এটি ফিলেট বা কার্ভ অংশ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।



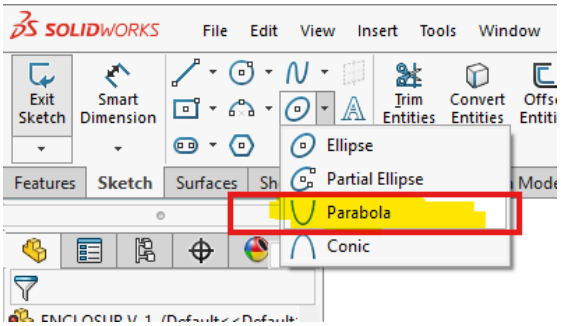
Polygon টুল ব্যবহার করে বহুভুজ আকৃতি তৈরি করা হয় যেমন ত্রিভুজ, পেন্টাগন, হেক্সাগন ইত্যাদি। কেন্দ্র ও প্রান্ত নির্ধারণ করে এটি আঁকা হয় এবং পার্ট ডিজাইনে সমমিত আকৃতি তৈরিতে উপকারী।



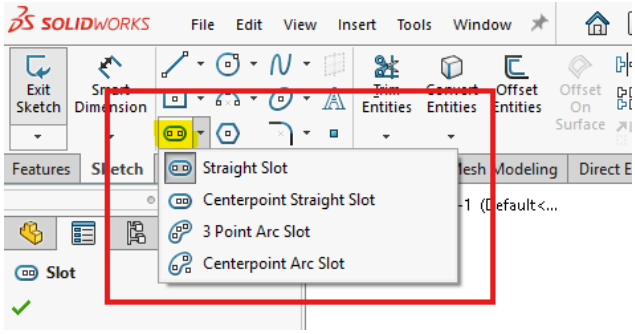
Ellipse টুল দিয়ে ডিম্বাকৃতি বা উপবৃত্তাকার আকৃতি তৈরি করা হয়। এটি সাধারণত নরম বা গোলাকার প্রোফাইল ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।



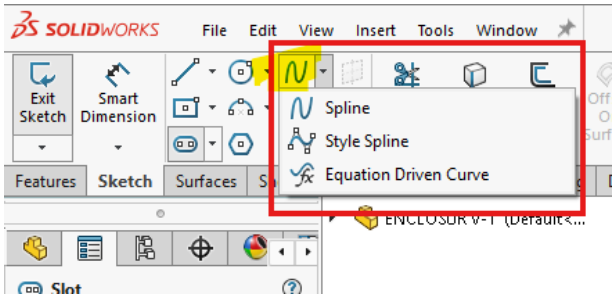
Parabola টুল ব্যবহার করে প্যারাবোলিক কার্ভ আঁকা হয়, যা এরোডাইনামিক বা ফ্লুইড ডিজাইন প্রোফাইলে কাজে লাগে।



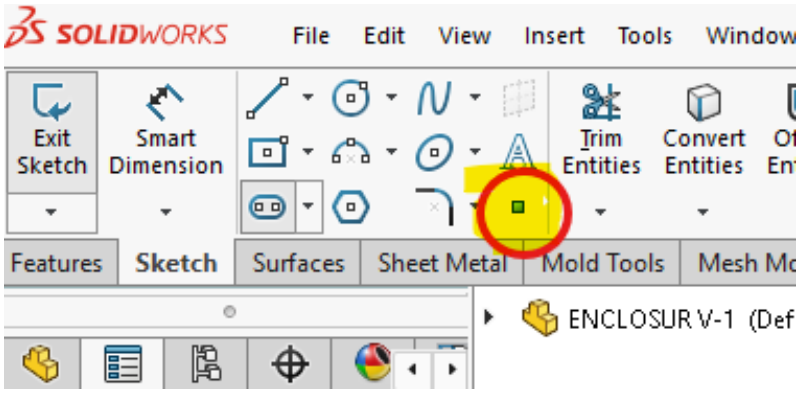
Slot টুল দিয়ে বিভিন্ন ধরণের স্লট তৈরি করা যায় যেমন Straight Slot, Centerpoint Slot, 3 Point Slot, এবং Arc Slot। এটি সাধারণত ফাস্টেনার বা বোল্ট ফিট করার জায়গা নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।



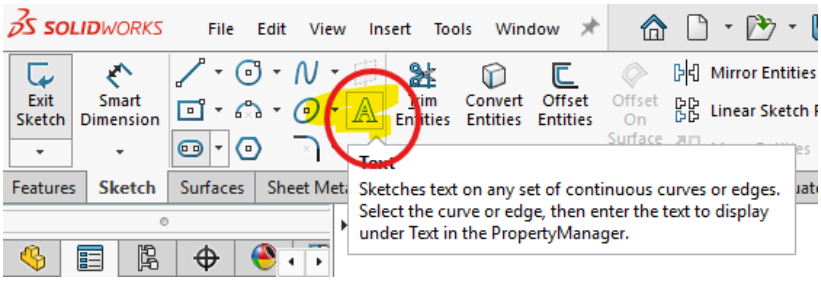
Spline টুল জটিল কার্ভ বা ফ্রিফর্ম আকৃতি আঁকার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি পয়েন্ট নির্ভরভাবে কার্ভ তৈরি করে এবং প্রোডাক্ট ডিজাইনে স্মুথ প্রোফাইল তৈরির জন্য অপরিহার্য।



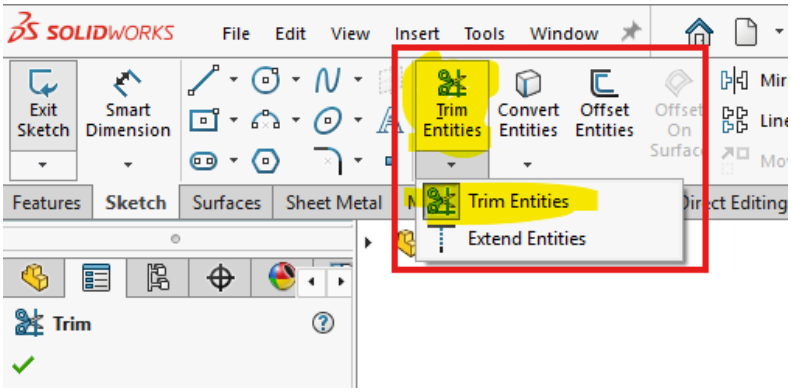
Point টুল দিয়ে নির্দিষ্ট অবস্থানে একক পয়েন্ট বসানো হয়, যা Reference বা Hole Center নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।



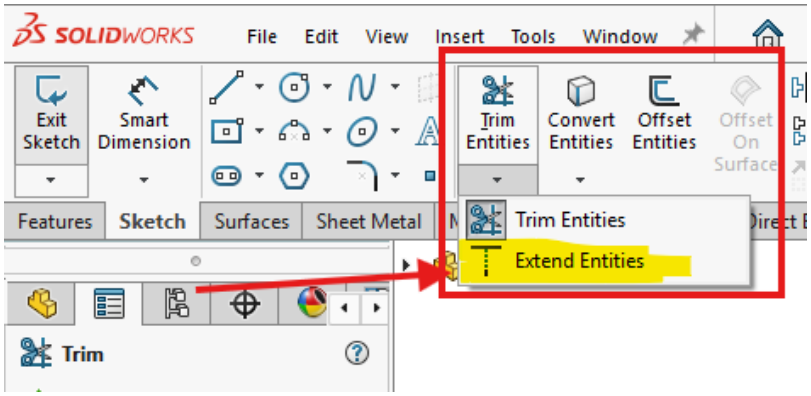
Text টুল দিয়ে স্কেচে লেখা যোগ করা হয়। এটি সাধারণত লেবেল, মার্কিং, অথবা খোদাই ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।



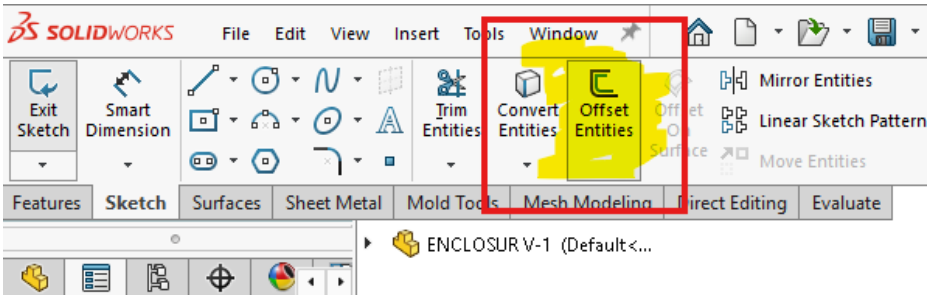
Trim Entities টুল দিয়ে অপ্রয়োজনীয় স্কেচ লাইন কেটে ফেলা হয়। এটি Sketch পরিষ্কার ও নির্ভুল রাখতে সাহায্য করে।



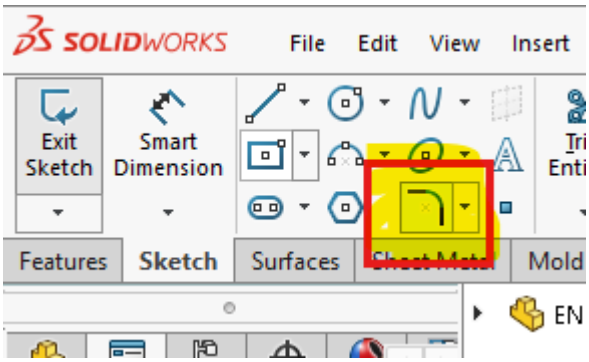
Extend Entities টুল দ্বারা ছোট লাইন বা আর্ককে বাড়িয়ে অন্য জ্যামিতিক অবজেক্ট পর্যন্ত নিয়ে যাওয়া হয়।



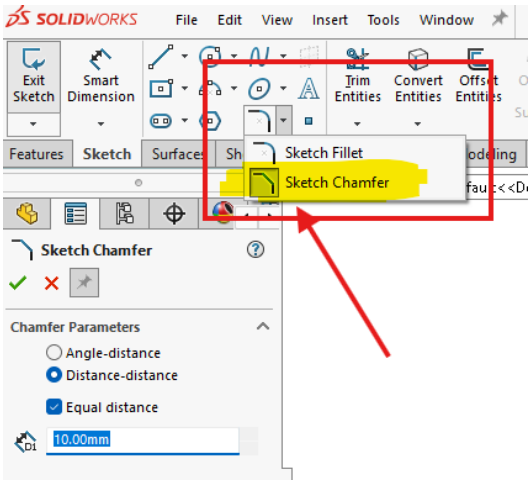
Offset Entities টুল ব্যবহার করে বিদ্যমান স্কেচ লাইন বা কার্ভের সমান্তরাল লাইন তৈরি করা হয়, যা নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থান করে।



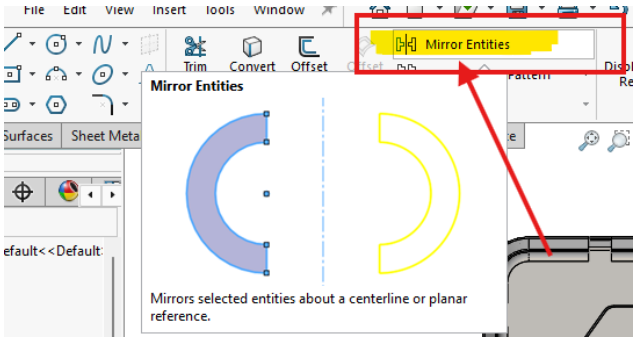
Fillet টুল ব্যবহার করে দুইটি রেখার কোণে গোলাকার কর্নার তৈরি করা হয়, যা ডিজাইনকে স্মুথ করে।



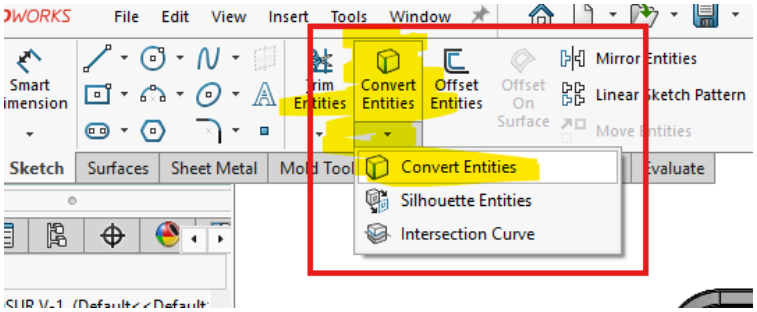
Chamfer টুল ব্যবহার করে দুইটি রেখার কোণে ঢালু বা তির্যক কর্নার তৈরি করা হয়, যা সাধারণত মেশিন পার্টে ব্যবহৃত হয়।



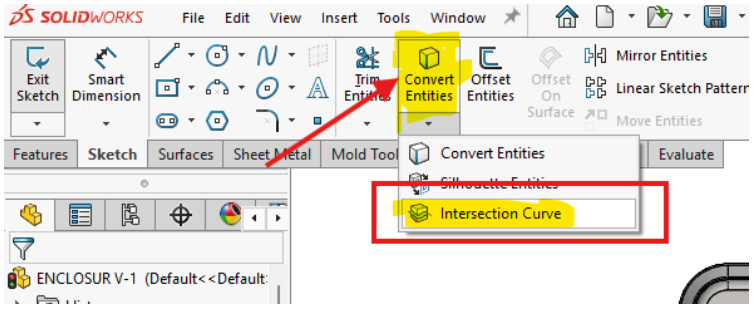
Mirror Entities টুল দ্বারা স্কেচের কোনো অংশকে একটি সেন্টারলাইনের বিপরীতে প্রতিফলিত বা কপি করা হয়, যা সিমেট্রিক ডিজাইন তৈরিতে সহায়ক।



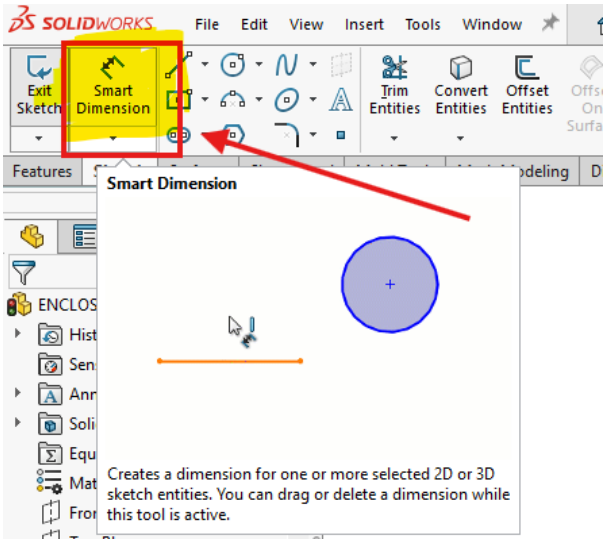
Convert Entities টুল বিদ্যমান ফেস বা এজ থেকে স্কেচে লাইন বা কার্ভ প্রজেক্ট করতে ব্যবহৃত হয়, যাতে মডেলের উপর নির্ভর করে নতুন স্কেচ তৈরি করা যায়।



Intersection Curve টুল দ্বারা দুইটি সারফেস বা বডির সংযোগ রেখা স্কেচে আনা যায়, যা জটিল মডেল রেফারেন্সে কাজে লাগে।



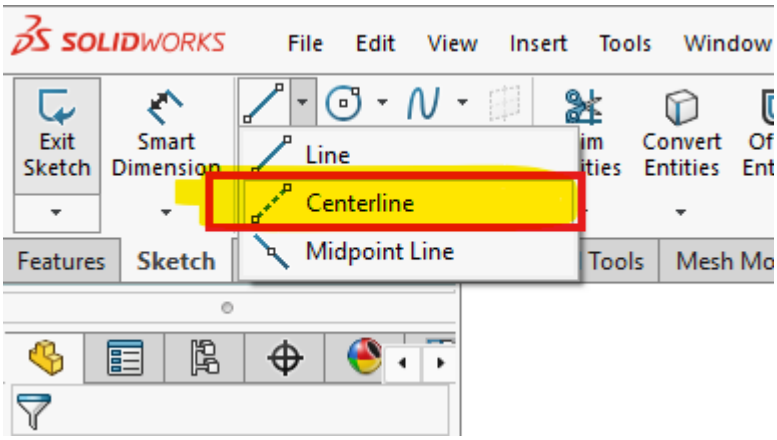
Dimension টুল স্কেচে নির্ভুল মাপ বা পরিমাপ যোগ করার জন্য ব্যবহৃত হয়, যাতে ডিজাইনের আকার নির্দিষ্ট থাকে।



Relations টুল দ্বারা স্কেচের বিভিন্ন অংশের মধ্যে জ্যামিতিক সম্পর্ক (যেমন Parallel, Perpendicular, Tangent, Equal ইত্যাদি) তৈরি করা হয়।

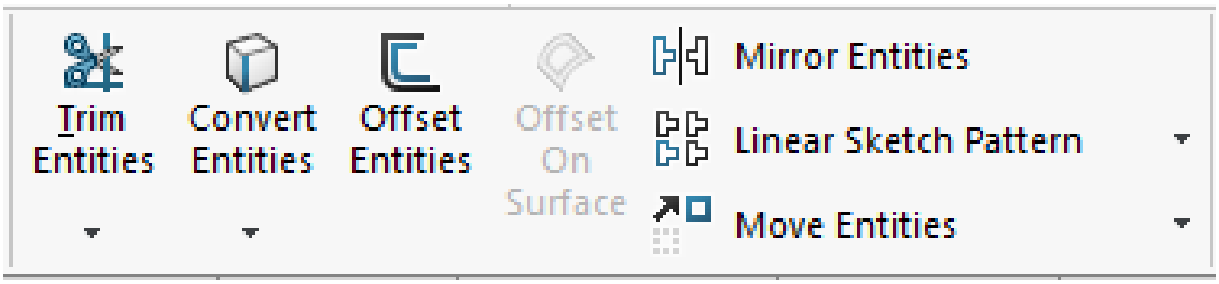
Type	Symbol	Type	Symbol
Horizontal	—	Equal	=
Vertical	|	Collinear	⟋
Coincident	⟑	Concentric	◎
Midpoint	⟋	Coradial	◌
Perpendicular	⊥	Fixed	🔒
Parallel	∥	Intersection	✕
Tangent	◠	Symmetric	⟂

Construction Geometry টুল দিয়ে এমন স্কেচ লাইন তৈরি করা হয় যা মূল আকৃতির অংশ নয় কিন্তু ডিজাইনের গাইডলাইন হিসেবে কাজ করে, যেমন সেন্টারলাইন বা অ্যালাইনমেন্ট রেফারেন্স।



Sketch Modify Tools

এগুলো মূলত বিদ্যমান স্কেচকে পরিবর্তন, কপি, প্রতিফলন, বৃদ্ধি বা সংশোধনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলোর সাহায্যে স্কেচ ডিজাইনকে আরও নিখুঁত ও সময় সাশ্রয়ীভাবে সম্পাদনা করা যায়। নিচে প্রতিটি Sketch Modify Tool-Trim, Offset, Mirror, Linear Pattern, Circular Pattern, Move, Copy, Rotate, Scale, Extend, Stretch এর বিস্তারিত আলোচনা দেওয়া হলো।

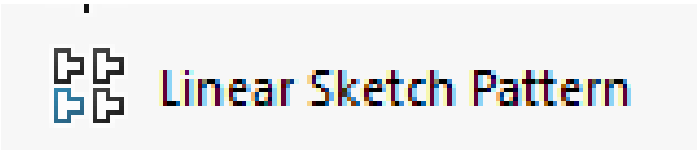


Trim টুল ব্যবহার করা হয় অপ্রয়োজনীয় স্কেচ লাইন বা কার্ভের অংশ মুছে ফেলার জন্য। এটি স্কেচ পরিষ্কার ও সঠিক রাখতে সাহায্য করে। SolidWorks-এ বিভিন্ন ধরণের Trim পদ্ধতি রয়েছে যেমন Power Trim, Corner Trim, Trim to Closest এবং Trim Away Inside/Outside। Power Trim সবচেয়ে জনপ্রিয়, কারণ মাউস ড্র্যাগ করে দ্রুত অপ্রয়োজনীয় অংশ কেটে ফেলা যায়। Corner Trim দুটি লাইনকে কোণে যুক্ত করে বাড়তি অংশ মুছে দেয়। এই টুল স্কেচের জটিলতা কমায় এবং ডিজাইনকে পরিপাটি করে।

Offset টুল বিদ্যমান স্কেচ থেকে একটি নতুন লাইন বা কার্ভ নির্দিষ্ট দূরত্বে তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। এটি মূল স্কেচের সমান্তরাল একটি নতুন আকার তৈরি করে। যেমন, একটি আউটলাইন থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে আরেকটি বর্ডার তৈরি করা যায়, যা সাধারণত পুরুত্ব বা ক্লিয়ারেন্স ডিজাইন করতে কাজে লাগে। Offset Entities অপশন দিয়ে একাধিক স্কেচ লাইন একসাথে অফসেট করা সম্ভব এবং "Reverse" বা "Make Base Construction" অপশন দিয়ে দিক ও ধরন নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

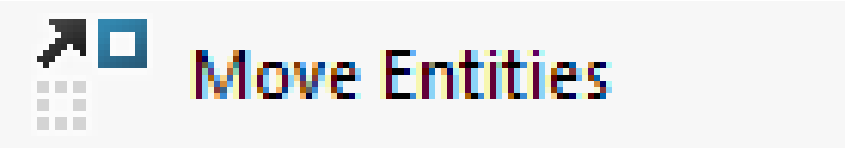
Mirror টুল ব্যবহৃত হয় স্কেচের কোনো নির্দিষ্ট অংশকে একটি কেন্দ্ররেখার বিপরীতে প্রতিফলিত বা কপি করার জন্য। এটি বিশেষভাবে সিমেট্রিক ডিজাইন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়, যেমন গিয়ার, মোটর হাউজিং বা মেকানিক্যাল পার্টের দুই পাশে সমান আকৃতি তৈরি করা। Mirror করতে হলে প্রথমে Centerline নির্ধারণ করতে হয়, তারপর যেসব স্কেচ উপাদান কপি করতে হবে সেগুলো সিলেক্ট করতে হয়। এতে ডিজাইন সময় অনেক কমে এবং দুই পাশের আকৃতি পুরোপুরি সমান থাকে।

Linear Pattern টুল স্কেচের নির্দিষ্ট অংশকে নির্দিষ্ট দিক বরাবর বারবার কপি করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, যদি একটি গর্তের ডিজাইন এক লাইনে একাধিকবার বসাতে হয়, তাহলে Linear Pattern ব্যবহার করে একবারে পুরো সেট তৈরি করা যায়। এতে স্পেসিং, ডিরেকশন এবং সংখ্যা নির্ধারণ করা যায়।



Circular Pattern টুল ব্যবহার করে কোনো স্কেচ উপাদানকে একটি নির্দিষ্ট কেন্দ্রবিন্দুর চারপাশে ঘুরিয়ে পুনরাবৃত্তি করা হয়। যেমন গিয়ার টুথ, বোল্ট হোল বা ফ্যান ব্লেড ডিজাইন করার সময় এটি অপরিহার্য। ব্যবহারকারী এখানে ঘূর্ণন কোণ, ইনস্ট্যান্স সংখ্যা এবং দিক নির্ধারণ করতে পারে।

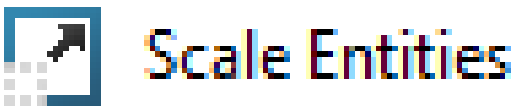
Move Entities টুল ব্যবহার করে নির্বাচিত স্কেচ লাইন বা কার্ভকে নতুন স্থানে সরানো যায়। এটি তখন প্রয়োজন হয় যখন কোনো স্কেচ উপাদানকে অল্প দূরত্বে স্থানান্তর করতে হয়, কিন্তু আকৃতি পরিবর্তন করতে হয় না।



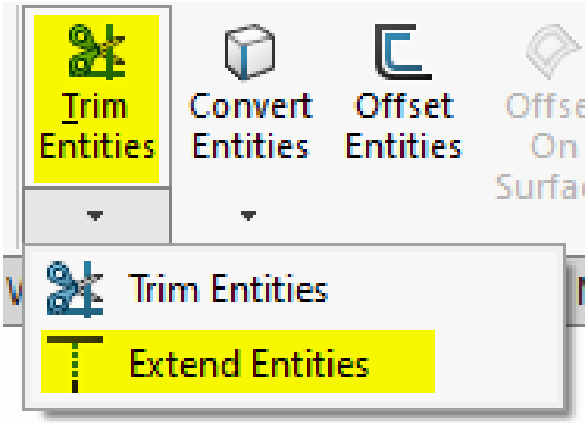
Copy Entities টুল দ্বারা নির্বাচিত স্কেচ লাইন বা অংশকে কপি করে অন্য জায়গায় বসানো যায়। এটি পুনরাবৃত্তিমূলক ডিজাইন অংশে সময় বাঁচায়। Move এবং Copy দুইটিই একসাথে এক কমান্ডে করা যায়, অর্থাৎ একই সময়ে সরিয়ে ও কপি করা সম্ভব।

Rotate Entities টুল দিয়ে স্কেচের কোনো অংশকে নির্দিষ্ট কোণে ঘুরানো যায়। এটি কোনো নির্দিষ্ট পয়েন্ট বা সেন্টারের চারপাশে রোটেট করে এবং সাধারণত সিমেট্রিক বা বৃত্তাকার ডিজাইন পরিবর্তনের সময় ব্যবহৃত হয়।

Scale Entities টুল ব্যবহার করে সম্পূর্ণ স্কেচকে বড় বা ছোট করা যায়। এটি নির্দিষ্ট Scale Factor অনুযায়ী স্কেচের আকার পরিবর্তন করে, তবে মূল আকৃতি অপরিবর্তিত রাখে। এটি বিশেষভাবে প্রয়োজন হয় যখন একটি ডিজাইনকে ভিন্ন মাপের প্রজেক্টে মানিয়ে নিতে হয়।

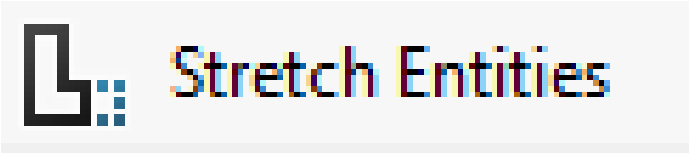


Extend Entities টুল ব্যবহৃত হয় কোনো লাইন বা আর্ককে বাড়িয়ে অন্য কোনো জ্যামিতির সাথে যুক্ত করতে। উদাহরণস্বরূপ, দুটি লাইন সামান্য ফাঁকা থাকলে Extend করে একে অপরের সাথে সংযুক্ত করা যায়।



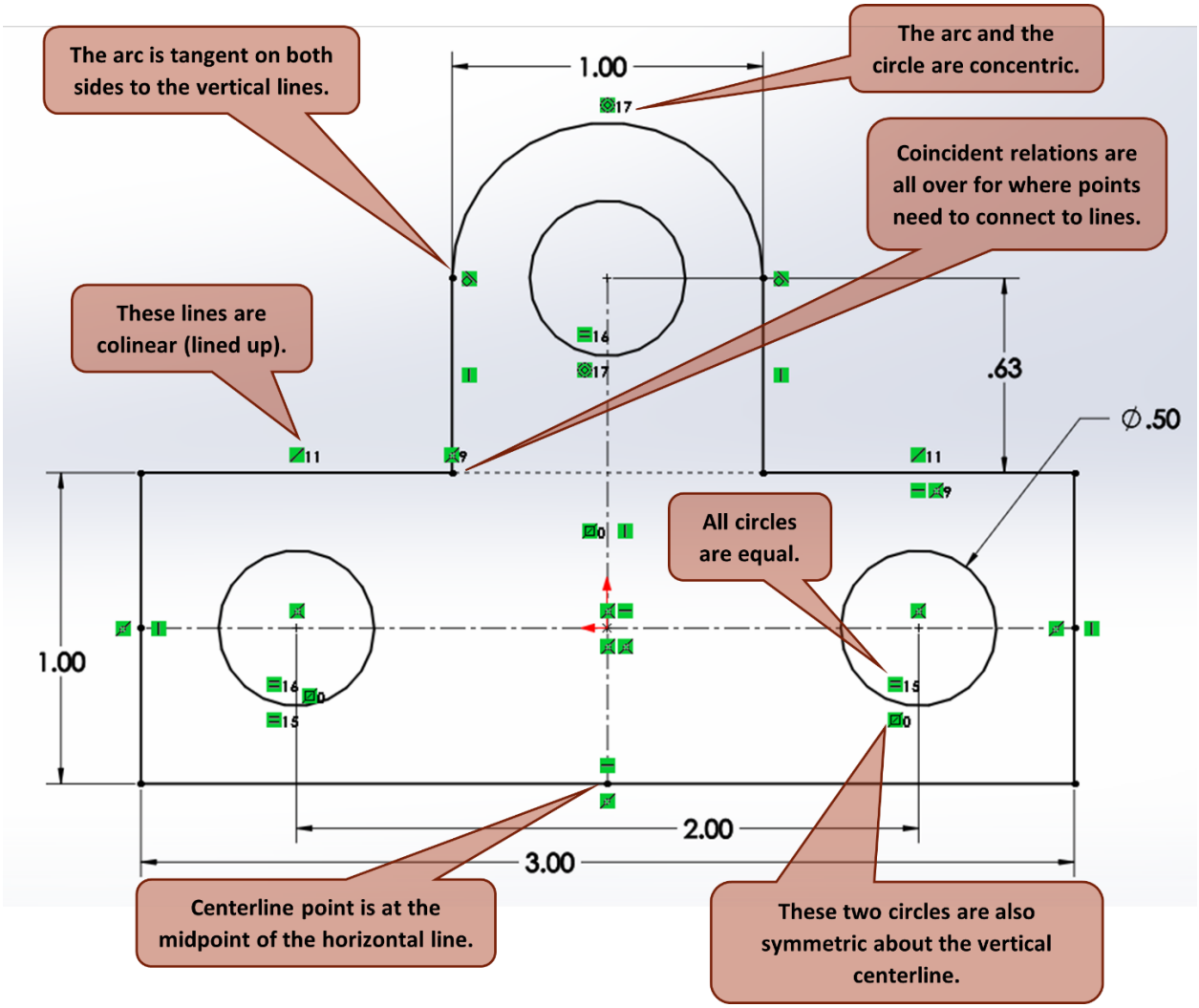
Stretch Entities টুল ব্যবহার করা হয় স্কেচের কোনো নির্দিষ্ট অংশকে টেনে বাড়ানো বা ছোট করার জন্য। এটি সাধারণত স্কেচের একটি নির্দিষ্ট অংশের দৈর্ঘ্য বা আকৃতি পরিবর্তনের জন্য ব্যবহৃত হয়, তবে সম্পূর্ণ প্রোফাইলের আকৃতি অপরিবর্তিত থাকে।

এই সমস্ত Sketch Modify Tools SolidWorks-এর স্কেচিং প্রক্রিয়াকে আরও গতিশীল ও সঠিক করে তোলে। এগুলোর মাধ্যমে ডিজাইনার সহজেই স্কেচ সংশোধন, কপি, পুনরাবৃত্তি ও পরিবর্তন করতে পারে, যা পরবর্তী 3D মডেলিং ধাপকে অনেক সহজ ও সময়সাশ্রয়ী করে তোলে।



Sketch relations

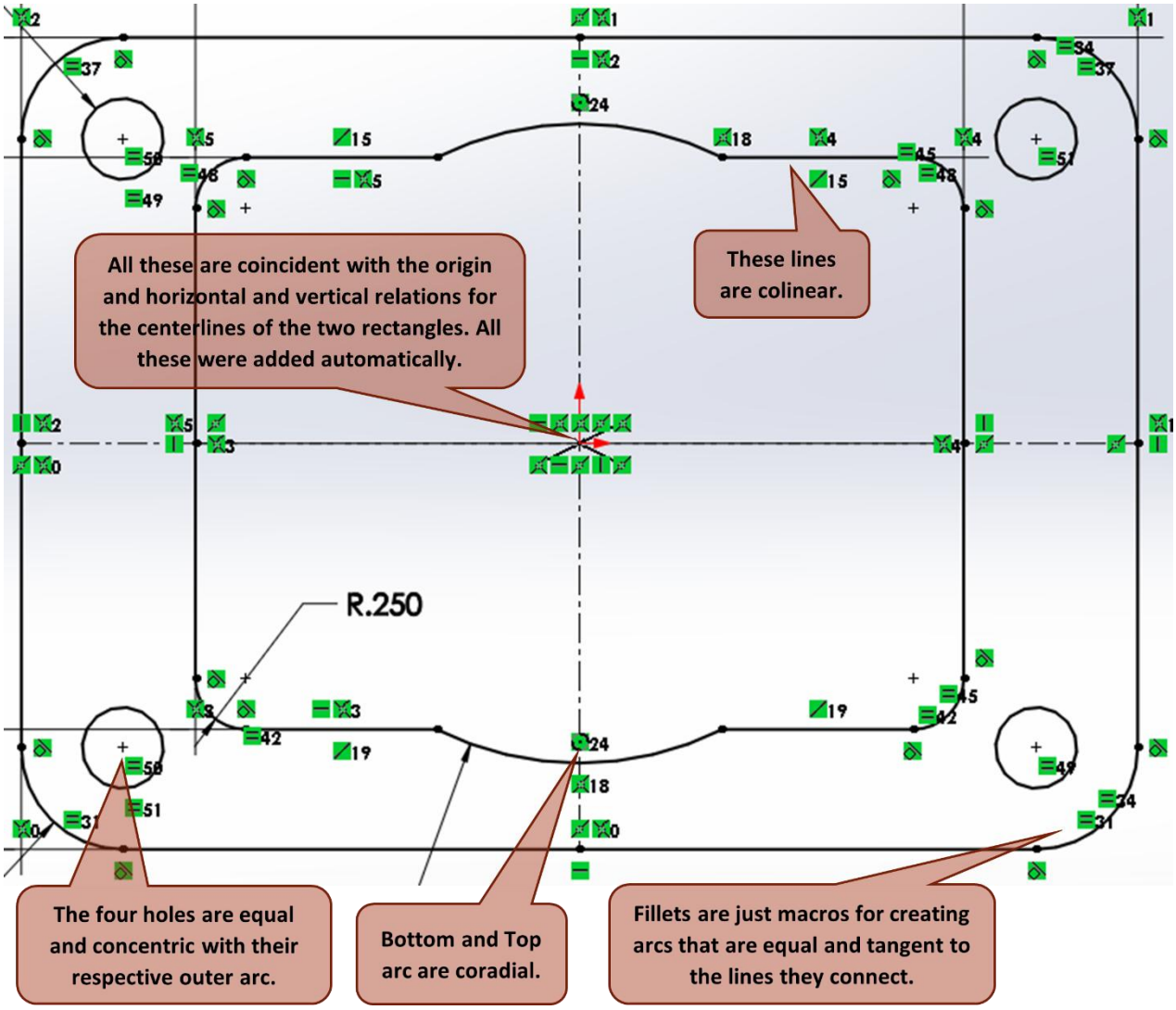
SolidWorks-এর Sketch Relations হলো SolidWorks-এর স্কেচিং সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ যা স্কেচের ভেতরে থাকা বিভিন্ন লাইন, বৃত্ত, আর্ক বা পয়েন্টের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ করে। এটি মূলত জ্যামিতিকভাবে নির্ভুল স্কেচ তৈরি করতে সাহায্য করে। Sketch Relations-এর মাধ্যমে কোনো স্কেচ এলিমেন্টের অবস্থান, কোণ, দিক এবং সম্পর্ক একবার নির্ধারণ করে দিলে সেটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সেই শর্ত বজায় রাখে। যেমন, যদি দুটি লাইনকে Parallel Relation দেওয়া হয়, তাহলে পরবর্তীতে কোনো একটি লাইন নড়ালেও অন্যটি সবসময় সমান্তরাল থাকবে। একইভাবে Perpendicular Relation দিলে দুই লাইন সবসময় ৯০ ডিগ্রি কোণে থাকবে।



Sketch Relations ব্যবহারের মূল উদ্দেশ্য হলো স্কেচকে স্থিতিশীল ও সঠিকভাবে সংজ্ঞায়িত করা। SolidWorks সাধারণত দুটি পদ্ধতিতে Relation নির্ধারণ করে—স্বয়ংক্রিয়ভাবে (Automatic Relations) এবং ব্যবহারকারীর মাধ্যমে (Manual Relations) । স্কেচ করার সময় সফটওয়্যার স্বয়ংক্রিয়ভাবে কিছু Relation চিনে নেয়, যেমন Horizontal, Vertical বা Coincident। ব্যবহারকারী চাইলে পরবর্তীতে ম্যানুয়ালি আরও Relation যোগ করতে পারে, যাতে ডিজাইন আরও নিয়ন্ত্রিত হয়।

Sketch Relations-এর মাধ্যমে ডিজাইনার সহজে Fully Defined স্কেচ তৈরি করতে পারে। Fully Defined মানে স্কেচের সব উপাদান Dimension এবং Relation দ্বারা সম্পূর্ণভাবে নির্ধারিত, ফলে সেটি অবাঞ্ছিতভাবে নড়ে না বা বিকৃত হয় না। এই সম্পর্কগুলো SolidWorks-এর বুদ্ধিমান ডিজাইন সিস্টেমকে আরও কার্যকর করে তোলে এবং মডেলিং প্রক্রিয়াকে দ্রুত, স্থিতিশীল ও নির্ভুল করে।

Sketch Relations হলো এমন একটি সিস্টেম যা SolidWorks-এর স্কেচকে জ্যামিতিকভাবে সঠিক ও নিয়ন্ত্রিত রাখে। এটি ডিজাইনারকে কম সময়ের মধ্যে স্থিতিশীল এবং পুনরাবৃত্তিযোগ্য ডিজাইন তৈরি করতে সাহায্য করে, যা পরবর্তী 3D মডেলিংয়ের জন্য একটি শক্ত ভিত্তি তৈরি করে।



নিচে উল্লেখিত Relations গুলো বিশদভাবে আলোচনা করা হলো।

Horizontal Relation হলো এমন একটি সম্পর্ক যা লাইন বা দুটি পয়েন্টকে অনুভূমিকভাবে স্থির রাখে। যখন Horizontal Relation প্রয়োগ করা হয়, লাইন সবসময় Left থেকে Right বা Right থেকে Left অনুভূমিকভাবে থাকে, এবং স্কেচের অন্যান্য পরিবর্তন এটির অবস্থানকে প্রভাবিত করতে পারে না। এটি সাধারণত বেসলাইন বা হরাইজন্টাল অক্ষ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

Vertical Relation হলো এমন একটি Relation যা লাইন বা দুটি পয়েন্টকে উল্লম্বভাবে স্থির রাখে। Vertical Relation প্রয়োগ করলে লাইন সবসময় উপরে থেকে নিচে বা নিচ থেকে উপরে স্থিত থাকে। এটি Column, Pillar বা Vertical Support-এর মতো ডিজাইনে ব্যবহার করা হয়।

Coincident Relation ব্যবহার করে কোনো পয়েন্টকে নির্দিষ্ট লাইন, আর্ক বা কার্ভের সাথে যুক্ত করা যায়। Coincident Relation প্রয়োগ করা হলে পয়েন্ট সবসময় সেই লাইন বা কার্ভের উপর অবস্থান করে এবং স্কেচে স্থানান্তর হলেও এটি লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন হয় না।

Intersection Relation দুটি লাইন বা কার্ভের সংযোগ বিন্দুকে নির্ধারণ করতে ব্যবহার করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে স্কেচের নির্দিষ্ট পয়েন্ট সবসময় দুইটি উপাদানের সংযোগ স্থানে অবস্থান করবে।

Tangent Relation ব্যবহার করে একটি কার্ভ এবং লাইন বা দুটি কার্ভকে এমনভাবে যুক্ত করা যায় যাতে তারা স্পর্শক অবস্থায় থাকে। Tangent Relation প্রয়োগ করলে কার্ভ এবং লাইন বা কার্ভের মধ্যবর্তী কোণ সর্বদা ৯০± এর বেশি বা কম হয় না, যা Smooth Transition তৈরি করতে সহায়তা করে।

Collinear Relation দুটি লাইনকে একই সরল রেখায় রাখে। যখন Collinear Relation প্রয়োগ করা হয়, লাইনগুলো একই আংশিক বা সম্পূর্ণ রেখার অংশ হিসেবে বিবেচিত হয়, ফলে লাইনগুলো একে অপরের সঙ্গে সরলভাবে সংযুক্ত থাকে।

Parallel Relation দুটি লাইনকে সমান্তরাল রাখে। Parallel Relation প্রয়োগ করলে লাইনগুলো সবসময় সমান্তরাল থাকে এবং একটির অবস্থান পরিবর্তন হলেও অন্যটি একই কোণ বজায় রাখে। এটি Mechanical Parts বা Structural Support-এর জন্য প্রয়োজনীয়।

Concentric Relation দুটি বৃত্ত, আর্ক বা স্লটকে একই কেন্দ্রবিন্দুতে স্থাপন করে। Concentric Relation প্রয়োগ করলে কেন্দ্রবিন্দু পরিবর্তন হলেও উভয় কার্ভ সবসময় একই কেন্দ্রে অবস্থান করে, যা গিয়ার, হুইল বা বোল্ট হোলের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

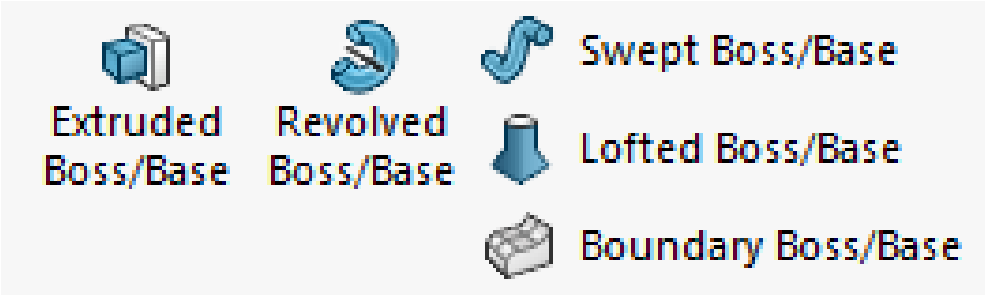
Pairs Relation সাধারণত দুটি অবজেক্টকে একে অপরের সাথে জ্যামিতিকভাবে যুক্ত করে এমনভাবে যাতে তাদের মধ্যে নির্দিষ্ট সংখ্যা বা অবস্থান বজায় থাকে। এটি সমমিত বা পুনরাবৃত্তিমূলক ডিজাইনে সহায়ক।

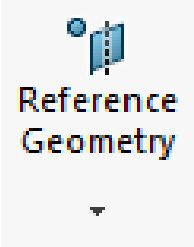
Symmetric Relation দুটি অবজেক্টকে একটি সেন্টারলাইন বা Axis-এর বিপরীতে প্রতিসম করে দেয়। Symmetric Relation প্রয়োগ করলে ডিজাইনের দুই পাশে থাকা অংশগুলো সবসময় সমান বা প্রতিসম থাকে, যা সিমেট্রিক পার্ট বা প্রোডাক্টের জন্য অপরিহার্য।

এই সমস্ত Sketch Relations একত্রে ব্যবহার করে SolidWorks-এ স্কেচের স্থিতিশীলতা, সঠিকতা এবং নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করা হয়। Relations-এর সঠিক প্রয়োগ ডিজাইনকে Fully Defined করে, ভুল বা অপ্রয়োজনীয় পরিবর্তন রোধ করে এবং পরবর্তী 3D মডেলিং ধাপে সহজ, দ্রুত এবং নির্ভুল কাজ সম্পন্ন করতে সাহায্য করে।

Feature tools

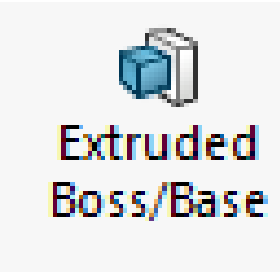
SolidWorks-এর Feature Tools হলো সেই সমস্ত সরঞ্জাম যা 2D স্কেচকে 3D মডেলে রূপান্তর করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত ডিজাইনের ভলিউম, আকৃতি এবং জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করে। Feature Tools-এর মাধ্যমে ব্যবহারকারী পার্টে নতুন ফিচার যোগ করতে পারে যেমন Extrude, Revolve, Sweep বা Loft-এর মাধ্যমে স্কেচ থেকে থ্রিডি বডি তৈরি করা যায়। এছাড়া Cut, Hole Wizard, Shell বা Fillet ও Chamfer Tools ব্যবহার করে বডিতে ছিদ্র, মসৃণ কোণ, ঢালু কোণ এবং শেল তৈরি করা সম্ভব। Rib, Draft এবং Pattern Tools দিয়ে বডিতে অতিরিক্ত জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য বা পুনরাবৃত্তিমূলক ফিচার যোগ করা যায়।





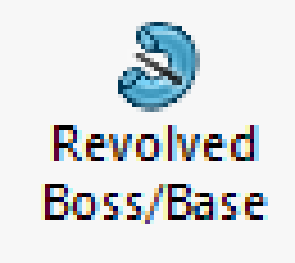
Feature Tools ব্যবহার করে ডিজাইনকে কেবল আকৃতি দেওয়া হয় না, বরং এটি প্রোডাক্টের কার্যকরিতা, শক্তি এবং প্রোডাকশন উপযোগিতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে। সংক্ষেপে, Feature Tools হলো SolidWorks-এর সেই সরঞ্জামসমূহ যা ডিজাইনের 2D ভিত্তিকে বাস্তবিক 3D পার্ট বা অ্যাসেম্বলিতে রূপান্তরিত করে এবং ব্যবহারকারীকে সম্পূর্ণ প্রোডাক্ট তৈরি করার ক্ষমতা প্রদান করে।

Extruded Boss/Base হলো SolidWorks-এর সবচেয়ে সাধারণ এবং গুরুত্বপূর্ণ ফিচার যা 2D স্কেচকে নির্দিষ্ট উচ্চতা বা গভীরতা দিয়ে 3D বডিতে রূপান্তর করে। এটি মূলত Block, Plate, বা যেকোনো Solid পার্ট তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি আয়তক্ষেত্র বা সার্কেলের স্কেচ Extrude করলে একটি Solid Block তৈরি হয়। Extrude-তে Direction, Blind, Through All, Up to Next বা Mid Plane-এর মতো অপশন ব্যবহার করে বডির উচ্চতা এবং দিক নির্ধারণ করা যায়। এটি শিক্ষার্থীদের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ কারণ প্রায় সব পার্টের প্রাথমিক ভলিউম Extrude ব্যবহার করেই তৈরি করা হয়।



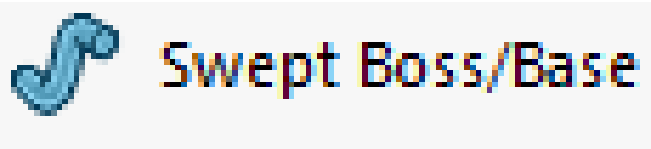
Extruded Cut হলো Extruded Boss/Base-এর বিপরীত ফিচার, যা 2D স্কেচ ব্যবহার করে বডি থেকে Material Removal করে। এটি বডিতে ছিদ্র, স্লট, খাঁজ বা অন্য কোনো কাট তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, Circular স্কেচ Extruded Cut করলে হোল তৈরি হয়। Cut Feature ব্যবহার করার সময় Depth, Through All, Up to Next বা Offset অপশন ব্যবহার করে কাটের গভীরতা নির্ধারণ করা যায়। Extruded Cut হলো যেকোনো Mechanical Part-এ Hole, Groove বা Slot তৈরি করার জন্য অপরিহার্য।

Revolved Boss/Base ফিচার ব্যবহার করে 2D স্কেচকে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের চারপাশে ঘূর্ণন করে 3D বডি তৈরি করা হয়। এটি মূলত সিমেট্রিক বা রাউন্ড পার্ট যেমন শাফট, হুইল, Pulley, Disc বা বোতলের জন্য ব্যবহৃত হয়। Revolve Feature-এর ক্ষেত্রে Axis of Revolution নির্ধারণ করা হয় এবং স্কেচ সেই অক্ষের চারপাশে ঘুরিয়ে Solid Body তৈরি করা হয়। এটি Extrude-এর চেয়ে বেশি কার্যকর যখন Circular Symmetry থাকা প্রয়োজন।



Revolved Cut হলো Revolved Boss/Base-এর মতোই, তবে এখানে Material Removal করা হয়। এটি বডিতে Circular Hole, Groove বা বৃত্তাকার খাঁজ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি শাফটের ভেতরের Hollow অংশ বা Bearing Housing তৈরি করতে Revolved Cut ব্যবহার করা হয়।

Swept Boss/Base হলো একটি ফিচার যা একটি প্রোফাইল স্কেচকে Path বা পথ বরাবর স্থানান্তর করে 3D বডি তৈরি করে। এটি Curved Pipe, Cable Tray, Tube, বা জটিল বাঁকা পার্ট তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। Swept Boss/Base ব্যবহার করার সময় দুটি স্কেচ প্রয়োজন হয়: Profile এবং Path। Profile হলো যে আকারটি 3D তে প্রয়োজন এবং Path হলো সেই পথ যেখানে Profile স্থানান্তরিত হবে। Swept Boss/Base শিক্ষার্থীদের শেখায় কিভাবে জটিল জ্যামিতিক আকৃতি তৈরি করা যায়।

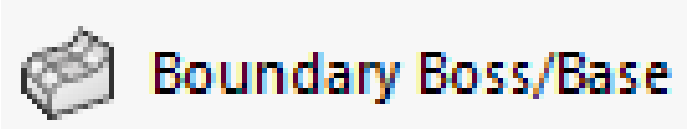


Swept Cut হলো Swept Boss/Base-এর মতোই, তবে Material Removal করার জন্য। এটি Curved Hole, Slot বা Channel তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি বাঁকা পাইপের মধ্য দিয়ে ছিদ্র বা চ্যানেল তৈরি করতে Swept Cut ব্যবহার করা হয়।

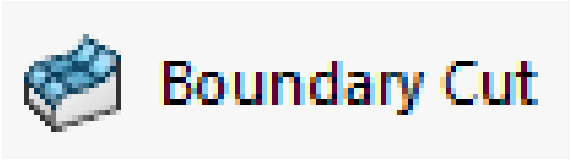
Lofted Boss/Base ফিচার দুটি বা ততোধিক স্কেচের মধ্যে একটি মসৃণ সংযোগ তৈরি করে 3D বডি তৈরি করে। এটি Extrude বা Revolve দিয়ে সম্ভব না এমন জটিল এবং অ-সিমেট্রিক আকারের জন্য ব্যবহার হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি ছোট আয়তক্ষেত্রের স্কেচ থেকে বড় বৃত্তাকার আকারে পরিবর্তন করার সময় Lofted Boss/Base ব্যবহার করা হয়। Loft Feature-এ Guide Curves ব্যবহার করে আরও নিয়ন্ত্রিত আকার তৈরি করা যায়।

Lofted Cut হলো Lofted Boss/Base-এর মতোই, তবে Material Removal করার জন্য। এটি জটিল আকারের ছিদ্র, খাঁজ বা কেটে ফেলা অংশ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি Aerodynamic Cover বা Mold Part-এর জটিল ছিদ্র তৈরিতে Lofted Cut ব্যবহার করা হয়।

Boundary Boss/Base হলো Lofted Boss/Base-এর উন্নত সংস্করণ, যা দুটি বা ততোধিক বাউন্ডারি বা এডজ ব্যবহার করে মসৃণ 3D বডি তৈরি করে। এটি Lofted-এর চেয়ে বেশি কন্ট্রোল দেয় এবং জটিল এবং Artistic Shape তৈরির জন্য ব্যবহার করা হয়। Boundary Boss/Base-এ দুটি প্রধান Direction থাকে এবং প্রতিটি Direction-এ স্কেচ বা এডজ নির্বাচন করে মসৃণ ফিচার তৈরি করা যায়।



Boundary Cut হলো Boundary Boss/Base-এর মতোই, তবে Material Removal করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি জটিল বডিতে নির্দিষ্ট সীমারেখা অনুযায়ী ছিদ্র বা কাট তৈরি করতে সাহায্য করে। উদাহরণস্বরূপ, Mold Part, Injection Part বা জটিল Mechanical Housing-এ এই Tool ব্যবহার করা হয়।



extrude এবং Revolve Features সাধারণ এবং বেসিক পার্ট তৈরির জন্য, swept এবং Lofted Features Curved বা জটিল আকারের জন্য, আর Boundary Feature সর্বোচ্চ নিয়ন্ত্রণ এবং Artistic Shape তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। Cut ফিচারগুলো সবসময় Material Removal বা ছিদ্র তৈরিতে অপরিহার্য। এই Tools গুলো শিক্ষার্থীদের 3D মডেলিংয়ের মূল ভিত্তি শিখতে এবং যেকোনো Mechanical বা Industrial Part ডিজাইন করতে সাহায্য করে।

Direct Editing Tools

এটি হলো SolidWorks-এর এমন একটি ফিচার যা ব্যবহারকারীর 3D মডেলে সরাসরি পরিবর্তন করার সুবিধা দেয়, স্কেচ বা ফিচার ইতিহাস অনুসরণ করার প্রয়োজন নেই। এটি মূলত Imported বা History-Free Models-এর জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে ব্যবহারকারী সহজেই Faces, Edges বা Bodies-কে সরিয়ে, ঘুরিয়ে বা স্কেল করে পরিবর্তন করতে পারে। Direct Editing Tools ব্যবহার করে দ্রুত মডিফিকেশন, Resize, Move, Rotate বা Delete করা যায় এবং জটিল পার্টের ওপর দ্রুত পরিবর্তন করার সুবিধা প্রদান করে।

Fillet টুল ব্যবহার করে বডির এজ বা কোণকে গোল করা হয়। এটি Mechanical Parts-এ Stress Concentration কমাতে সাহায্য করে এবং পার্টকে মসৃণ করে। Fillet Apply করার সময় Radius নির্ধারণ করা হয় এবং Edge, Face বা Vertex-তে প্রয়োগ করা যায়। এটি Functional ও Cosmetic Design-এর জন্য অপরিহার্য।

Chamfer টুল বডির কোণকে ঢালু বা তির্যক আকারে পরিবর্তন করে। Chamfer সাধারণত মেশিনিংয়ের জন্য সুবিধাজনক হয়, যেমন Assembly-তে Part Insert করা সহজ হয় এবং Sharp Edges কমিয়ে Safety নিশ্চিত করা যায়। Chamfer Apply করার সময় Distance, Angle বা Two Distance Options ব্যবহার করা যায়।

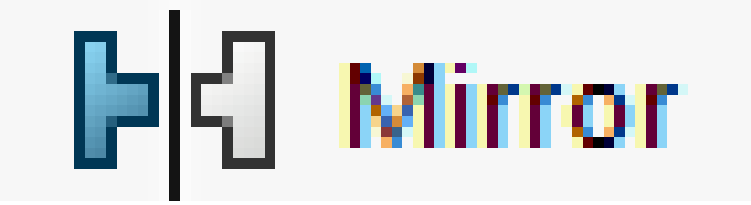
Rib টুল পার্টের ভেতরে বা বাইরে রিব বা জ্যামিতিক সাপোর্ট তৈরি করে, যা পার্টকে শক্তিশালী করে এবং Weight হ্রাস করে। Rib ফিচার সাধারণত Thin Wall Structure বা Molded Part-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। Rib টুল ব্যবহার করার সময় Profile এবং Direction নির্ধারণ করতে হয়।

Draft টুল ব্যবহৃত হয় পার্টের Faces বা Surfaces-কে নির্দিষ্ট কোণে ঢালু করার জন্য। এটি Injection Molded বা Casted Parts-এর জন্য অপরিহার্য, কারণ Mold থেকে Part সহজে বের করা যায়। Draft Angle নির্ধারণ করে Faces-এ ঢালু তৈরি করা হয়।

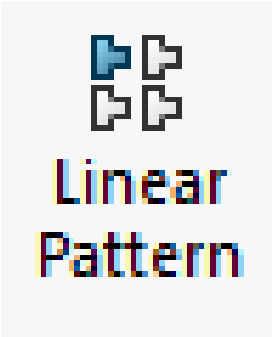
Shell টুল একটি Solid Body-এর ভেতরের Material সরিয়ে Hollow Structure তৈরি করে। এটি Molded Part বা Thin Wall Structure তৈরি করতে সাহায্য করে। Shell Feature-এ Wall Thickness নির্ধারণ করতে হয় এবং কোন Faces Open থাকবে তা নির্বাচন করা যায়।

Wrap টুল ব্যবহার করে 2D Sketch বা Textকে Curved Surface বা Face-এর সাথে Wrap করা যায়। এটি Molded Part, Embossed Part বা Cosmetic Feature তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। Wrap-এ Emboss, Debos বা Scribe Options ব্যবহার করে Sketch Surface-এ Apply করা হয়।

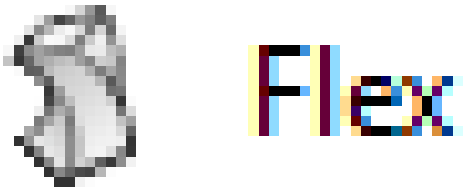
Mirror টুল একটি Part বা Feature-কে নির্দিষ্ট Plane বা Face-এর বিপরীতে প্রতিফলিত করে। এটি Symmetric Design তৈরিতে অপরিহার্য। Mirror Tool ব্যবহার করে Solid Bodies, Features, Faces বা Bodies Mirror করা যায়। Symmetry বজায় রাখার কারণে Part Design দ্রুত ও নির্ভুল হয়।



Pattern টুল Features বা Bodies-এর পুনরাবৃত্তি তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। Pattern Tool-এর মধ্যে Linear Pattern, Circular Pattern এবং Sketch Driven Pattern অন্তর্ভুক্ত। Linear Pattern ব্যবহার করে নির্দিষ্ট দূরত্বে Features Repeat করা যায়, Circular Pattern দিয়ে Center Point-এর চারপাশে Repeat করা যায়, আর Sketch Driven Pattern-এ Sketch Points অনুযায়ী Feature Copy করা হয়।



Flex ফিচার হলো একটি Advanced Feature Tool যা Part বা Body-এর আকৃতি পরিবর্তন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত Existing 3D Part-কে বাঁকানো, মোড়ানো, টানা বা স্কেল করার সুবিধা দেয়, ফলে নতুন স্কেচ বা ফিচার না যোগ করেও Part-এর জ্যামিতিক আকৃতি পরিবর্তন করা যায়। Flex ফিচার ব্যবহার করে Part-কে Curved, Twisted, Bent বা Tapered Shape-এ রূপান্তর করা সম্ভব, যা Mechanical, Sheet Metal, Plastic বা Cosmetic Design-এর জন্য খুবই প্রয়োজনীয়। Flex ফিচারে সাধারণত তিনটি প্রধান অপশন থাকে: Bend, Twist এবং Taper। Bend অপশন ব্যবহার করে Part বা Body-কে নির্দিষ্ট Axis বা Line বরাবর বাঁকানো যায়, যেমন Pipe বা Beam-এর বাঁকা অংশ তৈরি করা। Twist অপশন দ্বারা Part-কে নির্দিষ্ট কোণ অনুযায়ী ঘুরিয়ে নতুন আকৃতি দেওয়া যায়, যা Screw, Spring বা Helical Shape তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। Taper বা Stretch Option দিয়ে Part-এর End Faces বা Volume-কে বড় বা ছোট করা যায়, ফলে Part-এর প্রস্থ, দৈর্ঘ্য বা আকার পরিবর্তন করা সহজ হয়।

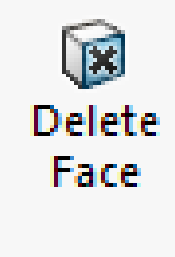


Move Face ফিচার হলো এমন একটি সরঞ্জাম যা ব্যবহার করে 3D মডেলের নির্দিষ্ট অংশকে সরাসরি স্থানান্তর, ঘুরানো বা দূরত্ব অনুযায়ী সরানো যায়। এটি মূলত Imported বা History-Free Models-এর জন্য ব্যবহার হয়, যেখানে মূল স্কেচ বা ফিচার হিস্ট্রি পরিবর্তন করা যায় না। Move Face ব্যবহার করে নির্দিষ্ট Face, Edge বা Surface-কে Translate করে নির্দিষ্ট দিক বরাবর সরানো যায়, Rotate করে কোনো Center Point বা Axis-এর চারপাশে ঘুরানো যায় এবং Offset দিয়ে মূল অবস্থান থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে সরানো সম্ভব। এটি Existing 3D Part-এর আকৃতি দ্রুত পরিবর্তন করতে সাহায্য করে, ডিজাইন সংশোধন এবং Assembly-তে খাপ খাইয়ে আনার জন্য উপযোগী। Move Face ফিচার ব্যবহার করে Wall, Extrude বা Lofted Feature-এর কোনো অংশের আকৃতি সহজেই নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

Move/Copy Bodies ফিচার হলো একটি Direct Editing Tool যা Multibody Part বা একাধিক Solid Body-এর অবস্থান পরিবর্তন এবং কপি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত তখন ব্যবহার করা হয় যখন একটি Part-এর ভেতরে একাধিক Body থাকে, এবং সেই Bodies-কে নতুন অবস্থানে সরাতে বা নতুন কপি তৈরি করতে হয়। এই ফিচারটি Imported বা History-Free Models-এও কাজ করে, কারণ এতে স্কেচ বা Feature History-এর ওপর নির্ভরশীলতা থাকে না। Move/Copy Bodies ফিচারে সাধারণত দুটি প্রধান কাজ করা যায়। প্রথমত, **Move** Option ব্যবহার করে নির্দিষ্ট Body-কে Translate বা Rotate করা যায়। Translate করলে Body নির্দিষ্ট দিক বরাবর সরানো হয়, আর Rotate করলে Body নির্দিষ্ট Axis বা Center Point-এর চারপাশে ঘোরানো হয়। দ্বিতীয়ত, **Copy** Option ব্যবহার করে Body-এর একাধিক কপি তৈরি করা সম্ভব, যা বিভিন্ন স্থানে বসিয়ে Assembly বা Multi-Body Design-এর জন্য ব্যবহার করা যায়। Copy করলে ব্যবহারকারী কপি সংখ্যার নির্ধারণ এবং তাদের অবস্থান নির্ধারণ করতে পারে। Move/Copy Bodies ফিচার দিয়ে ব্যবহারকারী সহজেই Multibody Part-এর মধ্যে Body-র অবস্থান পরিবর্তন করতে পারে, কপি তৈরি করতে পারে, বা Bodies-এর মধ্যে সমন্বয় করতে পারে। এটি বিশেষভাবে Molded Part, Sheet Metal বা Complex Assembly-র জন্য গুরুত্বপূর্ণ, কারণ একাধিক Body-এর অবস্থান সঠিকভাবে নির্ধারণ করা হলে Assembly বা Final Part সহজে তৈরি করা যায়।

Delete Face ফিচার হলো একটি Direct Editing Tool যা বডির নির্দিষ্ট Face সরিয়ে দেয়। এটি মূলত তখন ব্যবহৃত হয় যখন কোনো 3D Part-এর কিছু অংশ অপসারণ করতে হয়, বিশেষ করে Imported বা History-Free

Models-এ, যেখানে মূল স্কেচ বা Feature History পরিবর্তন করা সম্ভব নয়। Delete Face ফিচার ব্যবহার করে একটি Face সম্পূর্ণভাবে মুছে ফেলা যায় এবং প্রয়োজনে তার আশেপাশের Geometry স্বয়ংক্রিয়ভাবে পুনঃসংযোজিত হয় যাতে বডি Integrity বজায় থাকে। Delete Face ফিচারে সাধারণত দুটি অপশন থাকে। **Delete** অপশন ব্যবহার করলে নির্বাচিত Face সরাসরি মুছে ফেলা হয় এবং বাকি Geometry Merge হয়ে যায়। **Delete and Patch** অপশন ব্যবহার করলে Face সরানোর পর তার জায়গা স্বয়ংক্রিয়ভাবে Patch বা Fill হয়ে যায়, ফলে বডি মসৃণ এবং Continuous থাকে। Delete Face ফিচার ব্যবহার করে ব্যবহারকারী Part থেকে Unwanted Faces, Old Features বা Design Error সহজেই সরিয়ে দিতে পারে। এটি Molded Parts, Sheet Metal বা Imported CAD Models-এর Cleanup করার জন্য খুবই কার্যকর।



Split ফিচার হলো একটি Feature Tool যা 3D Part বা Body-কে একাধিক ভাগে ভাগ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত Multibody Part তৈরি, Molded Parts-এর Core & Cavity ভাগ করা, বা Complex Part-এর নির্দিষ্ট Sections আলাদা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। Split ফিচার ব্যবহার করে Part কে একাধিক Solid Body-তে ভাগ করা যায়, যা পরে আলাদাভাবে Modify, Move বা Save করা সম্ভব। Split Feature-এ সাধারণত একটি **Cutting Tool** বা Plane ব্যবহার করা হয় যা Part কে ভাগ করে। ব্যবহারকারী নির্ধারণ করতে পারে কোন Faces বা Bodies নতুন অংশ হিসেবে আলাদা হবে। এছাড়া Split করার পরে স্বয়ংক্রিয়ভাবে Bodies নতুন File-এ Save করা বা Original Part-এর মধ্যে রাখার অপশন থাকে। Split ফিচার মূলত Mold Design, Assembly Preparation বা Multi-Body Part Handling-এর জন্য অপরিহার্য। উদাহরণস্বরূপ, Molded Part-এ Core ও Cavity আলাদা করতে, বা Large Part কে manageable Sections-এ ভাগ করতে Split ব্যবহার করা হয়। এটি Complex Part Handling সহজ এবং Production-Ready Design নিশ্চিত করে।

Combine ফিচার হলো একটি Feature Tool যা Multibody Part-এর একাধিক Solid Body-কে একত্রিত, বাদ বা ক্রস-চেক করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত তখন ব্যবহৃত হয় যখন একটি Part-এর মধ্যে একাধিক Body থাকে এবং ব্যবহারকারী সেই Bodies-এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন বা জ্যামিতিক পরিবর্তন করতে চায়। Combine ফিচার ব্যবহার করে Bodies কে Merge, subtract বা Common Operation-এর মাধ্যমে Manipulate করা যায়।
Combine Feature-এর তিনটি প্রধান অপশন থাকে। **Add (Merge)** ব্যবহার করে দুটি বা ততোধিক Body একত্রিত করে একটি Single Solid Body তৈরি করা হয়। **Subtract** ব্যবহার করলে একটি Body-এর আকার অন্য Body থেকে বাদ দেওয়া হয়, যা Cut Feature-এর মতো কাজ করে। **Common** Option ব্যবহার করে Bodies-এর Overlapping অংশগুলো আলাদা করা যায়, যেখানে কেবল Common Volume থাকে।

Combine ফিচার মূলত Molded Part, Assembly Preparation এবং Multibody Design-এর জন্য গুরুত্বপূর্ণ। উদাহরণস্বরূপ, দুটি Molded Part Merge করে একটি Final Part তৈরি করা, বা একটি Body থেকে অন্য Body-র নির্দিষ্ট অংশ বাদ দিয়ে Hollow বা Complex Shape তৈরি করা যায়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৪.২

১. 2D ড্রইং বলতে কী বোঝায়?

২. 2D ড্রইং তৈরিতে কোন সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়?

৩. অরথোগ্রাফিক প্রজেকশন কেন প্রয়োজন?

৪. ডাইমেনশন দেওয়ার কাজ কী?

৫. লেয়ার (Layer) ব্যবহার করলে কী সুবিধা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৪.২

১. 2D ড্রইং বলতে কী বোঝায়?
উত্তরঃ 2D ড্রইং হলো এমন একটি অঙ্কন যা কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ নির্দেশ করে কিন্তু উচ্চতা দেখায় না। এটি সমতল পৃষ্ঠে তৈরি হয় এবং সাধারণত বস্তুর আকৃতি, আকার ও বিন্যাস বোঝানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

২. 2D ড্রইং তৈরিতে কোন সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়?
উত্তরঃ 2D ড্রইং তৈরির জন্য সাধারণত AutoCAD, DraftSight, SolidWorks (Drawing Mode), CATIA Drafting, বা Fusion 360-এর Sketch Environment ব্যবহার করা হয়। এর মধ্যে AutoCAD সবচেয়ে জনপ্রিয় সফটওয়্যার।

৩. Orthographic প্রজেকশন কেন প্রয়োজন?
উত্তরঃ অরথোগ্রাফিক প্রজেকশন প্রয়োজন হয় একটি থ্রিডি বস্তুর সঠিক আকৃতি বিভিন্ন দিক থেকে (Front, Top, Side View) প্রদর্শনের জন্য। এটি বস্তুর প্রকৃত মাপ ও অনুপাত সঠিকভাবে প্রকাশ করে, যা উৎপাদন বা মাপজোখের জন্য অপরিহার্য।

৪. ডাইমেনশন দেওয়ার কাজ কী?
উত্তরঃ ডাইমেনশন দেওয়ার কাজ হলো ড্রইংয়ে বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা, ব্যাস, দূরত্ব ইত্যাদি নির্দিষ্ট করে দেওয়া যাতে ব্যবহারকারী বা নির্মাতা সহজে মাপ নিতে পারে এবং সঠিকভাবে বস্তু তৈরি করতে পারে।

৫. লেয়ার (Layer) ব্যবহার করলে কী সুবিধা হয়?
উত্তরঃ লেয়ার ব্যবহারের মাধ্যমে ড্রইংয়ের বিভিন্ন অংশ যেমন লাইন, টেক্সট, ডাইমেনশন, সেন্টার লাইন ইত্যাদি আলাদা করে সাজানো যায়। এতে কাজ গুছানো, সম্পাদনা সহজ এবং নির্দিষ্ট অংশ Hide বা Lock করা সুবিধাজনক হয়, ফলে ড্রইং পরিচালনা সহজ ও সংগঠিত হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ৪.২.১

জবের নাম: 2D ড্রইং তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. CAD সফটওয়্যার চালু করে “New Drawing” নির্বাচন করা।
২. Drawing Units মিলিমিটার বা ইঞ্চিতে সেট করা।
৩. লেয়ার তৈরি করে প্রয়োজন অনুযায়ী নাম দেওয়া (যেমন: Dimension, Centerline, Object) ।
৪. লাইন, সার্কেল, আর্ক, রেকট্যাঙ্গেল কমান্ড ব্যবহার করে বস্তুটির আকার অঙ্কন করা।
৫. ডাইমেনশন টুল দিয়ে দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ দেওয়া।
৬. প্রোজেকশন ভিউ তৈরি করে শিরোনাম ও স্কেল যুক্ত করা।
৭. ফাইল সেভ ও প্রিন্ট প্রিভিউ দেখা।

সতর্কতা:

- ভুল ইউনিট সিলেক্ট করলে পুরো ড্রইং ভুল হবে।
- স্কেল অনুযায়ী ভিউ সেট করতে হবে।
- ডাইমেনশন সবসময় Object Line থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে দিতে হবে।ফাইল সেভ করার সময় সঠিক নাম ও ভার্সন নির্বাচন করতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – 8.২.১

জবের নাম: 2D ড্রইং তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- চোখের সুরক্ষার চশমা
- আরামদায়ক চেয়ার ও সঠিক ভঙ্গিতে বসা
- কম্পিউটার ল্যাবের উপযুক্ত আলো ও বাতাস ব্যবস্থা

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

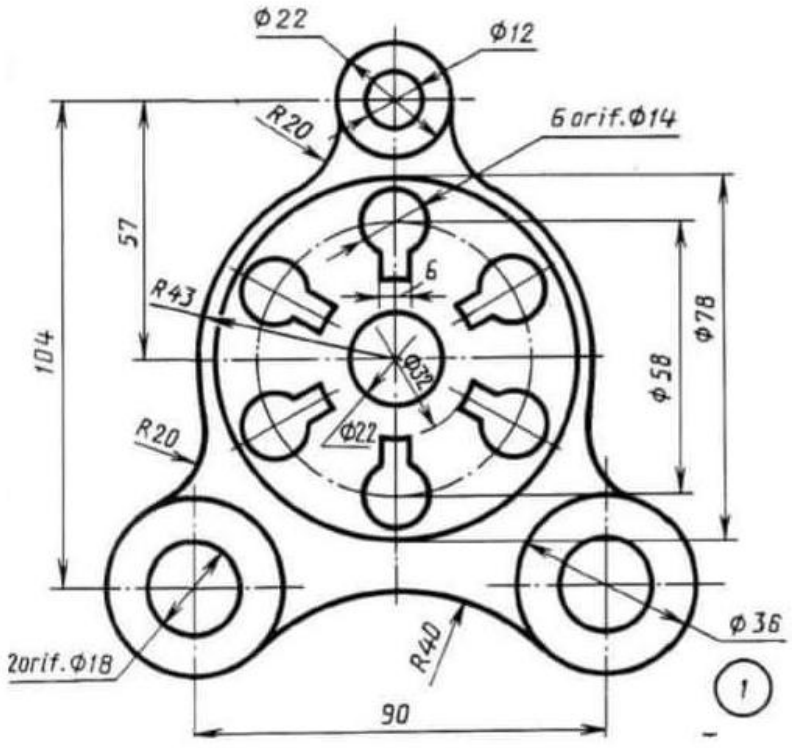
- কম্পিউটার বা ল্যাপটপ
- AutoCAD বা SolidWorks সফটওয়্যার
- মাউস ও কীবোর্ড
- প্রিন্টার (যদি ড্রইং প্রিন্ট প্রয়োজন হয়)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- 2D Drawing Sheet Template
- ড্রইং রেফারেন্স বা স্কেচ

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

(এখানে Front View, Top View এবং Right Side View সহ একটি সহজ যান্ত্রিক বস্তুর অরথোগ্রাফিক প্রজেকশন লে-আউট সংযুক্ত করা যাবে।)



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.৩

শিখন ফল-৩: 3D মডেল তৈরি করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

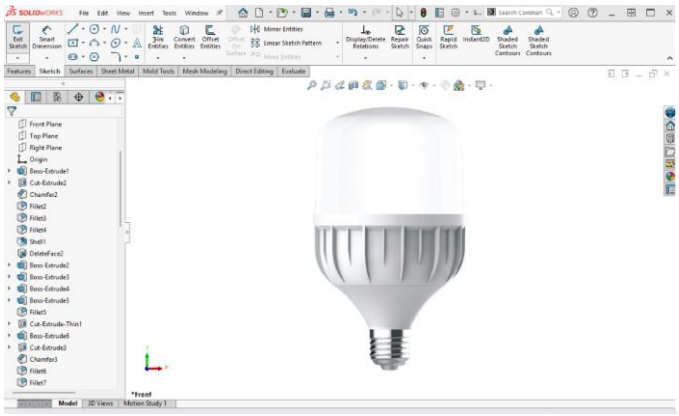
- ফিচার টুলগুলি 3D মডেলের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন
- 3D মডেলের জন্য ডিরেক্ট এডিটিং টুলগুলি সনাক্ত এবং নির্বাচন
- 3D মডেল তৈরি

ফিচার টুলগুলি 3D মডেলের জন্য সনাক্ত এবং নির্বাচন করাঃ

ফিচার টুলগুলি (Feature Tools) হলো SolidWorks-এ ব্যবহৃত সেই টুলসমূহ যা 3D মডেলের ভলিউম বা আকৃতি পরিবর্তন, তৈরি বা কাটার কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলি 3D মডেলিং প্রক্রিয়ার মূল ভিত্তি, কারণ Sketch থেকে শুরু করে মডেল তৈরি করার পর Feature Tools ব্যবহার করে সেটিকে বাস্তব আকারের Solid Body তে রূপান্তর করা হয়। Feature Tools ব্যবহার করে বিভিন্ন ধরনের প্রফাইল, extrusion, cut, revolve, sweep, loft, boundary ইত্যাদি তৈরি করা যায়। এই টুলগুলি ব্যবহারকারীকে মডেলের জটিল আকৃতি এবং প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্যগুলো সহজভাবে সংযোজন, পরিবর্তন বা অপসারণ করার সুযোগ দেয়। Feature Tools ছাড়া 3D মডেল সম্পূর্ণভাবে তৈরি করা বা সম্পাদনা করা সম্ভব নয়।

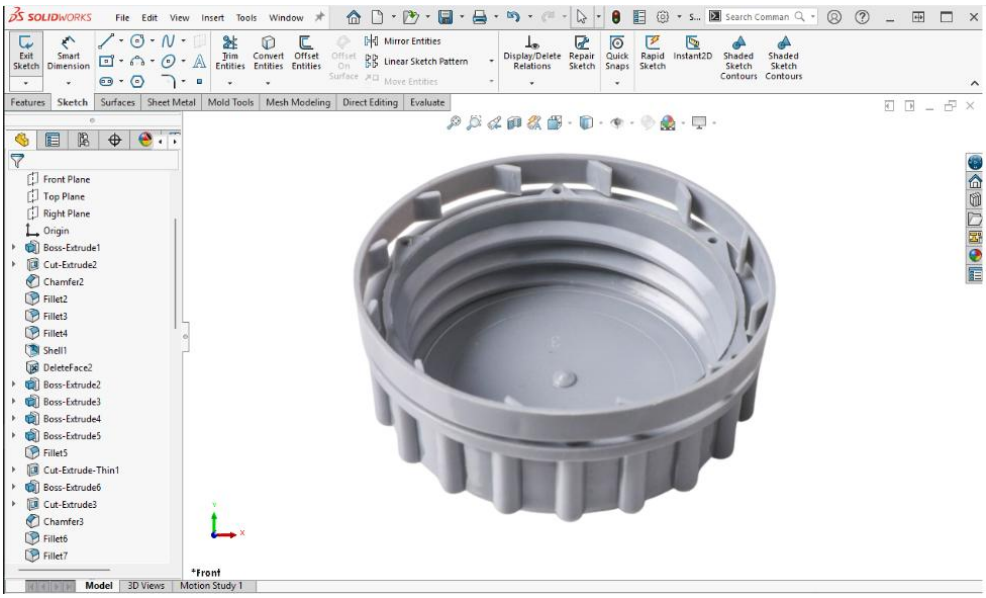
3D মডেলের জন্য ডিরেক্ট এডিটিং টুলগুলি সনাক্ত এবং নির্বাচন করাঃ

এটি হলো এমন সরঞ্জামসমূহ যা ব্যবহারকারীকে 3D মডেলের geometri সরাসরি পরিবর্তন, স্থানান্তর বা সম্পাদনা করার সুযোগ দেয়, কোনো history বা feature tree-এর উপর নির্ভর না করে। এগুলি মূলত imported বা non-parametric মডেল সম্পাদনার জন্য ব্যবহৃত হয়। Direct Editing Tools ব্যবহার করে মডেলের faces, edges বা bodies সরাসরি move, delete, scale, rotate বা combine করা যায়। এই টুলগুলোর মাধ্যমে ব্যবহারকারী দ্রুত design change, repair বা modification করতে পারে, যা parametric feature-এর মাধ্যমে করা সম্ভব নয়। SolidWorks-এ Direct Editing Tools-এর মধ্যে Move Face, Delete Face, Combine, Split, Move/Copy Bodies, Flex, Scale, Rotate ইত্যাদি অন্তর্ভুক্ত। এগুলো 3D মডেলের উপর তাৎক্ষণিক এবং নির্ভুল পরিবর্তন আনতে সাহায্য করে এবং imported CAD ফাইল বা complex geometry-এর ক্ষেত্রে বিশেষভাবে কার্যকর।

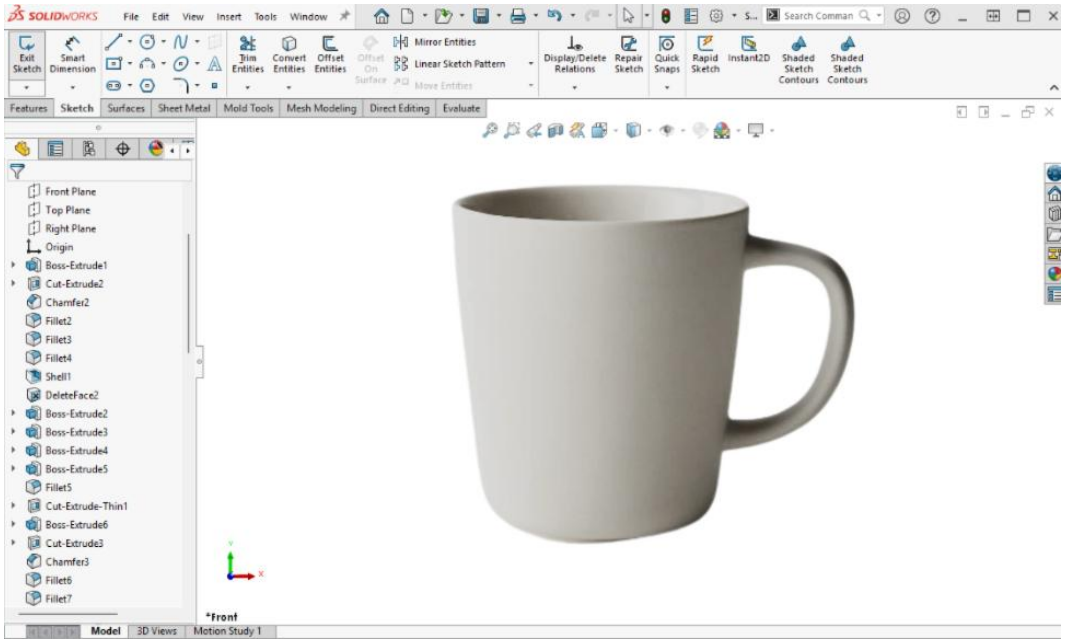


3D মডেল তৈরি করা (Developing 3D model):

SolidWorks-এ **3D Model is Developed** বলতে বোঝানো হয় একটি সম্পূর্ণ ত্রিমাত্রিক (3D) অবজেক্ট বা পার্ট তৈরি করার প্রক্রিয়া, যেখানে একটি 2D স্কেচ থেকে ধাপে ধাপে বাস্তবসম্মত 3D আকৃতি গঠন করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় ব্যবহারকারী স্কেচ তৈরি করে, সেই স্কেচের ওপর বিভিন্ন Feature Tools যেমন Extrude, Revolve, Sweep, Loft, Boundary ইত্যাদি ব্যবহার করে Solid Model তৈরি করে। একটি 3D মডেল তৈরি হওয়ার পর সেটি থেকে অ্যাসেম্বলি, মেশিনিং ড্রয়িং, অ্যানিমেশন বা সিমুলেশনও করা সম্ভব।

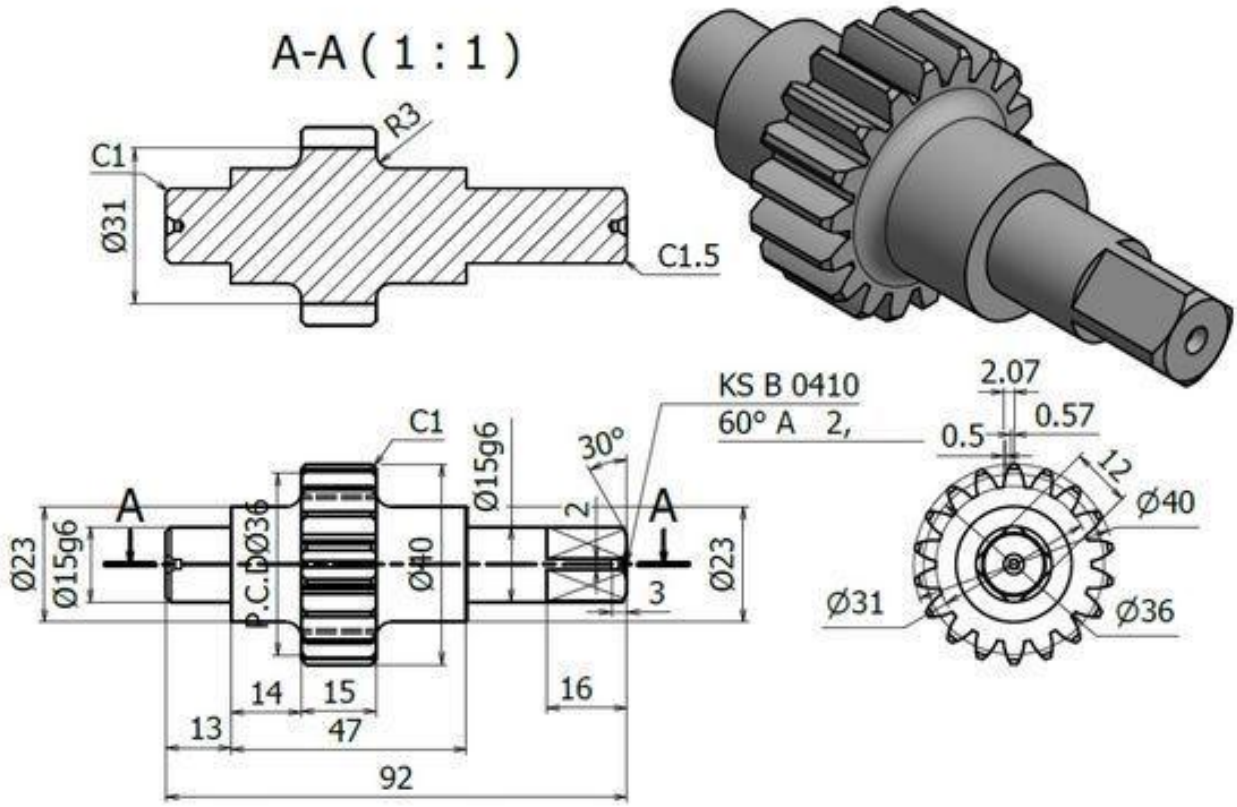


3D মডেল তৈরির প্রথম ধাপ হলো সঠিক **Sketch** তৈরি করা। Sketch সাধারণত 2D সমতলে করা হয়, যেখানে বস্তুর মূল আকৃতি নির্ধারণ করা হয়। এরপর Sketch-কে বিভিন্ন Feature Tools-এর সাহায্যে Solid রূপে রূপান্তর করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, extrude করলে স্কেচের গভীরতা দেওয়া হয়, revolve করলে কোনো অক্ষের চারপাশে ঘুরিয়ে বৃত্তাকার পার্ট তৈরি করা হয়, Sweep করলে বাঁকা পথে আকৃতি তৈরি হয়, এবং Loft বা Boundary ব্যবহার করে জটিল আকৃতি তৈরি করা যায়।



একটি পূর্ণাঙ্গ 3D মডেলে পরে Fillet, Chamfer, Hole, Shell, Draft, Mirror, Pattern ইত্যাদি ব্যবহার করে বাস্তবসম্মত এবং উৎপাদনযোগ্য আকার দেওয়া হয়। মডেল সম্পূর্ণ হলে সেটি Assembly-এর অংশ হিসেবে অন্য মডেলের সাথে যুক্ত করা যায়, Simulation দিয়ে Strength বা Motion পরীক্ষা করা যায় এবং Drawing Sheet-এ মাপসহ 2D টেকনিক্যাল ড্রয়িং তৈরি করা যায়।

সংক্ষেপে, **3D Model is Developed** অর্থ হলো একটি 2D স্কেচ থেকে SolidWorks-এর বিভিন্ন Feature Tools ব্যবহার করে পূর্ণাঙ্গ 3D আকৃতি তৈরি করা, যা পরবর্তীতে ডিজাইন, বিশ্লেষণ, প্রোটোটাইপিং এবং উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করা হয়।



সেলফ চেক (Self-check) – ৪.৩

১. 3D মডেল কী?

২. Extrude ও Revolve কমান্ডের মধ্যে পার্থক্য কী?

৩. Fillet এবং Chamfer কমান্ডের কাজ কী?

৪. Sketch তৈরি করার পর 3D Feature কেন প্রয়োজন?

৫. Mirror এবং Pattern কমান্ডের কাজ কী?

উত্তরপত্র (Answer Key – ৪.৩

১. 3D মডেল কী?

উত্তরঃ 3D মডেল হলো কোনো বস্তুর এমন একটি ত্রিমাত্রিক ডিজাইন যা দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা—এই তিনটি মাত্রা প্রদর্শন করে। এটি বাস্তব বস্তুর আকৃতি ও গঠন কম্পিউটার স্ক্রিনে ভার্চুয়ালভাবে তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

২. Extrude ও Revolve কমান্ডের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তরঃ Extrude কমান্ড দ্বারা কোনো 2D স্কেচকে সরল রেখা বরাবর টেনে এনে একটি ত্রিমাত্রিক আকৃতি তৈরি করা হয়, আর Revolve কমান্ড দ্বারা কোনো স্কেচকে একটি অক্ষের চারপাশে ঘুরিয়ে 3D মডেল তৈরি করা হয়।

৩. Fillet এবং Chamfer কমান্ডের কাজ কী?

উত্তরঃ Fillet কমান্ড দিয়ে বস্তুর ধার বা প্রান্তকে বৃত্তাকার (Round) করা হয়, আর Chamfer কমান্ড দিয়ে সেই প্রান্তকে ঢালু বা কোণাকৃতিতে কাটা হয়। এই দুটি কমান্ড মডেলের প্রান্তে সৌন্দর্য ও নিরাপত্তা বৃদ্ধি করে।

৪. Sketch তৈরি করার পর 3D Feature কেন প্রয়োজন?

উত্তরঃ Sketch কেবলমাত্র একটি 2D আকার। সেটিকে বাস্তবসম্মত ত্রিমাত্রিক বস্তুতে রূপ দিতে 3D Feature যেমন Extrude, Revolve, Sweep বা Loft ব্যবহার করা প্রয়োজন হয়। এর মাধ্যমে ডিজাইনটি উৎপাদনযোগ্য আকারে রূপ নেয়।

৫. Mirror এবং Pattern কমান্ডের কাজ কী?

উত্তরঃ Mirror কমান্ড কোনো অবজেক্ট বা ফিচারকে নির্দিষ্ট একটি সমতল বা অক্ষের বিপরীতে প্রতিফলিত কপি তৈরি করে। Pattern কমান্ড দিয়ে একই অবজেক্ট বা ফিচারের একাধিক কপি নির্দিষ্ট দূরত্বে সারি (Linear), বৃত্তাকার (Circular) বা গ্রিড আকারে তৈরি করা যায়।

জব শিট (Job Sheet) – ৪.৩.১

জবের নাম: 3D মডেল তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. CAD সফটওয়্যার (SolidWorks) ওপেন করে নতুন “Part” ফাইল তৈরি করা।
২. Plane নির্বাচন করে একটি 2D Sketch আঁকা।
৩. Sketch সম্পূর্ণ করে Extrude বা Revolve কমান্ড ব্যবহার করে 3D আকার তৈরি করা।
৪. Fillet, Chamfer, Shell, Rib, Draft ইত্যাদি Feature প্রয়োগ করে মডেলকে উন্নত করা।
৫. Mirror ও Pattern কমান্ড ব্যবহার করে পুনরাবৃত্ত অংশ তৈরি করা।
৬. মডেল সম্পন্ন হলে Material Assign করা ও রঙ প্রয়োগ করা।
৭. 3D মডেল সেভ ও রেন্ডার করে যাচাই করা।

সতর্কতা:

- Sketch অবশ্যই বন্ধ (Closed Profile) হতে হবে, নইলে 3D Feature কাজ করবে না।
- Dimension ঠিক না দিলে আকৃতি বিকৃত হবে।
- প্রতিটি Feature সঠিকভাবে নামকরণ ও সেভ করা উচিত।
- কাজের সময় বারবার ফাইল সেভ করতে হবে যাতে ডেটা লস না হয়।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৪.৩.১

জবের নাম: 3D মডেল তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- চোখের সুরক্ষার চশমা
- আরামদায়ক চেয়ার
- সঠিক মনিটর উচ্চতা ও আলো বজায় রাখা

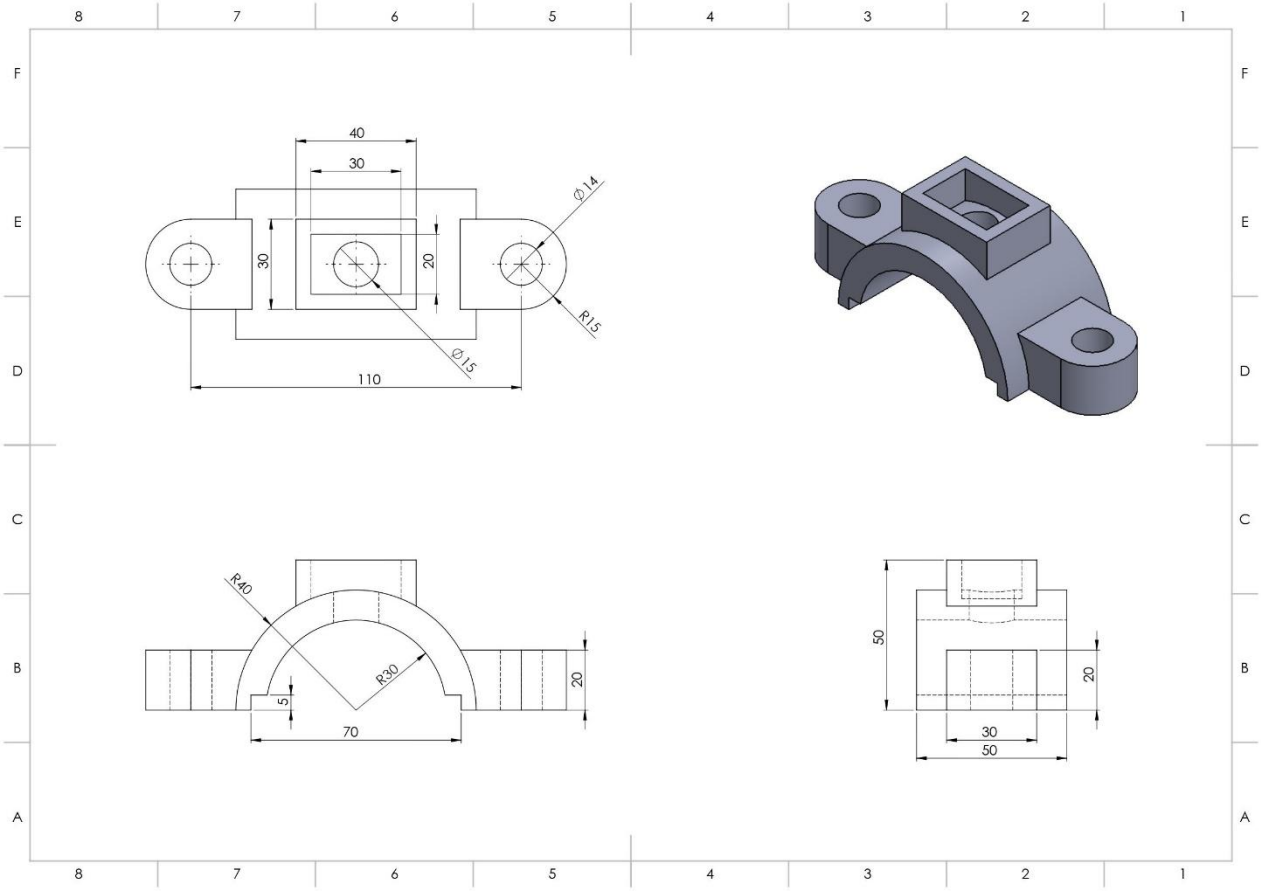
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- কম্পিউটার বা ওয়ার্কস্টেশন
- SolidWorks, Fusion 360 বা Autodesk Inventor সফটওয়্যার
- মাউস ও কীবোর্ড

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- 2D স্কেচ বা Drawing Reference
- Design Specification Document

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)- 8.8

শিখন ফল-8: 3D মডেলের উপর ভিত্তি করে Mold তৈরি করতে পারবে।

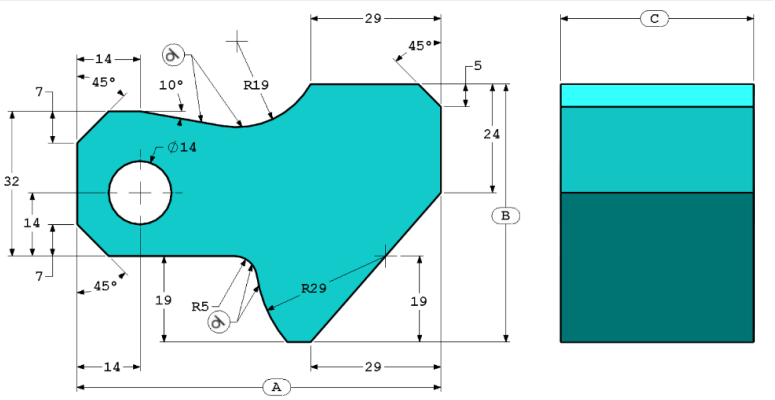
শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

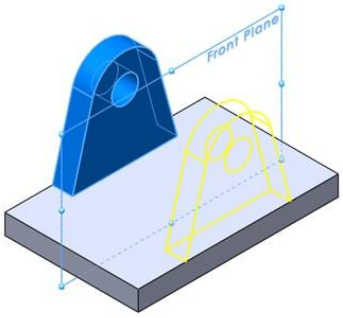
- 3D মডেল পর্যালোচনা এবং প্রয়োজনে সংশোধন
- 2D অঙ্কন পর্যালোচনা এবং মডেল চূড়ান্ত করার জন্য তৈরি
- Mold টি 3D মডেলের উপর ভিত্তি করে তৈরি

3D মডেল পর্যালোচনা এবং প্রয়োজনে সংশোধন
(3D Model Review and Modification – SolidWorks)

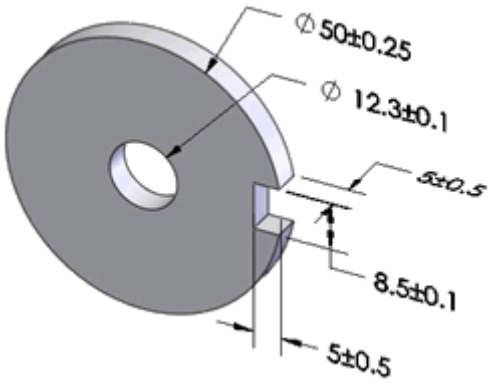
SolidWorks-এ 3D মডেল পর্যালোচনা এবং প্রয়োজনে সংশোধন হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে তৈরি করা মডেলটি সম্পূর্ণভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং নিশ্চিত করা হয় যে এটি manufacturing, assembly এবং design intent অনুযায়ী সঠিক। এই প্রক্রিয়াটি production-ready model নিশ্চিত করতে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।



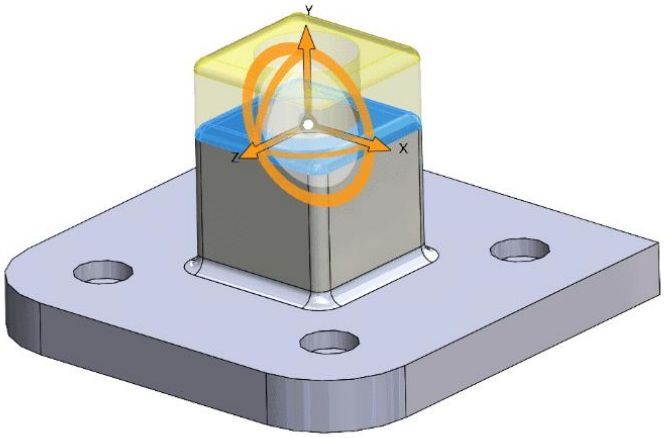
Geometry and Feature Verification: মডেলের geometry পরীক্ষা করা হয় যাতে সব faces, edges, holes, fillets, chamfers এবং draft angles সঠিকভাবে ডিজাইন করা হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করা যায়। International standards অনুযায়ী, vertical faces-এ যথাযথ draft angle থাকতে হবে যাতে molding বা machining সহজ হয়। Undercut বা interference থাকলে তা ঠিক করার জন্য Direct Editing Tools ব্যবহার করা হয়।



Dimension and Tolerance Check: মডেলের সব মাত্রা (length, width, height, diameter) এবং tolerances যাচাই করা হয়। ISO এবং ASME standards অনুযায়ী tolerances সঠিকভাবে প্রয়োগ করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে assembly বা mass production-এ কোন part mismatch হবে না।

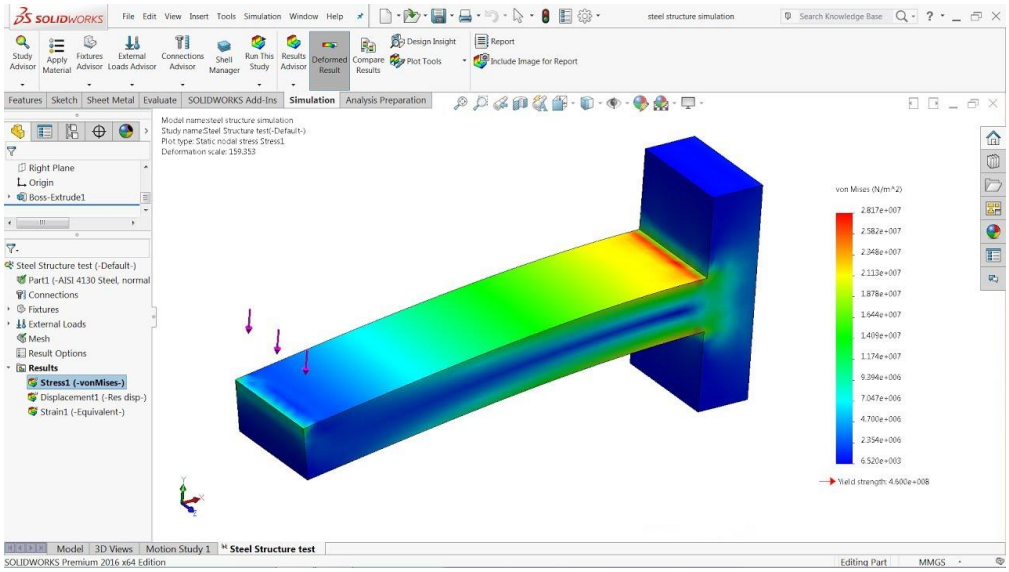


Design Intent Verification: মডেলের functional requirements অনুযায়ী সব feature সঠিকভাবে design করা হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়। যেমন, holes alignment, mating surfaces, motion clearance, and interference। যদি কোনো সমস্যা পাওয়া যায়, SolidWorks Feature Tools বা Direct Editing Tools ব্যবহার করে মডেল সংশোধন করা হয়।



Assembly Compatibility Check: মডেল assembly-ready কিনা তা পরীক্ষা করা হয়। মডেলের প্রতিটি part একত্রিত করলে কোন collision বা interference হচ্ছে কিনা দেখা হয়। SolidWorks-এ interference detection এবং clearance analysis tools ব্যবহার করা হয়।

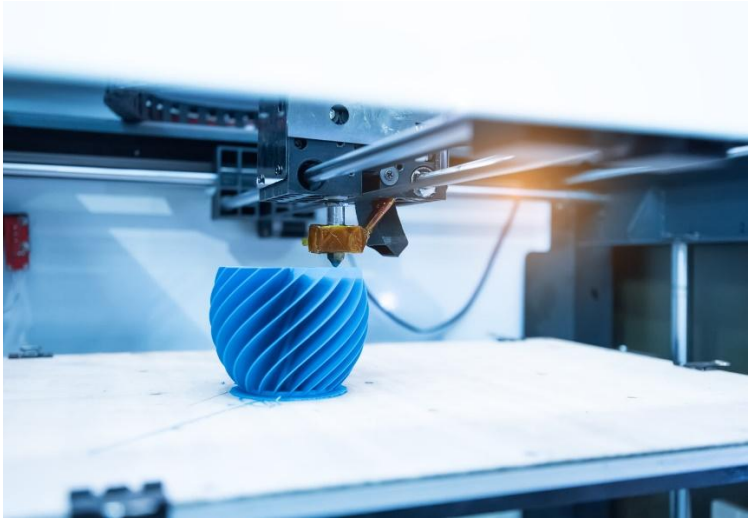
Simulation and Analysis Verification: Stress, strain, load, motion বা thermal analysis করার জন্য মডেল পরীক্ষা করা হয়। SolidWorks Simulation ব্যবহার করে নিশ্চিত করা হয় যে মডেল engineering standards অনুযায়ী functional এবং safe।



Final Modification and Approval: সমস্ত review এবং analysis শেষে মডেল প্রয়োজন অনুযায়ী সংশোধন করা হয়। Features যোগ, remove বা adjust করা হয়। Final 3D model production-ready হয় এবং drawing তৈরি বা mold design-এর জন্য ব্যবহার করা যায়।

Final Modification and Approval in 3D Printing:

৩ডি প্রিন্টিং প্রক্রিয়ার শেষ ধাপ হিসেবে Final Modification and Approval অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি ডিজাইন থেকে বাস্তব উৎপাদনে যাওয়ার চূড়ান্ত প্রস্তুতি সম্পন্ন করে। এই ধাপে মডেলটি পূর্ববর্তী সমস্ত review, testing, simulation ও analysis-এর ফলাফল অনুযায়ী পুনর্বিবেচনা করা হয়। ডিজাইনের প্রতিটি অংশ সাবধানে পর্যালোচনা করে যেখানে প্রয়োজন সেখানে পরিবর্তন আনা হয়—যেমন features যোগ, অপ্রয়োজনীয় অংশ বাদ দেওয়া, বা প্রয়োজনমতো সমন্বয় (adjustment) করা।



এই সংশোধনগুলির মাধ্যমে মডেলটির dimension accuracy, strength, assembly compatibility, এবং print feasibility নিশ্চিত করা হয়। ফলে ডিজাইনটি 3D প্রিন্টিংয়ের জন্য technically optimized হয় এবং বাস্তব প্রোটোটাইপ তৈরির জন্য প্রস্তুত হয়।

ফাইনাল অ্যাপ্রুভাল ধাপে সাধারণত ডিজাইন টিম, ইঞ্জিনিয়ার ও ক্লায়েন্ট একসাথে মডেলটি যাচাই করেন। অনুমোদনের পর এই চূড়ান্ত 3D মডেলটি production-ready file হিসেবে ব্যবহৃত হয়—যা সরাসরি 3D প্রিন্টিং, technical drawing, বা mold design তৈরিতে কাজে লাগে।

এই ধাপের মূল উদ্দেশ্য হলো পণ্যের গুণগত মান, কার্যকারিতা, এবং উৎপাদনযোগ্যতা (manufacturability) সর্বোচ্চ পর্যায়ে নিশ্চিত করা, যাতে প্রিন্টিং বা উৎপাদনের সময় কোনো ত্রুটি না ঘটে। সংক্ষেপে, Final Modification and Approval হলো এমন একটি ধাপ যা 3D প্রিন্টিং প্রক্রিয়াকে আরও নির্ভুল, কার্যকর এবং পেশাদারভাবে সম্পন্ন করতে সহায়তা করে।

এইভাবে, SolidWorks-এ 3D মডেল পর্যালোচনা এবং সংশোধন প্রক্রিয়াটি একটি systematized workflow যা design integrity, manufacturing-readiness এবং international standards অনুযায়ী accuracy নিশ্চিত করে।

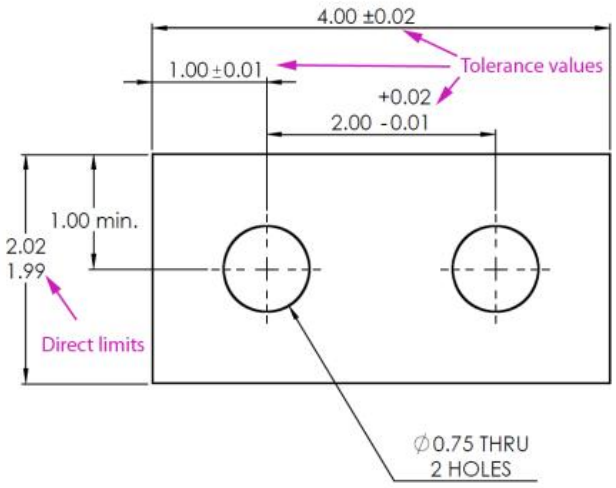
2D অঙ্কন পর্যালোচনা এবং মডেল চূড়ান্ত করার জন্য তৈরি

2D Drawing Review and Finalization (SolidWorks)

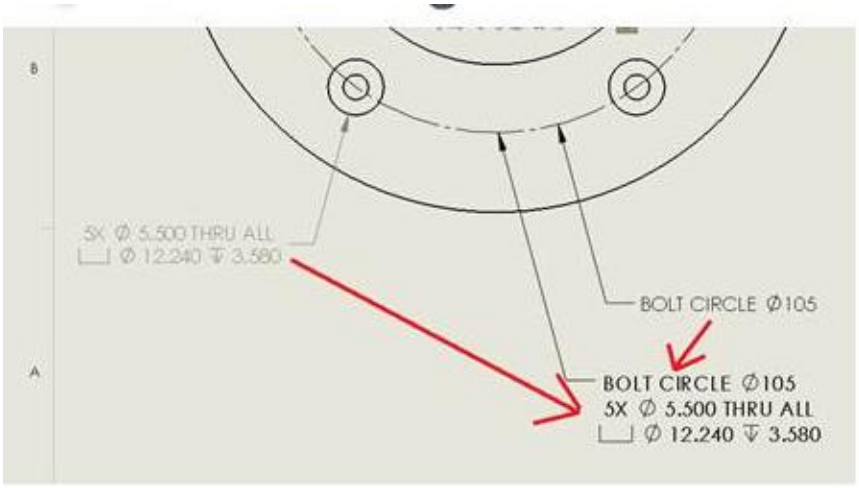
SolidWorks-এ 2D অঙ্কন তৈরি এবং পর্যালোচনা করার প্রক্রিয়াটি মূলত 3D মডেলের তথ্যকে production-ready drawing এ রূপান্তর করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি নিশ্চিত করে যে ম্যানুফ্যাকচারিং টিম সঠিকভাবে উপাদান তৈরি করতে পারবে এবং design intent সঠিকভাবে বজায় থাকবে। 2D drawing review-এর সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়।

Dimensions and Tolerances:

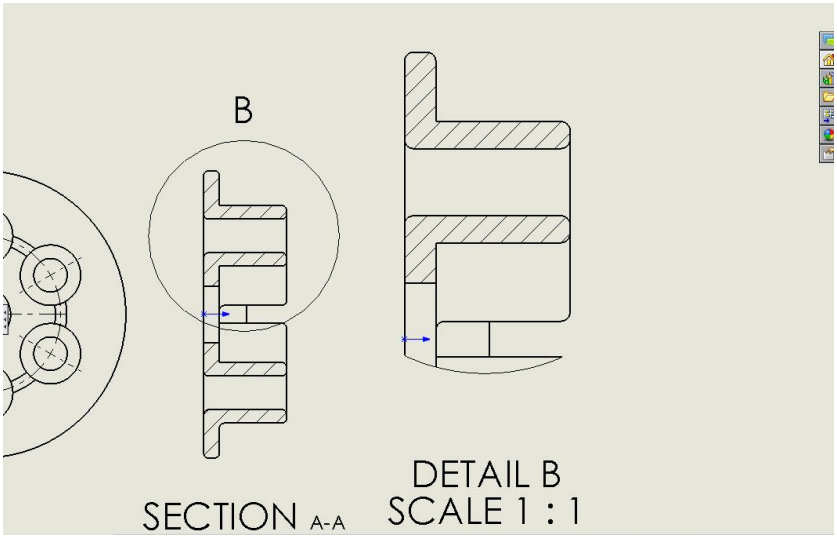
Drawing-এ সব মাত্রা (length, width, height, diameter, radius, depth) স্পষ্টভাবে উল্লেখ করা হয়। Tolerance সেট করা হয় যাতে manufacturing এ উৎপাদিত part যথাযথ মাত্রায় থাকে। International standards যেমন ISO (International Organization for Standardization) এবং ASME (American Society of Mechanical Engineers) অনুযায়ী dimensioning এবং tolerancing করা হয়। ISO সাধারণত metric system-এ dimension দেয় এবং engineering drawings-এর জন্য globally গ্রহণযোগ্য। ASME standard মূলত inch system-এ থাকে এবং বিশেষ করে USA বা North America তে প্রায়শই ব্যবহৃত হয়।



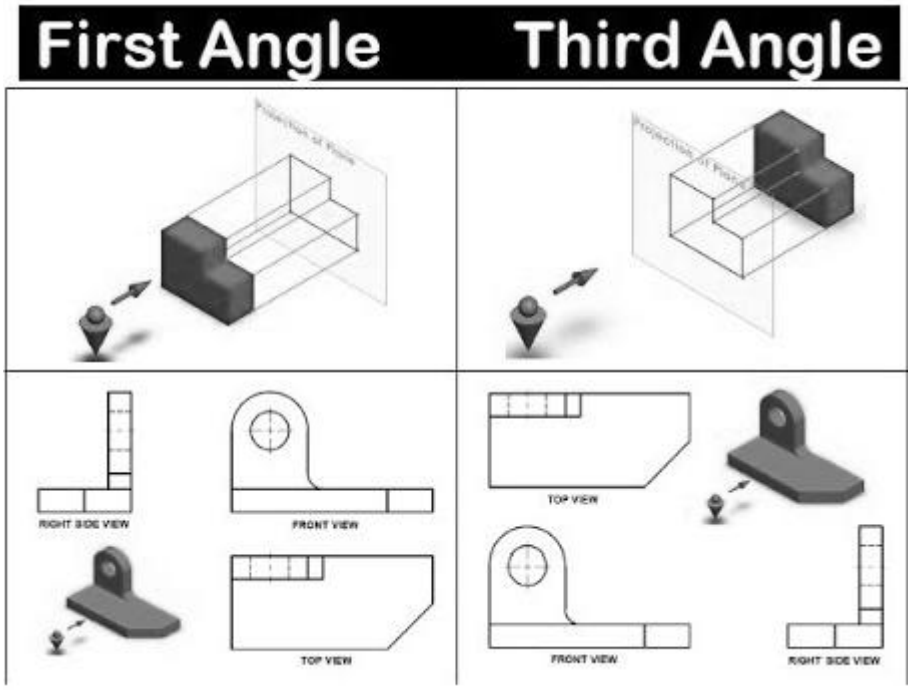
Annotations and Notes: Drawing-এ প্রয়োজনীয় তথ্য যেমন material type, surface finish, heat treatment, coating, welding instruction এবং assembly instruction উল্লেখ করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে manufacturing বা assembly সময় designer-এর intent অনুযায়ী কাজ হবে।



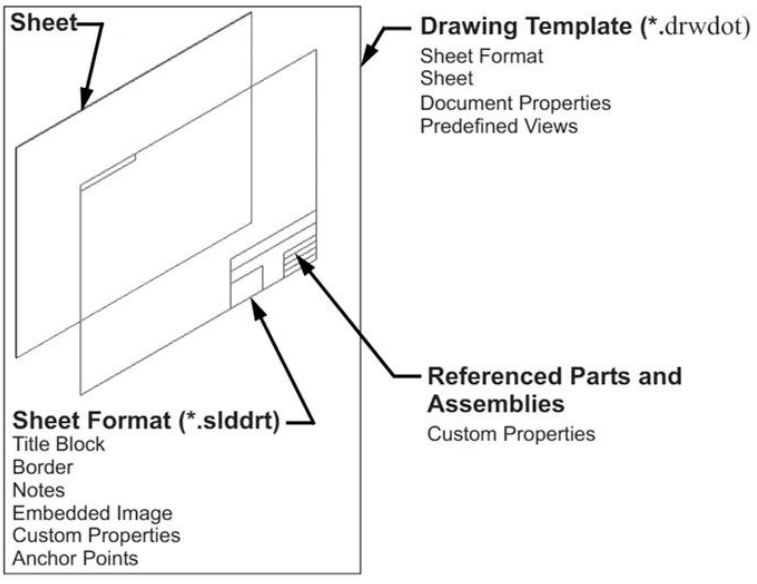
Section Views and Detail Views: জটিল parts-এর জন্য section view ব্যবহার করা হয় যাতে ভিতরের features স্পষ্টভাবে দেখা যায়। Detail view ব্যবহার করে ছোট কিন্তু গুরুত্বপূর্ণ features enlarged দেখানো হয়। ISO এবং ASME standards অনুযায়ী section lines, hatching pattern এবং labeling standardized হয়।



Projection Standards: Drawing-এ projection standard নির্ধারণ করা হয়। ISO standard সাধারণত first-angle projection ব্যবহার করে, যেখানে front view-কে center-এ রেখে left, top, right views placement করা হয়। ASME standard সাধারণত third-angle projection ব্যবহার করে, যেখানে views arrangement ভিন্ন এবং drawing sheet-এ front view left বা center-এ থাকে। Projection standard অনুযায়ী view alignment সঠিকভাবে রাখতে হয়।



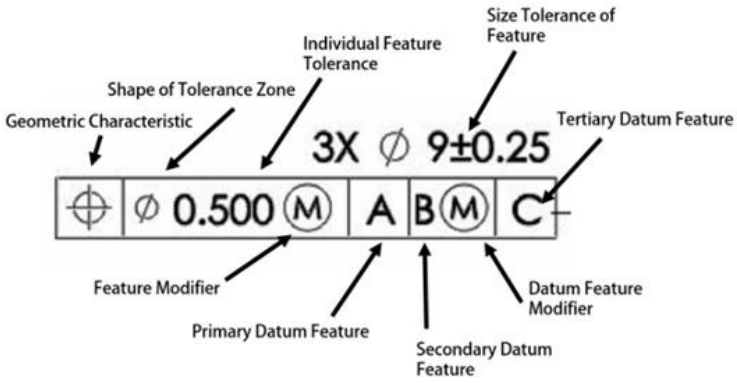
Title Block and Sheet Format: Drawing sheet-এর title block-এ drawing number, revision number, designer, checker, approval date, scale এবং company logo উল্লেখ করা হয়। ISO এবং ASME standard অনুযায়ী title block format standardized। Sheet size (A4, A3, A2, A1) এবং scale (1:1, 1:2, 2:1) ঠিকভাবে নির্ধারণ করতে হয় যাতে printing এবং production-এর জন্য সুবিধা থাকে।



Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T): GD&T ব্যবহার করে parts-এর geometric features যেমন flatness, perpendicularity, concentricity, circularity নির্দিষ্ট করা হয়। ISO এবং ASME এ GD&T symbols standardized, যা globally manufacturing এবং quality control এর জন্য সহজে understandable।

Geometric Dimensioning & Tolerancing

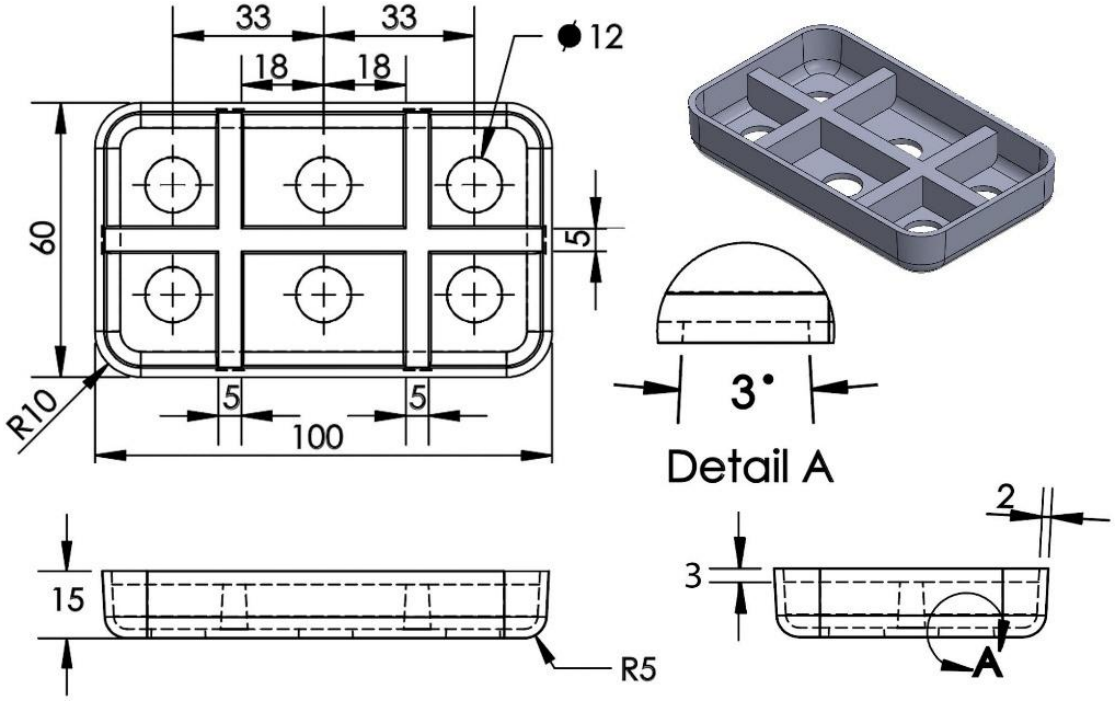
	Symbol	Geometric Characteristic	Feature Modifier	Datums	Datum Modifiers	Bonus Tolerance
Form	—	Straightness	✓	Datums Not Allowed Form tolerances are defined to limit the deviations of a geometric feature.	N/A	✓ *
Form	▱	Flatness	✗			✗
Form	○	Circularity	✗			✗
Form	⌭	Cylindricity	✗			✗
Orientation	∠	Angularity	✓	Datums Required One datum can be used for multiple features.	✓	✓ *
Orientation	⊥	Perpendicularity	✓		✓	✓ *
Orientation	//	Parallelism	✓		✓	✓ *
Runout	↗	Circular Runout	✗	Datums Required	✗	✗
Runout	⌰	Total Runout	✗		✗	✗
Profile	⌒	Profile of a Line	✗	Datums Required	✓	✗
Profile	⌓	Profile of a Surface	✗		✓	✗
Location	⌖	Position	✓	Datums Required	✓	✓ *
Location	◎	Concentricity	✗		✗	✗
Location	⌯	Symmetry	✗		✗	✗



Final Review and Verification: Drawing তৈরি হওয়ার পরে, designer এবং checker drawing review করে নিশ্চিত করে যে সব feature, dimension, tolerance, note এবং view সঠিক। যদি কোনো inconsistency পাওয়া যায়, তখন 3D model বা drawing adjust করা

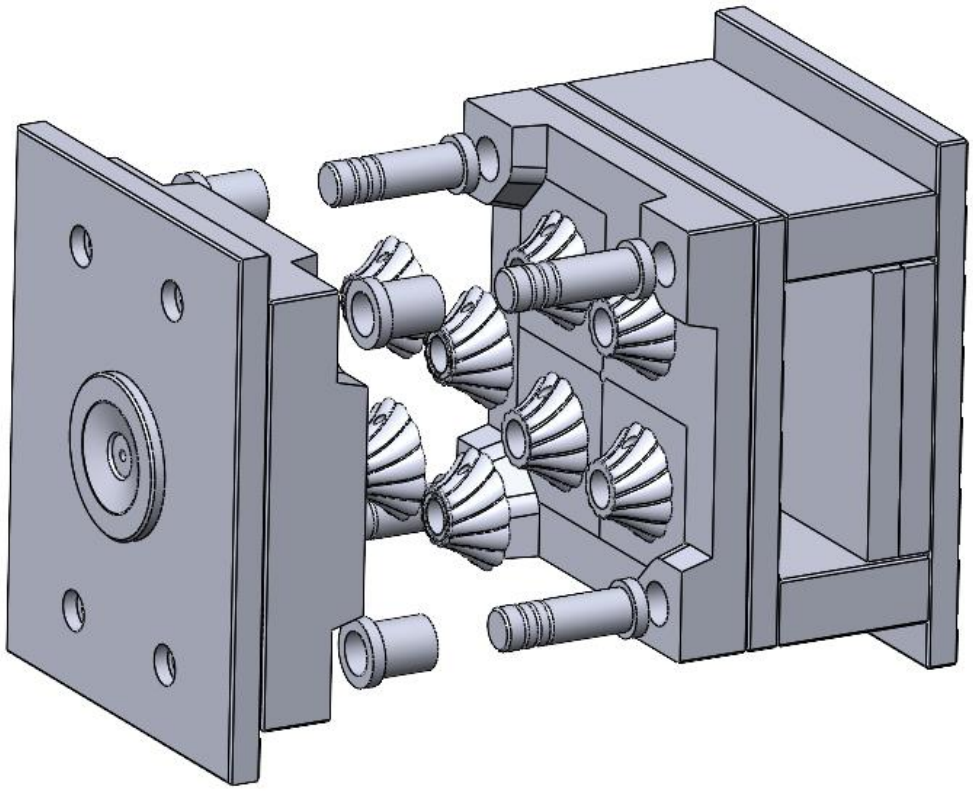
হয়। SolidWorks-এ drawing validation tools ব্যবহার করে mass properties, area, perimeter, hole table এবং BOM (Bill of Materials) verify করা হয়।

Manufacturing-Ready Drawing: সব review এবং adjustment শেষ হলে drawing production-ready হয়। এটি নিশ্চিত করে যে CNC machining, injection molding, sheet metal fabrication বা assembly-তে কোনো error হবে না। ISO বা ASME standard অনুসরণ করলে drawing globally acceptable হয় এবং quality control সহজ হয়।



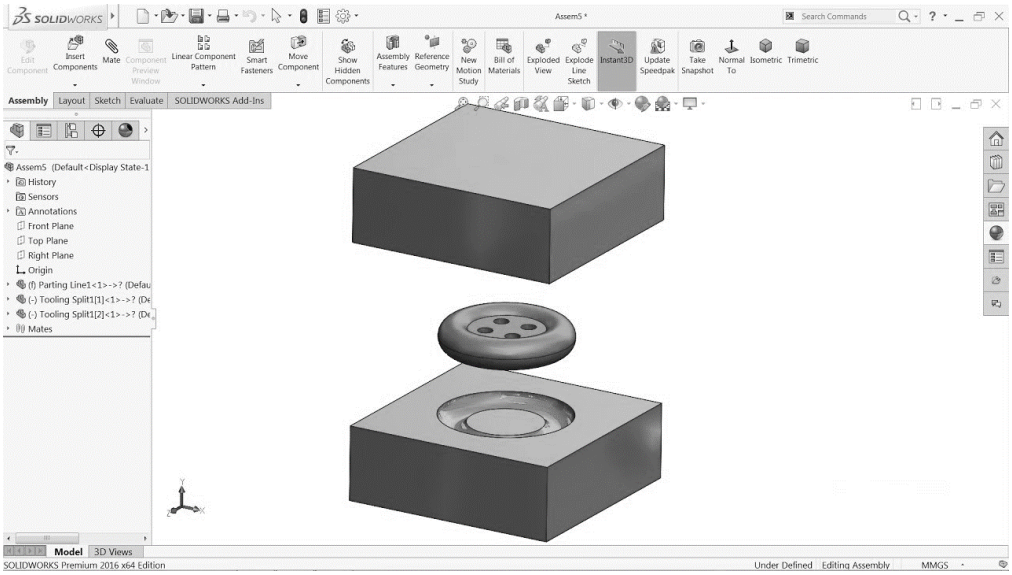
3D মডেলের উপর ভিত্তি করে Mold তৈরিঃ

Mold হলো একটি ছাঁচ যা কোনো উপাদানকে নির্দিষ্ট আকার দিতে ব্যবহার হয়। SolidWorks-এ Mold design করার সময় প্রথমে 3D মডেল প্রস্তুত করা হয়। মডেলটি closed solid body হতে হবে এবং draft angle থাকতে হবে যাতে mold থেকে part সহজে বের হয়। 3D মডেল থেকে parting line এবং parting surface তৈরি করা হয়, যা mold কে core এবং cavity অংশে ভাগ করতে সাহায্য করে। Shrinkage বা scaling বিবেচনা করে মডেল adjust করা হয় যাতে final product সঠিক মাপের হয়। Mold creation-এ core ও cavity blocks আলাদা করা হয়, mold base, ejector pin ও cooling channels design করা হয়। Mold assembly তৈরি হয়ে গেলে flow, shrinkage এবং potential defects পরীক্ষা করা হয় যাতে production-ready mold প্রস্তুত হয়।



Mold:

মোল্ড হলো এমন একটি ছাঁচ বা গহ্বরযুক্ত কাঠামো যা দ্বারা নির্দিষ্ট আকৃতির বস্তু তৈরি করা হয়। এটি সাধারণত উৎপাদন শিল্পে ব্যবহৃত হয় যেখানে ধাতু, প্লাস্টিক, রাবার বা অন্যান্য উপাদান গলিয়ে মোল্ডে ঢালা হয় এবং ঠান্ডা বা কঠিন হওয়ার পর সেই উপাদানটি মোল্ডের আকার ধারণ করে। মোল্ডের মূল উদ্দেশ্য হলো একটি নির্দিষ্ট আকৃতিকে বারবার একই রূপে তৈরি করা যাতে প্রোডাকশনে সময় ও খরচ কমে এবং পণ্যের গুণগত মান স্থিতিশীল থাকে।



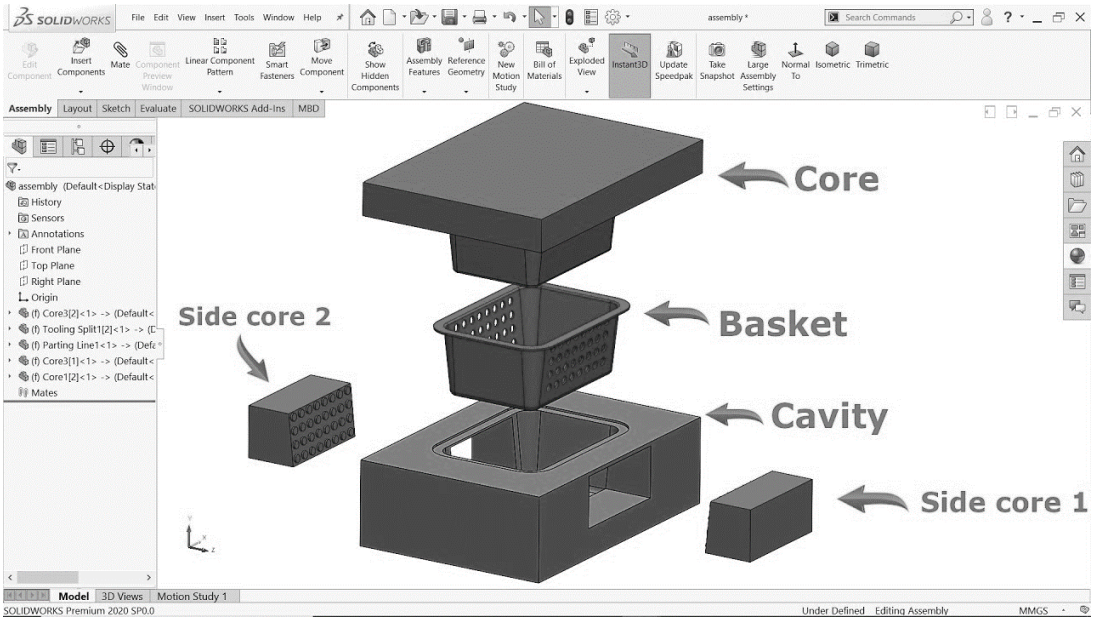
Mold-এর কাজের মূল ধারণা:

মোল্ড এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে উপাদানটি মোল্ডের ভিতরে প্রবাহিত হতে পারে, সঠিকভাবে শীতল হয় এবং কোনো ডিফেক্ট ছাড়া পণ্যটি বের হয়। মোল্ড সাধারণত দুই বা ততোধিক অংশে বিভক্ত থাকে—একটি core এবং একটি cavity।

Core অংশটি পণ্যের অভ্যন্তরীণ আকৃতি নির্ধারণ করে আর cavity অংশটি বাইরের আকৃতি দেয়। মোল্ড বন্ধ করে উপাদান ইনজেক্ট করলে পণ্যটির পূর্ণ 3D আকৃতি তৈরি হয়।

Mold তৈরির উদ্দেশ্য:

পণ্য উৎপাদনের জন্য একটি নির্ভুল ও পুনরাবৃত্তিযোগ্য ছাঁচ তৈরি করা যা mass production-এর উপযোগী হয়। এর মাধ্যমে প্রতিটি পণ্য একই dimension ও shape বজায় রাখে।



<u>Mold-এর ধরণ:</u>

Injection Mold: প্লাস্টিক বা রাবার উপাদান ইনজেকশন পদ্ধতিতে মোল্ডে প্রবেশ করিয়ে পণ্য তৈরি করা হয়।

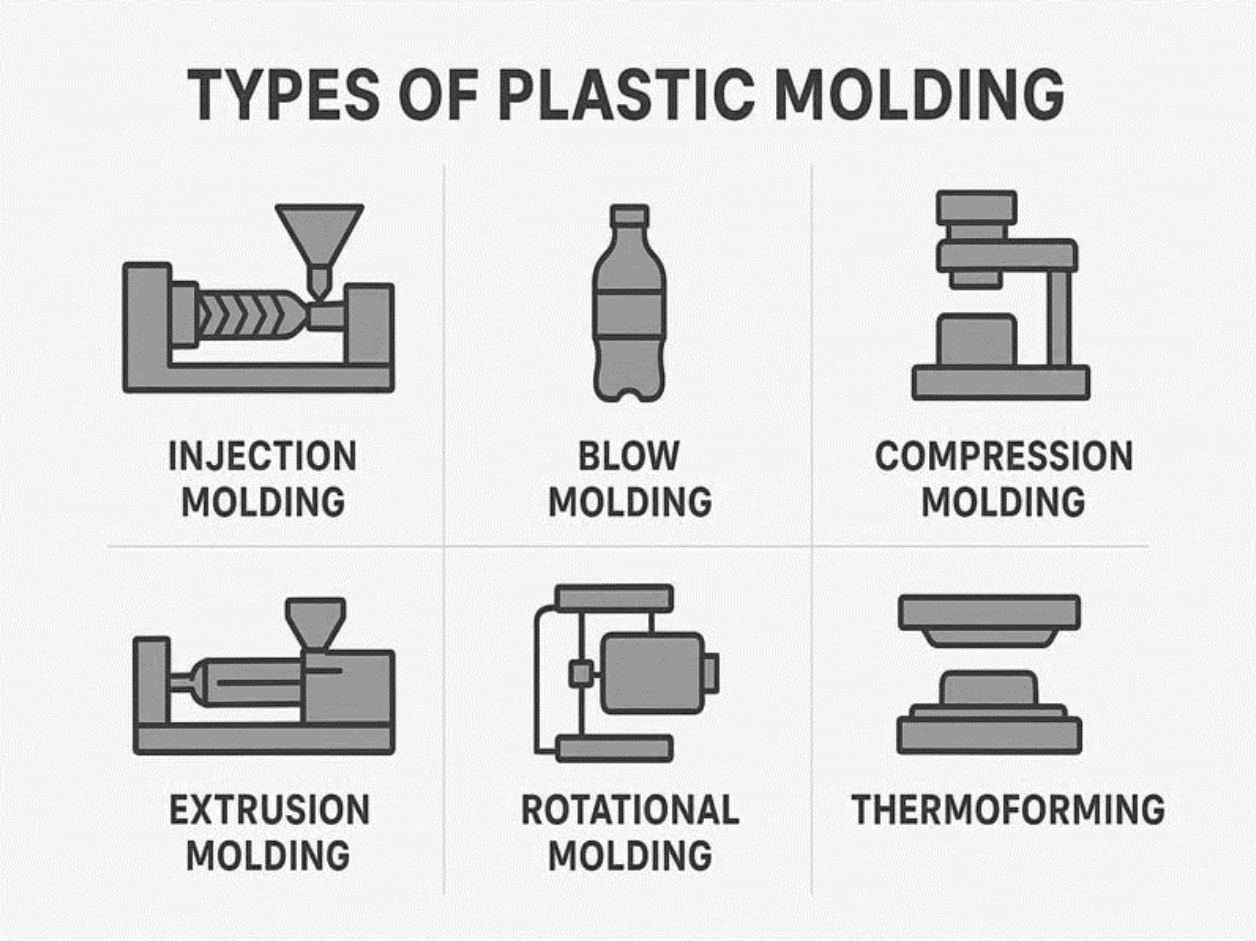
Compression Mold: উপাদান গরম করে মোল্ডে চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে নির্দিষ্ট আকৃতি তৈরি করা হয়।

Blow Mold: ফাঁপা প্লাস্টিক পণ্য (যেমন বোতল) তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

Casting Mold: তরল ধাতু মোল্ডে ঢেলে ধাতব পণ্য তৈরি করা হয়।

Mold ডিজাইন প্রক্রিয়ার ধারণা:

SolidWorks বা অনুরূপ CAD সফটওয়্যারে mold তৈরি করা হয় একটি 3D মডেল বা solid part-এর উপর ভিত্তি করে। প্রথমে পার্টের আকার বিশ্লেষণ করা হয় এবং mold split line, core, cavity, draft, এবং parting surface নির্ধারণ করা হয়। এর মাধ্যমে mold insert তৈরি করা হয় যা CNC machining বা mold manufacturing প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়।



Scale করার বিষয়:

মোল্ড ডিজাইনে scale খুব গুরুত্বপূর্ণ কারণ যখন molten plastic বা metal ঠান্ডা হয় তখন তা সামান্য সংকুচিত হয় যাকে shrinkage বলে। তাই SolidWorks-এ mold তৈরি করার আগে মডেলকে নির্দিষ্ট একটি scaling factor দ্বারা বড় করে নেওয়া হয় যাতে চূড়ান্ত পণ্যটি cooling-এর পর সঠিক dimension ধরে রাখতে পারে। এই scaling factor সাধারণত উপাদানের ধরন অনুযায়ী নির্ধারিত হয়, যেমন প্লাস্টিকের জন্য 1.005 থেকে 1.02 পর্যন্ত হতে পারে।

SolidWorks Mold Design Steps Flowchart:

3D Model Preparation → Mold Tools Activation → Scale Application → Parting Line Creation → Shut-off Surface Creation → Parting Surface Creation → Tooling Split → Core & Cavity Separation → Mold Assembly Creation → Mold Validation

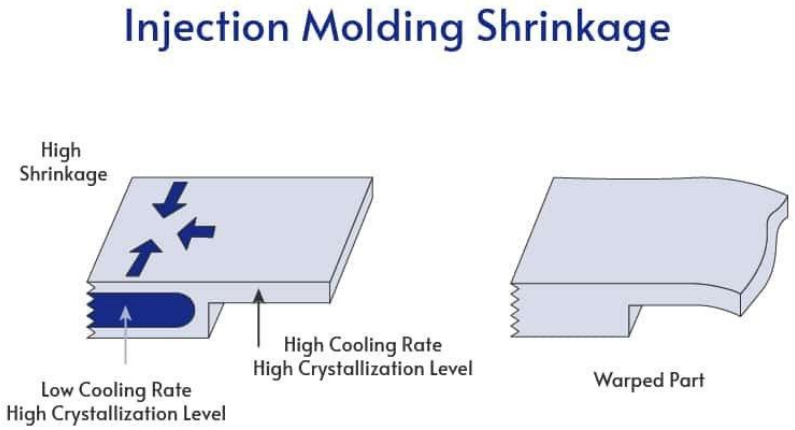
SolidWorks Mold Design Detailed Process

3D Model Preparation: SolidWorks-এ mold design শুরু করার আগে একটি সম্পূর্ণ 3D Solid Model তৈরি করা হয়। মডেলটি অবশ্যই Closed Solid Body হতে হবে যাতে কোনো ফাঁক বা ত্রুটি না থাকে। মডেলটি production-ready হতে হবে এবং এতে যথাযথ draft angle থাকতে হবে। International mold standards অনুযায়ী vertical faces-এ সাধারণত 1± থেকে 3± পর্যন্ত draft রাখা হয় যাতে mold থেকে অংশ সহজে বের করা যায়।

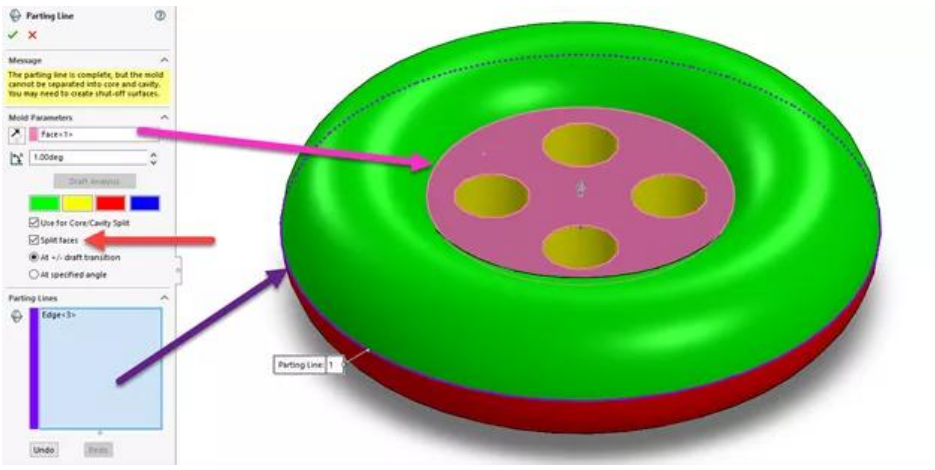
Mold Tools Activation: Mold Tools Tab চালু করা হয়, যা Insert > Mold > Tools থেকে অ্যাক্টিভ করা যায়। Mold Tools-এ Scale, Parting Line, Shut-off Surface, Parting

Surface, Tooling Split-এর মতো কমান্ড থাকে। International standards অনুযায়ী mold design documented ও traceable হতে হবে যাতে manufacturing team সহজে mold তৈরি করতে পারে।

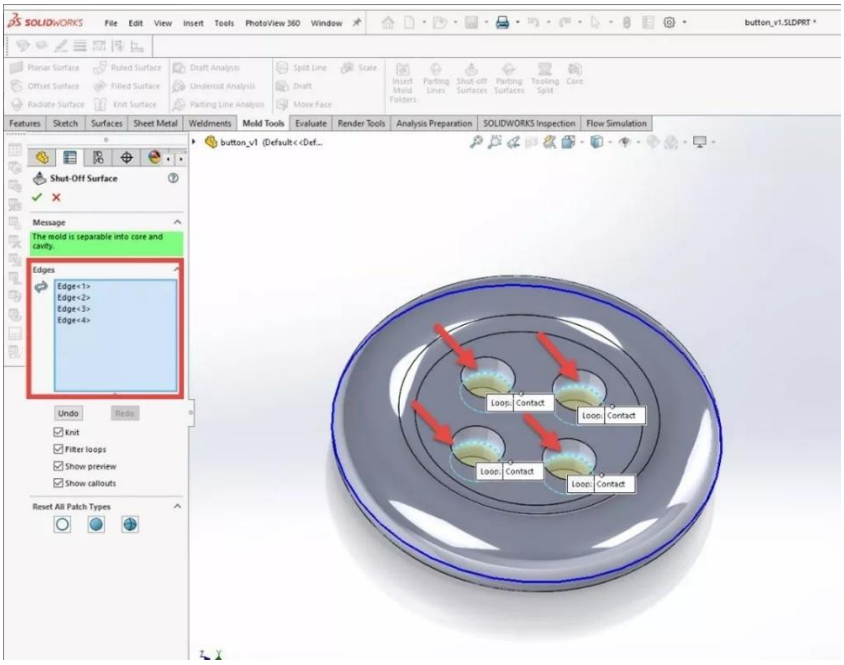
Scale Application (Shrinkage Compensation): ইনজেকশন বা casting করার সময় উপাদান ঠান্ডা হলে shrinkage হয়। International standards অনুযায়ী shrinkage rate উপাদান ও molding process অনুযায়ী নির্ধারণ করতে হয়। SolidWorks-এ Scale Tool ব্যবহার করে মডেলটিকে shrinkage অনুযায়ী বড় করা হয়। Scale করতে তিনটি উপায় থাকে—Uniform Scaling, Non-Uniform Scaling এবং Center of Scaling। Scale প্রয়োগের সময় নিশ্চিত করতে হয় যে সব feature proportional থাকবে এবং draft angles অপরিবর্তিত থাকবে।



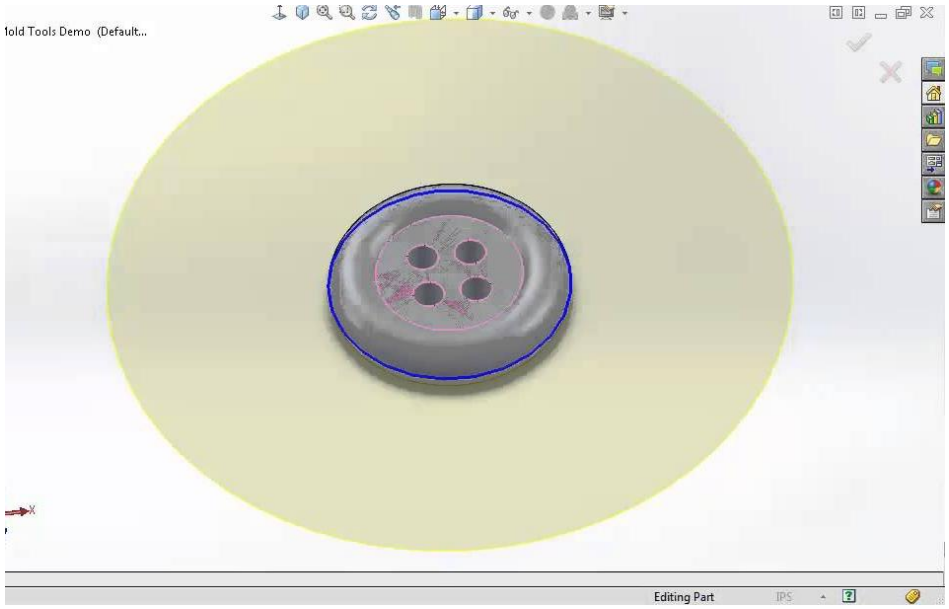
Parting Line Creation: Parting Line হলো রেখা যা mold দুই ভাগে ভাগ করে। SolidWorks Parting Line Tool draft surfaces অনুযায়ী স্বয়ংক্রিয়ভাবে parting line generate করে। International standards অনুযায়ী parting line এমন স্থানে থাকা উচিত যেখানে mold খুলতে undercut বা interference তৈরি হবে না। Parting line ঠিক হলে mold assembly ও machining সহজ হয়।



Shut-off Surface Creation: মডেলের ফাঁকা জায়গা বা holes যেগুলো core এবং cavity-এর মধ্যে open থাকে, সেগুলো shut-off surface দিয়ে বন্ধ করা হয়। SolidWorks-এ Insert > Mold > Shut-off Surface ব্যবহার করা হয়। International standards অনুযায়ী shut-off surface smooth এবং continuous হতে হবে যাতে molding defects যেমন flash বা burr না হয়।

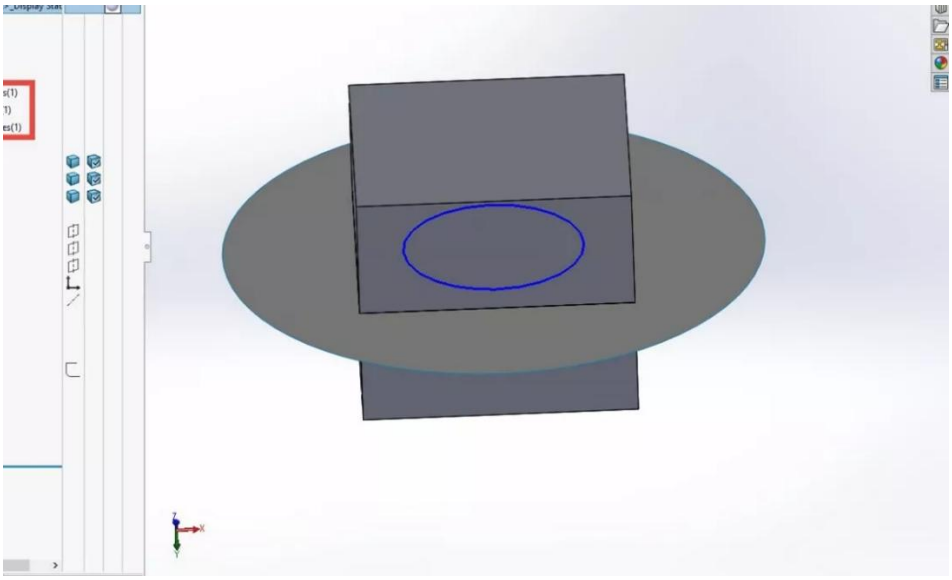


Parting Surface Creation: Parting Line-এর চারপাশে একটি surface তৈরি করা হয় যা core ও cavity কে আলাদা করতে সাহায্য করে। SolidWorks Mold Tools Parting Surface কমান্ড ব্যবহার করে এটি generate করা হয়। Standards অনুযায়ী parting surface smooth এবং controlled curvature-এ হতে হবে যাতে mold removal সহজ হয়।

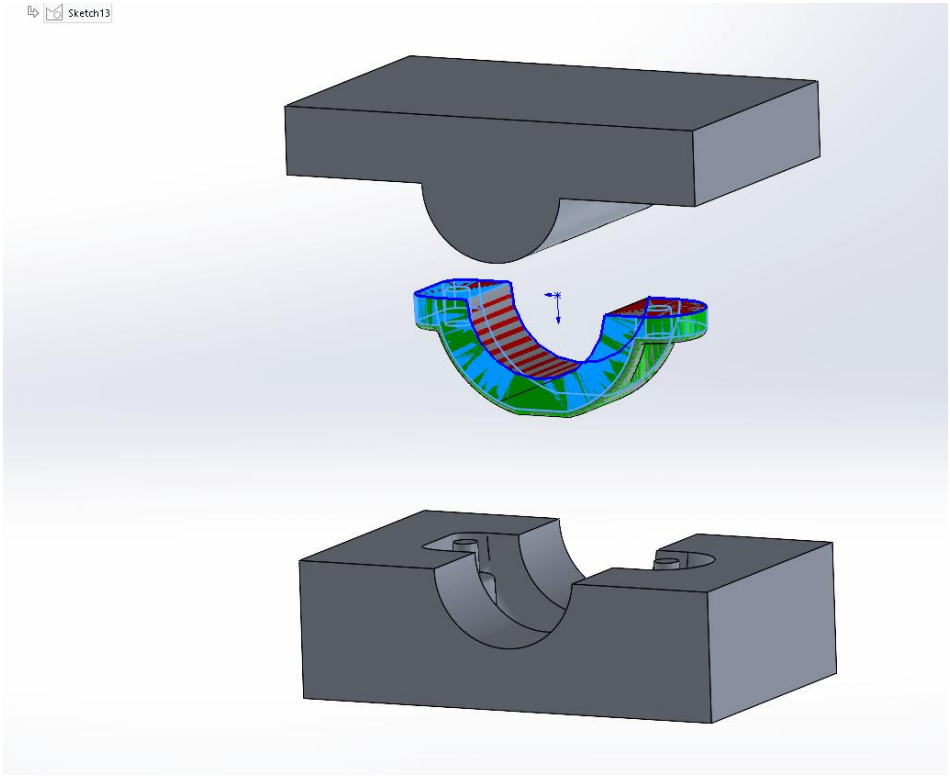


Tooling Split (Core & Cavity Creation): Tooling Split কমান্ড ব্যবহার করে মডেলটি দুটি solid body-তে ভাগ করা হয়—Core Block এবং Cavity Block। SolidWorks স্বয়ংক্রিয়ভাবে core এবং cavity তৈরি করে। International standards অনুযায়ী core এবং cavity blocks

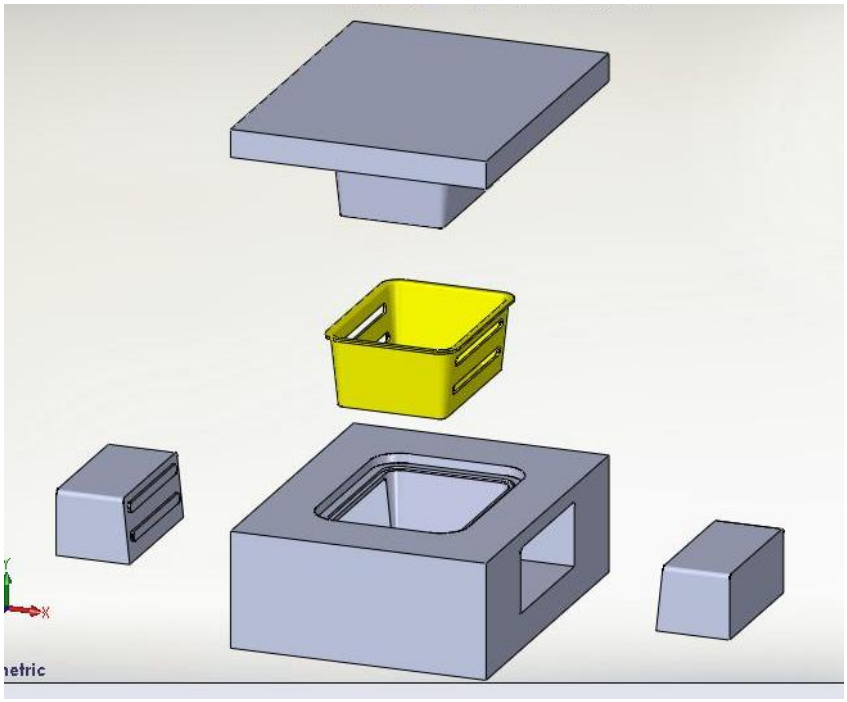
dimensionally accurate হতে হবে এবং molding tolerances অনুযায়ী machineable হতে হবে। Core এবং cavity-তে পরে cooling channels, ejector pin holes ইত্যাদি যোগ করা হয়।



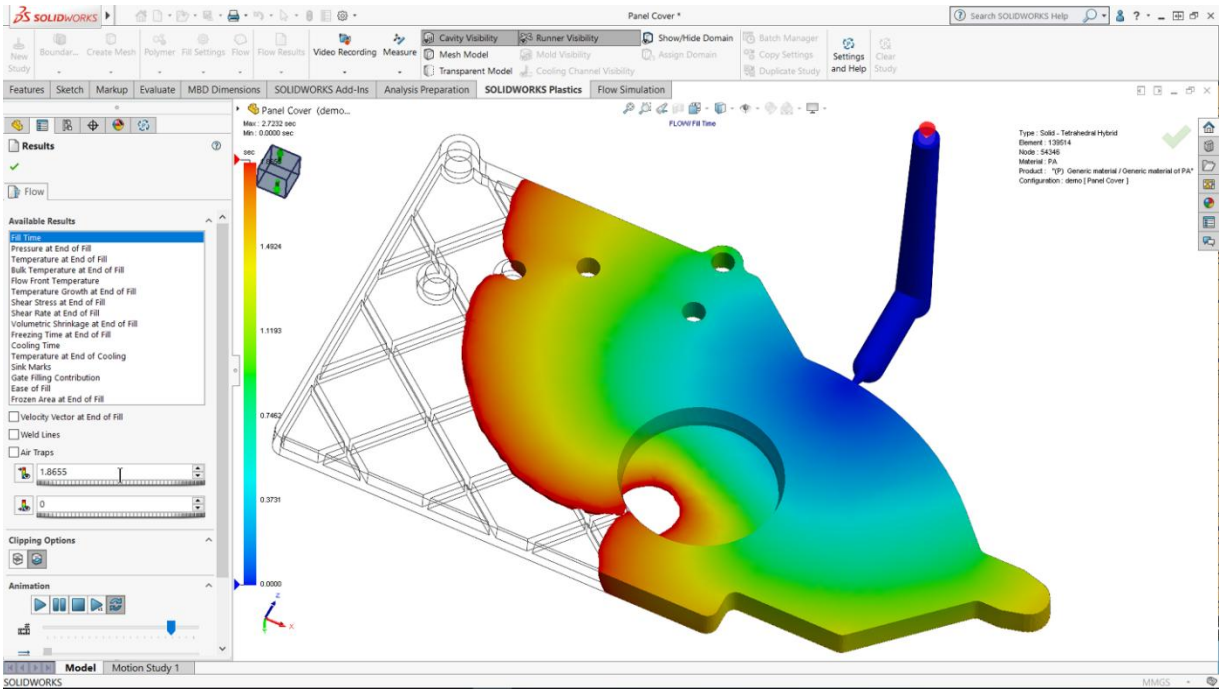
Core & Cavity Separation (Save Bodies): Tooling Split-এর পর Core এবং Cavity আলাদা ফাইল হিসেবে সংরক্ষণ করা হয়। SolidWorks Save Bodies Tool ব্যবহার করে এগুলো আলাদা করা হয়। Standards অনুযায়ী core এবং cavity ঠিকভাবে numbered, labelled এবং assembly drawing-এর সাথে linked হতে হবে।



Mold Assembly Creation: Core এবং Cavity একত্রিত করে mold assembly তৈরি করা হয়। International standards অনুযায়ী mold base, guide pins, ejector pins, runner এবং gate systems properly designed এবং assembly drawing অনুযায়ী accurate হতে হবে। SolidWorks Mold Assembly টুল ব্যবহার করে assembly verified হয়।



Mold Validation (Analysis): Mold তৈরি হওয়ার পরে SolidWorks Mold Flow বা Mold Analysis Tools ব্যবহার করে validation করা হয়। এখানে injection flow, cooling efficiency, shrinkage, warpage এবং potential defects পরীক্ষা করা হয়। International standards অনুযায়ী mold analysis documented হতে হবে এবং production-ready mold approval-এর জন্য validated হতে হবে।



সেলফ চেক (Self-check) – ৪.৪

১. মোল্ড কী?

২. মোল্ড তৈরি করার সময় কোন সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়?

৩. পার্টিং লাইন (Parting Line) কী?

৪. কোর (Core) এবং ক্যাভিটি (Cavity) কী?

৫. মোল্ড তৈরি করার সময় কোন বিষয়গুলো যাচাই করা উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key) – 8.8

১. মোল্ড কী?
উত্তরঃ মোল্ড হলো এমন একটি টুল বা ছাঁচ যার মাধ্যমে গলিত বা তরল পদার্থকে আকার দিতে পারে। সাধারণত প্লাস্টিক, ধাতু বা অন্যান্য উপকরণকে নির্দিষ্ট আকারে ঢালাই বা ইনজেকশন করার জন্য মোল্ড ব্যবহার করা হয়।

২. মোল্ড তৈরি করার সময় কোন সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়?
উত্তরঃ মোল্ড ডিজাইন বা তৈরি করার জন্য সাধারণত CAD/CAM সফটওয়্যার যেমন SolidWorks, CATIA, Siemens NX, AutoCAD বা Creo ব্যবহার করা হয়। এই সফটওয়্যারগুলো মোল্ডের কোর, ক্যাভিটি এবং অন্যান্য ফিচার ডিজাইন করতে সাহায্য করে।

৩. পার্টিং লাইন (Parting Line) কী?
উত্তরঃ পার্টিং লাইন হলো মোল্ডের দুটি অংশের (Core ও Cavity) মধ্যবর্তী রেখা বা সীমা, যেখানে মোল্ডটি খোলা বা বিভক্ত হয়। এটি এমনভাবে নির্ধারণ করা হয় যাতে ঢালাই বা ইনজেকশন প্রক্রিয়া সহজ হয় এবং অতিরিক্ত ফ্ল্যাশ বা ত্রুটি না হয়।

৪. কোর (Core) এবং ক্যাভিটি (Cavity) কী?
উত্তরঃ কোর হলো মোল্ডের অংশ যা বস্তুর ভেতরের খালি স্থান তৈরি করে, আর ক্যাভিটি হলো অংশ যা বস্তুর বাহ্যিক আকার তৈরি করে। সাধারণভাবে কোর বস্তুর ভিতরের ফর্ম, ক্যাভিটি বস্তুর বাইরের ফর্ম গঠন করে।

৫. মোল্ড তৈরি করার সময় কোন বিষয়গুলো যাচাই করা উচিত?
উত্তরঃ মোল্ড ডিজাইন করার সময় উপযুক্ত পার্টিং লাইন, রণ্নন বা Draft Angle, ejector pin পজিশন, গেট সাইজ ও অবস্থান, কোর ও ক্যাভিটির ফিট, এবং ঢালাই/ইনজেকশন প্রক্রিয়ার জন্য পর্যাপ্ত ভলিউম ও কনফিগারেশন যাচাই করা উচিত। এছাড়া সফটওয়্যারে সিমুলেশন চালিয়ে ফ্লো বা তাপ সমস্যার সম্ভাব্য ত্রুটি সনাক্ত করা প্রয়োজন।

জব শিট (Job Sheet) – ৪.৪.১

জবের নাম: 3D মডেল থেকে মোল্ড তৈরি।

কাজের ধাপসমূহ:

১. 3D পার্ট ফাইল ওপেন করা।
২. Mold Tools ব্যবহার করে Parting Line নির্ধারণ করা।
৩. Mold Base নির্বাচন করা।
৪. কোর এবং ক্যাভিটি তৈরি করা।
৫. Mold Assembly তৈরি করে সব অংশ সংযুক্ত করা।
৬. Mold ফাইল সেভ ও যাচাই করা।

সতর্কতা:

১. মোল্ডের Pull Direction সঠিকভাবে সেট করতে হবে।
২. কোর এবং ক্যাভিটি ওভারল্যাপ না করছে তা যাচাই করতে হবে।
৩. Mold Base ঠিকভাবে Align করা না হলে উৎপাদনে ত্রুটি হতে পারে।
৪. কাজের সময় ফাইল বারবার সেভ করতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – 8.8.১

জবের নাম: 3D মডেল থেকে মোল্ড তৈরি।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- Safety Gloves
- Safety Glasses
- Safety Shoes

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

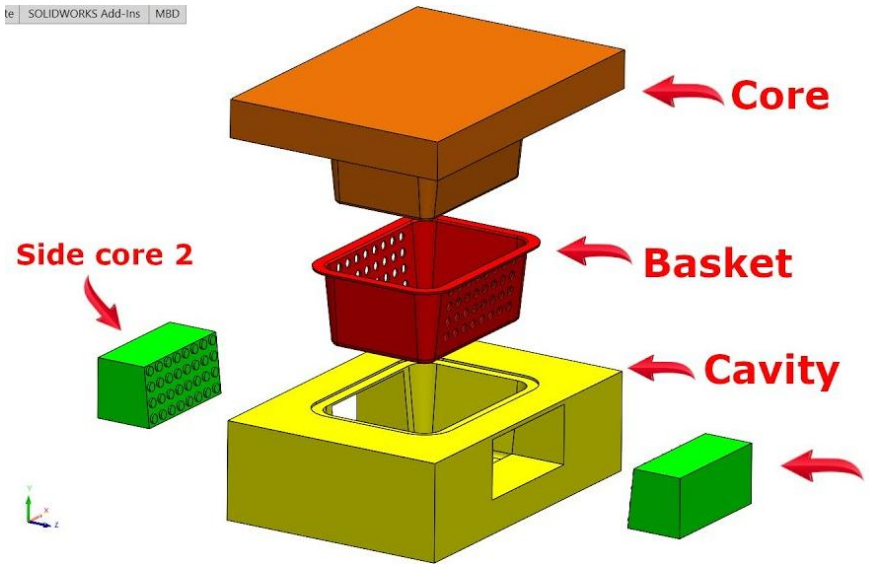
- SolidWorks Mold Tools সফটওয়্যার
- CAD Workstation
- Measuring Tools (Vernier Caliper, Scale)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- 3D পার্ট ফাইল
- Mold Base Template

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

(Core এবং Cavity সহ Mold Assembly Layout Diagram)



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.৫

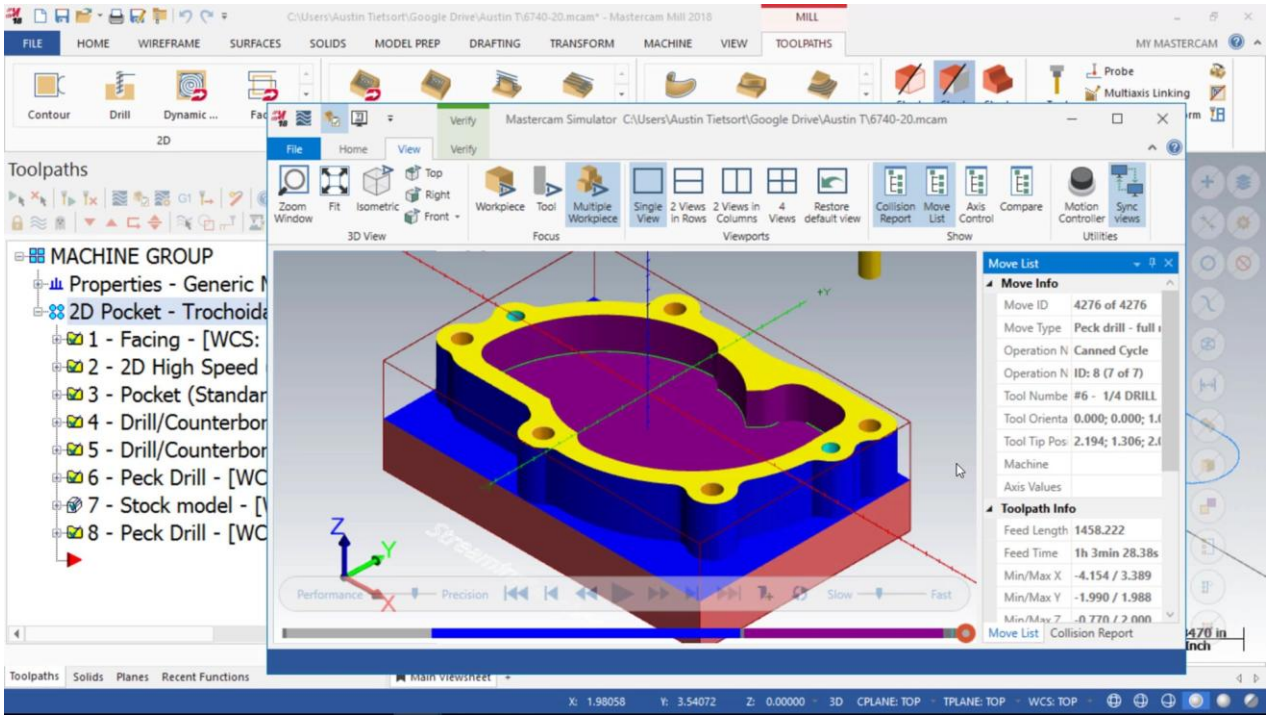
শিখন ফল-৫: Mold-কে CAM সমর্থিত ফাইলে রূপান্তর করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- Mold-টি CAM সমর্থিত ফাইলে স্থানান্তরিত
- CAM প্রোগ্রামিংয়ের জন্য Mold টি একটি পৃথক ফোল্ডার তৈরি করে সংরক্ষণ

Mold-টি CAM সমর্থিত ফাইলে স্থানান্তরিত করাঃ



Mold-কে CAM Supported File-এ Export (SolidWorks)

SolidWorks-এ তৈরি mold CAM supported ফাইলে স্থানান্তর করা একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ, যা mold manufacturing বা CNC machining প্রক্রিয়ায় সরাসরি ব্যবহার করা যায়। Mold design সম্পূর্ণ হওয়ার পর core, cavity, ejector pins, mold base এবং অন্যান্য অংশগুলো মিলিয়ে final mold assembly তৈরি করা হয়। এরপর এই assembly CAM compatible ফাইলে রূপান্তর করা হয়।

File Format Selection: Mold CAM export করার সময় ফাইল ফরম্যাট নির্বাচন গুরুত্বপূর্ণ। সাধারণত STEP (.step/.stp), IGES (.iges/.igs), STL (.stl) এবং কিছু ক্ষেত্রে native CAM software supported ফরম্যাট ব্যবহার করা হয়। STEP এবং IGES format মূলত 3D CAD data interchange-এর জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে geometry, faces, edges এবং assembly relationships ঠিক থাকে। STL format প্রধানত 3D printing বা simulation-এর জন্য ব্যবহৃত হয়।

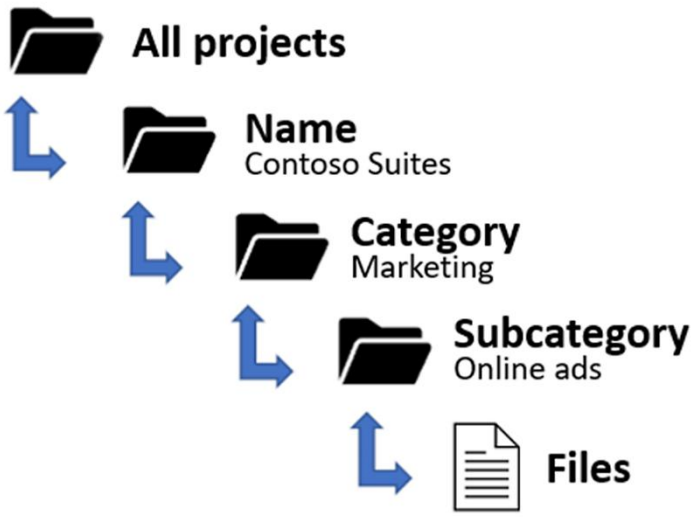
Data Preparation: Export করার আগে mold assembly ঠিকভাবে check করতে হয়। Core এবং cavity blocks ঠিকভাবে position করা আছে কিনা, parting surfaces এবং draft angles ঠিক আছে কিনা, এবং assembly errors নেই তা যাচাই করা হয়। SolidWorks-এ Validate, Check এবং Repair tools ব্যবহার করে geometry consistency ensure করা হয়।
Scaling and Tolerances: CAM process-এ mold machining-এর জন্য scale এবং tolerances ঠিক করা জরুরি। Material shrinkage, machining allowance এবং finishing allowance অনুযায়ী মডেল adjust করা হয়। Export করার সময় এই tolerances সঠিকভাবে save করা হয় যাতে CNC machining-এর পরে final mold required dimension অনুযায়ী আসে।
Export Process: SolidWorks-এ Export বা Save As কমান্ড ব্যবহার করে mold CAM supported ফাইল তৈরি করা হয়। Export করার সময় assembly structure maintain করা হয় যাতে core, cavity, mold base এবং inserts যথাযথভাবে পৃথক থাকে। কিছু CAM software separate bodies বা features হিসাবে recognize করতে পারে, তাই Export options অনুযায়ী assembly hierarchy ঠিক রাখা হয়।
Post Export Verification: Exported file CAM software-এ import করার পরে geometry, assembly structure, orientation এবং scaling পরীক্ষা করা হয়। CAM software-এ mold machining, tool paths, cutting simulation বা injection simulation চালানোর আগে ensure করতে হয় যে কোন feature missing বা corrupted হয়নি।
Manufacturing Readiness: Exported mold file CAM compatible হওয়ায় direct CNC machining, milling, 3D printing বা injection molding simulation করা যায়। এই ধাপ নিশ্চিত করে যে production-ready mold accurate, dimensionally correct এবং design intent অনুযায়ী machining জন্য প্রস্তুত।
এইভাবে, SolidWorks mold CAM supported ফাইলে স্থানান্তর করার প্রক্রিয়া design থেকে manufacturing পর্যন্ত smooth workflow নিশ্চিত করে এবং errors বা mismatch কমায়।

CAM প্রোগ্রামিংয়ের জন্য Mold-টি একটি পৃথক ফোল্ডার তৈরি করে সংরক্ষণ করাঃ

Mold File Organization for CAM Programming (SolidWorks)
SolidWorks-এ Mold design শেষে CAM programming-এর জন্য ফাইলগুলো systematized এবং production-ready রাখতে organized করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। Mold assembly যখন সম্পূর্ণ হয়, তখন core, cavity, mold base, ejector pins এবং অন্যান্য অংশগুলো আলাদা আলাদা component বা body হিসেবে export করা হয়। প্রতিটি অংশের geometry এবং assembly integrity ঠিক রাখতে proper folder structure ব্যবহার করা হয়। এটি machining প্রক্রিয়ায় errors কমায়, time সাশ্রয় করে এবং production-ready mold নিশ্চিত করে।

Folder Structure এবং Organization:

SolidWorks-এ exported mold files একটি dedicated folder-এ রাখা হয়। Folder structure-এ subfolders তৈরি করা যায় যাতে প্রতিটি অংশ সহজে খুঁজে পাওয়া যায় এবং CAM programming সহজ হয়। উদাহরণস্বরূপ:



Mold CAM Folder

Core (Core block files)

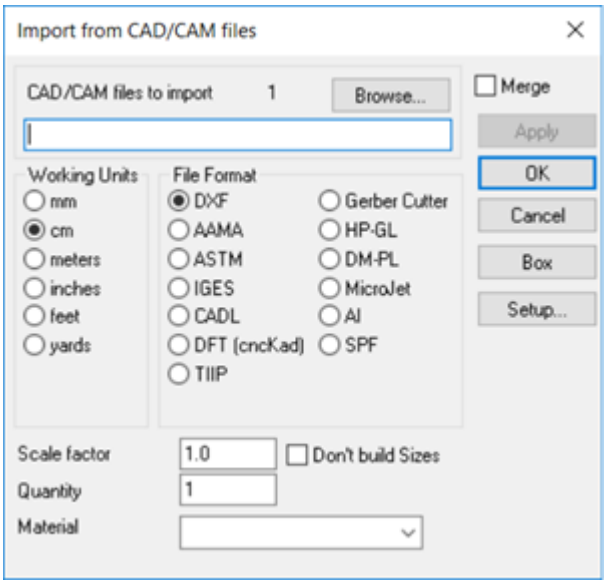
Cavity (Cavity block files)

Inserts (Mold inserts, pins, sliders)

Ejector Pins (Ejector system parts)

Assembly (Final mold assembly files)

এই structure নিশ্চিত করে যে CAM engineer প্রতিটি অংশ আলাদাভাবে load এবং process করতে পারে।



File Formats:

Exported files CAM-compatible format-এ save করা হয়। সাধারণত ব্যবহৃত ফাইল ফরম্যাটগুলো:

STEP (.step/.stp) – 3D CAD data interchange

IGES (.iges/.igs) – Surface-based geometry transfer

STL (.stl) – 3D printing বা simulation

Native CAM formats – Direct CAM software integration

Naming Conventions:
Proper naming convention ব্যবহার করা mold files সহজে সনাক্ত করতে সাহায্য করে। উদাহরণ:
Core_Block_01.step
Cavity_Block_01.step
Ejector_Pin_Set.stl
Assembly_Final.step
এই approach নিশ্চিত করে যে, CAM programming চলাকালীন কোন file কোন অংশের জন্য তা সহজে বোঝা যায়।

Export Process এবং Verification:
SolidWorks-এ Mold assembly finalize হওয়ার পরে Export বা Save As কমান্ড ব্যবহার করে CAM supported ফাইলে convert করা হয়। Export করার আগে geometry এবং assembly integrity যাচাই করা হয়। Scale, shrinkage, machining tolerance এবং surface finish নিশ্চিত করা হয়। Exported file CAM software-এ import করে validation করা হয় যেন কোন geometry missing বা corrupted না হয়।

Workflow Diagram (Text-based Representation):
3D Mold Assembly → Check & Validate Geometry → Separate Bodies (Core, Cavity, Inserts, Ejector Pins) → Export CAM Compatible Files → Organize in Dedicated Folder → Naming & Subfolder Structure → CAM Import & Validation → Production-Ready Mold

Professional Note:
Organized file management production efficiency বৃদ্ধি করে, machining errors কমায় এবং multiple engineers বা operators-এর মধ্যে communication সহজ করে। CAM programming-এর জন্য এই disciplined approach industry standard হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৪.৫

১. CAM ফাইল কী?

২. CAD থেকে CAM ফাইলে কনভার্ট করার উদ্দেশ্য কী?

৩. G-code কী?

৪. টুলপাথ (Toolpath) কী?

৫. CNC মেশিনে CAM ফাইলের গুরুত্ব কী?

উত্তর পত্র (Answer Key) – ৪.৫

১. CAM ফাইল কী?
উত্তরঃ CAM ফাইল হলো এমন একটি ফাইল যা CNC মেশিনে কাজ করার জন্য প্রয়োজনীয় সব তথ্য ধারণ করে। এতে কোনো পিস বা অংশের জন্য মেশিনের টুলের গতিবিধি, কাটিং স্পিড, ফিড রেট, এবং অন্যান্য প্রক্রিয়ার নির্দেশনা থাকে।

২. CAD থেকে CAM ফাইল কনভার্ট করার উদ্দেশ্য কী?
উত্তরঃ CAD থেকে CAM ফাইলে কনভার্ট করার উদ্দেশ্য হলো ডিজাইন করা 3D মডেলকে CNC মেশিনে প্রক্রিয়া করা উপযোগী আকারে রূপান্তর করা। এর মাধ্যমে মেশিন ঠিকভাবে কাটিং বা মিলিং করতে পারে।

৩. G-code কী?
উত্তরঃ G-code হলো CNC মেশিনকে নির্দেশ দেয়ার জন্য ব্যবহৃত প্রোগ্রামিং কোড। এটি মেশিনের টুলকে কোথায় যেতে হবে, কত দ্রুত এবং কোন ফিডে কাজ করতে হবে তা নির্দিষ্ট করে।

৪. টুলপাথ (Toolpath) কী?
উত্তরঃ টুলপাথ হলো CNC মেশিনের কাটিং টুল যে পথে চলবে তার সঠিক লাইন বা পথ। এটি CAM সফটওয়্যারের মাধ্যমে ডিজাইন করা হয় এবং মেশিনের কার্যকরী অপারেশন নিশ্চিত করে।

৫. CNC মেশিনে CAM ফাইলের গুরুত্ব কী?
উত্তরঃ CAM ফাইল CNC মেশিনে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি মেশিনকে সঠিকভাবে কাজ করার নির্দেশনা দেয়। এর মাধ্যমে সময় ও উপকরণ বাঁচে, ত্রুটি কমে এবং প্রিসিশন বা নির্ভুলতা বৃদ্ধি পায়।

জব শিট (Job Sheet) – ৪.৫.১

জবের নামঃ Mold ফাইল CAM-সাপোর্টেড ফাইলে রূপান্তর করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. 3D Mold Assembly ফাইল ওপেন করা।
২. CAM সফটওয়্যার (যেমন: Fusion 360 CAM, MasterCAM) ওপেন করা।
৩. Mold ফাইল ইমপোর্ট করা।
৪. Tool Library থেকে কাটার নির্বাচন করা।
৫. Toolpath Generation করে সিমুলেশন চালানো।
৬. ফাইল CAM-Compatible Format (যেমন: NC বা G-code) এ এক্সপোর্ট করা।
৭. CNC মেশিনে প্রক্রিয়াকরণের আগে Toolpath যাচাই করা।

সতর্কতা:

১. Toolpath Generation সঠিকভাবে করা না হলে মেশিনে ত্রুটি হতে পারে।
২. ফাইল সঠিক ফরম্যাটে Export করতে হবে।
৩. Simulation চালিয়ে ভুল হলে আগে ঠিক করতে হবে।
৪. কাজের সময় CAM ফাইল সেভ করতে হবে যাতে ডেটা হারানো না যায়।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৪.৫.১

জবের নাম: Mold ফাইল CAM-সাপোর্টেড ফাইলে রূপান্তর করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- Safety Gloves
- Safety Glasses
- Safety Shoes

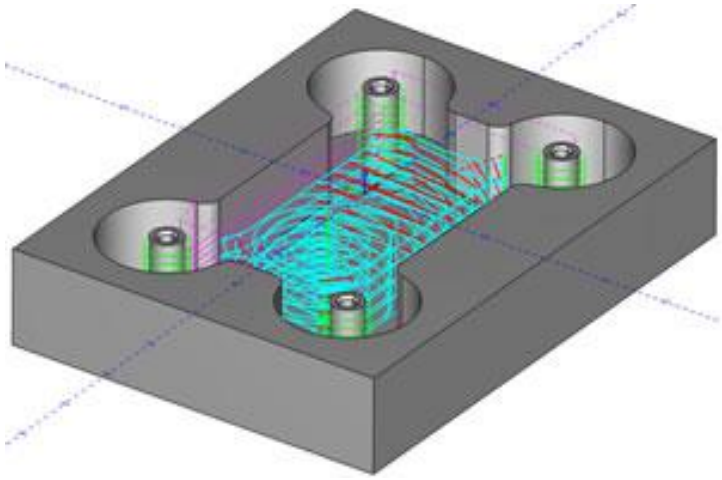
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- CAM Software (Fusion 360 CAM, MasterCAM)
- CNC-Compatible Computer Workstation
- Mouse & Keyboard

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- 3D Mold Assembly File
- Tool Library Data

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



মডিউল-৫

মডিউলঃ ক্যাম (CAM) প্রোগ্রামিং-এর কাজ সম্পাদন করা

SICIP-LE-CAD-05-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল (Module) – ৫

মডিউল শিরোনামঃ ক্যাম প্রোগ্রামিং-এর কাজ সম্পাদন করা।

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-CAD-05-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৮০ ঘন্টা।

মডিউল বিবরণঃ

এই মডিউলে CAM প্রোগ্রামিং সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষভাবে CAM সফ্টওয়্যার ইনস্টল করা, CAM প্রোগ্রামিং সম্পাদন করা, এবং প্রোগ্রাম লোড করা এবং চালানো সম্পর্কে বর্ণনা দেয়া হয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

১. CAM সফ্টওয়্যার ইনস্টল করতে পারবে।
২. CAM প্রোগ্রামিং সম্পাদন করতে পারবে।
৩. প্রোগ্রাম লোড করতে এবং চালাতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. কাজের চাহিদা অনুযায়ী উপকরণ, নির্দেশাবলী এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি সংগ্রহ করা।
২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAM প্যাকেজ ইনস্টল করা।
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী সিস্টেম প্যারামিটারগুলি সনাক্ত ও নির্বাচন করা।
৪. CAD মডেল ইমপোর্ট (import) করে সঠিকভাবে অবস্থান (orientation) নির্ধারণ করা।
৫. কাজের চাহিদা অনুযায়ী রেফারেন্স পয়েন্ট স্থাপন বা নির্ধারণ করা।
৬. স্টক সেট-আপ (Stock set-up) সম্পন্ন করা।
৭. কাটিং টুলস (Cutting tools) সনাক্ত ও নির্বাচন করা।
৮. ধারাবাহিক টুলপাথ (Sequential toolpaths) সনাক্ত, তৈরি এবং যাচাই (verify) করা।
৯. G কোড এবং M কোড ব্যাখ্যা (interpret) করা।
১০. নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল (NC) প্রোগ্রাম তৈরি করা।
১১. উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লোড করা।
১২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে মেশিনে ড্রাই রান/সিমুলেশন (Dry run/Simulation) সম্পন্ন করা।
১৩. প্রোগ্রামটি চালিয়ে ওয়ার্কপিস (Work piece) উৎপাদন করা।
১৪. কাজের সময় উদ্ভূত সমস্যা রেকর্ড করে এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুযায়ী সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষের কাছে রিপোর্ট করা।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৫.১

শিখন ফল-১: CAM সফ্টওয়্যার ইনস্টল করতে পারবে।

শিক্ষন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তুঃ

১. কাজের চাহিদা অনুযায়ী উপকরণ, নির্দেশাবলী এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি
২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAM প্যাকেজ ইনস্টল করা
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী সিস্টেম প্যারামিটারগুলি সনাক্ত ও নির্বাচন করা

কাজের চাহিদা অনুযায়ী উপকরণ, নির্দেশাবলী এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতিঃ

CAM বা Computer Aided Manufacturing হলো একটি কম্পিউটার-ভিত্তিক সিস্টেম যা ডিজিটাল ডিজাইন (CAD মডেল) থেকে সরাসরি মেশিনে উৎপাদন প্রক্রিয়া সম্পাদনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি প্রোগ্রামিং, টুলপাথ জেনারেশন, সিমুলেশন ও CNC মেশিনিং প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় ও নির্ভুল করে তোলে।

CAM সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা (Necessity of CAM):

- জটিল ডিজাইন অনুযায়ী নির্ভুল ও পুনরাবৃত্তিশীল মেশিনিং নিশ্চিত করা
- উৎপাদন সময় ও খরচ হ্রাস করা
- ম্যানুয়াল প্রোগ্রামিং-এর ভুল কমানো
- স্বয়ংক্রিয় ও উচ্চ গতি সম্পন্ন উৎপাদনে সক্ষমতা বৃদ্ধি করা
- বিভিন্ন টুল ও কৌশল ব্যবহারে সহজতা আনয়ন করা

CAM সিস্টেমের ব্যবহার/প্রযোগক্ষেত্র (Application of CAM):

- অটোমোবাইল, এরোস্পেস এবং ইলেকট্রনিক্স খাতে যন্ত্রাংশ উৎপাদনে
- ছাঁচ ও ডাই তৈরিতে
- মেটাল ও প্লাস্টিক কাটা, গঠন ও ফিনিশিং কাজে
- চিকিৎসা যন্ত্রপাতি ও মাইক্রো-ম্যাশিনিং খাতে
- CNC লেদ, মিলিং, EDM, লেজার কাটা প্রভৃতি মেশিনে প্রোগ্রাম চালাতে

জনপ্রিয় CAM সফটওয়্যারের ধরন (Types of Popular CAM Software):

CAM সফটওয়্যারের নাম		বৈশিষ্ট্য
Edgecam	-	CAD-CAM একত্রে, ক্লাউড-ভিত্তিক, সহজ ইন্টারফেস
MasterCAM	-	অত্যন্ত জনপ্রিয়, ইন্ডাস্ট্রিতে বহুল ব্যবহৃত, শক্তিশালী টুলপাথ কন্ট্রোল
SolidCAM	-	SolidWorks-এর সাথে একীভূত, Machining সুবিধা
PowerMill	-	জটিল 3D ও 5-Axis মেশিনিং এর জন্য উপযুক্ত
ArtCAM	-	আর্টওয়ার্ক ও কার্ভড ডিজাইনের জন্য উপযোগী

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে CAM প্যাকেজ ইনস্টল করাঃ

এই ইনফরমেশন শীটে MasterCAM X5 সফটওয়্যারটি কীভাবে নিরাপদভাবে ডাউনলোড ও ইনস্টল করতে হয় এবং ইনস্টলেশনের প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হয়েছে।

MasterCAM X5 সফটওয়্যার সংগ্রহ করণ (Software Collection):

MasterCAM একটি জনপ্রিয় CAM সফটওয়্যার। বাংলাদেশসহ বিভিন্ন দেশে এই সফটওয়্যারটি সি.এন.সি মেশিনিং এর জন্য উল্লেখযোগ্য পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এর অন্যতম কারণ ব্যবহারকারীর জন্য এই সফটওয়্যারটিতে রয়েছে সহজ ব্যবহার উপযোগী ব্যবস্থা।

MasterCAM X5 হচ্ছে MasterCAM সফটওয়্যার এর একটি ভারশন। এই ভারশনটি সহজেই সংগ্রহ করা যায় এবং ইনস্টল করা যায়। ফলে আমরা এই ভারশন নিয়ে কাজ করবো।

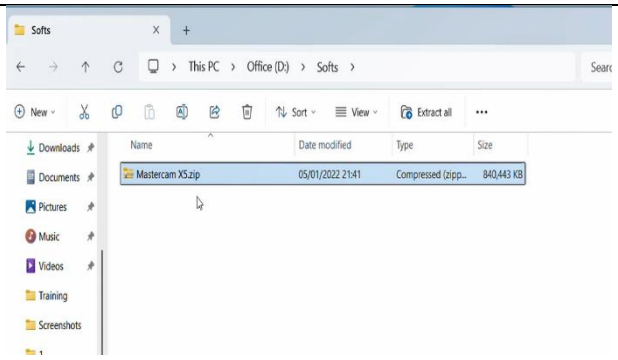
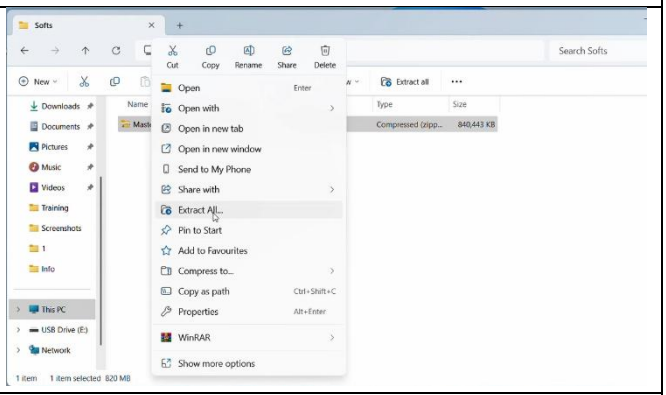
বিঃ দ্রঃ বাংলাদেশ এর মতো উন্নয়নশীল দেশে যেকোন সফটওয়্যার বিনামূল্যে ব্যবহার করার সুযোগ রয়েছে, যা উন্নত দেশগুলোর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়।

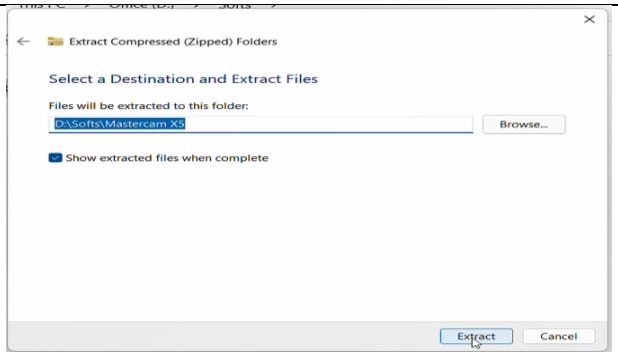
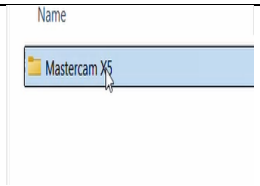
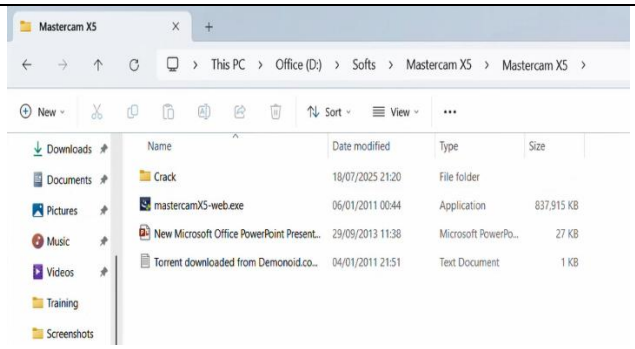
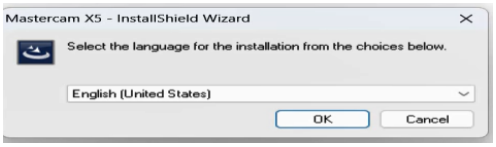
সফটওয়্যার সংগ্রহ করার পদ্ধতিসমূহঃ

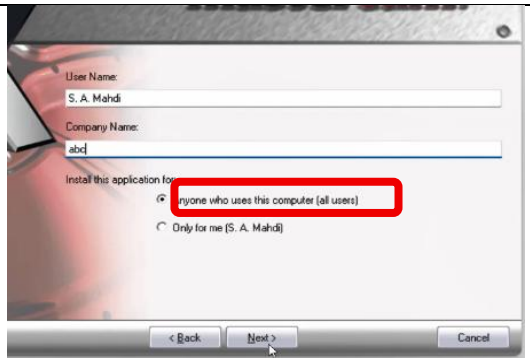
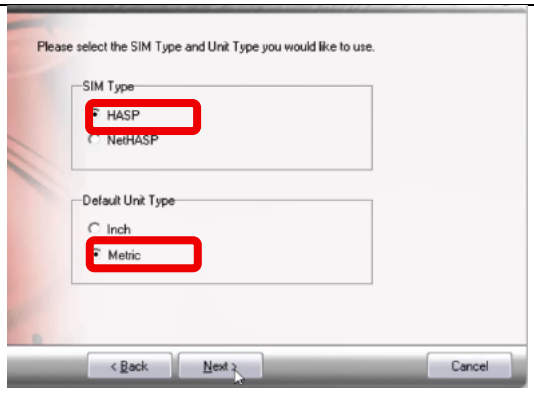
১. ইন্টারনেট হতে ডাউনলোডকৃত সফটওয়্যার
   ১.১. www.google.com
   ১.২. www.mecharofficial.blogspot.com
২. প্রতিষ্ঠান কর্তৃক সরবরাহকৃত সফটওয়্যার
৩. সিডি কিংবা পেনড্রাইভ হতে প্রাপ্ত সফটওয়্যার

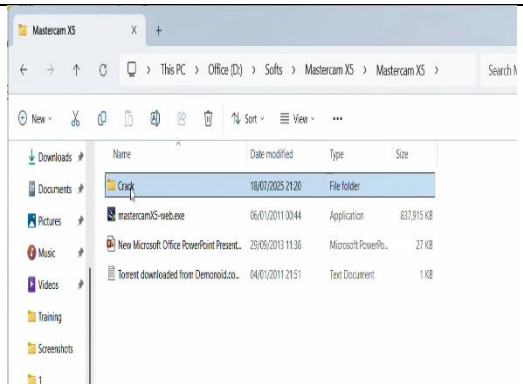
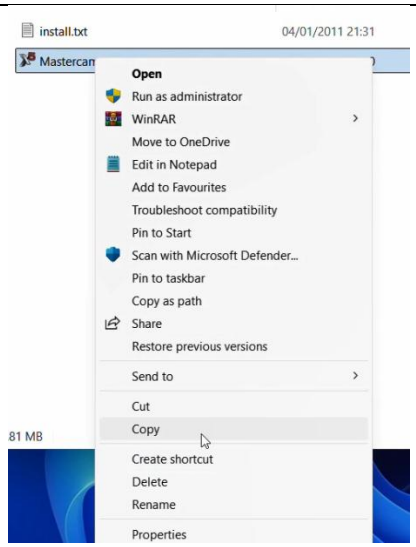
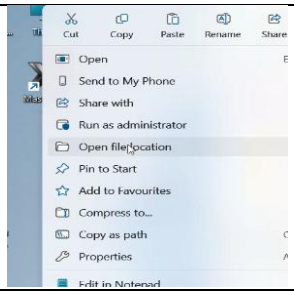
MasterCAM X5 সফটওয়্যার ডাউনলোড এবং ইনস্টল করার প্রক্রিয়া নিচে ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলোঃ

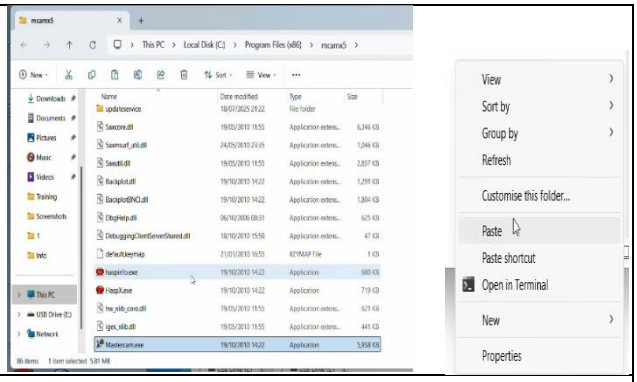
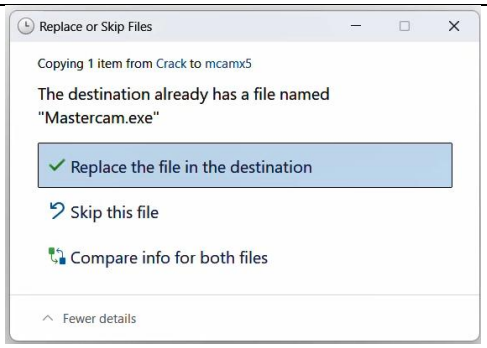
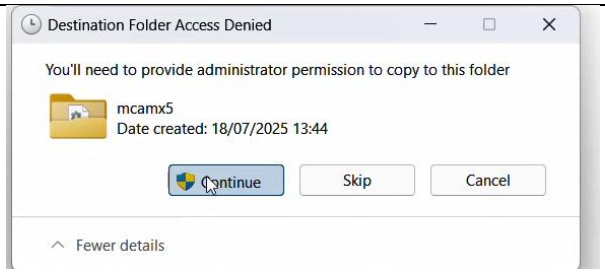
১ম ধাপঃ সংগ্রহকৃত সফটওয়্যার এর ইনস্টল করার প্রক্রিয়া নিম্নে উল্লেখ করা হলোঃ

১. Pen Drive বা যেকোন উৎস হতে প্রাপ্ত সফটওয়্যার কপি করে কম্পিউটারের যেকোন ডিস্ক ড্রাইভের সুবিধাজনক লোকেশনে Paste করা।	
	চিত্রঃ ১.১
২. MasterCAM X5.zip ফাইলের উপর মাউসের ডান বাটনে চাপ দিয়ে Extract All বাটনে ক্লিক করা।	
	চিত্রঃ ১.২

৩. Extract বাটনে ক্লিক করা।	
	চিত্রঃ ১.৩
৪. কিছুক্ষণ লোড হবে এরপর একটি ফোল্ডার সামনে আসবে।	
	চিত্রঃ ১.৪
৫. ফোল্ডারে ডাবল ক্লিক করে প্রবেশ করব।	
	চিত্রঃ ১.৫
৬. ইন্টারনেট সংযোগ বন্ধ করে, MasterCAMX5-web.exe ফাইলের উপর ডাবল ক্লিক করে ইনস্টলেশন শুরু করতে হবে। চিত্রের মতো পপআপ আসলে OK বাটনে ক্লিক করব।	
	চিত্রঃ ১.৬
৭. কিছুক্ষণ লোডিং হবার পর চিত্রে মতো মতো স্ক্রিন আসলে Next বাটনে ক্লিক করব।	
	চিত্রঃ ১.৭

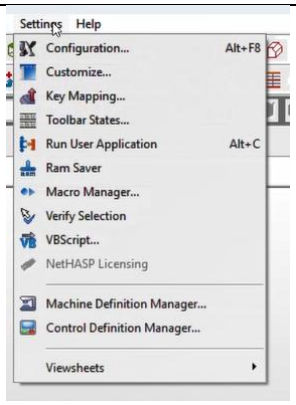
৮. এর পর নিজের নাম এবং কোম্পানির নাম দিয়ে Next দিবো। উল্লেখ্য এখানে যেকোন নাম দেয়া যাবে। এতে কোন সমস্যা নেই।	
	চিত্রঃ ১.৮
৯. আবারো Next দিবো।	
	১.৯
১০. এবার Default Unit Type এর ঘরে Metric সিলেক্ট করে Next বাটনে ক্লিক করব।	
	১.১০
১১. এর পর Install বাটনে ক্লিক করতে হবে।	
	১.১১

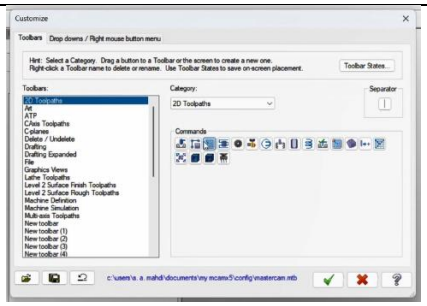
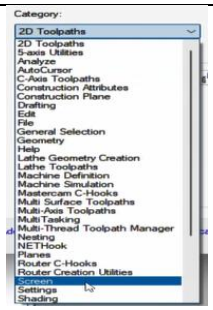
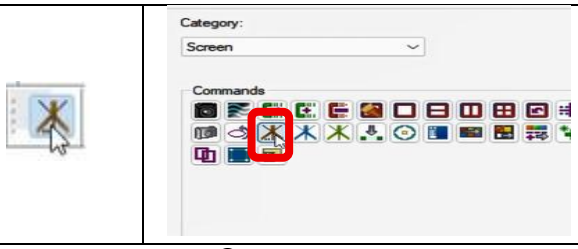
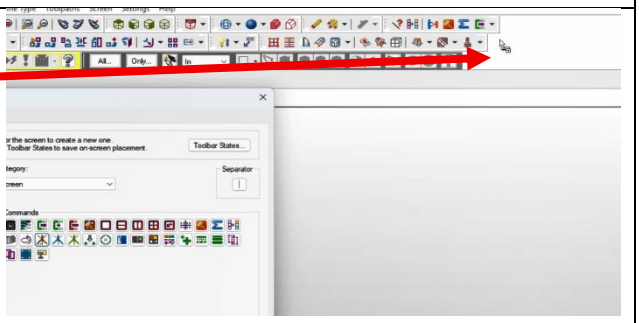
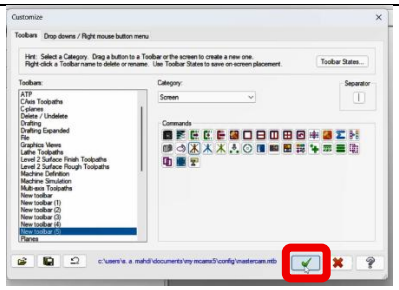
১২. ইনস্টলেশন শেষ হলে Finish বাটনে ক্লিক করতে হবে।	
	১.১২
১৩. এর পর MasterCAM X5 এর ফোল্ডারে যাবো। সেখানে থাক Crack ফোল্ডারে প্রবেশ করব।	
	১.১৩
১৪. ফোল্ডারে থাকা MasterCAM.exe নামের ফাইলকে কপি করব।	
	১.১৪
১৫. এখন Desktop এ থাকা MasterCAM X5 এর আইকনে রাইট বাটন ক্লিক করে Open File Location এ ক্লিক করব।	 
	১.১৫

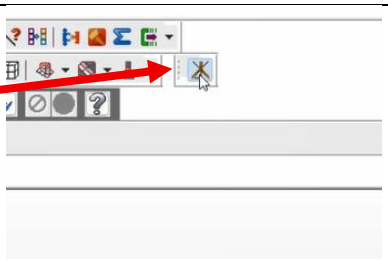
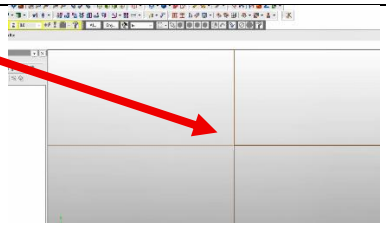
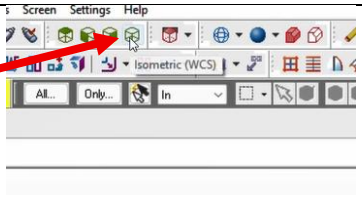
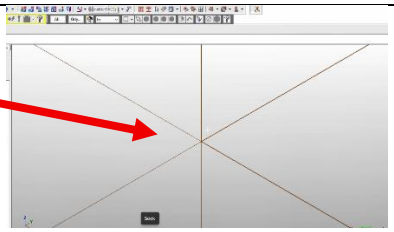
১৬. এরপর যে লোকেশনর উইন্ডো খুলবে সেখানে গিয়ে মাউসের রাইট বাটন ক্লিক করে Paste ক্লিক করব।	
	১.১৬
১৭. Replace বাটনে ক্লিক করা।	
	১.১৭
১৮. Continue বাটনে ক্লিক করা।	
	১.১৮
১৯. সকল উইন্ডো ক্লোজ করে দিয়ে কম্পিউটার Restart দেয়া।	

ইনস্টল হওয়ার পর MasterCAM X5 সফটওয়্যার এর ইউজার ইন্টারফেসের প্যারামিটার পরিবর্তনঃ

সকল অক্ষসমূহ একই সাথে দেখার জন্য নিম্নে বর্ণিত পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে।

মেনুবার থেকে Settings বাটনে ক্লিক করে সেখান থেকে Configuration এ ক্লিক করতে হবে।	
	চিত্রঃ ১.১৯

Customize নামের পপ-আপ উইন্ডো আসলে ডানে থাকা 2D Toolpaths লেখা বক্সে ক্লিক করলে একটি ড্রপ ডাউন মেনু আসবে।	
	চিত্রঃ ১.২০
সেখান থেকে Screen নামের অপশনে ক্লিক করব।	
	চিত্রঃ ১.২১
Screen এর ক্যাটাগরিতে থাকা টুলগুলো থেকে ডান দিকে দেখানো এই টুল এর উপর মাউসে লেফট বাটন চাপ দিয়ে ধরে নিয়ে টুলবারের সুবিধাজনক স্থানে নিয়ে মাউসের বাটন ছাড়তে হবে।	
	চিত্রঃ ১.২২
	
	চিত্রঃ ১.২২
এর পর Customize উইন্ডো এর টিক মার্ক এ ক্লিক করে কনফার্ম করতে হবে।	
	চিত্রঃ ১.২৩

এর পর অক্ষসমূহ দেখানোর এই বাটনে ক্লিক করলে স্ক্রিনে এমন দাগ দেখা যাবে। এই দাগসমূহ অক্ষ সমূহকে প্রকাশ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।	
	চিত্রঃ ১.২৪
	
	চিত্রঃ ১.২৫
টুলবারের এই Isometric view নির্বাচন করলে আমরা একইসাথে ৩টি অক্ষ দেখতে পারব	
	চিত্রঃ ১.২৬
	
	চিত্রঃ ১.২৭

কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী সিস্টেম প্যারামিটারগুলি সনাক্ত ও নির্বাচন করাঃ

Mastercam একটি জনপ্রিয় CAD/CAM সফটওয়্যার যা ডিজাইন থেকে শুরু করে CNC প্রোগ্রামিং পর্যন্ত সম্পূর্ণ প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।

এই অধ্যায়ে আমরা শিখব কীভাবে Mastercam-এ System Parameters নির্ধারণ ও নির্বাচন করতে হয়। সঠিক System Parameters নির্বাচন করলে ডিজাইন ও মেশিনিং প্রক্রিয়া হয় আরও নির্ভুল ও কার্যকর।

System Parameters:

System Parameters হল Mastercam সফটওয়্যারের এমন কিছু মৌলিক সেটিংস যা ব্যবহারকারী তার কাজের ধরন অনুযায়ী পরিবর্তন করতে পারে।

এর মধ্যে প্রধানত রয়েছে:

- মাপের একক (Metric বা English)
- টুলবার কনফিগারেশন (Dimensioning, Line Types, Editing, Hatching)
- ইন্টারফেসের পছন্দমতো বিন্যাস

মাপের একক নির্বাচন (Selecting Measurement System)

Mastercam-এ দুই ধরনের মাপের একক ব্যবহার করা হয়:

1. **Metric System:**
   মাপের একক মিলিমিটার (mm)। অধিকাংশ দেশ ও শিল্পক্ষেত্রে এই ইউনিট ব্যবহৃত হয়।
2. **English System (Imperial):**
   মাপের একক ইঞ্চি (inch)। যুক্তরাষ্ট্রসহ কিছু দেশে এটি ব্যবহৃত হয়।

পদ্ধতি:

মাপের একক পরিবর্তন করতে –

Settings → Configuration → Start/Exit → System Unit এ যান এবং Metric বা English সিলেক্ট করুন।

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.১

১. CAM কী এবং এটি কোন কাজে ব্যবহৃত হয়? সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করুন।

২. CAM সিস্টেম ব্যবহারের অন্তত ৩টি প্রয়োজনীয়তা লিখুন।

৩. CAM সিস্টেমের অন্তত ৩টি প্রয়োগক্ষেত্র উদাহরণসহ লিখুন।

৪. ৩টি CAM সফটওয়্যার এর নাম লিখুন।

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৫.১

১. CAM কী এবং এটি কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর:

CAM (Computer Aided Manufacturing) একটি কম্পিউটার-ভিত্তিক প্রযুক্তি যা ডিজিটাল ডিজাইন বা CAD ফাইল ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে মেশিনে উৎপাদন কার্যক্রম পরিচালনা করতে সাহায্য করে। এটি CNC মেশিনে টুলপাথ তৈরি, প্রোগ্রাম জেনারেশন ও মেশিন অপারেশন নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

২. CAM সিস্টেম ব্যবহারের ৩টি প্রয়োজনীয়তা:

উত্তর:

১. জটিল ডিজাইন নির্ভুলভাবে মেশিনিং করার জন্য
২. উৎপাদনের সময় ও খরচ কমানোর জন্য
৩. প্রোগ্রামিং ভুল কমিয়ে উৎপাদন স্বয়ংক্রিয় করার জন্য

৩. CAM সিস্টেমের ৩টি প্রয়োগক্ষেত্র:

উত্তর:

১. অটোমোবাইল ও এরোস্পেস খাতে যন্ত্রাংশ তৈরি
২. ছাঁচ ও ডাই (Mould & Die) প্রস্তুতকরণ
৩. CNC লেদ, মিলিং বা EDM মেশিন পরিচালনা

৪. জনপ্রিয় CAM সফটওয়্যার এবং বৈশিষ্ট্য:

উত্তর (যেকোনো ৩টি):

১. MasterCAM
২. PowerMill
৩. SolidCAM

জব শীট (Job Sheet) - ৫.১.১

জবের নামঃ ০১ - CAM সফটওয়্যার ইনস্টল করুন।

কাজের ধাপসমূহঃ

- Pen Drive বা যেকোন উৎস হতে প্রাপ্ত সফটওয়্যার কপি করে কম্পিউটারের যেকোন ডিস্ক ড্রাইভের সুবিধাজনক লোকেশনে Paste করা।
- MasterCAM X5.zip ফাইলের উপর মাউসের ডান বাটনে চাপ দিয়ে Extract All বাটনে ক্লিক করা।
- Extract বাটনে ক্লিক করা।
- কিছুক্ষণ লোড হবে এরপর একটি ফোল্ডার সামনে আসবে।
- ফোল্ডারে ডাবল ক্লিক করে প্রবেশ করব।
- ইন্টারনেট সংযোগ বন্ধ করে, MasterCAMX5-web.exe ফাইলের উপর ডাবল ক্লিক করে ইনস্টলেশন শুরু করতে হবে। চিত্রের মতো পপআপ আসলে OK বাটনে ক্লিক করব।
- কিছুক্ষণ লোডিং হবার পর চিত্রে মতো মতো স্ক্রিন আসলে Next বাটনে ক্লিক করব।
- এর পর নিজের নাম এবং কোম্পানির নাম দিয়ে Next দিবো। উল্লেখ্য এখানে যেকোন নাম দেয়া যাবে। এতে কোন সমস্যা নেই।
- আবারো Next দিবো।
- এবার Default Unit Type এর ঘরে Metric সিলেক্ট করে Next বাটনে ক্লিক করব।
- এর পর Install বাটনে ক্লিক করতে হবে।
- ইনস্টলেশন শেষ হলে Finish বাটনে ক্লিক করতে হবে।
- এর পর MasterCAM X5 এর ফোল্ডারে যাবো। সেখানে থাক Crack ফোল্ডারে প্রবেশ করব।
- ফোল্ডারে থাকা MasterCAM.exe নামের ফাইলকে কপি করব।
- এখন Desktop এ থাকা MasterCAM X5 এর আইকনে রাইট বাটন ক্লিক করে Open File Location এ ক্লিক করব।
- এরপর যে লোকেশনর উইন্ডো খুলবে সেখানে গিয়ে মাউসের রাইট বাটন ক্লিক করে Paste ক্লিক করব।
- Replace বাটনে ক্লিক করা।
- Continue বাটনে ক্লিক করা।
- সকল উইন্ডো ক্লোজ করে দিয়ে কম্পিউটার Restart দেয়া।

সতর্কতাঃ

- প্রয়োজনীয় পিপিই (PPE) সমূহ ব্যবহার করা
- প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার প্রস্তুত রাখা ও নিশ্চিত করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৫.১.১

জবের নামঃ ০১ - CAM সফটওয়্যার ইনস্টল করুন।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- সুবিধাজনক চেয়ার- - ১টি
- সুবিধাজনক টেবিল/ডেস্ক - ১টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- MasterCAM X5 সফটওয়্যার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

ডেস্কটপ / ল্যাপটপ কম্পিউটার	-	১টি
Keyboard and Mouse	-	১টি
Monitor	-	১টি
USB Drive / Pen drive	-	১টি

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.২

শিখন ফল-২: CAM প্রোগ্রামিং সম্পাদন করতে পারবে।

শিক্ষন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত, প্রোগ্রাম তৈরি ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে, এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তুঃ

১. CAD মডেল ইমপোর্ট (import) করে সঠিকভাবে অবস্থান (orientation) নির্ধারণ করা।
২. কাজের চাহিদা অনুযায়ী রেফারেন্স পয়েন্ট স্থাপন বা নির্ধারণ করা।
৩. স্টক সেট-আপ (Stock set-up) সম্পন্ন করা।
৪. কাটিং টুলস (Cutting tools) সনাক্ত ও নির্বাচন করা।
৫. ধারাবাহিক টুলপাথ (Sequential toolpaths) সনাক্ত, তৈরি এবং যাচাই (verify) করা।
৬. G কোড এবং M কোড ব্যাখ্যা (interpret) করা।
৭. নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল (NC) প্রোগ্রাম তৈরি করা।

CAD মডেল ইমপোর্ট (import) করে সঠিকভাবে অবস্থান (orientation) নির্ধারণ করাঃ

বর্তমান শিল্পক্ষেত্রে নকশা (Design) তৈরি ও উৎপাদন (Manufacturing) কার্যক্রমে CAD এবং CAM সফটওয়্যার গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। SolidWorks হলো একটি জনপ্রিয় CAD সফটওয়্যার, যার মাধ্যমে 2D বা 3D মডেল তৈরি করা যায়। অন্যদিকে Mastercam একটি আধুনিক CAM সফটওয়্যার, যা CNC মেশিনে প্রোগ্রাম তৈরি ও উৎপাদন প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।
SolidWorks-এ তৈরি CAD মডেল Mastercam-এ ইনপুট করলে সেটি সরাসরি মেশিনিং প্রক্রিয়ার জন্য ব্যবহার করা যায়।

১. SolidWorks মডেল প্রস্তুত করা

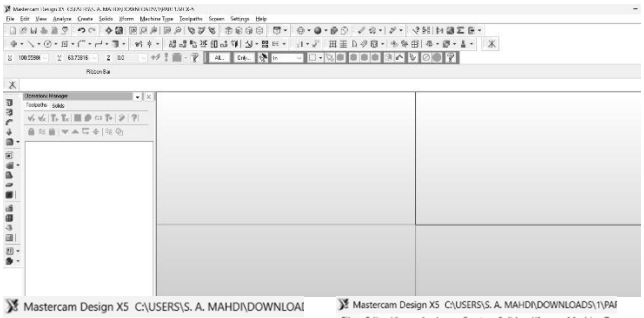
প্রথমে SolidWorks সফটওয়্যারে 3D মডেল তৈরি করতে হবে। মডেল সম্পূর্ণ হওয়ার পর সেটিকে Mastercam-এ ব্যবহারের উপযোগী করতে কয়েকটি বিষয় খেয়াল রাখতে হয়। মডেলের সব মাত্রা (Dimension) এবং আকৃতি (Shape) সঠিক আছে কিনা যাচাই করতে হবে। মডেলের মূল বিন্দু বা Origin সঠিকভাবে নির্ধারণ করতে হবে, কারণ CNC প্রোগ্রামে এটি রেফারেন্স হিসেবে ব্যবহৃত হয়।এছাড়াও মডেলের দিকনির্দেশনা (Orientation) যেমন টপ, ফ্রন্ট ও রাইট ভিউ অনুযায়ী ঠিকভাবে সেট করা আছে কিনা তা নিশ্চিত করতে হবে।

২. SolidWorks মডেল Export করা

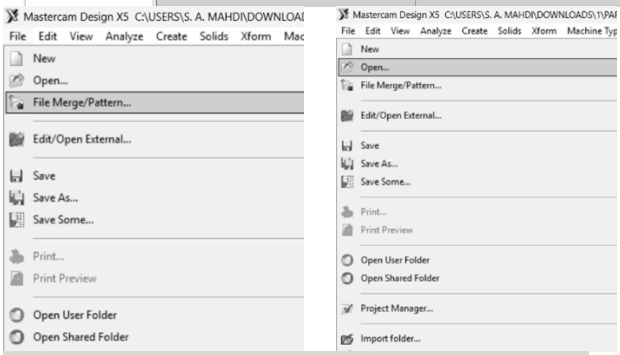
SolidWorks-এ তৈরি মডেল Mastercam-এ ইনপুট দেওয়ার আগে সেটিকে এমন ফাইল ফরম্যাটে সংরক্ষণ করতে হয়, যা Mastercam পড়তে পারে। সবচেয়ে সাধারণ ফরম্যাট হলো STEP, IGES এবং Parasolid। এই ফরম্যাটগুলো প্রায় সব CAD ও CAM সফটওয়্যারে ব্যবহার করা যায়।

ফাইল এক্সপোর্ট করার জন্য SolidWorks-এ নিম্নলিখিত ধাপ অনুসরণ করতে হয়ঃ
প্রথমে মডেল ওপেন করে **File → Save As** এ ক্লিক করতে হবে। তারপর **Save as type** থেকে STEP, IGES অথবা Parasolid ফরম্যাট নির্বাচন করতে হবে। শেষে ফাইলের নাম দিয়ে সেভ করতে হবে।
এভাবে ফাইলটি Mastercam-এর জন্য প্রস্তুত হয়ে যাবে।
CAD সফটওয়্যার থেকে এক্সপোর্ট করা ফাইলসমূহ MasterCAM-এ ইমপোর্ট করা সাধারণ প্রক্রিয়া নিম্নে দেয়া হলোঃ
ধাপসমূহ: নিম্নলিখিত ধাপসমূহ ক্রমান্বয়ে অনুসরণ করুন:

১. MasterCAM X5 ওপেন করুন।

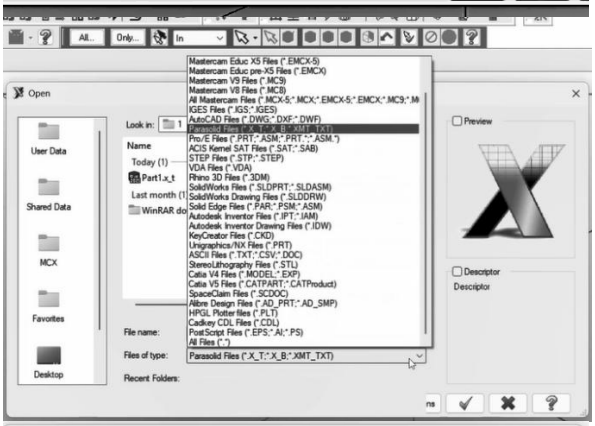


২. File > Open এ যান কিংবা Merge/pattern যান।

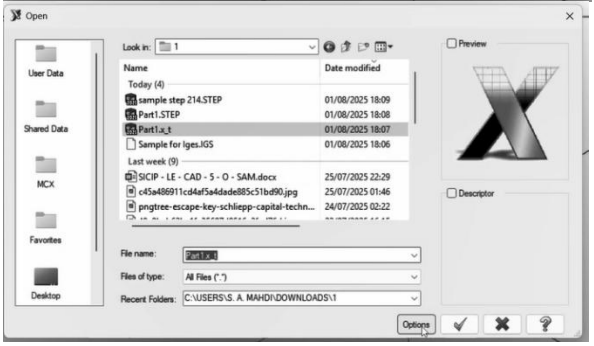


৩. File Type Dropdown থেকে কাঙ্ক্ষিত ফাইল ফরম্যাট নির্বাচন করুন (যেমন: . STEP, .X_T, .IGES, STEP ইত্যাদি)

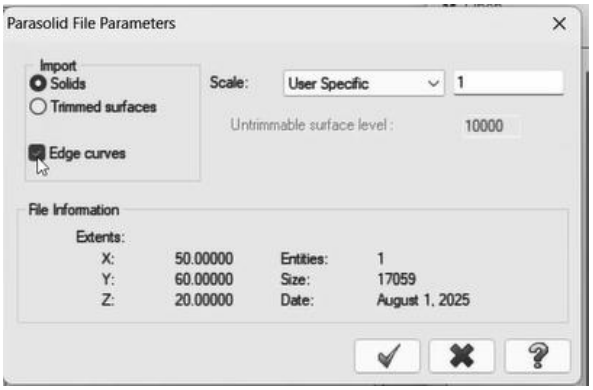
৪. কাঙ্ক্ষিত CAD ফাইল সিলেক্ট করে Open করুন।



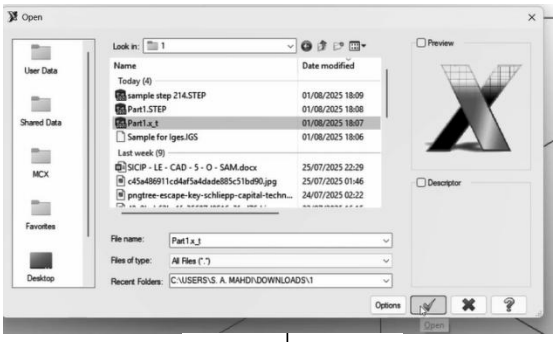
৫. টিক মার্ক এর পাশের থাকা option এর বাটনে ক্লিক করুন।



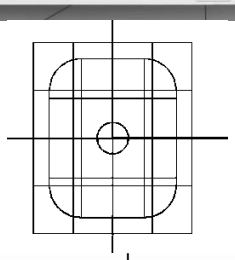
৬. প্যারামিটার সিলেক্ট করার স্থানে Edge curves নামের অপশন সিলেক্ট করুন। এর পর টিক মার্ক বা ওকে বাটনে ক্লিক করুন।



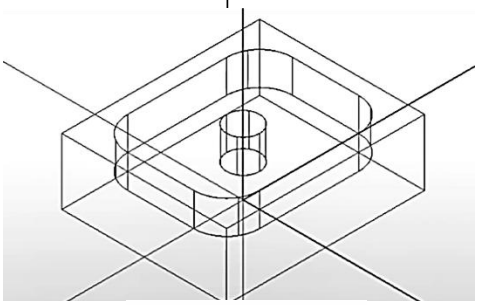
৭. এখানে চলে আসলে পুনরায় টিক মার্ক বা ওকে বাটনে এ ক্লিক করুন।



৮. ইমপোর্ট হওয়া মডেল Workspace-এ দেখতে পাবেন।

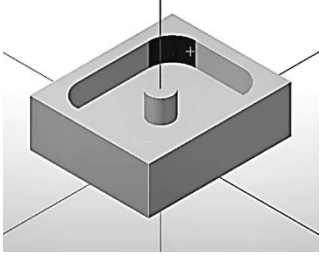


৯. মডেলটি Verify করতে View > Isometric View সিলেক্ট করুন।



১০. এরপর shaded বাটনে ক্লিক করলেই ওয়্যার মডেলটি শেডেড মডেল হিসেবে দেখা যাবে।

১১. Shaded হবার পর মডেলটি এমন দেখাবে।



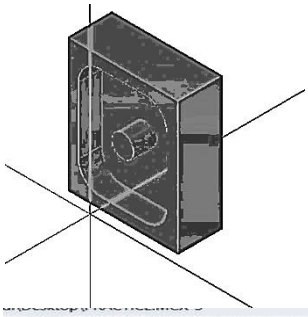
ইমপোর্ট করা ফাইল সমূহ প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক দিক অভিমুখে স্থাপন করার প্রক্রিয়া:

ক্যাড ফাইল ইম্পোর্ট করার পর কিছু বিষয় যাচাই করে দেখতে হয়।

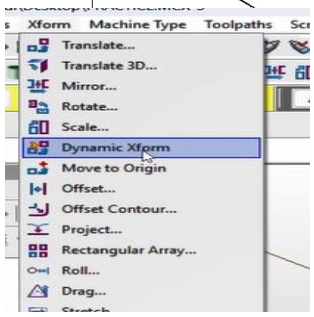
যেমনঃ ইম্পোর্ট করার পর জ্যামিতিক গঠন সঠিকভাবে এবং সম্পূর্ণ এসেছে কিনা তা যাচাই করতে Analyze → Entity ব্যবহার করা উত্তম। Surface missing হলে Model Prep টুল ব্যবহার করে Surface repair করতে হবে।

মডিলটিতে যাথাযথ মেশিনিং করার জন্য এর অবস্থানের সাথে প্লেন সমূহের সমন্বয় সাধন করতে হবে অর্থাৎ WCS (Work Coordinate System) নির্বাচন করতে হবে। নিচে এর প্রক্রিয়া ক্রমান্বয়ে দেখানো হলোঃ

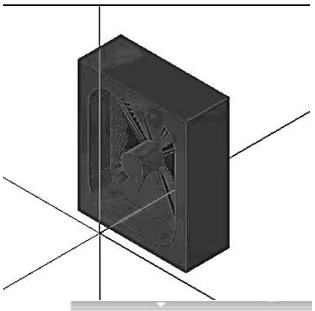
ইম্পোর্ট করা মডেলটি শেডেদ করা পর এর অবস্থান পরিবর্তন করার প্রয়োজন হতে পারে। সেক্ষেত্রে মেনুবার এর Xform এ গিয়ে ক্লিক করতে হবে।



ড্রপডাউন মেনু থেকে Dynamic Xform নির্বাচন করতে হবে।

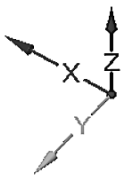


পরে মডেলটি সম্পূর্ণ সিলেক্ট করতে হবে। Ctrl+A এই সর্টকাট ব্যবহার করেও সম্পূর্ণ সিলেক্ট করা যায়।

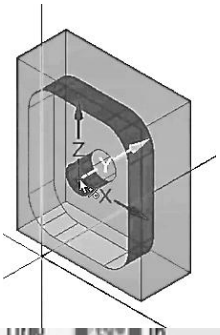


ওয়ার্ক এরিয়া বা গ্রাফিক্স এরিয়ার উপরে থাকা সবুজ রঙের একটি বল আইকন যাকে End Selection বাটন বলে সেটায় ক্লিক করতে হবে। অথবা Enter বাটনে প্রেস করলেও হবে।

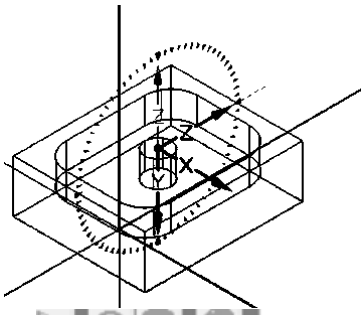
৩টি অক্ষ বিশষ্ট একটি আইকন আসবে।



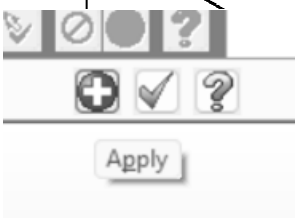
উক্ত আইকনটিকে মডেলের সুবিধাজনক স্থানে স্থাপন করে ক্লিক করব।



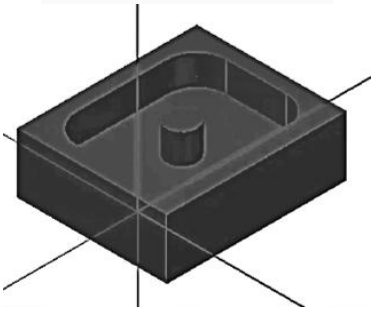
এরপর প্রয়োজন অনুযায়ী অক্ষতে ক্লিক করে আবস্থান পরিবর্তন করবে। অর্থাৎ যেকোন অক্ষতে ক্লিক করলেই এর অবস্থান পরিবর্তন করার জন্য মান দেবার ফিল্ড দেখা যাবে। সেখানে মান দিয়েও উক্ত অবস্থান পরিবর্তন করা যাবে। সরল পথ বা ঘুরিয়ে দুই পদ্ধতি অনুসরণ করেই এর অবস্থান নির্বাচন করার সুযোগ রয়েছে।
প্রয়োজন অনুযায়ী অবস্থান নির্ধারণ করব।



অবস্থান নির্ধারীত প্লেন এর বরাবর বা অভিমূখে চলে আসলে গ্রাফিক্স এরিয়ার উপরে থাকে এপ্লাই বাটন এ ক্লিক করব। কিংবা Enter বাটনে প্রেস করলেও হবে।



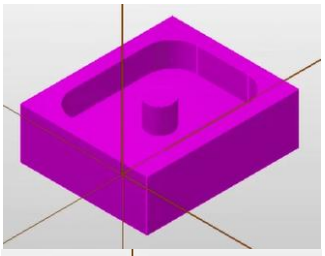
অবস্থান পরিবর্তন যাবার পর মডিলটির উপর অরিজিন (Origin) স্থাপন করতে হবে।



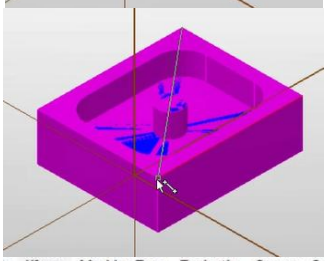
মডেলটির উপর মেশিনিং করার জন্য উপযুক্ত স্থানে অরিজিন (Origin) নির্ধারণ করার প্রক্রিয়াঃ

মেশিনিং করার জন্য অপরিহার্য বিষয় হচ্ছে **অরিজিন (Origin)** নির্ধারণ করা। এর জন্য সহজ কিছু কৌশল অবলম্বন করার প্রয়োজন হয়ে থাকে। জ্যামিতিক কাঠামো অংকন করার মাধ্যমে সহজেই অরিজিন এর অবস্থান নির্ধারণ করা যায়। নিম্নে এর ধারাবাহিক কার্যক্রম বর্ণনা করা হয়েছে।

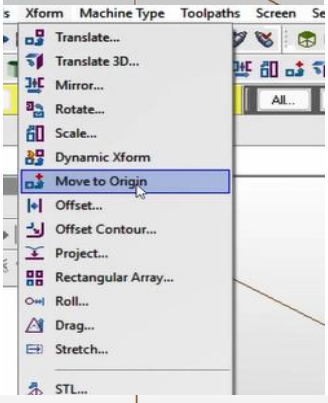
মডেলের উপর সুবিধাজনক জ্যামিতিক আকৃতি তৈরি করব।



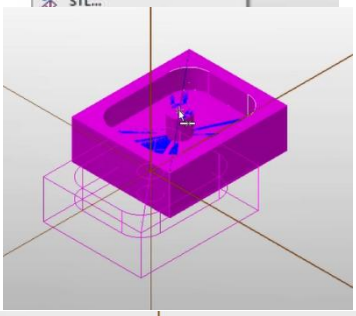
পাশের চিত্রের জন্য একটি রেখা অংকন করতে হবে।



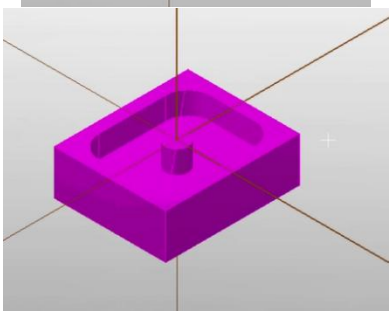
এরপর মেনুবারে গিয়ে Move to Origin এ ক্লিক করব।



এরপর যে বিন্দুতে ক্লিক করব সেখানেই অরিজিন নির্ধারণ হয়ে যাবে। এ ক্ষেত্রে আমরা সেন্টারে অরিজিন নিবো তাই অঙ্কন করা রেখার মধ্যবিন্দুতে ক্লিক করব।
দেখা যাবে এর অবস্থান সরে এসেছে।



পরিবর্তিত অবস্থানে মডেলটির অরিয়েন্টেশন যাচাই করে দেখব এর অবস্থান সঠিক রয়েছে কিনা।



অরিজিন স্থাপনের পর মডেল এর উপর মেশিন অনুযায়ী টুলপাথ তৈরি করতে হবে। মিলিং মেশিন কিংবা লেদ মেশিন এর উপযোগী টুলপাথ তৈরি করার জন্য পূর্বের ইনফরমেশন শীটগুলো অনুসরণ করুন।
টুলপাথ তৈরি করা হয়ে গেলে সিমুলেশন সম্পন্ন করুন। সিমুলেশন যাচাই করন করার পর জি-কোড তৈরি করুন।
অতঃপর কোড সংরক্ষণ বা সেভ করুন।

রেফারেন্স পয়েন্ট কাজের প্রয়োজনীয়তা:

CNC মেশিনে সঠিকভাবে মেশিনিং অপারেশন সম্পন্ন করার জন্য ওয়ার্কপিস এবং টুলের অবস্থান নির্ভুলভাবে নির্ধারণ করা অত্যন্ত জরুরি।

এই অবস্থান নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয় **রেফারেন্স পয়েন্ট (Reference Point)**।

এটি এমন একটি নির্দিষ্ট স্থান যা মেশিন, টুল ও ওয়ার্কপিসের সব মুভমেন্টের জন্য মানদণ্ড হিসেবে কাজ করে।

১. রেফারেন্স পয়েন্ট

রেফারেন্স পয়েন্ট হলো মেশিনের একটি নির্দিষ্ট স্থান বা অবস্থান, যেখান থেকে মেশিনের সব চলাচল (Movement) পরিমাপ করা হয়।

এটি সাধারণত **মেশিনের হোম পজিশন (Machine Home Position)** নামেও পরিচিত।

CNC মেশিনে রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করার মাধ্যমে কন্ট্রোল ইউনিট বুঝতে পারে যে টুল বর্তমানে কোথায় আছে এবং কোথা থেকে কাজ শুরু করবে।

২. রেফারেন্স পয়েন্টের কাজ

রেফারেন্স পয়েন্ট মেশিন ও প্রোগ্রাম উভয়ের মধ্যে একটি সম্পর্ক স্থাপন করে। এর প্রধান কাজগুলো হলো—

১. মেশিনের সব অক্ষ (X, Y, Z) এর শূন্য বিন্দু বা শুরুর স্থান নির্ধারণ করা।

২. ওয়ার্কপিস ও টুলের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক স্থাপন করা।

৩. প্রোগ্রাম চালুর আগে মেশিনকে সঠিক প্রাথমিক অবস্থানে নিয়ে যাওয়া।

৪. প্রতিবার মেশিন চালু হলে টুল ও টেবিলের অবস্থান পুনরায় যাচাই করা।

৫. CNC প্রোগ্রামে ব্যবহৃত সব কোঅর্ডিনেট এই রেফারেন্স পয়েন্টকে ভিত্তি ধরে গণনা করা হয়।

৩. রেফারেন্স পয়েন্টের প্রয়োজনীয়তা:

রেফারেন্স পয়েন্টের সঠিক নির্ধারণ CNC মেশিনিং প্রক্রিয়ার নির্ভুলতা ও দক্ষতা নির্ভর করে। এর প্রয়োজনীয়তা নিচে উল্লেখ করা হলো—

১. **নির্ভুল মেশিনিং নিশ্চিত করা:**

রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণের মাধ্যমে টুল ও ওয়ার্কপিসের অবস্থান একদম সঠিকভাবে জানা যায়। ফলে কাটিং বা ড্রিলিং অপারেশনে কোনো ত্রুটি হয় না।

২. **প্রোগ্রাম ও মেশিনের সমন্বয় রক্ষা:**

CNC প্রোগ্রামে ব্যবহৃত কোঅর্ডিনেট এবং মেশিনের বাস্তব অবস্থান যেন একই থাকে, তা নিশ্চিত করতে রেফারেন্স পয়েন্ট প্রয়োজন।

৩. **রিপিট অপারেশনে একরূপতা বজায় রাখা:**

একই ওয়ার্কপিসের একাধিক কপি তৈরি করার সময় প্রতিবার একই পজিশন বজায় রাখার জন্য রেফারেন্স পয়েন্ট অপরিহার্য।

৪. **টুল পরিবর্তনের সময় অবস্থান রক্ষা:**

যখন টুল পরিবর্তন করা হয়, তখন মেশিন যাতে পুনরায় সঠিক জায়গায় ফিরে যেতে পারে, তার জন্য রেফারেন্স পয়েন্ট দরকার হয়।

৫. **নিরাপত্তা বজায় রাখা:**

রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণ না থাকলে মেশিন ভুল পথে চলতে পারে এবং ওয়ার্কপিস বা টুল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

৪. রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করার ধাপ

রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণ করার জন্য সাধারণত নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়—

১. মেশিন পাওয়ার অন করার পর **Home Return** কমান্ড দেওয়া হয়।

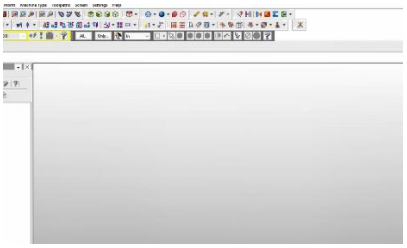
২. মেশিন স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রতিটি অক্ষের প্রান্তে গিয়ে রেফারেন্স পয়েন্টে থামে।

৩. এই অবস্থান থেকেই মেশিন পরবর্তী অপারেশন শুরু করে।

৪. প্রয়োজনে ব্যবহারকারী **Work Offset (G54–G59)** এর মাধ্যমে নির্দিষ্ট ওয়ার্কপিসের রেফারেন্স পজিশনও নির্ধারণ করতে পারেন।

স্টক সেট-আপ করা:

CNC Lathe Machine এর স্টক সেট-আপ:



১. Graphics Window তে যদি অক্ষসমূহ দেখা না যায়। অর্থাৎ এমন দেখাবে।

২. সেক্ষেত্রে, অক্ষসমূহ দেখানোর অপশন্ চালু করে নিতে হবে।

৩. অক্ষসমূহ দেখা গেলে এমন দেখাবে।

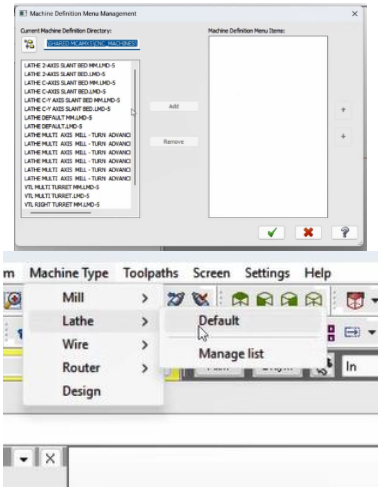
৪. এরপর TOP View তে ক্লিক করতে হবে।

৫. মেশিন নির্বাচনঃ

File → Machine Type → Lathe → Select Machine

উদাহরণস্বরূপঃ Default - Fanuc 2-Axis Lathe, HAAS SL10, Siemens 840D Lathe ইত্যাদি।

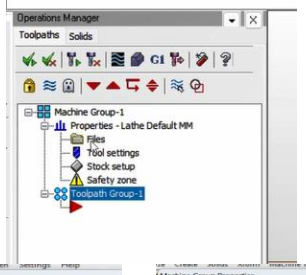
৬. লিস্ট থেকে আমাদের প্রয়োজন অনুযায়ী মেশিন নির্বাচন করলে সে মেশিনের উপযোগী কোড তৈরি হবে।



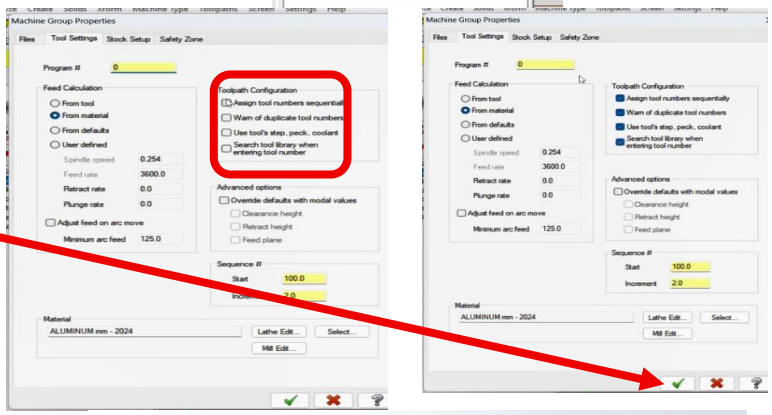
৭. সাধারণত Default মেশিন নির্বাচন করে কাজ করা হয়। পরবর্তিতে মেশিনভেদে কিছু কোড পরিবর্তন করে যেকোন মেশিনের উপযোগী প্রোগ্রাম তৈরি করা যায়।

৮. মেশিন নির্বাচন করার পর অপারেশন ম্যানেজার এর স্থানে এসকল অপশন চলে আসবে।

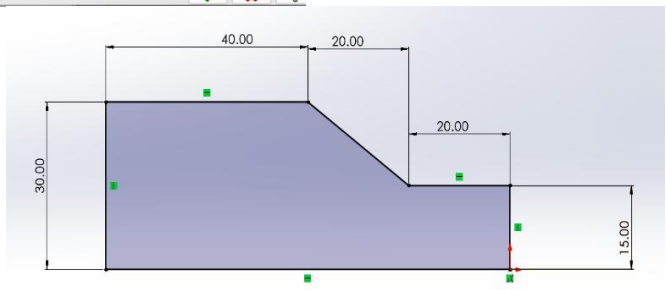
৯. Properties এ ক্লিক করলে এ সকল অপশনসমূহ দেখা যাবে।



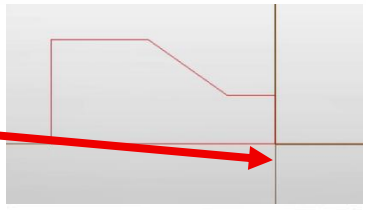
১০. Tool Settings গিয়ে Toolpath Configuration এর সকল অপশন গুলোতে টিক মার্ক দিয়ে দিবো। পরে নিচের টিক মার্কে ক্লিক করব।



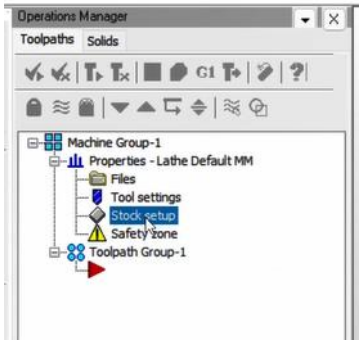
১১. এই পরিমাপ অনুযায়ী MasterCAM X5 এ একটি ড্রইং সম্পন্ন করি।
এখানে millimetre (mm) ব্যবহার করা হয়েছে।



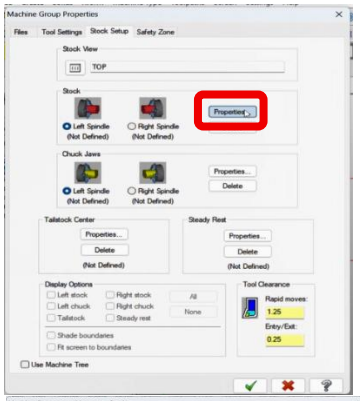
১২. খেয়াল রাখব যে ২ অক্ষের ছেদ বিন্দুতে ড্রইং করতে হবে। কারণ সেখানেই হবে আমাদের কার্যবস্তুর ওয়ার্ক অফসেট।



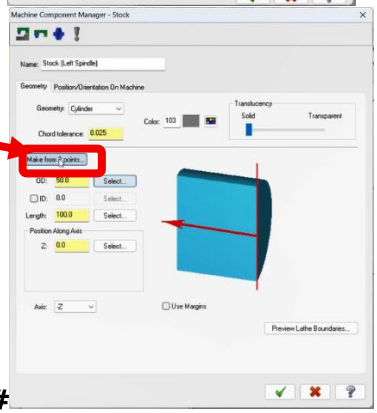
১৩. এখন Stock Setup করব। এর জন্য এর উপর ক্লিক করব।



১৪. সামনে যে পপআপ উইন্ডো আসবে সেখান থেকে Stock এর Properties এ ক্লিক করব।



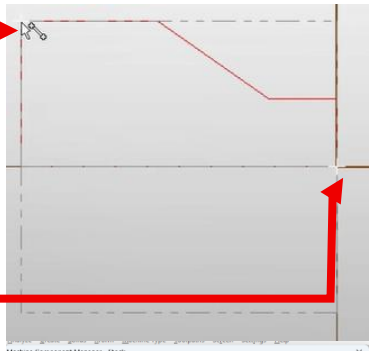
১৫. এরপর আশা উইন্ডোতে থাকা Make from 2 points নামের এই বাটনে ক্লিক করব



১৬. ড্রইং এর ১ম বিন্দু হিসেবে অরিজিন অর্থাৎ ২ অক্ষের ছেদ বিন্দুতে ক্লিক করবে এবং শেষ বিন্দু হিসেবে উপরের দিক থেকে শেষ বিন্দুতে ক্লিক করব।

২য় বিন্দু

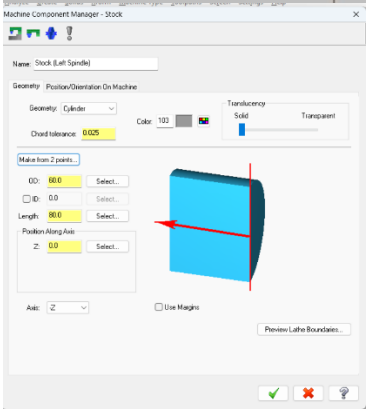
১ম বিন্দু



১৭. ২টি বিন্দু সিলেক্ট হয়ে গেলে স্টক বা মূল কার্যবস্তুর পরিমাপ দেখাবে।

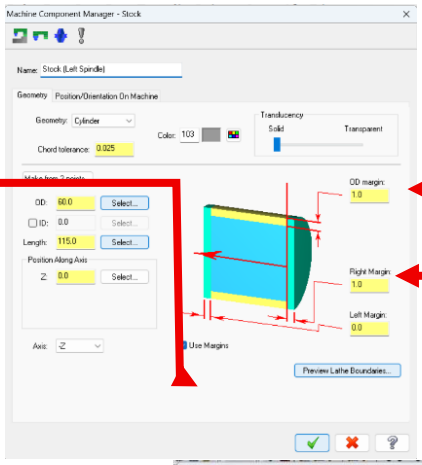
OD এর মাধ্যমে বাহিরের ব্যাস বুঝানো হচ্ছে। এবং Length এর মাধ্যমে বুঝানো হয়েছে দৈর্ঘ্য।

খেয়াল রাখব যে আমাদের যে চূড়ান্ত বস্তু হবে তার থেকে কমপক্ষে ৩৫ মি.মি বেশি দৈর্ঘ্যের স্টক ম্যাটারিয়াল নিতে হবে।

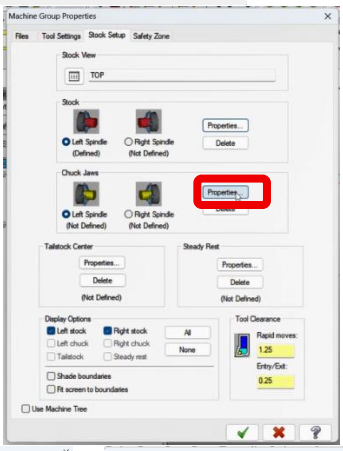


১৮. Use Margins ব্যবহার করে স্টক ম্যাটারিয়াল এর অতিরিক্ত ম্যাটারিয়াল রাখতে পারব।

সকল মান বসিয়ে দিলে নিচের টিক মার্কে ক্লিক করব।

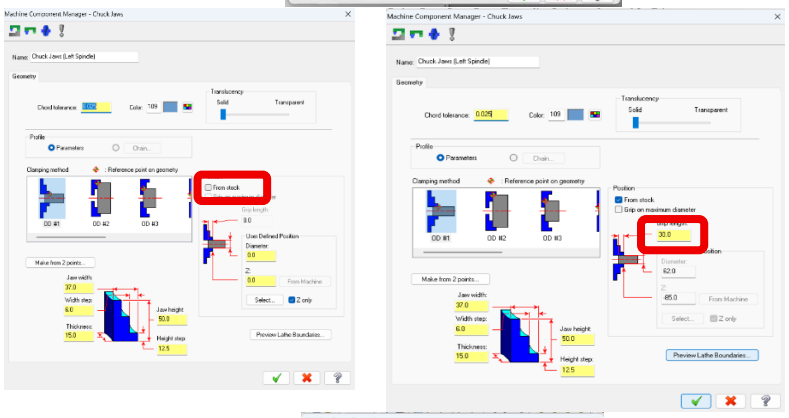


- এরপর Chuck Jaws এর Properties এ ক্লিক করব।

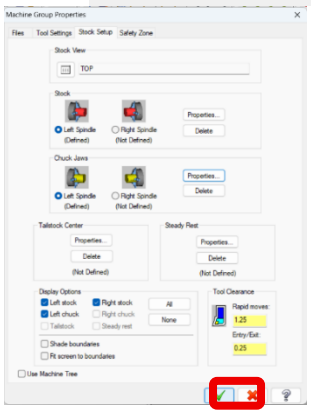


১৯. সেখান থেকে From Stock সিলেক্ট করে চাকের ভিতর কার্যবস্তুর যতটুকু রাখতের চাই সে পরিমাপ Grip Length এর ঘরে প্রদান করব।

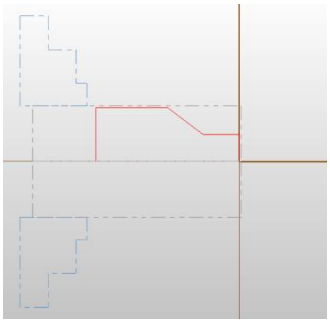
মান বসিয়ে দিলে নিচের টিক মার্কে ক্লিক করব।



২০. এখন এখানের টিক মার্কে ক্লিক করব।

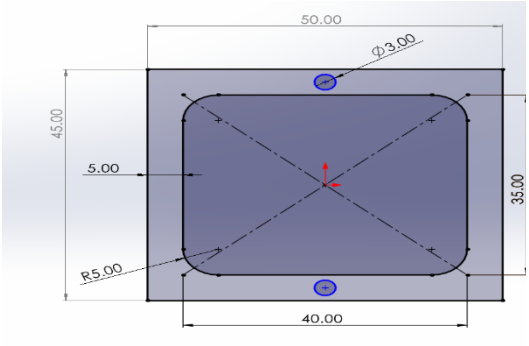


২১. Graphics Window তে দেখা যাবে ড্রইংটি চাকের মাধ্যমে ক্লাম্প করা হয়ে গিয়েছে।

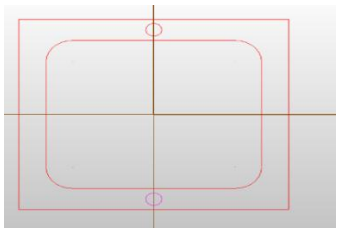


CNC Milling Machine এর স্টক সেট-আপ:

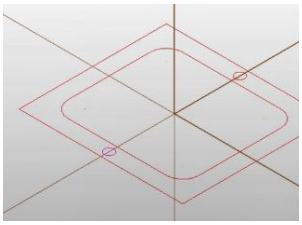
১. এই পরিমাপ অনুযায়ী MasterCAM X5 এ একটি ড্রইং সম্পন্ন করি।
এখানে millimetre (mm) ব্যবহার করা হয়েছে।



২. খেয়াল রাখব যে অরিজিন অর্থাৎ ৩ অক্ষের ছেদ বিন্দুতে ড্রইং করতে হবে। কারণ সেখানেই হবে আমাদের কার্যবস্তুর ওয়ার্ক অফসেট।



৩. Isometric View সিলেক্ট করি।

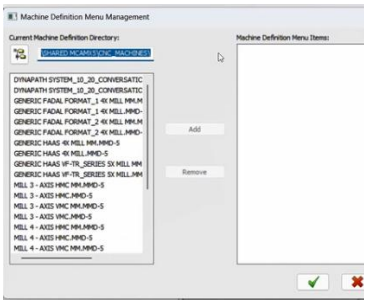


৪. **মেশিন নির্বাচনঃ**

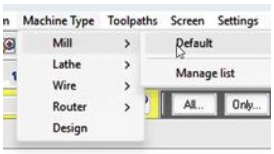
File → Machine Type → Mill → Select Machine

লিস্ট থেকে আমাদের প্রয়োজন অনুযায়ী মেশিন নির্বাচন করলে সে মেশিনের উপযোগী কোড তৈরি হবে।

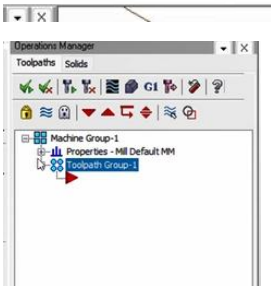
উদাহরণস্বরূপঃ Default - Fanuc 2-Axis Lathe, HAAS SL10, Siemens 840D Lathe ইত্যাদি।



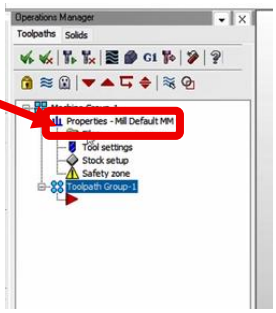
৫. সাধারণত Default মেশিন নির্বাচন করে কাজ করা হয়। পরবর্তিতে মেশিনভেদে কিছু কোড পরিবর্তন করে যেকোন মেশিনের উপযোগী প্রোগ্রাম তৈরি করা যায়।



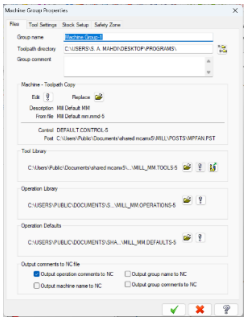
৬. মেশিন নির্বাচন করার পর অপারেশন ম্যানেজার এর স্থানে এসকল অপশন চলে আসবে।



৭. Properties এ ক্লিক করলে এ সকল অপশনসমূহ দেখা যাবে।

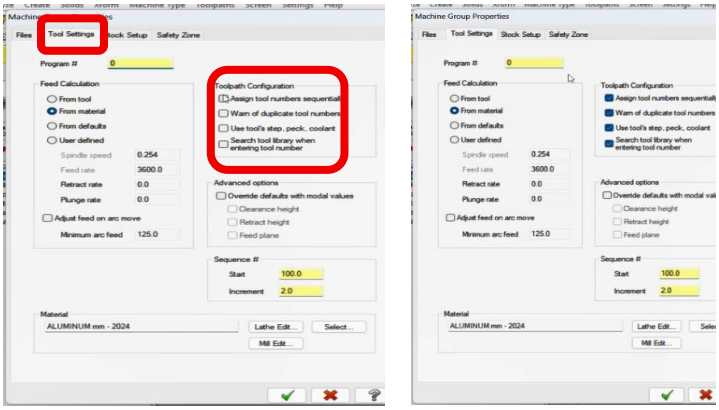


৮. Files এ ক্লিক করলে ডান দিকের উইন্ডো আসবে। প্রয়োজন হলে আমরা এখানে তথ্য পরিবর্তন করতে পারি।
এখন এখানে কিছু করব না।



৯. Tool Settings গিয়ে Toolpath Configuration এর সকল অপশন গুলোতে টিক মার্ক দিয়ে দিবো।

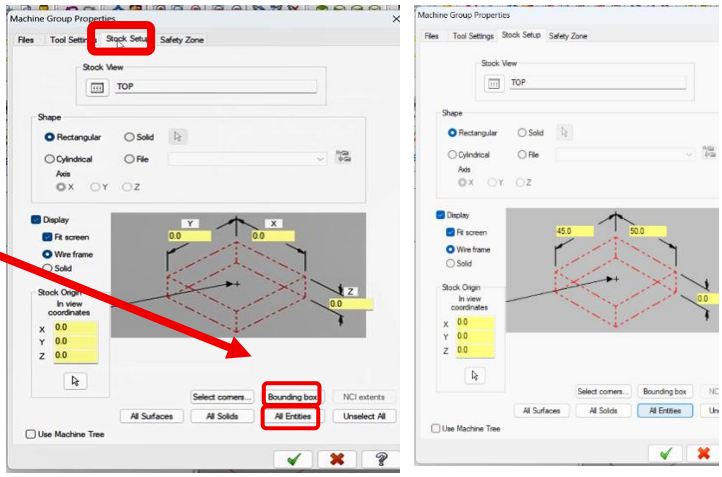
এরপর উপরের ট্যাব থেকে Stock Setup এ ক্লিক করব।



১০. এখন Stock Setup এর অপশনসমূহ আসবে।

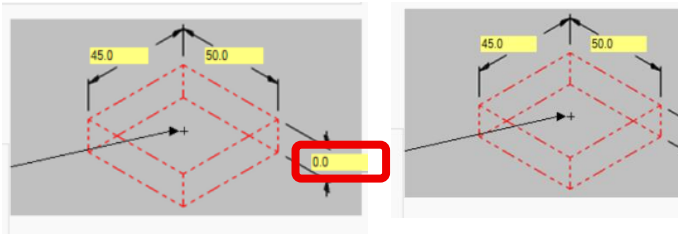
3D ডিজাইন হলে Bounding Box এ ক্লিক করে Stock setup করব।

2D হলে All Entities এ ক্লিক করব।

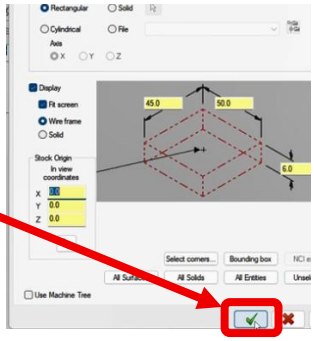


১১. উচ্চতার মান বসানোর জন্য এখানে মান বসাবো।

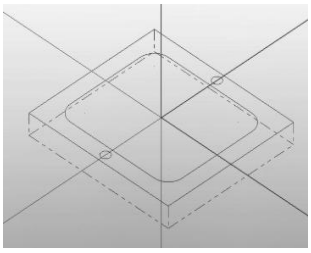
অপারেশনের জন্য যে স্টক নেয়া হয়েছে, তার মান মূলত এখানে বসাতে হয়বে



১২. টিক মার্কে ক্লিক করে কনফার্ম করব।



১৩. এখন ড্রইং-টি এমন দেখাবে।



কাটিং টুলস (Cutting tools) সনাক্ত ও নির্বাচন করাঃ

CNC মেশিনিং বা প্রচলিত মেশিনিং উভয় ক্ষেত্রেই সঠিক **কাটিং টুল (Cutting Tool)** নির্বাচন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। টুলের সঠিক নির্বাচন কাজের গুণমান, উৎপাদন সময়, এবং মেশিনের আয়ুষ্কালের ওপর সরাসরি প্রভাব ফেলে।
তাই প্রতিটি অপারেশনের জন্য উপযুক্ত কাটিং টুল চিহ্নিত ও নির্বাচন করা একজন অপারেটরের মৌলিক দায়িত্ব।

১. কাটিং টুল

কাটিং টুল হলো এমন একটি যন্ত্রাংশ যা ওয়ার্কপিস থেকে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ (Material) কেটে বা সরিয়ে নির্দিষ্ট আকার ও মাপ তৈরি করে।
এটি সাধারণত কঠিন ধাতু দ্বারা তৈরি হয় এবং মেশিনের স্পিন্ডলে স্থাপন করে ঘূর্ণনের মাধ্যমে কাজ সম্পন্ন করে।

২. কাটিং টুলের প্রকারভেদ

কাটিং টুলকে কাজের ধরন ও ব্লেডের সংখ্যা অনুযায়ী বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা যায়।

(ক) ব্লেডের সংখ্যার ভিত্তিতে:

১. **Single Point Tool** — যেমন Lathe-এ ব্যবহৃত Turning Tool।
২. **Multi Point Tool** — যেমন Milling Cutter, Drill Bit, Reamer ইত্যাদি।

(খ) ব্যবহারের ভিত্তিতে:

১. **Turning Tools** – Lathe মেশিনে ব্যবহৃত হয়।
২. **Milling Cutters** – Milling বা CNC Milling মেশিনে ব্যবহৃত হয়।
৩. **Drilling Tools** – গর্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
৪. **Boring Tools** – গর্ত বড় করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
৫. **Tapping Tools** – থ্রেড তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩. কাটিং টুল চিহ্নিতকরণ (Identification)

প্রতিটি কাটিং টুলের নির্দিষ্ট নাম, কোড এবং আকৃতি থাকে যা দ্বারা টুলটি চিহ্নিত করা যায়।
CNC মেশিনে সাধারণত টুলের জন্য **Tool Number (T01, T02, T03, ইত্যাদি)** এবং **Tool Offset Number** নির্ধারিত থাকে।
এই নম্বরগুলো প্রোগ্রামের মাধ্যমে মেশিনকে জানায় কোন টুলটি ব্যবহার করতে হবে।
উদাহরণঃ
T01 = Face Milling Cutter
T02 = End Mill
T03 = Drill Bit
এভাবে প্রতিটি টুলকে নির্দিষ্ট নম্বরের মাধ্যমে সনাক্ত করা হয়।

৪. কাটিং টুল নির্বাচনের মানদণ্ড (Selection Criteria)

উপযুক্ত টুল নির্বাচন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয়ঃ

১. ওয়ার্কপিসের উপাদান (Material of Workpiece):
ধাতব ওয়ার্কপিসের জন্য কঠিন কার্বাইড টুল, আবার নরম পদার্থের জন্য HSS টুল উপযুক্ত।

২. কাজের ধরণ (Type of Operation):
Turning, Milling, Drilling বা Finishing – কাজের ধরন অনুযায়ী ভিন্ন টুল নির্বাচন করা হয়।

৩. Cutting Speed ও Feed Rate:
উচ্চ স্পিডে কাজের জন্য টুলের শক্তি ও তাপ সহ্যক্ষমতা বেশি হতে হয়।

৪. Surface Finish:
যেখানে ফিনিশিং দরকার, সেখানে ছোট Nose Radius এবং ধারালো টুল ব্যবহার করা হয়।

৫. Tool Geometry:
টুলের কোণ, শেপ, ও কাটিং এজের দিক সঠিক হলে মেশিনিং সহজ হয়।

৬. Machine Capability:
মেশিনের স্পিন্ডল ক্ষমতা ও RPM সীমা অনুযায়ী টুল নির্বাচন করতে হয়।

৫. কাটিং টুলের উপকরণ (Tool Material)

কাটিং টুল তৈরিতে বিভিন্ন উপকরণ ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ

High Speed Steel (HSS)
Carbide
Ceramic
Cubic Boron Nitride (CBN)
Diamond

প্রতিটি উপকরণের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য থাকে যেমন — কঠোরতা, ঘর্ষণ প্রতিরোধ ক্ষমতা এবং তাপ সহ্যক্ষমতা।

৬. সঠিক টুল নির্বাচনের সুবিধা

- মেশিনিং সময় কমে যায়।
- টুলের আয়ু বৃদ্ধি পায়।
- পৃষ্ঠের গুণমান উন্নত হয়।
- মেশিনের ক্ষয়ক্ষতি কম হয়।
- উৎপাদনের খরচ হ্রাস পায়।

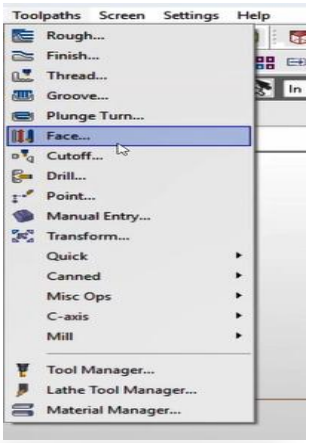
ধারাবাহিক টুলপাথ (Sequential toolpaths) সনাক্ত, তৈরি এবং যাচাই (verify) করা

Mastercam সফটওয়্যার ব্যবহার করে লেদ মেশিনের টুলপাথ তৈরি করার ধারাবাহিক প্রক্রিয়া:

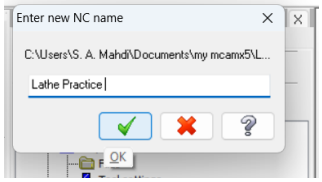
MasterCAM X5 Lathe মডিউল ব্যবহার করে CNC লেদ মেশিনে বিভিন্ন অপারেশন যেমনঃ Facing, Turning, Grooving, Threading, Tapping ইত্যাদি পরিচালনার জন্য প্রোগ্রাম তৈরি করা যায়। এই ইনফরমেশন শীটে একটি সম্পূর্ণ লেদ প্রোগ্রাম তৈরির ধাপ, প্রয়োজনীয় টুল, কাটিং প্যারামিটার এবং CAM সফটওয়্যারে কিভাবে তা বাস্তবায়ন করতে হয় তার বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

১. মেনুবার থেকে Toolpaths এ ক্লিক করে সেখান থেকে প্রয়োজন অনুযায়ী অপারেশন সিলেক্ট করে টুলপাথ তৈরি করতে পারব।

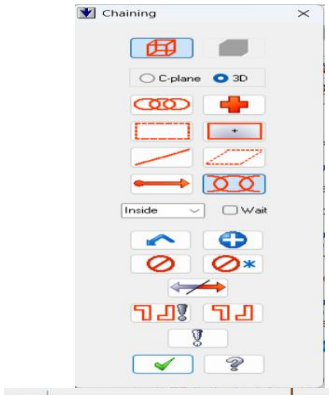
এখন ফেইস অপারেশন করব। তাই Face এ গিয়ে ক্লিক করব।



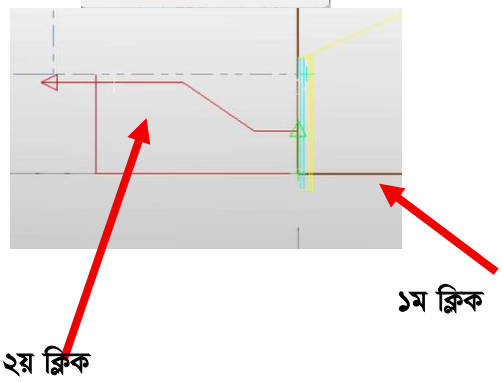
২. প্রোগ্রামের একটি নাম দিয়ে টিক মার্কে ক্লিক করব।

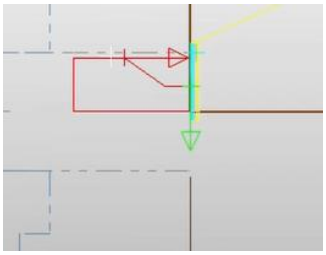


৩. এমন একটি মেনু আসবে যেখানে মূলত চেইন সিলেক্ট করার টুলসমূহ থাকে।

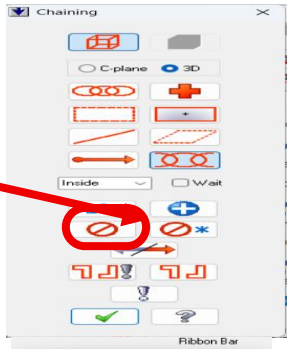


৪. ১ম ক্লিক হবে অরিজিন খুব কাছে, দাগের নিচের প্রান্ত থেকে একটু উপরে। ক্লিক হলেই একটি তীর দেখাবে।
২য় ক্লিক হবে ডিজাইনের শেষ প্রানের বিন্দুতে। তাহলে আরো একটি তীর দেখাবে।

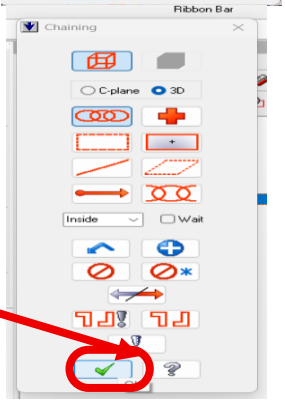




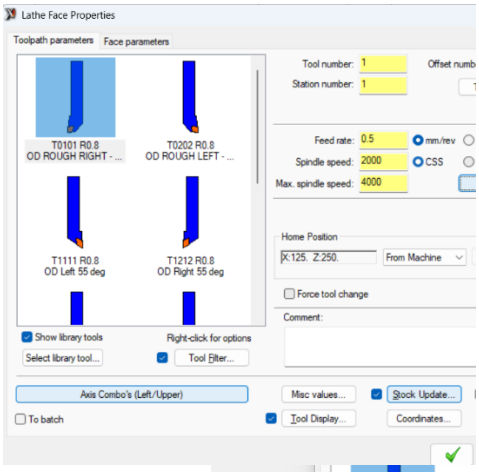
৫. যদি চেইন সিলেক্ট করতে ভুল হয় তবে Unselect বাটন ব্যবহার করে চেইন আনসিলেক্ট করে আবার চেইন সিলেক্ট করতে হয়।



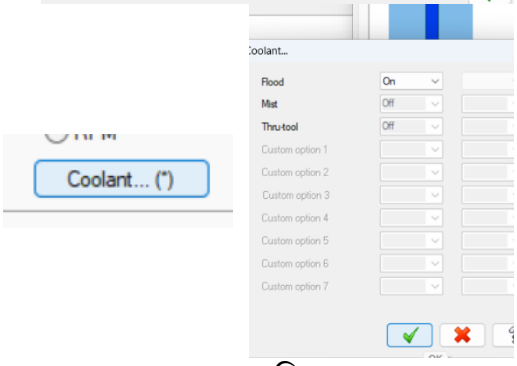
৬. জ্যামিতিক চেইন সঠিকভাবে সিলেক্ট হয়ে গেলে টিক মার্ক এ ক্লিক করে কনফার্ম করতে হবে।

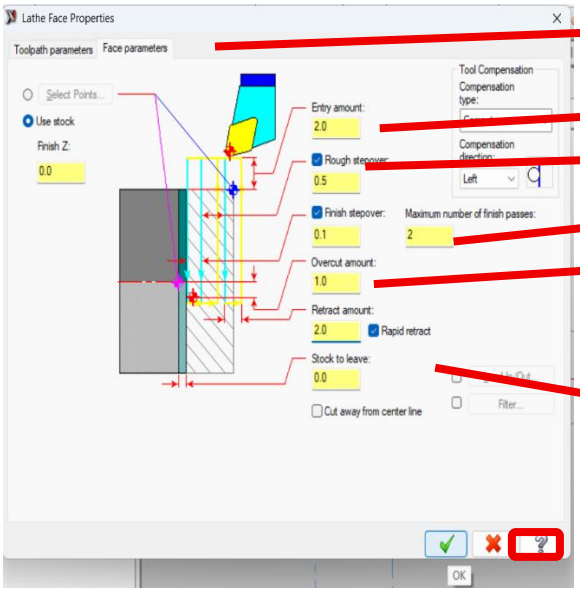


৭. বামদিকে থাকা টুল লিস্ট থেকে সুবিধাজনক কাটিং টুল সিলেক্ট করতে হবে।
টল নাম্বার, ফিড রেট, কাটিং স্পিড এবং সর্বোচ্চ স্পিন্ডেল স্পীড এর মান দিতে হবে।



৮. কলেন্ট চালু করতে কুলেন্ট এর বাটনে ক্লিক করে Flood সিলেক্ট করে দিব।

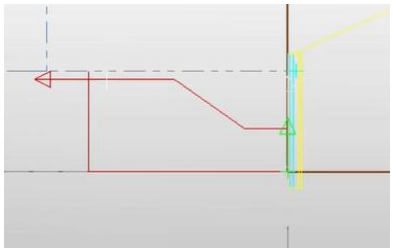




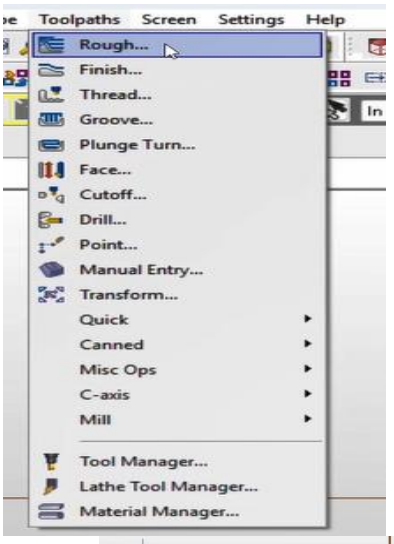
৯. Face Parameters এ ক্লিক করে ফেস অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় মান দিতে হবে।
Entry Point যে দুরুত্ব থেকে প্রতিবার কাটিং শুরু হবে।
Rough Stepover প্রতিবার কাটিং এর পরিমান
Finish Stepover ফিনিশ কাট এর মান
Over cut কেন্দ্র বরাবর কাটা পর অতিরিক্ত যে দূরত্ব কাটবে।
Retract প্রতিবার কেটে যতটুকু দূরে সরে পিছনে আসবে।

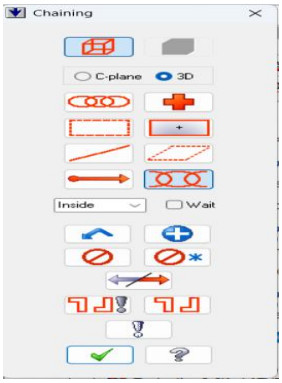
সকল মান দেয়া হয়ে গেলে টিক মার্কে ক্লিক করব।

১০. দেখা যাবে টুলপাথ তৈরি হয়ে গিয়েছে।

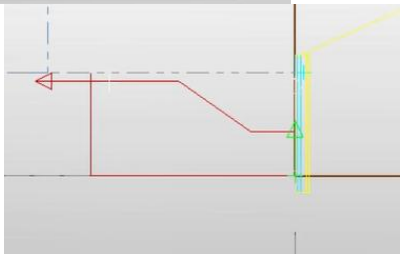


১১. এখন ফেইস অপারেশন করব। তাই Face এ গিয়ে ক্লিক করব।

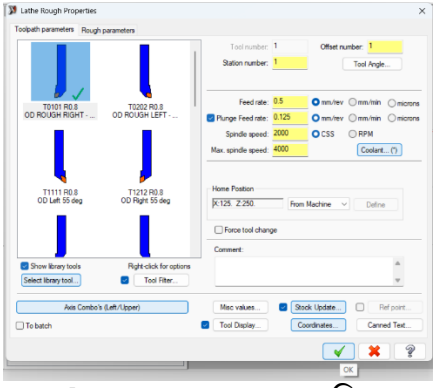


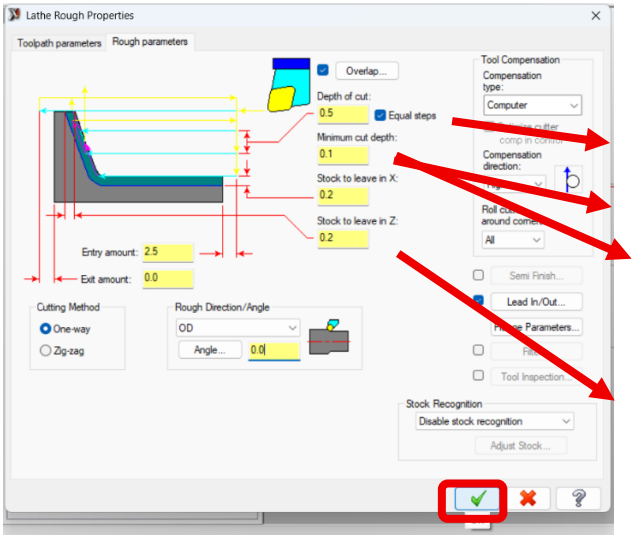


১২. চেইন সিলেক্ট করব।



১৩. রাফিং কাট দেবার জন্য একই কাটিং টুল ব্যবহার করব। পরিমান অনুযায়ী সকল মান প্রদান করব।





১৪. Roughing Parameter এ ক্লিক করে নিম্নে উল্লেখিত মানসমূহ বসাবো।

Depth of Cut প্রতিবার কাটার সময় যে গভীরতায় ঢুকবে।

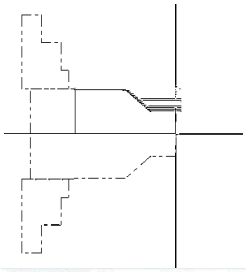
Minimum Cut depth প্রতি কাটিং এর সর্বনিম্ন গভীরতা।

Stock to leave in X, X অক্ষ বরাবর ফিনিশিং এর জন্য রেখে দেয়া ম্যাটেরিয়াল এর পরিমান।

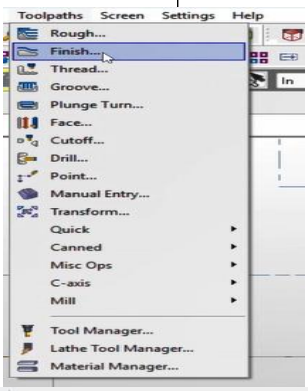
Stock to leave in Z, Z অক্ষ বরাবর ফিনিশিং এর জন্য রেখে দেয়া ম্যাটেরিয়াল এর পরিমান।

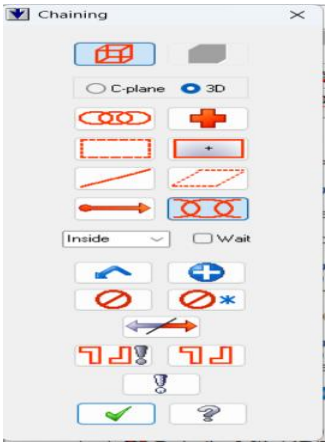
সকল মান বসানোর পর নিচের টিক মার্কে ক্লিক করে কনফার্ম করা।

১৫. দেখা যাবে টুলপাথ তৈরি হয়ে গিয়েছে।

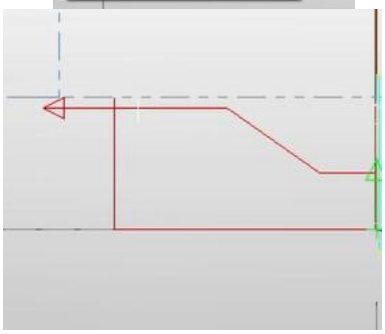


১৬. Finish Toolpath তৈরি করার জন্য Finish Toolpath সিলেক্ট করব।

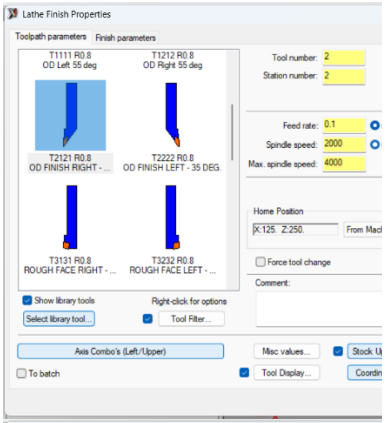




১৭. পূর্বের মতো চেইন সিলেক্ট করব।

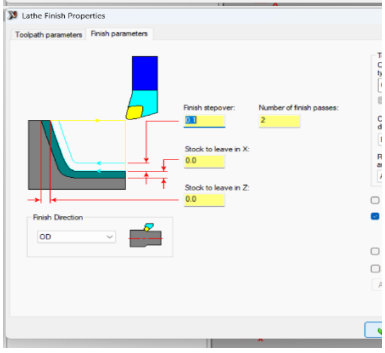


১৮. ফিনিশিং এর জন্য ফিনিশিং কাটার নিয়ে সকল মানসমূহ বসাবো।

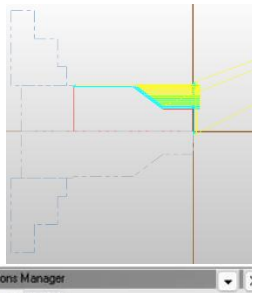


১৯. Finishing Parameters এ Finishing Stepover এর মান দিবো যেটার মান কমপক্ষে রাফিং এর ২.৫ ভাগের এক ভাগ হয়।

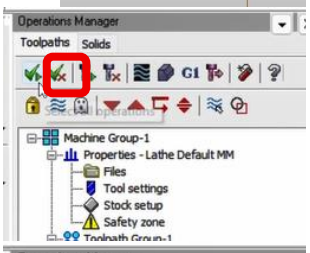
কোন ম্যাটেরিয়াল বাকি রাখব না অর্থাৎ X এবং Z এ কোন Stock to Leave রাখব না।



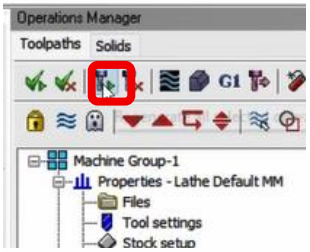
২০. টুলপাথ তৈরি হয়ে যাবে।



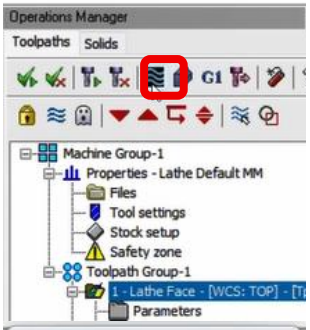
২১. Select All Operations এ ক্লিক করে সকল অপারেশন সিলেক্ট করা।



২২. Regenerate all selected Operations এর মাধ্যমে সকল অপারেশন রিজেনারেট করা।

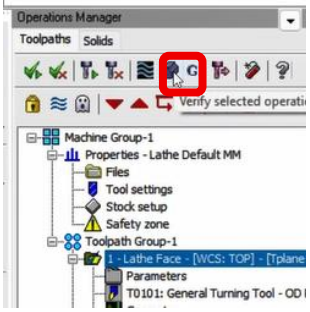


২৩. BackPlot করার মাধ্যমে টুলপাথগুলোকে প্রস্তুত করা।



২৪. এখানে কাটার গুলোকে ভিবিন্ন স্টেপে কিভাবে কাজ করছে সেগুলো পর্যবেক্ষণ করার সুযোগ রয়েছে।
পর্যবেক্ষণ হয়ে গেলে টিক মার্ক এ ক্লিক করব।

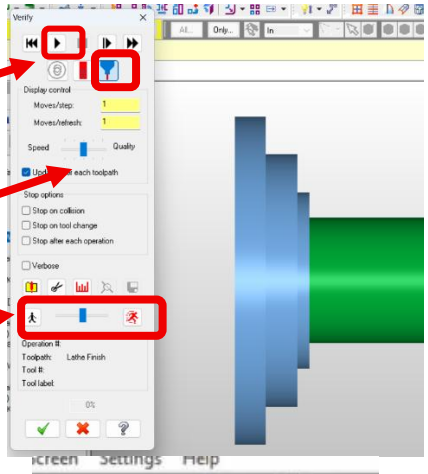
২৫. Verify বাটনে ক্লিক করে চূড়ান্ত সিমুলেশন দেখব।



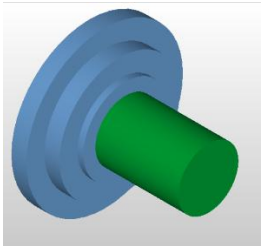
২৬. Simulation দেখতে প্লে বাটনে ক্লিক করা।

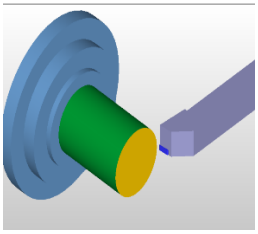
সঠিকভাবে দেখার জন্য,
এই বাটনে ক্লিক করব। তাহলে টুল দেখা যাবে।

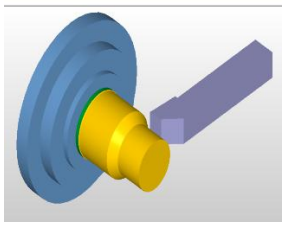
স্পীড সুবিধামত রাখব যেনো দেখে বুঝা যায়।

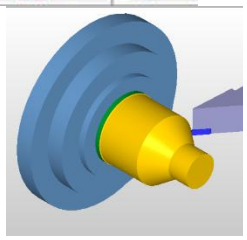


২৭. Isometric View সিলেক্ট করে নেয়া।

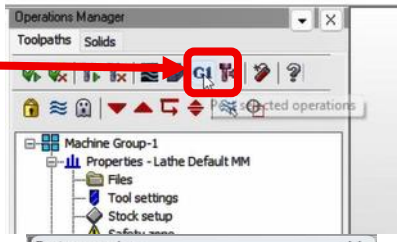






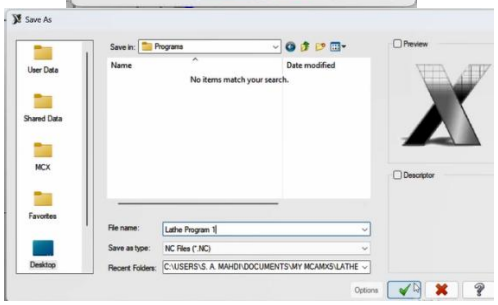


২৮. G – Code বা NC Code জেনারেট করার জন্য এই বাটনে ক্লিক করব।

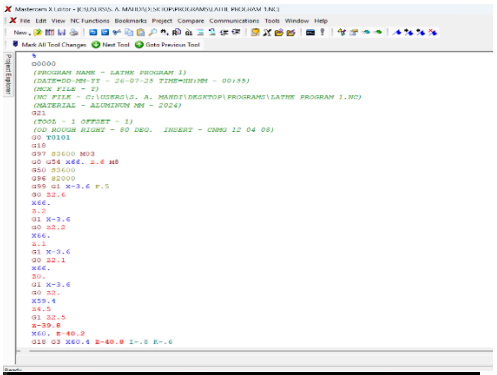


২৯. NC file বা GCode ফাইলে সিলেক্ট করে এখানে ফাইল ফরমেট নির্বাচন করা যাবে।

৩০. প্রোগ্রাম সেইভ করার জন্য উইন্ডো আসবে। সেখান থেকে সুবিধাজনক লোকেশনে নামসহ প্রোগ্রাম সেইভ করব।

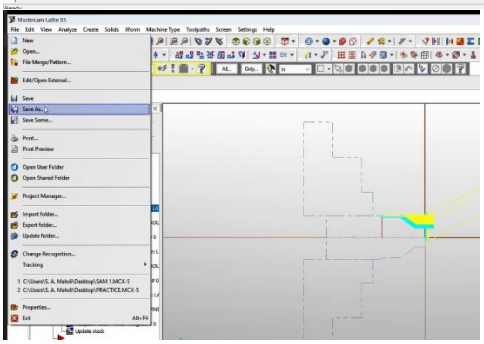


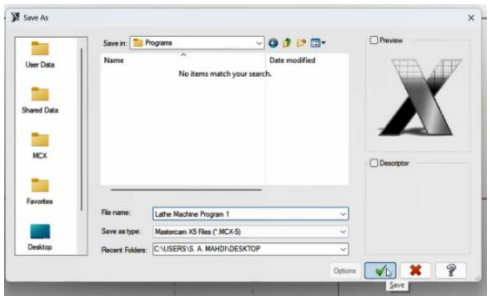
৩১. প্রোগ্রাম জেনারেট হয়ে গেলে এভাবে দেখাবে। প্রয়োজন হলে এখানে এডিট করা সেইভ করা যাবে।



৩২. যদিও কাজ শুরু করার পূর্বেই মাস্টারক্যাম ফাইল সেইভ করে নেয়া উত্তম। তবুও যদি সেইভ না করা হয় তবে এখন ফাইলটি সেইভ করে রাখতে পারেন।

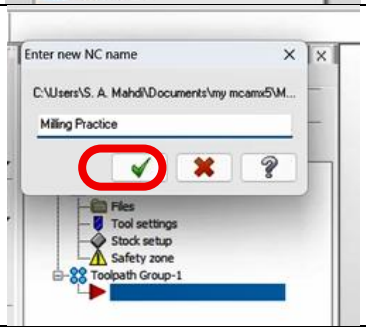
তার জন্য মেনুবার থেকে File মেনু তে গিয়ে save as দিয়ে সেইভ করব।



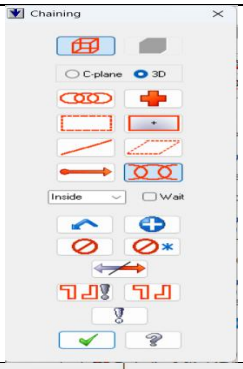


CNC Milling Machine এর ধারাবাহিক অপারেশন:

নিম্নে ধারাবাহিকভাবে মিলিং মেশিন এর প্রোগ্রাম তৈরি দেখানো হয়েছে।

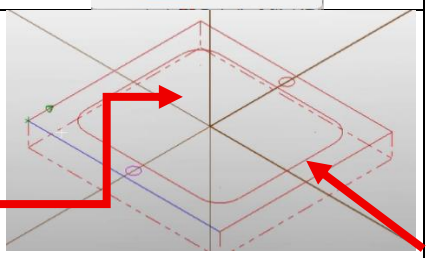
ফেসিং টুলপাথ তৈরি করার প্রক্রিয়াঃ	
১. মেনুবার থেকে Toolpaths এ ক্লিক করে সেখান থেকে প্রয়োজন অনুযায়ী অপারেশন সিলেক্ট করে টুলপাথ তৈরি করতে পারব। ২. এখন ফেইস অপারেশন করব। তাই Face এ গিয়ে ক্লিক করব।	
৩. প্রোগ্রামের একটি নাম দিয়ে টিক মার্কে ক্লিক করব।	

৪. এমন একটি মেনু আসবে যেখানে মূলত চেইন সিলেক্ট করার টুলসমূহ থাকে।



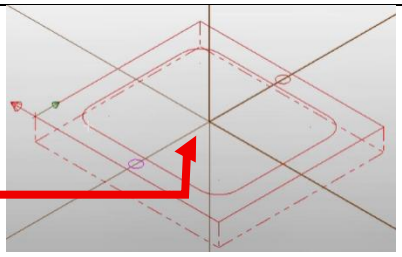
৫. ১ম ক্লিক হবে সে বাহুর উপর যেখান থেকে সিলেকশন চেইন শুরু হবে। ক্লিক করার পর একটি তীর দেখা যাবে।

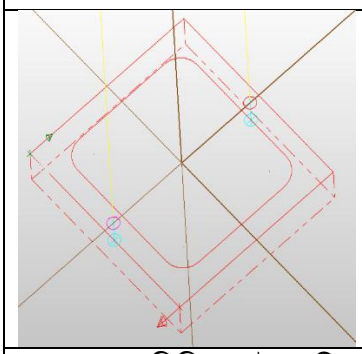
১ম ক্লিক এই বাহুর উপর দেয়া হয়েছে।



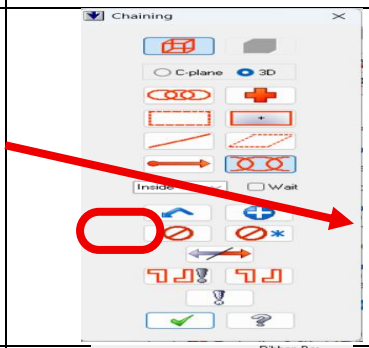
৬. ২য় ক্লিক হবে সে বাহুর উপর যেখান থেকে সিলেকশন চেইন শেষ হবে। ক্লিক করার পর আরো একটি তীর দেখা যাবে।

২য় ক্লিক এই বাহুর উপর দেয়া হয়েছে।

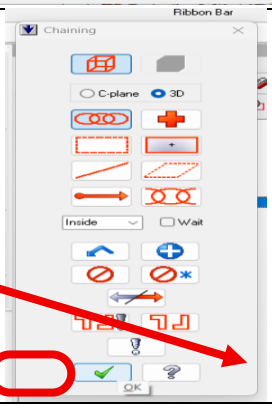




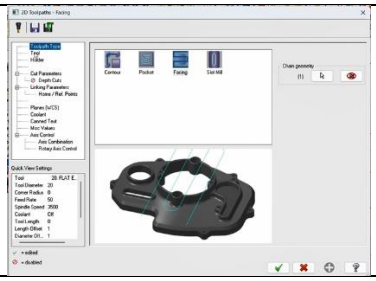
৭. যদি চেইন সিলেক্ট করতে ভুল হয় তবে Unselect বাটন ব্যবহার করে চেইন আনসিলেক্ট করে আবার চেইন সিলেক্ট করতে হয়।



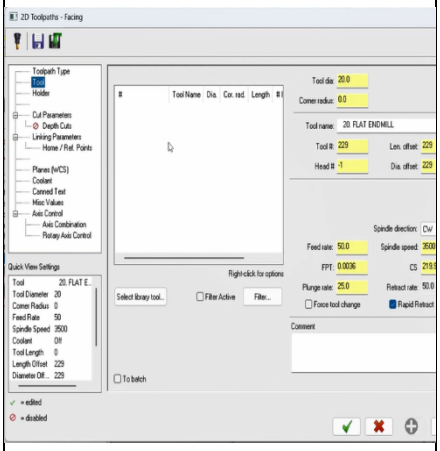
৮. জ্যামিতিক চেইন সঠিকভাবে সিলেক্ট হয়ে গেলে টিক মার্ক এ ক্লিক করে কনফার্ম করতে হবে।



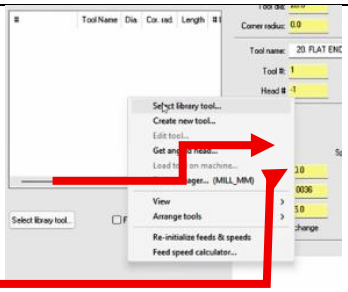
৯. 2D Toolpaths – Facing নামের একটি উইন্ডো আসবে। ডানদিকে প্রথমেই সিলেক্ট করা থাকব Toolpath Type নামের একটি টুলপাথ প্যারামিটার।



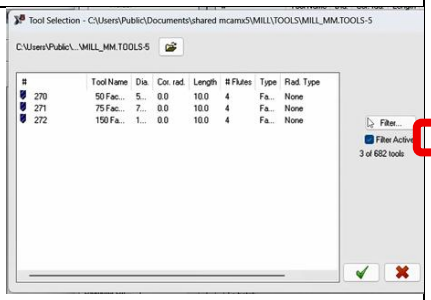
১০. 2D Toolpaths – Facing নামের একটি উইন্ডো আসবে। ডানদিকে ২য় তে সিলেক্ট করতে হবে Tool নামের একটি টুলপাথ প্যারামিটার।



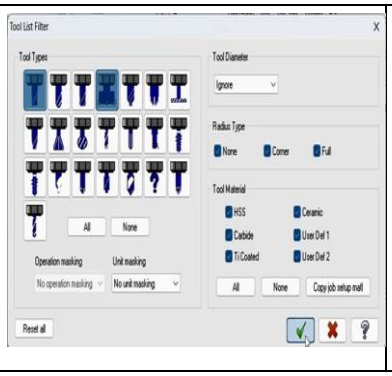
১১. এখানে মাউসের ডানদিকের বাটন এ চাপ দিলে এমন মেনু আসবে।
লাইব্রেরি যেখানে সাধারণত Standard মানের সকল টুলস পাওয়া যায় সেটা থেকে সিলেক্ট করতে হলে Select from library তে ক্লক করতে হবে।
নিজের সুবিধামতো কাটার তৈরি করে নিতে Create new tool সিলেক্ট করতে হবে।

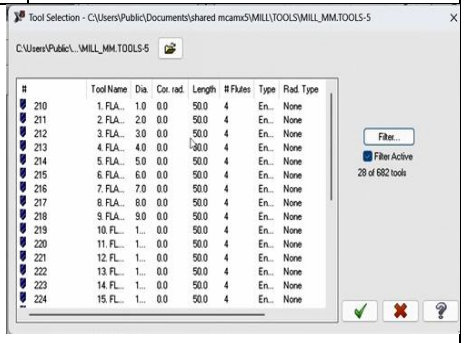


১২. Select From Library তে ক্লিক করলে এমন কাটিং টুলের লিস্ট দেখাবে।
এখানে মূলত অপারেশনের ধরণের উপর কাটিং টুল দেখানো হয়।
Filter বাটনে ক্লিক করলে নিচের চিত্রের মত অন্যান্য কাটিং টুলসমূহ দেখাবে।

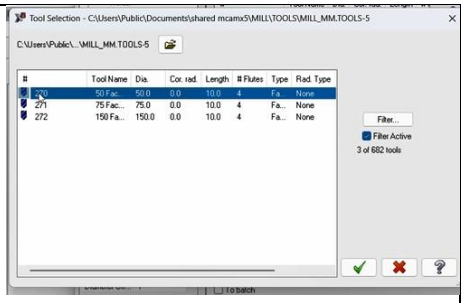


১৩. ডানদিকের ফিল্টার থেকে বাছেইকৃত কাটিং টুলসমূহের লিস্ট মূল লিস্ট এ দেখাবে।

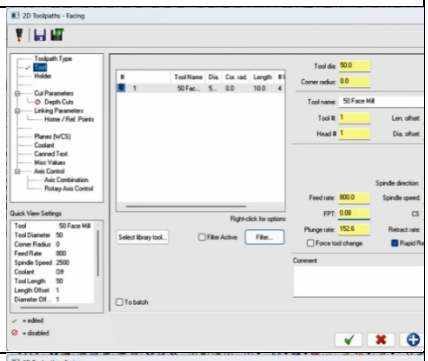




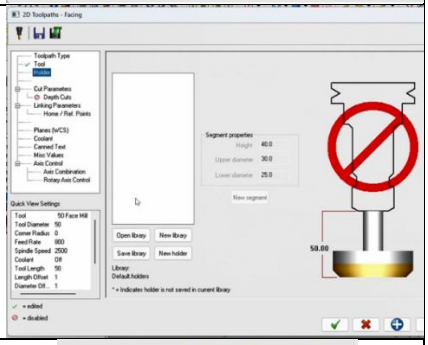
১৪. এখন শুধু ফেসিং কাটার সিলেক্ট করব যেনো ফেস মিলে লিস্ট দেখায়। লিস্ট থেকে সুবিধামত সাইজ বাছাই করে টিক মার্কে ক্লিক করব।



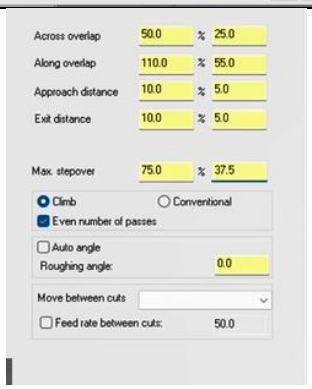
১৫. মেশিন এর কাটিং টুলের লিস্ট এ ফেস মিল দেখাবে। এখানে টুলে নাম্বার, ফিড রেট, স্পিন্ডেল স্পীড সবকিছুর মান প্রদান করে Holder এ ক্লিক করব



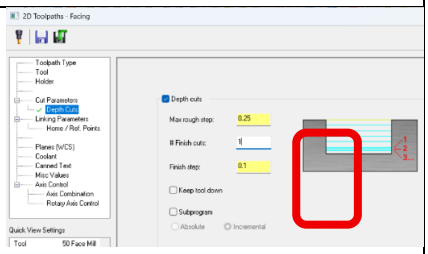
১৬. সাধারণত ডিফল্ট অর্থাৎ পূর্ব নির্ধারিত টুল হোল্ডার দিয়েই কাজ করা হয়। ফলে এখানে নির্বাচন করার প্রয়োজন হয় না। তবে প্রয়োজন অনুযায়ী এখানে হোল্ডার পরিবর্তন করে নেয়া যাবে।
এরপর চলে যাব Cut Parameter এ।

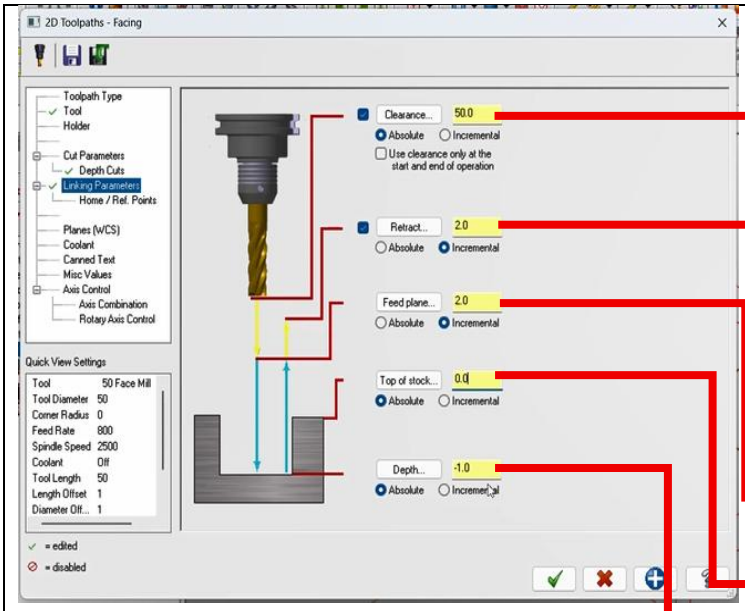


১৭. Style থেকে Zigzag সিলেক্ট করব।
Approach distance এবং Exit distance এর মাধ্যমে কাটার প্রবেশ এবং বের হবার ক্ষেত্রে অতিরিক্ত দূরত্ব এর মান নির্ধারন করা যাবে।



১৮. Depth of Cut এর পাশে টিক মার্ক এ ক্লিক করলে এই প্যারামিটার কার্যকর হবে। এর মাধ্যমে প্রতিবার কাটার সময় কাটিং এর গভীরতা কী পরিমাণে বাড়বে তার মান দেয়া হয়। রাফ কাট এবং ফিনিশ কাট মান এবং ফিনিশ কাট এর সংখ্যা এখানে দিতে হয়।





১৯. Linking Parameter এর মাধ্যমে কাটার এর ক্লিয়ারেন্স থেকে শুরু করে কাটিং এর রিট্রাক্ট এবং চূড়ান্ত গভীরতা নির্ধারণ করা হয়।

ক্লিয়ারেন্স এর মাধ্যমে অপারেশন শুরু এবং শেষ এর সময় কাটার এর উচ্চতা নির্ধারণ করা হয়।

একবার কাটা হলে পিছনে যাবার পূর্বে যতটুকু উপরে উঠে তাকে রিট্রাক্ট বলে।

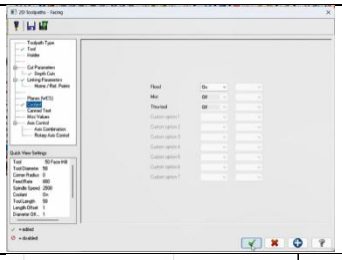
প্রতিবার কাটার প্রবেশ করা সময় কতটুকু উপর থেকে ফিড চালু তার মান।

স্টক এর চূড়া বা উপরি তল এর মান।

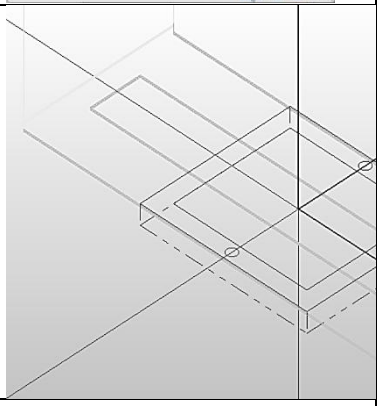
কাটিং এর চূড়ান্ত গভীরতা।

২০. কুলেন্ট চালু করার জন্য বামদিকের প্যারামিতার থেকে Coolant এ ক্লিক করব।

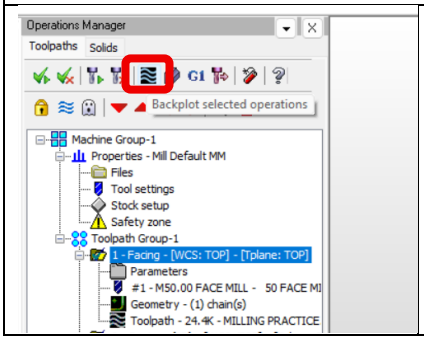
এরপর টিকে মার্কে ক্লিক করব।

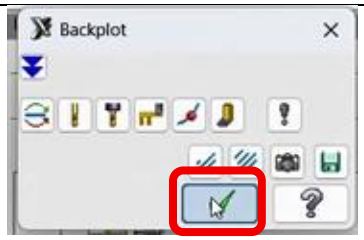


২১. দেখা যাবে টুলপাথ তৈরি হয়ে গিয়েছে।

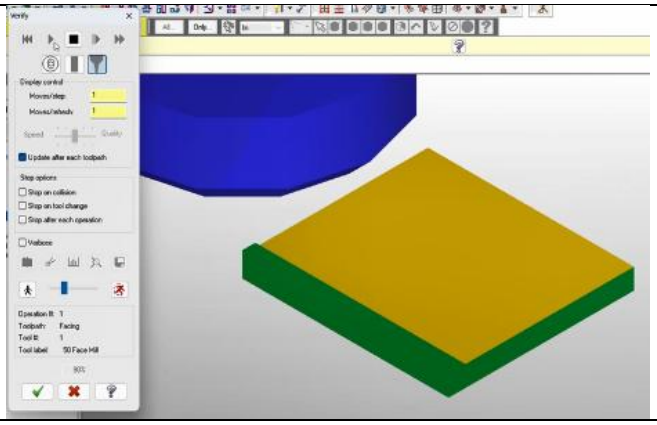


২২. ভেরিফাই করার ধারাবাহিক প্রক্রিয়া নিম্নে দেখানো হয়েছেঃ



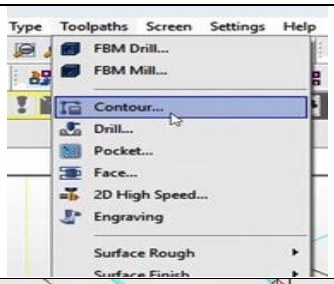


২৩. ভেরিফাই করে দেখা।

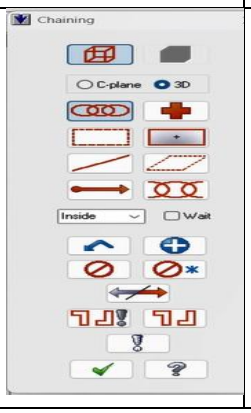


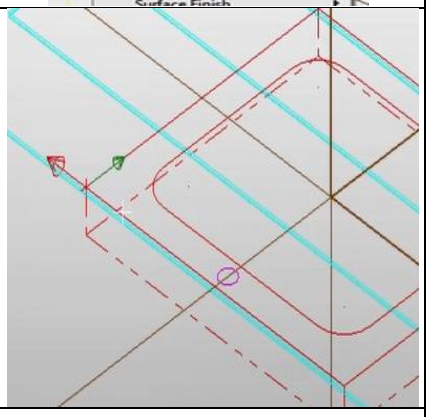
কন্টুর টুলপাথ তৈরি করার প্রক্রিয়াঃ

১. এখন কন্টুর অপারেশন করব। তাই Contour এ গিয়ে ক্লিক করব।

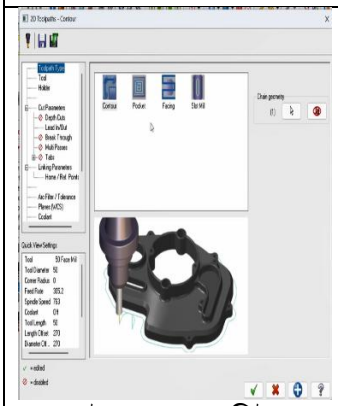


২. চেইন সিলেক্ট করব।

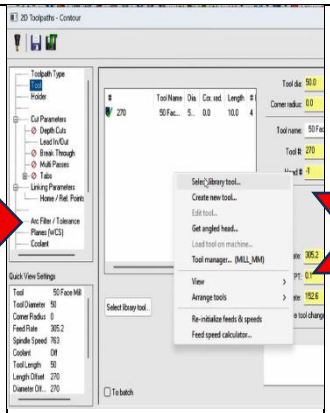




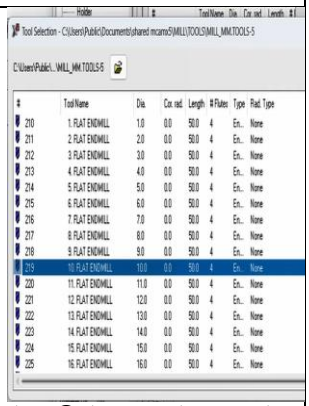
৩. কন্টুর ধারা – ১



টুলপাথ প্যারামিটার

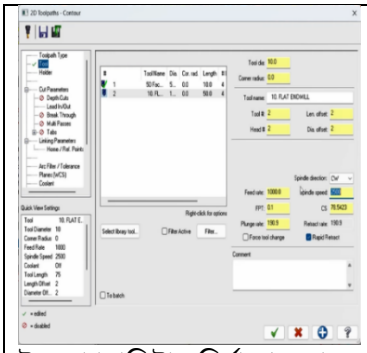


টুল লাইব্রেরি থেকে টুল নির্বাচন

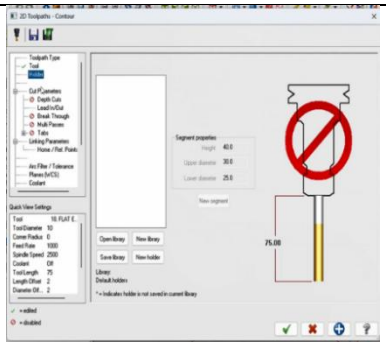


টুল লিস্ট থেকে টুল বাছাই করা।

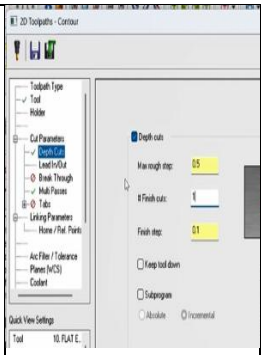
৪. কন্টুর ধারা - ২



টুলে প্যারামিটার নির্ধারণ করা।



হোল্ডার নির্বাচন

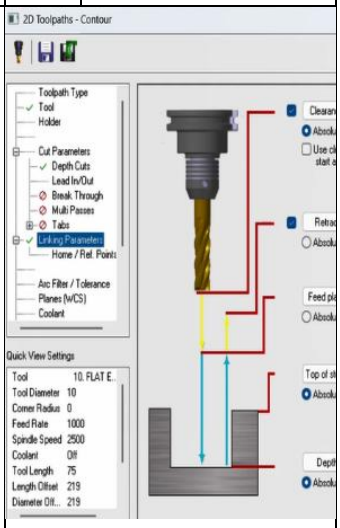


ডেপথ অব কাট নির্ধারণ

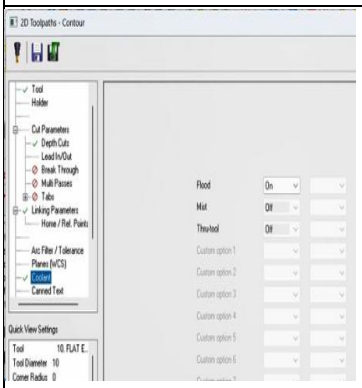
৫. লিংকিং প্যারামিটার এর মান প্রদান।

এক্ষেত্রে Top of Stock এর মান -1 এর কারণ হচ্ছে ফেসিং এর সময় ১ মিলি মিটার কেটে নেয়া হয়েছে।

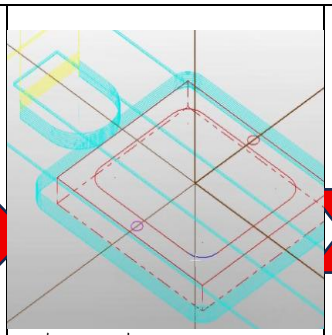
চূড়ান্ত গভীরতার মান এখানে ৫ মিমি তাই Depth এ -5 দেয়া হয়েছে।



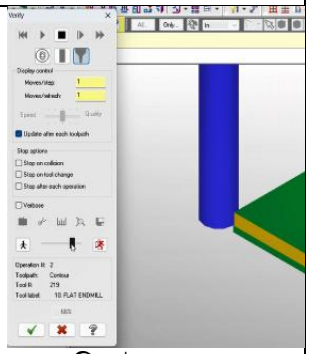
৬. কন্টুর ধারা - ৩



কুলেন্ট চালুকরণ



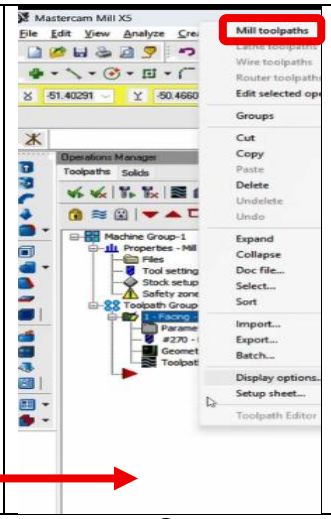
টুলপাথ তৈর হলে এমন দেখাবে

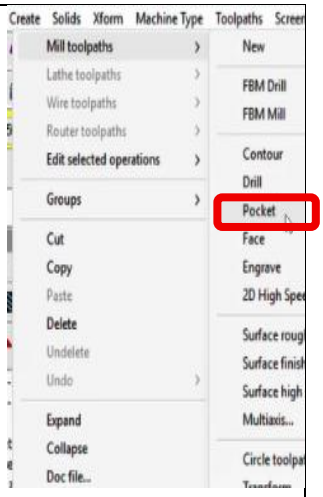


ভেরিফাই করে দেখা

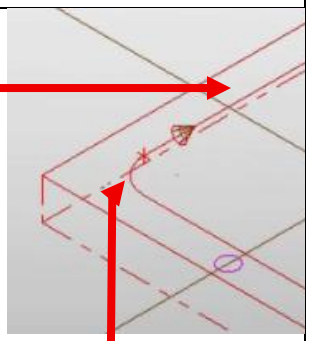
পকেট টুলপাথ তৈরি করার প্রক্রিয়াঃ

১. Operation Manager এর নিচের ফাকা জায়গায় মাউসের রাইট বাটন ক্লিক করলে কিছু অপশন দেখাবে। সেখান থেকে মিলিং মেশিনের টুলপাথ নির্বাচনের জন্য Mill Toolpaths নামের বাটন রয়েছে।





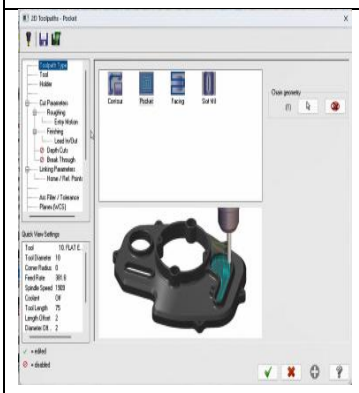
২. চেইন নির্বাচন করার জন্য নিম্নে দেখানো পদ্ধতি অবলম্বন করব।

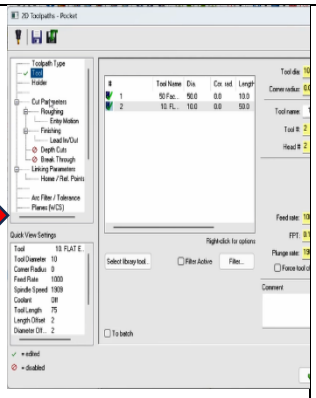


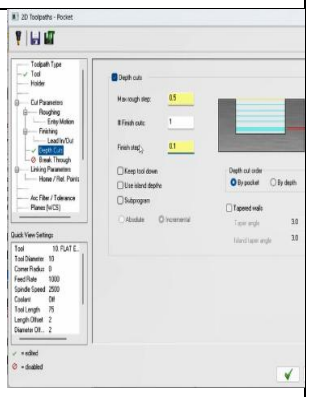
১ম ক্লিক এই বাহুর উপর দেয়া হয়েছে।

২য় ক্লিক এই ব্যাসার্ধের উপর দেয়া হয়েছে।

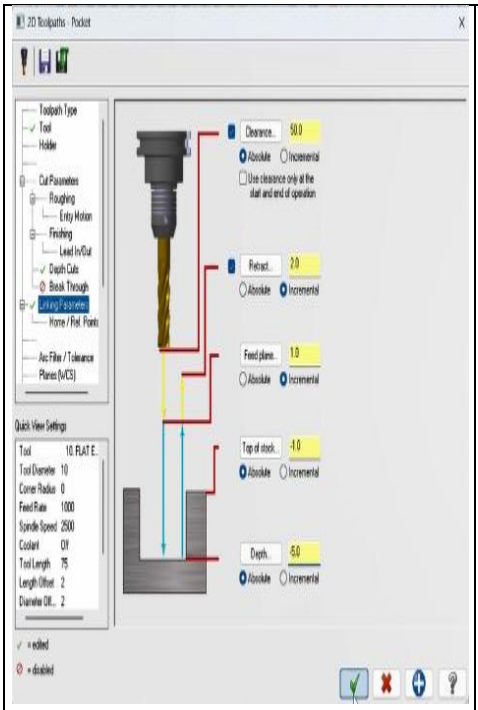
৩. পকেট টুলপাথ তৈরি করার জন্য ধারা – ১

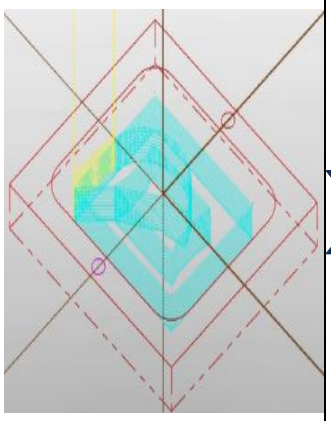


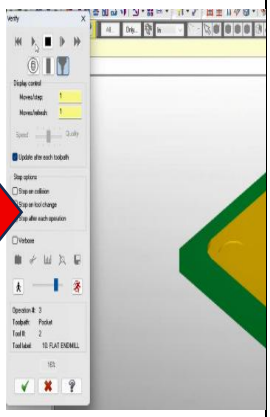




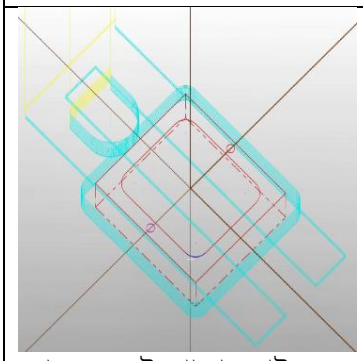
৪. ধারা – ২



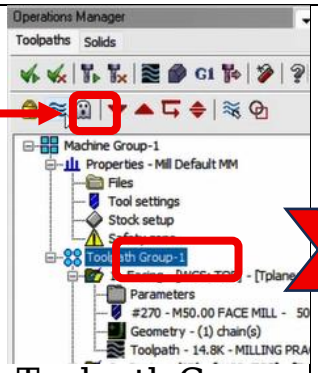




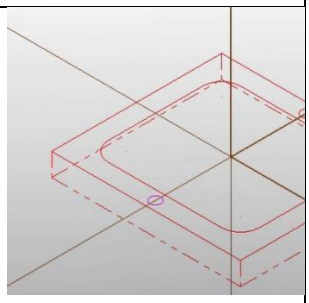
টুলপাথ এর লাইনসমূহ অদৃশ্য করণ প্রক্রিয়াঃ



যখন সকল টুলপাথের লাইন একইসাথে দেখা যায় তখন কাজ করতে অসুবিধা হয়।

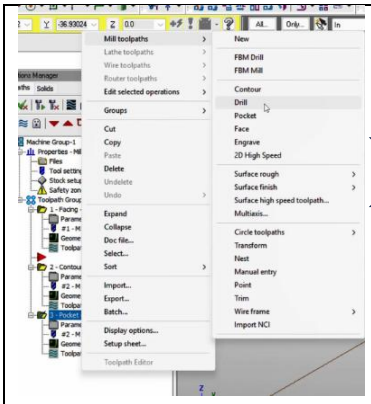


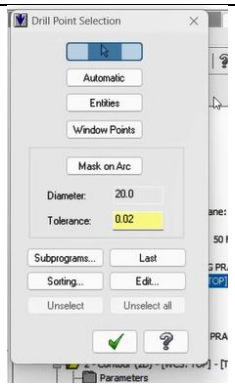
Toolpath Group – 1 সিলেক্ট করে, Toggle Display এর বাটনে ক্লিক করলে পাথ গুলো অদৃশ্য হয়ে যাবে। পরবর্তিতে আবার রেজেনারেট দিলে চলে আসবে।

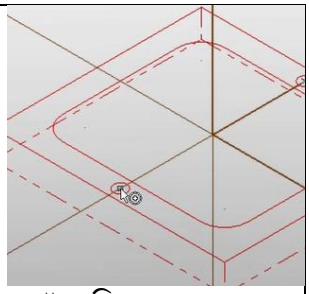


ড্রিল টুলপাথ তৈরি করার প্রক্রিয়াঃ

১. ধারা – ১

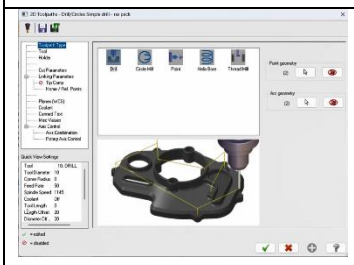


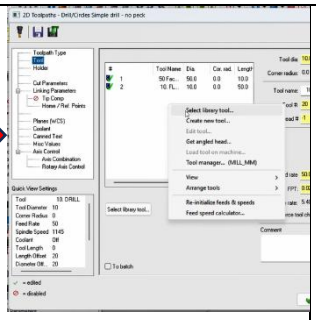


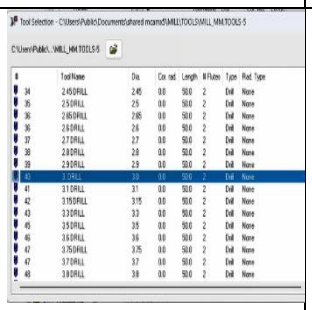


যেখানে ড্রিল করতে হবে সে বৃত্তের কেন্দ্র-তে ক্লিক করব।

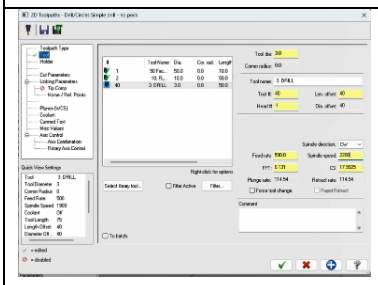
২. ধারা – ২

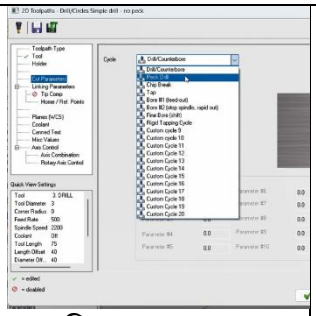




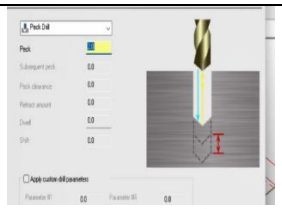


৩. ধারা – ৩



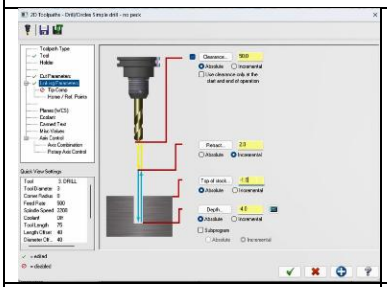


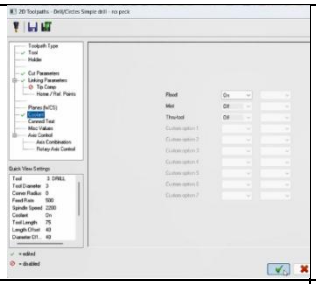
পেক ড্রিল বা প্রয়োজন অনুযায়ী যেকোন ড্রিল নির্বাচন করা যাবে।

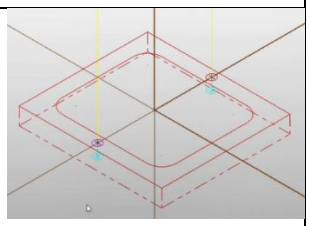


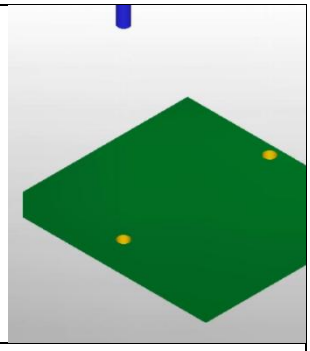
পেক এর দূরত্ব নির্ধারণ করে দিতে হবে।

৪. ধারা – ৪

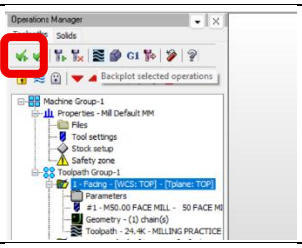
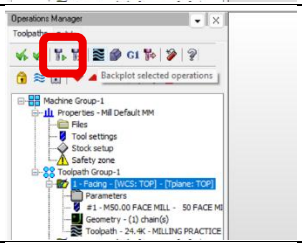
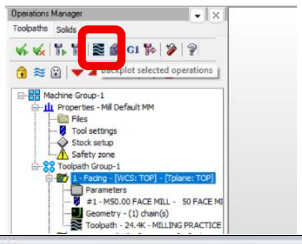
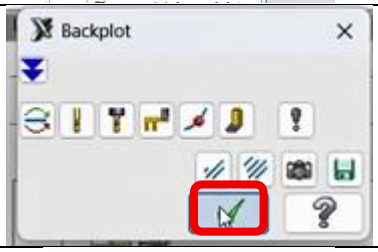
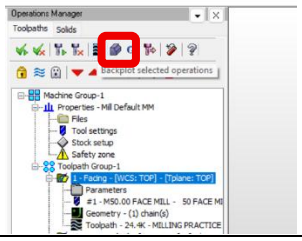


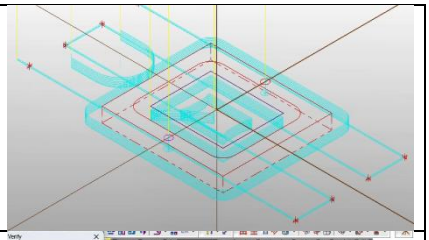
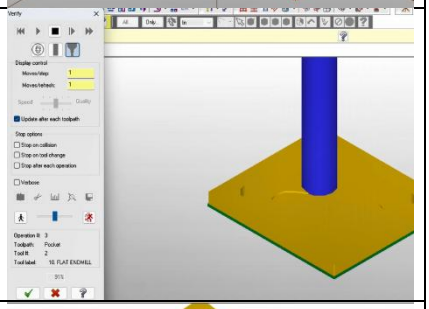
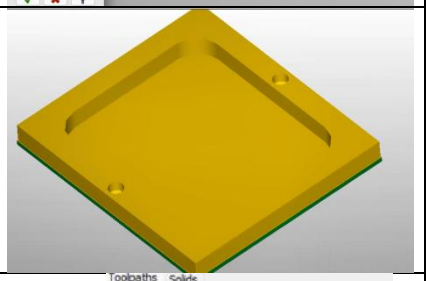
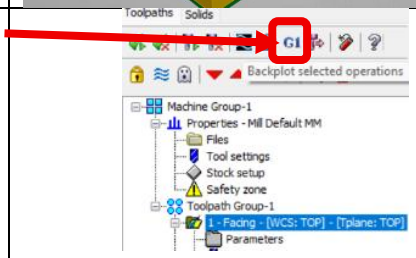
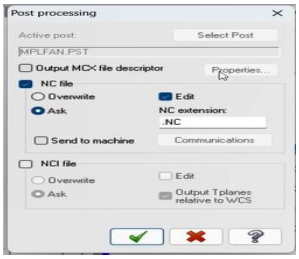
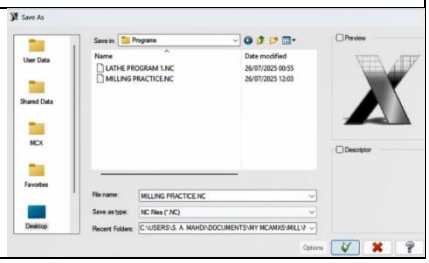




৫. সিমুলেশন দেখে নিতে হবে।		

সকল টুলপাথ এক সাথে চালনা করার জন্য নিচের পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে।

১. Select All Operations এ ক্লিক করে সকল অপারেশন সিলেক্ট করা।	
২. Regenerate all selected Operations এর মাধ্যমে সকল অপারেশন রিজেনারেট করা।	
৩. BackPlot করার মাধ্যমে টুলপাথগুলোকে প্রস্তুত করা।	
৪. এখানে কাটার গুলোকে ভিবিন্ন স্টেপে কিভাবে কাজ করছে সেগুলো পর্যবেক্ষণ করার সুযোগ রয়েছে। পর্যবেক্ষণ হয়ে গেলে টিক মার্ক এ ক্লিক করব।	
৫. Verify বাটনে ক্লিক করে চূড়ান্ত সিমুলেশন দেখব।	

৬. সকল টুলপাথের লাইন এক সাথে দেখা যাবে।	
৭. সিমুলেশনে সকল অপারেশন ধারাবাহিকভাবে কাজ করবে।	
৮. চূড়ান্ত ডিজাইনটি দেখা যাবে।	
G – Code বা NC Code জেনারেট করার জন্য এই বাটনে ক্লিক করব।	
NC file বা GCode ফাইলে সিলেক্ট করে এখানে ফাইল ফরমেট নির্বাচন করা যাবে।	
প্রোগ্রাম সেইভ করার জন্য উইন্ডো আসবে। সেখান থেকে সুবিধাজনক লোকেশনে নামসহ প্রোগ্রাম সেইভ করব।	

প্রোগ্রাম জেনারেট হয়ে গেলে এভাবে দেখাবে। প্রয়োজন হলে এখানে এডিট করা সেইভ করা যাবে।	

G কোড এবং M কোডঃ

CNC (Computer Numerical Control) মেশিনে প্রোগ্রামিং করার জন্য বিভিন্ন কোড ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে মেশিনকে নির্দিষ্ট নির্দেশ দেওয়া হয়।

এই নির্দেশগুলো মূলত দুটি ভাগে বিভক্ত — **G কোড (Preparatory Codes)** এবং **M কোড (Miscellaneous Codes)**।

G কোড দ্বারা মেশিনের মুভমেন্ট বা কাজের ধরন নির্ধারণ করা হয়, আর M কোড দ্বারা মেশিনের সহায়ক কাজগুলো নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১. G কোড

G কোড হলো এমন এক ধরনের প্রোগ্রামিং কোড যা মেশিনকে **কোন ধরণের মুভমেন্ট বা অপারেশন** করতে হবে তা নির্দেশ করে।

G মানে "Geometric" বা "Preparatory" কোড, অর্থাৎ এটি মেশিনকে প্রস্তুত করে একটি নির্দিষ্ট কাজের জন্য।

উদাহরণস্বরূপ —

G00 : Rapid positioning (দ্রুত গতিতে চলা)

G01 : Linear interpolation (সোজা লাইনে কাটা)

G02 : Circular interpolation, clockwise (ঘড়ির কাঁটার দিকে বৃত্ত আঁকা)

G03 : Circular interpolation, counter-clockwise (ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে বৃত্ত আঁকা)

G17 : XY plane selection

G21 : Metric unit নির্বাচন করা

G90 : Absolute programming mode

G91 : Incremental programming mode

প্রতিটি G কোড সাধারণত একটি নির্দিষ্ট মেশিন অপারেশনের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং প্রোগ্রামের শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে।

২. M কোড

M কোড মানে **Miscellaneous Code**, যা মেশিনের সহায়ক বা নিয়ন্ত্রণমূলক কাজ সম্পাদন করে।

এটি মেশিনের অপারেশন শুরু, বন্ধ, টুল পরিবর্তন, কুল্যান্ট চালু/বন্ধ ইত্যাদি কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।

উদাহরণস্বরূপ —

M00 : Program stop

M03 : Spindle ON (Clockwise)

M04 : Spindle ON (Counter-clockwise)

M05 : Spindle stop

M06 : Tool change

M08 : Coolant ON

M09 : Coolant OFF
M30 : Program end and reset
M কোড সাধারণত G কোডের সাথে মিলিতভাবে ব্যবহার করা হয়, যেন মেশিনের সম্পূর্ণ কার্যপ্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

৩. G কোড ও M কোডের পার্থক্য

G কোড এবং M কোডের কাজ ও উদ্দেশ্যে পার্থক্য রয়েছে।

G কোড নিয়ন্ত্রণ করে মেশিনের **মুভমেন্ট বা কাটিং প্রক্রিয়া**, আর M কোড নিয়ন্ত্রণ করে **সহায়ক ফাংশন বা মেশিন কন্ট্রোল কাজ**।

সংক্ষেপে বলা যায়ঃ

G কোড ⟶ "কীভাবে কাটবে" তা নির্ধারণ করে।

M কোড ⟶ "কখন ও কী চালু বা বন্ধ হবে" তা নিয়ন্ত্রণ করে।

৪. G কোড ও M কোডের ব্যবহারের উদাহরণ

একটি সাধারণ CNC প্রোগ্রাম নিচে দেওয়া হলোঃ

```
N01 G21 G17 G90      (Metric unit, XY plane, Absolute mode)
N02 G00 X0 Y0 Z5     (Tool rapid to start position)
N03 G01 Z-2 F100     (Cutting feed to depth)
N04 G02 X50 Y0 I25 J0  (Clockwise circular path)
N05 G00 Z5           (Tool retract)
N06 M05              (Spindle stop)
N07 M09              (Coolant off)
N08 M30              (End of program)
```

এখানে দেখা যাচ্ছে —

G কোড দ্বারা মেশিনের মুভমেন্ট নির্ধারিত হয়েছে (G00, G01, G02 ইত্যাদি),

আর M কোড দ্বারা সহায়ক কাজ যেমন স্পিন্ডল বন্ধ (M05), কুল্যান্ট বন্ধ (M09) এবং প্রোগ্রাম শেষ (M30) করা

নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল (NC) প্রোগ্রাম তৈরি করাঃ

NC (Numerical Control) প্রোগ্রাম হলো এমন একটি নির্দেশনার সমষ্টি যা মেশিনকে নির্দিষ্ট কাজ করতে নির্দেশ দেয়।

এই প্রোগ্রাম তৈরি করা হয় **সংখ্যা, অক্ষর এবং কোডের** মাধ্যমে।

CNC (Computer Numerical Control) মেশিনে এই প্রোগ্রাম ইনপুট দিলে মেশিন স্বয়ংক্রিয়ভাবে সমস্ত কাজ সম্পন্ন করে।

একটি NC প্রোগ্রামের মাধ্যমে মেশিন জানতে পারে—

কোথায় টুল যাবে, কত গভীর কাটবে, কত স্পিডে ঘুরবে, এবং কখন থামবে।

১. NC প্রোগ্রাম

NC প্রোগ্রাম হলো একটি **কমান্ড সেট**, যা মেশিনের কন্ট্রোল ইউনিটে দেওয়া হয় যেন মেশিন নির্দিষ্ট ক্রমে কাজ করতে পারে।

প্রতিটি কমান্ড বা লাইনকে বলা হয় **Block**।

একটি Block সাধারণত N, G, M, X, Y, Z, F, S ইত্যাদি কোড দ্বারা গঠিত হয়।

উদাহরণঃ

```
N01 G00 X0 Y0 Z5
```

এখানে—

N01 = Block Number
G00 = Rapid positioning
X0, Y0, Z5 = মেশিনের অবস্থান নির্ধারণ

২. NC প্রোগ্রাম তৈরির উদ্দেশ্য

১. মেশিনকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নির্দিষ্ট কাজ করানো।
২. উৎপাদনের নির্ভুলতা বৃদ্ধি করা।
৩. ম্যানুয়াল অপারেশনের ত্রুটি হ্রাস করা।
৪. উৎপাদন গতি ও দক্ষতা বৃদ্ধি করা।

৩. NC প্রোগ্রাম তৈরির ধাপ

একটি সম্পূর্ণ NC প্রোগ্রাম তৈরি করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়ঃ

ধাপ ১: কাজের বিশ্লেষণ

প্রথমে ওয়ার্কপিসের ড্রয়িং দেখে কাজের ধরন, মাপ, আকৃতি ও কাটিং অপারেশন নির্ধারণ করতে হয়।

ধাপ ২: কোঅর্ডিনেট নির্ধারণ

ওয়ার্কপিসের প্রতিটি বিন্দুর জন্য X, Y, Z কোঅর্ডিনেট নির্ধারণ করা হয়।
এই কোঅর্ডিনেটই পরবর্তীতে প্রোগ্রামে ব্যবহার হয়।

ধাপ ৩: মেশিন প্যারামিটার নির্ধারণ

স্পিন্ডল স্পিড (S), ফিড রেট (F), কাটিং ডেপথ (Z) ইত্যাদি মান নির্ধারণ করতে হয়।

ধাপ ৪: টুল নির্বাচন

কাজের ধরন অনুযায়ী উপযুক্ত টুল নির্বাচন করা হয়।
যেমন— Face Mill, End Mill, Drill ইত্যাদি।

ধাপ ৫: প্রোগ্রাম লেখা

প্রোগ্রামের প্রতিটি ধাপে মুভমেন্ট, কাটিং, টুল পরিবর্তন, স্পিন্ডল ও কুল্যান্ট নিয়ন্ত্রণের কোড লেখা হয়।
এ সময় G কোড ও M কোড সঠিকভাবে ব্যবহার করতে হয়।

ধাপ ৬: প্রোগ্রাম যাচাই (Simulation)

লিখিত প্রোগ্রাম চালানোর আগে সিমুলেশন চালিয়ে দেখা হয় প্রোগ্রামে কোনো ভুল আছে কি না।

ধাপ ৭: প্রোগ্রাম ইনপুট ও রান করা

প্রোগ্রাম মেশিনে ইনপুট করে ট্রায়াল রান বা Dry Run করে যাচাই করা হয়, তারপর প্রকৃত মেশিনিং শুরু করা হয়।

৪. একটি সাধারণ NC প্রোগ্রামের কাঠামো

একটি সাধারণ Milling প্রোগ্রামের উদাহরণ নিচে দেওয়া হলোঃ

```
O0100 (Simple Milling Program)
N01 G21 G17 G90
N02 T01 M06
N03 G00 X0 Y0 Z5
N04 M03 S1200
N05 G01 Z-2 F100
N06 G01 X50 Y0
N07 G01 X50 Y50
N08 G01 X0 Y50
N09 G01 X0 Y0
N10 G00 Z5
N11 M05
N12 M30
%
```

ব্যাখ্যা:
O0100 → প্রোগ্রাম নম্বর
G21 → মেট্রিক ইউনিট
T01 M06 → টুল পরিবর্তন
G00 / G01 → টুল মুভমেন্ট (Rapid / Linear)
M03 / M05 / M30 → স্পিন্ডল চালু, বন্ধ ও প্রোগ্রাম শেষ

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৫.৩

শিখন ফল-৩: প্রোগ্রাম লোড করতে এবং চালাতে পারবে।

শিক্ষন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, সনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তুঃ

১. উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লোড করা
২. স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে মেশিনে ড্রাই রান/সিমুলেশন (Dry run/Simulation)
৩. প্রোগ্রামটি চালিয়ে ওয়ার্কপিস (Work piece) উৎপাদন
৪. কাজের সময় উদ্ভূত সমস্যা রেকর্ড করা এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুযায়ী সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষের কাছে রিপোর্ট করা

উপযুক্ত ডিভাইস ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লোড করাঃ

বর্তমান সময়ে অধিকাংশ মেশিনের মেমরিতে USB ডিভাইস এর মাধ্যমে প্রোগ্রাম আপলো করা হয়। তাছাড়াও মেমরি কার্ডেও প্রোগ্রাম পরিবহণ করা যায়। সেক্ষেত্রে কার্ড রিডার ব্যবহার করে প্রোগ্রাম আপলোড করতে হবে।

প্রোগ্রাম পরিবহনের জন্য ব্যবহৃত সাধারণ ডিভাইস সমূহঃ

পেনড্রাইভ

ফ্ল্যাশ ড্রাইভ

কার্ড এবং কার্ড রিডার

স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে মেশিনে ড্রাই রান/সিমুলেশ (Dry run/Simulation):

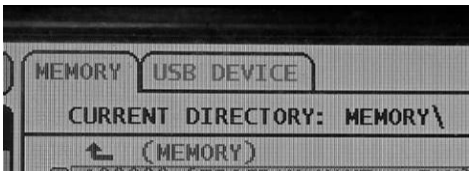
কন্ট্রোলারভেদে প্রোগ্রাম আপলোড করার প্রক্রিয়া ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। সাধারণ কার্য ধারাসমূহ একই ধরণের হলেও ফাংশনিং এর ভিন্নতার কারণে প্রোগ্রাম আপলোড করার সময় ভিন্ন ভিন্ন প্রক্রিয়া অবলম্বন করা হয়।
এই অধ্যায়ে HAAS কন্ট্রোলারের মেমোরিতে প্রোগ্রাম আপলোড কোরার প্রক্রিয়া দেখানো হবে। পরবর্তিতে প্রোগ্রাম নির্বাচন করে সিমুলেশন এর মাধ্যমে যাচাই করে সে প্রোগ্রামকে চালনা করার প্রক্রিয়া আলোচনা করা হবে।

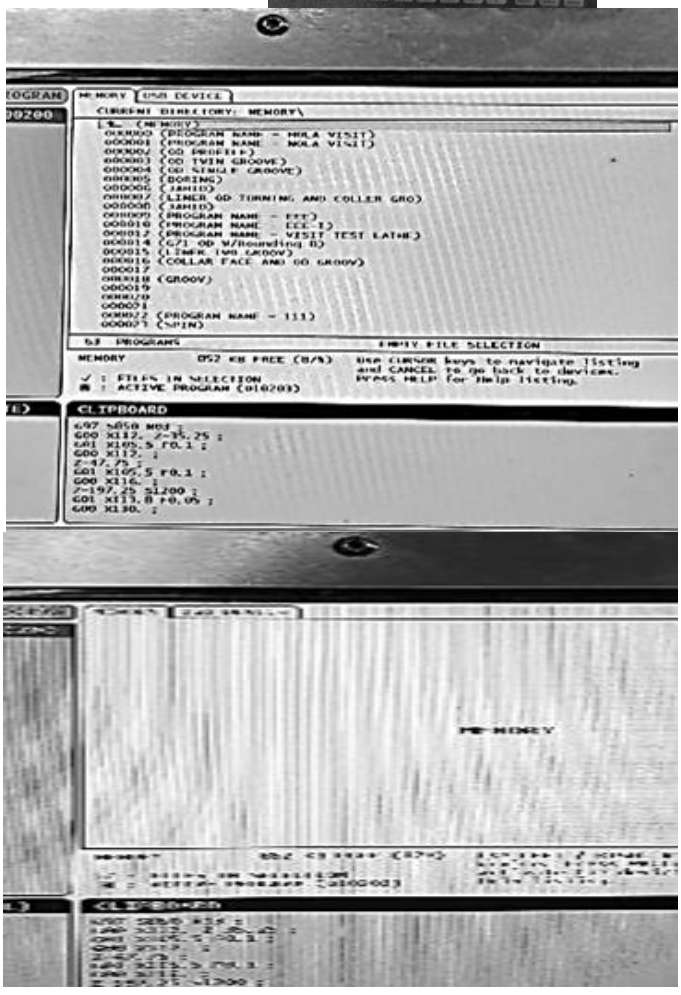
ওয়ার্কপিস তৈরির জন্য প্রোগ্রামটি কার্যকর করাঃ

১. কন্ট্রোলারের সাথে Pen-drive সংযুক্ত করি।

২. কন্ট্রোলার এর List Program নাম মোড বাটকে চাপ দিতে হবে।

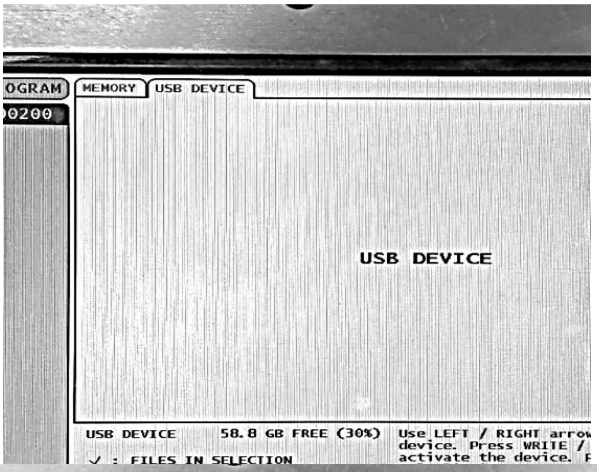
৩. প্রোগ্রাম লিস্ট এর উপরে দেখা যাবে Memory লেখা রয়েছে।



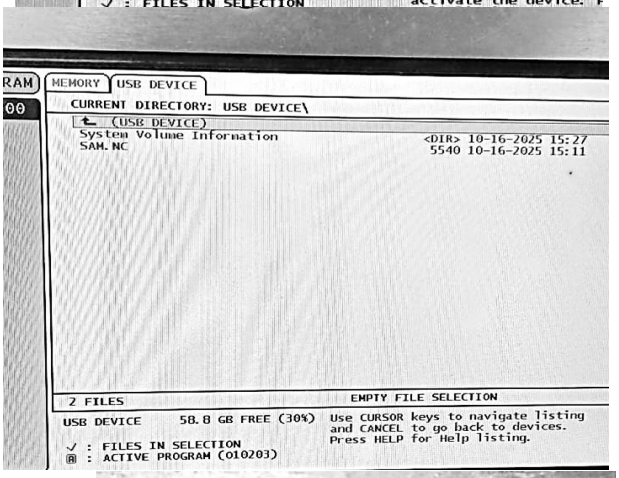


৪. ক্যানসেল বাটনে চাপ দিলে মেমরি ক্লোজ হয়ে যাবে।

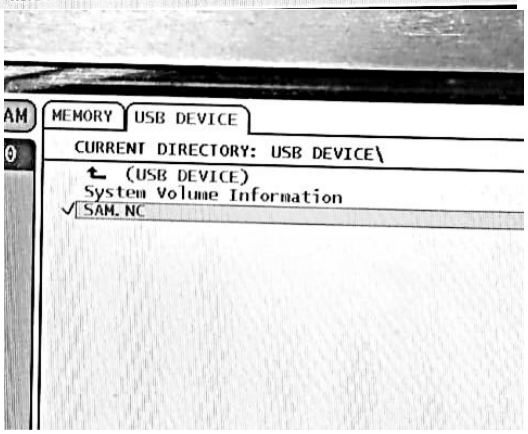
৫. কার্সর বাটনের সাহায্যে ডান দিকের USB লোকেশন সিলেক্ট করতে হবে।



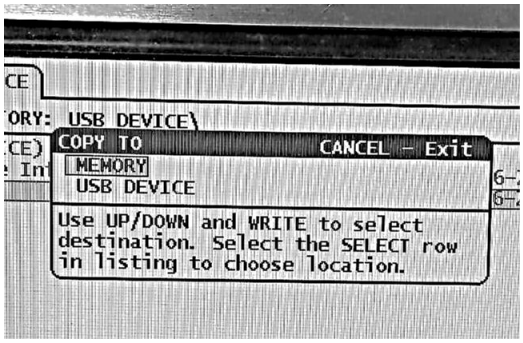
৬. USB সিলেক্ট করে এন্টার বাটনে চাপ দিলে USB এর ভিতর থাকা কোডগুলো দেখা যাবে। সেখান থেকে প্রয়োজনীয় কোড নির্বাচন করতে কার্সর ব্যবহার করতে হবে।



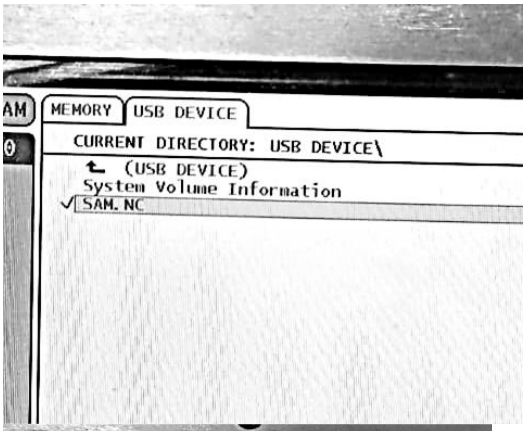
৭. যে প্রোগ্রাম সিলেক্ট করতে চাই তার উপর কার্সর রেখে এন্টার বাটনে চাপ দিতে হবে।



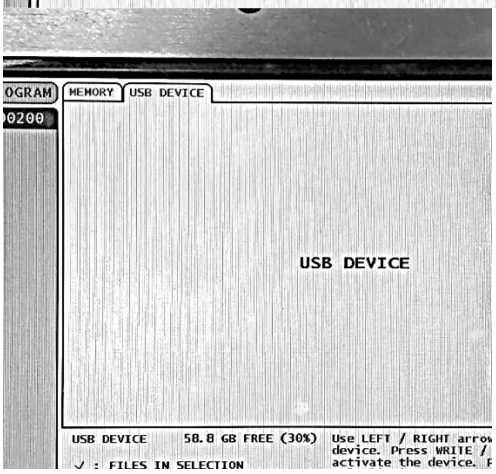
৮. এর পর F2 বাটনে চাপ দিলে Copy To এর অপসন দেখাবে। সেখান থেকে মেমরি সিলেক্ট করতে হবে।



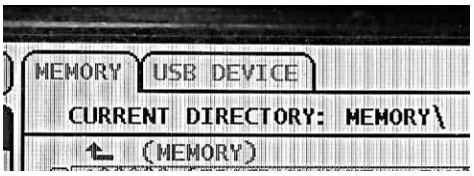
৯. এন্টার বাটনে চাপ দিলে, প্রোগ্রাম কন্ট্রোলারের মেমরিতে কপি হয়ে যাবে।



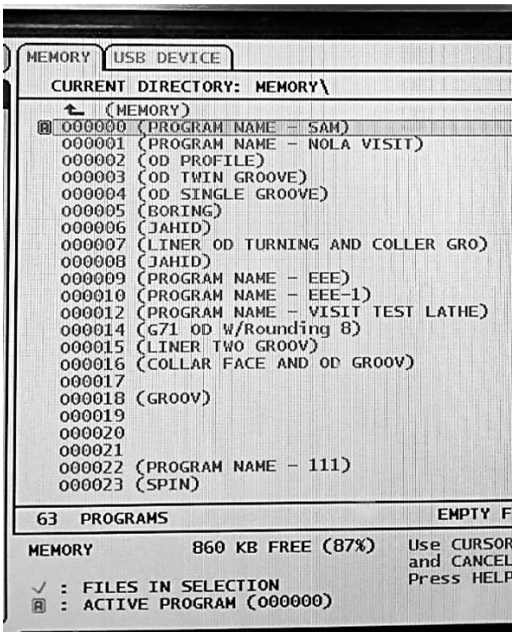
১০. মেশিনের মেমরিতে যেতে হলে ক্যানসেল বাটনে চাপ দিতে হবে।



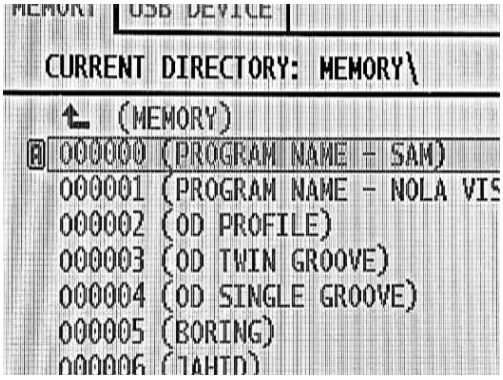
১১. কার্সরের সাহায্যে মেমরি সিলেক্ট করতে হবে।



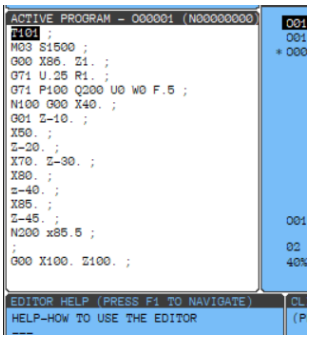
১২. এন্টার বাটনে চাপ দিলে মেশিন মেমরিতে থাকা প্রোগ্রামগুলো দেখা যাবে। সেখান থেকে নাম্বার লিখে সার্চ করে বা কার্সর দিয়ে নিচে গেলে কপি করা প্রোগ্রাম খুঁজে পাওয়া যাবে।



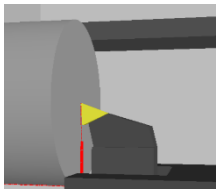
১৩. প্রোগ্রাম রান করতে চাইলে কাঙ্খিত প্রোগ্রামের উপর কার্সর রেখে Select Program বাটনে ক্লিক করলে সে প্রোগ্রামটি মেইন প্রোগ্রাম হিসেবে নির্বাচিত হয়ে যাবে। প্রোগ্রামের নামের পাশে A চিহ্ন দেখা যাবে যার অর্থ Active Program।



১৪. মেমরি বাটনে চাপ দিলে এক্টিভ প্রোগ্রামে এখন সে প্রোগামটি দেখাবে।

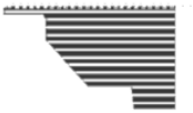


১৫. এখন অফসেট নিয়ে মেশিনিং করার সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ধাপ সম্পন্ন করতে হবে।

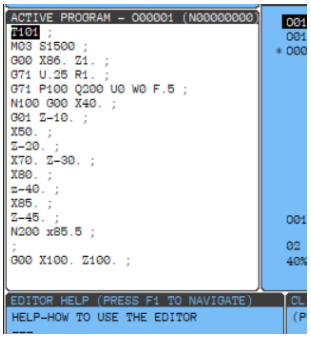


১৬. সেটিংস / গ্রাফ নামের একটি বাটন রয়েছে। সেটায় ২ বার চাপ দিলে গ্রাফিক্স চলে আসবে।

১৭. এখন সাইকেল স্টার্ট এ চাপ দিলে গ্রাফিক্স এ টুলপাথ দেখাবে।



১৮. মেমরি বাটনে চাপ দিলে এক্টিভ প্রোগ্রামে এখন সে প্রোগামটি দেখাবে।

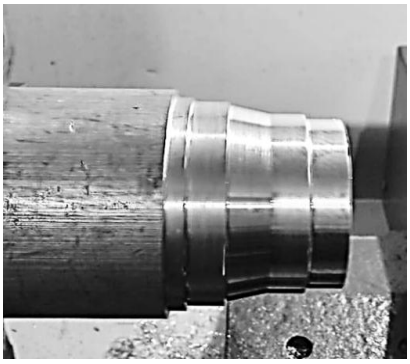


১৯. একবার রিসেট বাটনে চাপ দিতে হবে তাহলে প্রোগ্রাম শুরু থেকে চালু হবে।

২০. সাইকেল স্টার্ট এ চাপ দিলে মেশিনিং শুরু হবে।

২১. মেশিনিং শেষ হলে রিসেট বাটনে চাপ দিতে হবে।

২২. মেশিনিং শেষ হলে পার্ট যাচাই করতে হবে।



সতর্কতাঃ

সি.এন.সি মেশিন পরিচালনার ক্ষেত্রে সতর্তকতার বিষয়সমূহ সম্পর্কে সচেতন থাকা আবশ্যক।

টুল ভাঙ্গা, অপ্রত্যাশিত মেশিন স্টপ হলে প্রোগ্রাম বন্ধ করার জন্য মেশিন এর রিসেট বাটনে চাপ দিতে হবে।

ফিনিশিন, কাটিং বা টুলপাথ অপ্রত্যাশিত আচরণ করলে ফিড হোল্ড চেপে ফিড বন্ধ রেখে যাচাই করে নেয়া যায়।

স্ক্রিনে প্রদর্শিত ত্রুটি কোড এবং প্রোগ্রামের সিকোয়েন্স নম্বর নোট করুন। সমস্যার বর্ণনা সহ এই বিবরণগুলি আপনার সুপারভাইজরের জন্য নির্দিষ্ট log বা রিপোর্টে রেকর্ড করুন।

বিপদজনক পরিস্থিতি তৈরি হলে ইমার্জেন্সি বাটনে চাপ দিতে হবে।

সম্মুখীন সমস্যাগুলি স্ট্যান্ডার্ড অপারেটিং পদ্ধতি অনুসারে রেকর্ড:

মেশিনিং প্রক্রিয়ার সময় বিভিন্ন ধরনের ত্রুটি বা সমস্যা দেখা দিতে পারে, যা কাজের মান, নির্ভুলতা এবং উৎপাদন দক্ষতাকে প্রভাবিত করে।
এই সমস্যাগুলো সাধারণত ভুল সেটিং, অপর্যাপ্ত প্রস্তুতি, বা ত্রুটিপূর্ণ উপকরণের কারণে হয়ে থাকে।
নিচে প্রধান কয়েকটি সাধারণ সমস্যা এবং তাদের ব্যাখ্যা দেওয়া হলো।

ভুল মেশিন সেট-আপ (Incorrect Machine Set-up)

যদি মেশিন সঠিকভাবে সেট-আপ না করা হয়, তাহলে কাজের অবস্থান, কাটিং দিক বা টুল মুভমেন্টে ত্রুটি দেখা দেয়। এতে ওয়ার্কপিসের আকার ও মাপ নির্ধারিত ড্রয়িং অনুযায়ী হয় না।

কারণ:

- ওয়ার্কপিস সঠিকভাবে ক্ল্যাম্প না করা।
- মেশিন বেড বা ফিক্সচার অসমান।
- মেশিনের রেফারেন্স পয়েন্ট ঠিকমতো নির্ধারণ না করা।

সমাধান:

- কাজ শুরু করার আগে সেট-আপ ভালোভাবে যাচাই করা।
- রেফারেন্স পয়েন্ট ও ক্ল্যাম্পিং অবস্থান সঠিকভাবে নির্ধারণ করা।

ভুল প্যারামিটার সেটিং (Incorrect Parameter Setting)

মেশিনের স্পিড, ফিড, কাটিং ডেপথ ইত্যাদি প্যারামিটার ভুলভাবে নির্ধারণ করলে কাটিং প্রক্রিয়ায় সমস্যা দেখা দেয়। ফলস্বরূপ, টুল ভেঙে যেতে পারে বা পৃষ্ঠের গুণমান খারাপ হয়।

কারণ:

- ভুল প্রোগ্রামিং মান দেওয়া।
- উপকরণের ধরন অনুযায়ী সঠিক স্পিড-ফিড নির্বাচন না করা।

সমাধান:

- উপকরণের ধরন অনুযায়ী কাটিং ডেটা নির্ধারণ করা।
- প্রোগ্রাম ইনপুটের পর সিমুলেশন চালিয়ে যাচাই করা।

ভুল টুল ও ওয়ার্ক অফসেট (Incorrect Tool and Work Offset)

CNC মেশিনে প্রতিটি টুল ও ওয়ার্কপিসের জন্য নির্দিষ্ট অফসেট মান থাকে।
যদি এই মান ভুল দেওয়া হয়, টুল নির্ধারিত অবস্থানের বাইরে চলে যেতে পারে, ফলে কাজের মাপ বিকৃত হয়।

কারণ:

- টুল লেন্থ অফসেট ভুলভাবে ইনপুট করা।
- ওয়ার্ক কোঅর্ডিনেট (Work Offset) সঠিকভাবে নির্ধারণ না করা।

সমাধান:

- প্রতিটি টুলের অফসেট পুনরায় যাচাই করা।
- রেফারেন্স পয়েন্ট সেট করার পর কোঅর্ডিনেট টেস্ট করা।

ত্রুটিপূর্ণ কাঁচামাল (Defective Raw Materials)

যদি কাঁচামাল মানসম্মত না হয় বা বিকৃত থাকে, তাহলে মেশিনিং প্রক্রিয়ায় সমস্যা দেখা দেয়।
কখনও কখনও কাঁচামালের কঠোরতা বা অমসৃণতা টুলের ক্ষতি করতে পারে।

কারণ:

- নিম্নমানের বা বিকৃত উপাদান ব্যবহার।
- অপ্রস্তুত বা অসমান ব্ল্যাঙ্ক মেটেরিয়াল।

সমাধান:

- কাজ শুরুর আগে উপকরণের ভিজ্যুয়াল ও ডাইমেনশন চেক করা।
- মানসম্মত ও পরীক্ষিত কাঁচামাল ব্যবহার করা

সেলফ চেক (Self Check) – ৫.৪

১. MasterCAM X5-এ Milling মেশিনের জন্য ইউনিট কীভাবে নির্বাচন করা যায়?

২. Milling অপারেশনে সর্বাধিক ব্যবহৃত ইউনিট কোনটি?

৩. Inch এবং Millimeter এই দুটি ইউনিটের মধ্যে কোনটি ISO স্ট্যান্ডার্ড অনুসরণ করে?

৪. কোন ইউনিটে সংখ্যাগুলি দশমিকের পরে বড় হয়?

৫. G-code-এ কোন কোডটি Inch এর জন্য ব্যবহার হয়?

৬. G-code-এ কোন কোডটি Millimeter এর জন্য ব্যবহার হয়?

৭. ইউনিট পরিবর্তনের আগে কোন ধরণের তথ্য সংরক্ষণ করা উচিত?

৮. কোন অপারেশনে ইউনিট ভুল থাকলে টুল ড্যামেজ হওয়ার সম্ভাবনা থাকে?

৯. MasterCAM X5-এ ইউনিট চেক করার জন্য কোন অপশনটি দেখতে হয়?

১০. ইউনিট নির্ধারণ না করেই অপারেশন করলে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে?

উত্তর পত্র (Answer Key) – ৫.৪

১. MasterCAM X5-এ Milling মেশিনের জন্য ইউনিট কীভাবে নির্বাচন করা যায়?

উত্তর: Screen > Configuration > System Configuration > Units থেকে

২. Milling অপারেশনে সর্বাধিক ব্যবহৃত ইউনিট কোনটি?

উত্তর: Millimeter (MM)

৩. Inch এবং Millimeter এই দুটি ইউনিটের মধ্যে কোনটি ISO স্ট্যান্ডার্ড অনুসরণ করে?

উত্তর: Millimeter ইউনিট ISO স্ট্যান্ডার্ড অনুসরণ করে।

৪. কোন ইউনিটে সংখ্যাগুলি দশমিকের পরে বড় হয়?

উত্তর: Inch ইউনিটে সাধারণত দশমিকের পর বেশি সংখ্যায় মান থাকে

৫. G-code-এ কোন কোডটি Inch এর জন্য ব্যবহার হয়?

উত্তর: G20

৬. G-code-এ কোন কোডটি Millimeter এর জন্য ব্যবহার হয়?

উত্তর: G21

৭. ইউনিট পরিবর্তনের আগে কোন ধরণের তথ্য সংরক্ষণ করা উচিত?

উত্তর: বর্তমান Drawing/Model এর Scale এবং Toolpath ডেটা

৮. কোন অপারেশনে ইউনিট ভুল থাকলে টুল ড্যামেজ হওয়ার সম্ভাবনা থাকে?

উত্তর: Pocketing, Drilling বা Contour Cutting

৯. MasterCAM X5-এ ইউনিট চেক করার জন্য কোন অপশনটি দেখতে হয়?

উত্তর: Status Bar এবং Configuration Window

১০. ইউনিট নির্ধারণ না করেই অপারেশন করলে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে?

উত্তর: টুলপাথ ভুল হবে, গভীরতা ও দূরত্ব ভুল হতে পারে, ও মেশিন ড্যামেজের আশঙ্কা থাকে

জব শীট (Job Sheet) – ৫.৪

জবের নামঃ MasterCAM X5-এ CNC Milling মেশিন অপারেশন।

কাজের ধাপসমূহঃ

- MasterCAM X5 সফটওয়্যার চালু করা।
- File → New → Mill ইঞ্চি বা মেট্রিক টেমপ্লেট নির্বাচন করা।
- Drawing তৈরি করা বা বাইরের CAD ফাইল (STEP/IGES/DXF) ইম্পোর্ট করা।
- View → Planes → Top সিলেক্ট করে WCS সেট করা।
- Stock setup নির্ধারণ করা (X, Y, Z dimension) ।
- Toolpath → Drill/Contour/Pocket/Face/3D Toolpath নির্বাচন করা।
- Tool Library থেকে টুল নির্বাচন করা (End Mill, Face Mill, Drill ইত্যাদি)।
- Toolpath parameter সেট করা (Cut Depth, Step over, Feed Rate)।
- Verify Toolpath বা Backplot চালিয়ে চেক করা।
- G-code তৈরির জন্য Post Processor নির্বাচন করে NC কোড জেনারেট করা।
- .MCX ও .NC ফাইল সংরক্ষণ করা।
- Simulation সফটওয়্যার বা মেশিনে Dry Run চালানো (যদি থাকে)।
- তৈরি G-code প্রোগ্রাম USB এর মাধ্যমে CNC মেশিনে লোড করা।
- Operator Panel থেকে মেশিন চালনা শুরু করা।

সতর্কতাঃ

- প্রয়োজনীয় পিপিই (PPE) সমূহ ব্যবহার করা
- প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- টুল ভাঙ্গা, অপ্রত্যাশিত মেশিন স্টপ হলে প্রোগ্রাম বন্ধ করা
- ফিনিশিং, কাটিং বা টুলপাথ অপ্রত্যাশিত আচরণ করলে যাচাই করে নেয়া
- স্ক্রিনে প্রদর্শিত ত্রুটি কোড এবং প্রোগ্রামের সিকোয়েন্স নম্বর নোট করা
- সমস্যার বর্ণনাসমূহ নির্দিষ্ট log-book-এ বা রিপোর্টে রেকর্ড করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৫.8

জবের নামঃ MasterCAM X5-এ CNC Milling মেশিন অপারেশন

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- সুবিধাজনক চেয়ার- - ১টি
- সুবিধাজনক টেবিল/ডেস্ক - ১টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- MasterCAM X5 সফটওয়্যার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

ডেস্কটপ / ল্যাপটপ কম্পিউটার	-	১টি
Keyboard and Mouse	-	১টি
Monitor	-	১টি
USB Drive / Pen drive	-	১টি

ডায়াগ্রাম: