বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি

অধ্যায়ঃ০১

মেট্রোলজির ধারণা

মেট্রোলজির ধারণা

- এ অধ্যায়ে আমরা যা শিখবঃ
- ১.মেট্রোলজি।
- ২.মেট্রোলজির উদ্দেশ্য।
- ৩.পরিদর্শন বা মেজারমেন্ট পদ্ধতির প্রকারভেদ বর্ণনা।
- ৪.মাপের ত্রুটির উৎস উল্লেখকরণ।
- ৫.মেট্রোলজি ইনস্ট্রুমেন্টের যন্ত্র।

মেট্রোলজি

- ইঞ্জিনিয়ারিং ক্ষেত্রে যে বিষয়ে শিল্প কারখানা বা ফ্যাক্টরিতে উৎপাদিত পণ্য বা দ্রব্যে ব্যবহৃত পদার্থের গুণগত মান নিয়ন্ত্রণ ও পরিমাপের সঠিকতা বা সুক্ষ্মতা নির্ণয়ের কলাকৌশল এবং ঐ মান নিয়ন্ত্রণ ও পরিমাপের সঠিকতা বা সূক্ষ্মতা নির্ণে কলাকৌশল এবং ঐ মান নিয়ন্ত্রণ ও পরিমাপ নির্ণয়ে যে সকল মাপন ও টেস্টিং যন্ত্র ব্যবহার হয় এদের ব্যবহার পদ্ধতি, মাপন প্রক্রিয়া, ত্রুটি নির্ণয়, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি সম্পর্কে বিষদভাবে আলোচনা করে তাকে পরিমাপ বিজ্ঞান বা মেট্রোলজি বলে।

মেট্রোলজির উদ্দেশ্য

- পরিমাপ বিজ্ঞানের মূল উদ্দেশ্য হলো উৎপাদিত পণ্যের মান নিয়ন্ত্রণ। মান নিয়ন্ত্রণের লক্ষ্যে বস্তুর বিভিন্ন ধরনের পরীক্ষা নিরীক্ষা তথা পরিদর্শন করা পরিমিতির উদ্দেশ্য। বিস্তারিতভাবে এ সকল উদ্দেশ্যসমূহ নিম্নলিখিতভাবে লিপিবদ্ধ করা যায়:
- (ক) প্রাপ্য ডিজাইন ড্রইং হতে পণ্য বা দ্রব্যের বিভিন্ন অংশের কার্যকারীতা সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া।যন্ত্রাংশের কার্যকারীতা অনুযায়ী পদার্থ নির্বাচন করা।
- (খ) যন্ত্রাংশের নতুনভাবে উন্নয়ন বা উৎপাদনকৃত পণ্য দ্রব্যের গুণগত মান নিয়ন্ত্রণে এবং মাপ গ্রহণে নতুন নতুন টেস্টিং এবং পরিমাপ।

- (গ) পরিমাপক ও টেস্টিং যন্ত্রপাতির সঠিকতা নিশ্চিত করতে সহায়তা করা।
- (ঘ) যন্ত্রাংশের মাপ আন্তর্জাতিক আদর্শ মাপ বজায় রাখতে সহায়তা করা।ইনস্ট্রুমেন্ট উদ্ভাবন করা ।
- (ঙ) গ্রহণযোগ্য মাপ অনুযায়ী সূক্ষ্মতা নির্ণয়ে প্রয়োজনীয় পরিমাপক ইনস্ট্রুমেন্ট নির্বাচন করে মাপ গ্রহণ করা।

পরিদর্শন বা মেজারমেন্ট পদ্ধতির প্রকারভেদ বর্ণনা

- বর্তমানে পরিমাপ নির্ণয়ে বহুবিধ পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়েছে। যে কোন মেজারমেন্টকে সংজ্ঞায়িত করলে বলা যায়। প্রত্যেক মাপেরই প্রকার মেজর এবং অনুমোদনযোগ্য ত্রুটির উপর আদর্শ মাপের সাথে অনিশ্চয়তা আছে। নিচে কয়েক প্রকার সাধারণ মেজারমেন্ট এক বা একাধিক পদ্ধতির যৌথ পরিমাণে হয়ে থাকে নির্ভরশীল।

- মেজারমেন্ট পদ্ধতি (Direct Method of Measurement): যে পদ্ধতিতে অজানা পরিমাপের মানকে আদর্শ মাপের সাথে সরাসরি তুলনা করে মাপ নির্ণয় করা হয় তাকে সরাসরি পদ্ধতি বলে। এ পদ্ধতিতে পরিমাণ নির্ণয়ে গাণিতিক হিসাব নিকাশের প্রয়োজন হয় না। যেমন- স্টিল রুমের সাহায্যে দৈর্ঘ্য নির্ণয়। পরিমাপের এ পদ্ধতি খুব সঠিক নয়

কারণ মাপের সঠিকতার (১) ইনডাইরেক্ট (২) ডাইরেক্ট

গাণিতিক হিসাব নিকাশের মাধ্যমে প্রকৃত মাপ নির্ণয় করা হয়। যেমন- ঘনত্ব পরিমাপে দ্রব্যের ভর এবং আয়তন মেজারমেন্ট পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে বিভিন্ন দ্রব্যের স্থিতিমাপ (paraments) সরাসরি পরিমাপের পর পরিমাণ নির্ভর করে ব্যবহারকারীর অনুভূতি প্রবণতার উপর। নির্ণয় করতে হয়।

(৩)ফান্ডামেন্টাল মেজারমেন্ট পদ্ধতি। এতে পরম বা অ্যাবসলিউট মেজারমেন্ট পদ্ধতি ব্যবহারের মাধ্যমে মূল দ্রব্যকে ভিত্তি করে অন্যান্য পরিমাপ নির্ণয় করা হয়।

(৪)কম্পারিজন মেজারমেন্ট পদ্ধতি মাপের এ পদ্ধতিতে একটি জানা মাপের সাথে তুলনা করে অন্যটির মাপ গ্রহণ করা হয়। সাৰ-সিচুয়েশন মেজারমেন্ট পদ্ধতি। সাব-সিচুয়েশন পদ্ধতিতে মেজারমেন্ট যোগ্য দ্রব্যটিকে প্রথমে ইনডিকেটিং ডিভাইসের এরূপে যে উভয় দ্রব্যই ইনডিকেটিং ডিভাইসে সমপরিমাণ মাপ নির্দেশ করবে। যেমন বর্ডা (borda) পদ্ধতিতে সাহায্যে ডাইরেক্ট কম্পারিজন পদ্ধতিতে পরিমাপ করে অন্য একটি জানা দ্রব্যের সাথে পরিমাপ করা হয় দ্রব্যের ভর নির্ণয়। (৬) ট্রান্সপজিশন মেজারমেন্ট পদ্ধতি দ্রব্যের মাপ ডাইরেক্ট কম্পারিজন পদ্ধতিতে পরিমাপ করে একটি জানা সমপরিমাণ দ্রব্যের সাথে ব্যালেন্স (Balanced) করে প্রাথমিক মান A লিপিবদ্ধ করা হয়; পরে পরিমাপযোগ্য দ্রব্যটিকে জানা মানে স্থাপন করে পুনরায় ব্যালেন্স করে B মান লিপিবদ্ধ করা হয়। যখন উভয় ব্যালেন্স ইনডিকেটিং ডিভাইস সমান পাঠ দিবে তখন নির্দেষ পরিমাণ হবে VAB যেমন- গ (Gauss) ডাবল ওজন পরিমাপ পদ্ধতিতে জানা ওজন ও ব্যালেন্স পরিমাপের সাহায্যে ভর (Mass) নির্ণয়। (৭) ডিফারেনশিয়াল বা কম্পারিজন মেজারমেন্ট পদ্ধতি : মাস্টার পরিমাপের সাথে মেজার, কোয়ানটিটির পার্থক্য এরূপে তুলনা করা হয় যেন প্রায় সমান মান পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় কোন মাস্টার সিলিন্ডারের সাথে তুলনা করেদ্রব্যের ব্যাস কম্পারেটরের সাহায্যে মাপ নির্ণয়।

মাপের ত্রুটির উৎস উল্লেখকরণ

- কাজের ধারা অনুযায়ী মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট নিম্নরূপ শ্রেণিবিন্যাস করা যায় :
- (ক) দৈর্ঘ্য পরিমাপক ইনস্ট্রুমেন্ট।
- (খ) কোণ পরিমাপক ইনস্ট্রুমেন্ট।
- (গ) জ্যামিতিক আকৃতি বিচ্যুতির চেকিং ইনস্ট্রুমেন্ট।
- (ঘ) সারফেস ফিনিস পরিমাপ নির্ণয় ইনস্ট্রুমেন্ট।

মেট্রোলজিক্যাল ইনট্রুমেন্টের যত্ন এবং ক্যালিব্রেশন কৌশল

- প্রিসিশন মেজারমেন্টের জন্য যে সকল ইকুইপমেন্ট বা ইনট্রুমেন্ট ব্যবহার হয় সেগুলোর ডিজাইন অতি সূক্ষ্ম অ্যাকিউরিসি সীমায় (Limit) হয়ে থাকে। সেজন্য সামান্যতম অনিপুণভাবে ব্যবহার (Mishandling) করলে অতি সহজেই যন্ত্র ক্ষতি (Damage) হতে পারে এবং এরূপ ক্ষতি সাধারণত দৃষ্টি গোচরের বাইরে থাকে। সুতরাং প্রিসিশন ইনসট্রুমেন্ট ব্যবহারে নিম্নরূপ যত্ন নেয়া প্রয়োজন।
- (১) অতি যত্ন ও সর্তকতার সাথে ব্যবহার করা।
- ২) হাইলি ফিনিস সারফেসকে (highly finished surfaces) যথাসম্ভব সরাসরি হাত নিয়ে স্পর্শ না করা। কারণ হাতের স্বাভাবিক এসিড যন্ত্রের ফিনিস সারফেসে মরিচা হতে পারে।

- ৩) প্রিসিশন যন্ত্র ব্যবহারের মাপের পরিবর্তন সৃষ্টি করতে পারে। পূর্বে ভাল করে হাত পরিষ্কার করে হাতে পেট্রোলিয়াম জেলি (Petroleum jelly) লাগাতে হয়।
- (৪)স্প্রিং পেজের মত প্রিসিশন ইকুইপমেন্টকে ভেড়া, হরিণ বা ছাগলের নরম পশমের চামড়ার দাস্তানা বা কাচের ন্যায় স্বচ্ছ পাস্টিকের (Perspex) তৈরি টং এর ব্যবহার করতে হবে।
- (৫) ব্যবহারের পর যন্ত্রকে বাতাসের আদ্রতার ক্রিয়ার মরিচা পড়ার হাত হতে রক্ষার জন্য ব্যবস্থা নিতে হবে। এজন্য ফিনিস সারফেস ফিঙ্গার মার্ক (finger marks) কোন দ্রবণের সাহায্যে পরিষ্কার করে হিটেড পেট্রোলিয়াম জেলির (Heated petroleum jelly) মিশ্রণ মসৃণ কাপড় বা হাতের সাহায্যে প্রয়োগ করা যেতে পারে এতে কোন ব্রাশ ব্যবহার করা চলবে না। ব্রাশ ব্যবহারকালে জালের মত বাতাস প্রবাহের ফাঁক সৃষ্টি হয় বাতাসের সংস্পর্শে মরিচা পরবে। প্রিসিশন ইনস্ট্রুমেন্টকে 20± C আদর্শ তাপমাত্রায় ব্যবহার করতে হয় এবং যতদূর সম্ভব কম নড়াচড়া করা।

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি

অধ্যায়-২ : অসূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্রপাতির ধারণা

অধ্যায়-২ : অসূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্রপাতির ধারণা

- এ অধ্যায়ে আমরা যা শিখবঃ
- নন-প্রিসিশন মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট।
- স্ট্রেইট এজ, স্পিরিট লেভেল, রেডিয়াস গেজ, অ্যাঙ্গেল গেজ, ফিলার গেজ, কম্বিনেশন সেটের ব্যবহার।
- টুল মেকারস ফ্লাট।
- সারফেস প্লেট, অ্যাঙ্গেল প্লেট এবং ভি-ব্লকের তত্ত্বাবধান ও ব্যবহার।

নন-প্রিসিশন মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট

- নন-প্রিসিশন পরিমাপকৃত যন্ত্রপাতিগুলো মোটামুটি পরিমাপ গ্রহণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এ যন্ত্রপাতি দ্বারা সাধারণত 0.5 মিলিমিটার রৈখিক মাপ এবং 1± ডিগ্রি পর্যন্ত কৌণিক মাপ গ্রহণ করা যায়। যখন পরিমাপ পরিদর্শনের সঠিকতা তত মুগ্ধতার প্রয়োজন হয় না, তখন এ ধরনের যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয়। অসূক্ষ্ম যন্ত্রপাতির পরিমাপ সাধারণত স্টিল রুল থেকে অথবা স্টিল রুলে স্থানান্তর পূর্বক পঠিত হয়। অধিক ব্যবহৃত অসূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্রাদি দ্বারা কমপক্ষে ত্রে পর্যন্ত রৈখিক পরিমাপ এবং ¾ ডিগ্রি পর্যন্ত কৌণিক পরিমাপ সম্ভব | এখানে উল্লেখ্য যে, কোনো পরিমাপ যন্ত্র দ্বারা সর্বনিম্ন যতটুকু মাপা যায়, তাকে লিস্ট কাউন্ট (Least count) বলে। স্কেল, ক্যালিপার , ডিভাইডার, কম্বিনেশন সেট, বিভিন্ন ধরনের গেজ, ট্রাই স্কয়ার, ডায়াল ইনডিকেটর প্রভৃতি অসূক্ষ্ম যন্ত্রপাতির উদাহরণ।

- সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি (Precision Instruments) যখন পরিমাপ পরিদর্শনের অধিকতর সঠিকতার প্রয়োজন দেখা দেয় তখন এ ধরনের সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। আধুনিক আন্তঃপরিবর্তনশীল উৎপাদন প্রণালিতে সূক্ষ্ম পরিমাপ নিয়ন্ত্রণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। তাই ইদানীং শিল্প পরিদর্শনের অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এ ধরনের পরিমাপ প্রয়োগ করা হয়। সূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্র দ্বারা রৈখিক পরিমাপের ক্ষেত্রে 0.001 ইঞ্চি বা আরো কম এবং কৌণিক পরিমাপের ক্ষেত্রে 5 মিনিট পর্যন্ত পরিমাপ সম্ভব। পরিমাপ পদ্ধতি এবং গঠনপ্রণালি অনুসারে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতিতে আবার দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা-) সমন্বয়ব্য (Adjustable) : পরিমাপ গ্রহণের জন্য এ ধরনের যন্ত্রপাতিতে কাঙ্ক্ষিত স্কেল থাকে। পরিমাপ্য যন্ত্রাংশের আকারের উপর ভিত্তি করে এ পরিমাপ যন্ত্রপাতিগুলো সমন্বয়সাধন করা হয়। (ক মাইক্রোমিটার, ভার্নিয়ার ক্যালিপার, ভার্নিয়ার হাইট গেজ, ভার্নিয়ার ডেপথ গেজ, গিয়ার টুথ ভার্নিয়ার, বিভেল প্রোটেকটর প্রভৃতি এ ধরনের যন্ত্রপাতির উদাহরণ।

স্ট্রেইট এজ, স্পিরিট লেভেল, রেডিয়াস গেজ, অ্যাঙ্গেল গেজ, ফিলার গেজ, কম্বিনেশন সেটের ব্যবহার।

১। স্ট্রেইট এজ (Straight edge) এটি এক ধরনের আয়তাকার খরবিশেষ। সোজাসুজিতা (Straightness) এবং সমতলতা নিরীক্ষার জন্য সারফেস প্লেট এবং স্পিরিট লেভেলের সাথে স্ট্রেইট এর ব্যবহৃত হয়। এটি ইস্পাত বা ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরি হয়। ইস্পাতের স্ট্রেইট এর 2 মিটার পর্যন্ত এবং কাস্ট আয়রনের স্ট্রেইট এজ ও মিটার সাইজ পর্যন্ত হয়। মেশিন টুলস-এর স্লাইড ওয়ে পরীক্ষার জন্যও এগুলো ব্যবহৃত হয়। নিম্নলিখিতভাবে স্ট্রেইট এল শ্রেণিবিভক্ত করা যায়, যথা— (ক) টুল মেকারস স্ট্রেইট এজ (Tool maker's straight edge) (খ) প্রশস্ত প্রান্তের স্ট্রেইট এজ (Wide ends straight edge) (গ) অ্যাঙ্গেল স্ট্রেইট এজ (Angle straight edge)। টুল কোরস স্ট্রেইট এজ সর্বোচ্চ সঠিকতাবিশিষ্ট এবং বিভিন্ন পরিমাপের বিভিন্ন প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট পাওয়া যায়। এগুলো খুব নিখুঁত কাজে ব্যবহৃত এক ধরনের প্রামাণ্য সরল তল (Straight edge) বিশেষ টুল রুম ব্যবহারের উদ্দেশ্যে যা 15 মিমি হতে 300 মিমি পর্যন্ত দীর্ঘ হয়। এগুলোর একটি তল চালু করা থাকে (Bevelled) এবং ধারসমূহ খুব সামান্য মোড়ানো থাকে (Rounded off) এ তলগুলো (Flat) সংকর ইস্পাত ঢালাই করে তৈরি করা হয়। ঢালাই ত্রুটি অপসারণের জন্য ঐগুলো যথাযথভাবে শাযিত তথা তাপ-ব্যবস্থাযিত করা হয়। ফলে তাতে কোনো পীড়ন ঘনীভূত হয় না। এ তলগুলোর কার্যপার্শ্ব (Working edge) নিখুঁতভাবে সমতল করা এবং কোনাগুলো গোলাকার (Rounded), যাকে নাইক (knife edge) বলে।

- প্রশস্ত প্রান্তীয় স্ট্রেইট এজগুলো বৃহৎ তল পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়। এ এজগুলো 0.6 মিটার দৈর্ঘ্য পর্যন্ত তৈরি হয়।

- অ্যাঙ্গেল স্ট্রেইট এজগুলো পরস্পর কৌণিকভাবে স্থাপিত তলসমূহ পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়। এ এজগুলোর ত্রিভুজাকৃতি বা ট্র্যাপিজয়েড আকৃতির প্রস্থচ্ছেদ থাকে এবং 250 হতে 1000 মিমি দৈর্ঘ্যের সাইজ পর্যন্ত তৈরি হয়। বিভিন্ন ধরনের স্ট্রেইট এজ নিম্নের চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো—

- ২। স্পিরিট লেভেল (Spirit levels) : ছোট কোনো বা ঢাপ (inclination) পরিমাপের জন্য এবং আনুভূমিকের সাথে যে- কোনো তলের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য স্পিরিট লেভেল ব্যবহৃত হয়।

- স্পিরিট লেভেলে একটি সিল করা কাচের টিউব থাকে যার ভিতরের তল, উত্তল আকারে বৃহৎ R ব্যাসার্ধের তৈরি করা। টিউবের উপরে কাচে দাগাঙ্কিত স্কেল থাকে। টিউবার্ট প্রায় সম্পূর্ণভাগ ইথার (ether) ভর্তি থাকে, যাতে শুধুমাত্র টিউব উপরিভাগের কিছু আয়তন বুদবুদ আকারে ইথার বাষ্প দ্বারা পূর্ণ থাকে।

টুল মেকারস ফ্লাট

- এটি এক ধরনের প্লেটবিশেষ, যা অত্যন্ত সঠিক ও নিখুঁতভাবে তৈরি করা হয় এবং সূক্ষ্ম গেজ ব্লক দ্বারা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পার্টস নিরীক্ষার কাজে ব্যবহৃত হয়। টুল মেকারস ফ্লাট একটি বিশেষ ধরনের সারফেস প্লেট। সর্বোচ্চ সূক্ষ্মতার সাথে পরিমাপ গ্রহণের জন্য ছোট গোলাকৃতি সারফেস প্লেটকে টুল মেকারস ফ্লাট বলে। সংকর ইস্পাত হতে শক্তায়িত ও গোলাকারকরণের (Rounded) দ্বারা এ ফ্লাট তৈরি করা হয়। নিম্নলিখিত প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে ইস্পাত, ঢালাইলোহা অথবা সংকর ঢালাইলোহা হতে এ ফ্লাট তৈরির ধাতু নির্বাচন করা হয়- (i) যথাযথ তাপ ব্যবস্থা দ্বারা দরকারি শক্ততা । ii) এর উপর গেজ রাখার জন্য উপযোগী তল । ((iii) চূড়ান্ত সঠিকতা-সীমা সংরক্ষণের জন্য পর্যাপ্ত স্থিতিশীলতা।

- মাল-চয়নের ক্ষেত্রে চালাইলোহার অংশ এমনভাবে নির্বাচন করা হয়, যেন যথাযথ তাপ-ব্যবস্থার পর উচ্চ শক্ততাবিশিষ্ট ক্ষয় প্রতিরোধক পিয়ার লাইট দ্রবণীয় (Sorbo-peariite) স্ট্রাকচার গঠিত হয়। টুল মেকারস ফ্লাট সাধারণত গোলাকার হয় এবং অপকণামুক্তভাবে সলিড ইস্পাত থেকে তৈরি, যা হার্ডনেস নম্বর 850 HV পর্যন্ত শক্তায়িত। চিত্র দ্বারা এ ফ্লাট এবং তার বিভিন্ন পরিমাপ দেখানো হয়েছে। টুল মেকারস ফ্লাট স্থানান্তরের সুবিধার জন্য একটু বড় ফ্লাটের (100mm to 200mm) পরিধি বরাবর চতুর্দিকে খাজ (Groove) থাকে। পেক্ষাকৃত ছোট ফ্লাটের (50 to 75 mm) উভয় পাশেই কার্যতল থাকে এবং এ মাপের উপরের ফ্লাটগুলোতে শুধুমাত্র একটি তলই যোঁপযোগী থাকে।

সারফেস প্লেট, অ্যাঙ্গেল প্লেট এবং ভি-ব্লকের তত্ত্বাবধান ও ব্যবহার।

- ১। সারফেস প্লেট (Surface Plate) : এটি অত্যন্ত সমতল, চতুষ্কোণী এবং প্রশস্ত ধাতব খণ্ডবিশেষ। এটি ঢালাইলোহা দ্বারা তৈরি, যার উপর তল শক্তায়িত এবং বিশেষ তাপ-ব্যবস্থা দ্বারা সমতল করা। পাথর, সিরামিক, গ্লাস, গ্রানাইট প্রভৃতি দ্বারাও সারফেস প্লেট তৈরি করা হয়। এর নিম্নের তলে পায়া (leg) থাকে, যার উপর সারফেস প্লেট বসানো থাকে। এটি বিভিন্ন সাইজের হতে পারে। তবে প্রামাণ্য সাইজ হলো 100 100 মিলিমিটার হতে 2000 * 1000 মিলিমিটার পর্যন্ত প্রায় 13টি রকমের। বৃহৎ সারফেস প্লেটগুলো এটি লেভেলিং স্ক্রু-এর উপর স্থাপিত, যার দ্বারা প্লেটটি সঠিক আনুভূমিক রাখা হয়। এ প্লেট কাস্ট আয়রন দ্বারা নিখুঁতভাবে এবং অভ্যন্তরীণ পীড়নমুক্ত করে তৈরি করা হয়। তৈরির পর এর পরিমাপ কোনো সময়ই পরিবর্তিত হয় না। এর নিচের তলে পাজর কেটে (Ribbing) সামর্থ্য বৃদ্ধি করা হয়। ব্যবহার শেষে একটি কাঠের কভার দ্বারা প্লেট আবৃত করে রাখতে হয়। এ সময় তৈলীকরণও (Greasing) করা যায়। সারফেস প্লেট মসৃণতায় 0.001 হতে 0.00009" পর্যন্ত সঠিক। ব্যবহারবিধি : পরিমাপ গ্রহণের জন্য সারফেস প্লেট একটি ভিত্তি (Base) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। মেট্রোলজিক্যাল ল্যাবরেটরিতে চিত্রঃ ২.২৮ সারফেস প্লেট এর ব্যবহার বাধ্যতামূলক। পরিমাপ গ্রহণের সময় সারফেস প্লেট রেফারেন্স তল হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এটি অপর একটি তলের সমতলতা পরীক্ষা করার কাজেও ব্যবহৃত হয়।

- এটির উপর বাইট থেক, ভি-ব্লক, অ্যাসেল গ্রেট, আমার, প্যারালেস, ডায়াল ইন্ডিকেটর, লাইন বার ইত্যাদি যন্ত্রপাতি স্থাপন করে বিভিন্ন ধরনের পরিমাণ পরিদর্শন করা হয়। ভাবের উপরিভাগের সমতলতা, সমান্তরালতা, বর্ণ, সমরেণীকরণ (Algriment), শখ, যে-কোনো রেখা ও বৃত্ত অঙ্কন ইত্যাদি কাজের জন্য সারফো প্লেট ব্যবহৃত হয়। HP af কাজের সময় প্লেটের সমস্ত তাই ব্যবহার করা উচিত। ব্যবহার শেষে এর তলটি পরিষ্কার করে রাখা উচিত। কোনো ধৰা দেন প্লেটের উপর দীর্ঘ সময়, (এমনকি একদিন) ৰাণী না থাকে সেদিকে খেয়াল রাখা আবশ্যক। এর পুরুত্ব নিয়মিত বিরতিতে পরীক্ষা করতে হয়। ২। অ্যাঞ্জেল প্লেট (Angle plate) : এটি এক ধরনের সহায়ক যন্ত্রপাতি, যা পরিমাপ গ্রহণের সময় সারফেস প্লেটের সাথে L- আকৃতির ধাতব টুকরো দিয়ে অ্যাঞ্জেল প্লেট তৈরি, যার দুটি তল পরস্পর লম্বভাবে অবস্থিত। কাস্ট আয়রন যারা তৈরি এ প্লেটসমূহ বিভিন্ন ডিজাইনের পাওয়া যায়। অ্যাঞ্জেল প্লেটের স্থলে মাঝে মাঝে বঞ্জ স্কয়ারও ব্যবহৃত হয়। ঢালাইকৃতভাবে এ প্লেট তৈরি হয়। 000 চিত্র : ২.২৯ অ্যাঞ্জেল প্লেট) ঢালাই করার পর খসড়া মেশিনিং-এর পর ঐগুলোতে বিশেষ তাপ-ব্যবস্থা প্রয়োগ করা হয়। ফলে রোহোল, অভ্যন্তরীণ পীড়ন ইত্যাদি হতে তা মুক্ত হয়। সমতলতা, সমান্তরালতা, বর্ণতা ইত্যাদির উপর নির্ভর করে অ্যাঞ্জেল প্লেট দু'টি গ্রেডে মোট 12 সাইজে নির্ণীত হয়। এবং তার সঠিকতা 0.005 মিমি হতে 0.113 মিমি পর্যন্ত হয়।

- ৩। ডি-ব্লক (V-block) গোলাকার বস্তুর গোগ্যতা (Roundness) নিরীক্ষার জন্য এবং গোলাকার বস্তুর সঠিকভাবে কেন্দ্র নির্ণয়ের জন্য কর্মশালায় ব্যাপকভাবে ডি-ব্লক ব্যবহৃত হয়। সাধারণত V-এর সাইজ 90± ডিগ্রি হয় এবং বিভিন্ন ধরনের V-ব্লক বাজারে পাওয়া যায়। সময় সময় V-তে জব দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে রাখার বনা ব্যবহৃত হয়। (C-Clamp) V-ব্লক দু'ধরনের হতে পারে। এক ধরনের ব্লকে শুধুমাত্র উপরিতলে 90± V থাকে। অন্য ধরনের ব্লকে উভয় তলেই V থাকে। এক্ষেত্রে একটি গভীর, অন্যটি চওড়া-V. ডি-ব্লকের মূল উদ্দেশ্য হলো গোলাকার বস্তুকে ধরে রাখা, নির্দিষ্ট স্থানে বসানো, কেন্দ্র-কেন্দ্র রেখা বা অক্ষ সঠিকভাবে নির্ণয় করা। ভি-ব্লক ব্যবহারের সময় বস্তুটিকে মজবুতভাবে (firmly) V এর পার্শ্বতল (side) ধরে রাখা গুরুত্বপূর্ণ । V-এর প্রান্তে (End) বস্তুটি অবস্থান করলে তা ত্রুটিপূর্ণ অবস্থান হবে। যে-কোনো ডি-ব্লক, সঠিকতার জন্য মাঝে মাঝে পরীক্ষা করা দরকার। যদি এটিতে মরিচা ধরে বা দাগ পড়ে বা সামান্য সঠিকতাহীন হয় তবে তার চারিপার্শ্ব এবং দু'প্রান্ত পরস্পর সঠিক সমান্তরাল নাও হতে পারে। এবং V-চ্যানেলও সমান্তরাল না হতে পারে। একই ধরনের সিলিন্ডার ক্রমাগত ব্যবহারের ফলে V-চ্যানেলের পার্শ্বে খাঁজ (hollow) পড়তে পারে। সুতরাং, একক ডি-ব্লকে কেবলমাত্র একই ধরনের জব পরীক্ষা করা ঠিক নয়।

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি

অধ্যায়ঃ০৩

সুক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্রপাতির ধারণা

অধ্যায়-৩: সুক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্রপাতির ধারণা

- এ অধ্যায়ে আমরা যা শিখবঃ
- প্রিসিশন মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট..
- বিভিন্ন প্রকার ভার্নিয়ার ক্যালিপারের প্রকারভেদ ..
- ভার্নিয়ার ক্যালিপারে স্কেল এবং গ্রাজুয়েশন..
- ভার্নিয়ার ক্যালিপারে ভার্নিয়ার ধ্রুবক..
- ভার্নিয়ার যন্ত্রপাতির সাধারণ ব্যবহারসমূহ.
- ভার্নিয়ার হাইট গেজ, ভার্নিয়ার বিভেল প্রোট্রেকটর, ভার্নিয়ার ডেপথ গেজ, গিয়ার টুথ ভার্নিয়ার এবং ডায়াল গেজের কার্যনীতি ..
- মাইক্রোমিটার এবং বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ...
- মাইক্রোমিটারের বিভিন্ন অংশ চিহ্নতকরণ.....
- আউটসাইড, ইনসাইড, ডেপথ, স্ক. পাইপ, ভার্নিয়ার, বেঞ্চ, ডিজিটাল এবং ডায়াল মাইক্রোমিটারের কার্যনীতি..
- গেজের শ্রেণিভেদ এবং টেলরের গেজিং নীতিমালা.....

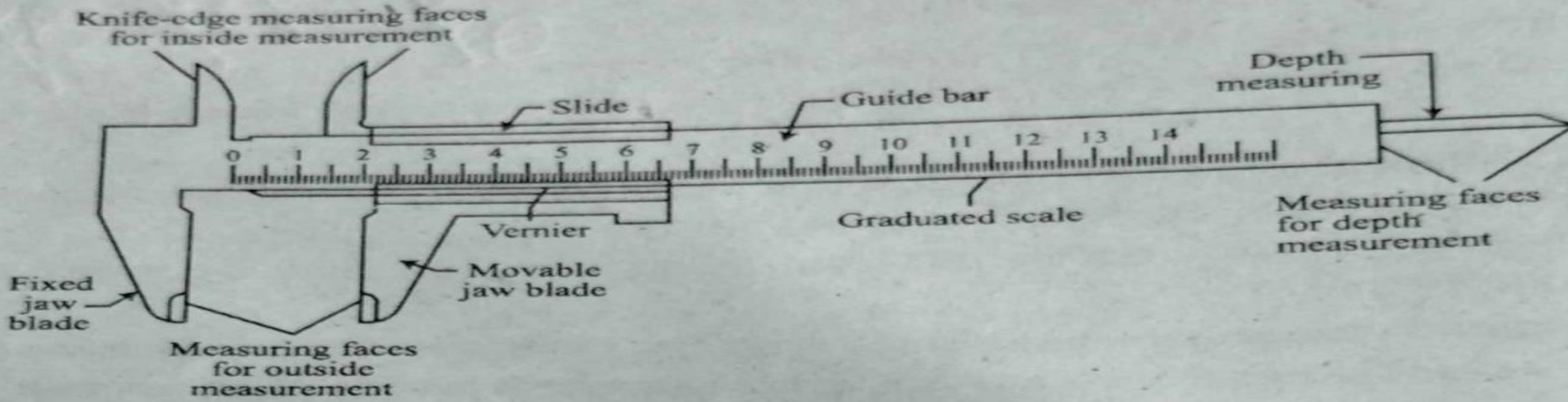
প্রিসিশন মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট..

- সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি (Precision instruments) যখন পরিমাপ পরিদর্শনের অধিকতর সঠিকতার প্রয়োজন দেখা দেয় তখন এ ধরনের সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। আধুনিক আন্তঃপরিবর্তনশীল উৎপাদন প্রণালিতে সূক্ষ্ম পরিমাপ নিয়ন্ত্রণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। তাই ইদানীং শিল্প পরিদর্শনের অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এ ধরনের পরিমাপ প্রয়োগ করা হয়। সূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্র দ্বারা রৈখিক পরিমাপের ক্ষেত্রে 0.001 ইঞ্চি বা আরো কম এবং কৌণিক পরিমাপের ক্ষেত্রে 5 মিনিট পর্যন্ত পরিমাণ সম্ভব। পরিমাপ পদ্ধতি এবং গঠনপ্রণালি অনুসারে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতিতে আবার দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা- (ক) সমন্বযর্য (Adjustable) : পরিমাপ গ্রহণের জন্য এ ধরনের যন্ত্রপাতিতে কাঙ্ক্ষিত স্কেল থাকে। পরিমাপ্য যন্ত্রাংশের আকারের উপর ভিত্তি করে এ পরিমাপ যন্ত্রপাতিগুলো সমন্বয়সাধন করা হয়। মাইক্রোমিটার, ভার্নিয়ার ক্যালিপার, ভার্নিয়ার হাইট গেজ, ভার্নিয়ার ডেপথ গেজ, গিয়ার টুথ ভার্নিয়ার, বিভেল প্রোট্রেকটর প্রভৃতি এ ধরনের যন্ত্রপাতির উদাহরণ। (খ) গেজিংকৃত পরিমাপ (Gauging dimension) : এ ধরনের যুদ্ধ পরিমাপ যন্ত্রপাতিতে কোনো দাগাঙ্কিত স্কেল থাকে না। বরং যন্ত্রের পরিধি বা প্রাপ্ত বরাবর বিভিন্ন পরিমাপের গ্রুভ থাকে এবং কাঙ্ক্ষিত গ্রুতে যন্ত্রাংশটি ফিট করে পরিমাপ তথ্য সংগ্রহ করা হয়। প্লাগ গেজ, স্লাপ গেজ, রিং গেজ, অ্যাঞ্জেল গেজ প্রভৃতি এ ধরনের সূক্ষ্ম যন্ত্রাপাতির উদাহরণ। আধুনিক উৎপাদন ব্যবস্থা আন্তঃপরিবর্তনশীল পণ্যের সাথে সংশ্লিষ্ট। সুতরাং শিল্পকারখানায় অত্যন্ত সূক্ষ্ম পরিমাপ নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজন। সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে কাজ করতে হলে নিম্নের বৈশিষ্ট্যসমূহ থাকা প্রয়োজন- (ক) উচ্চ মাত্রায় সংবেদনশীলতা (খ) উচ্চ মাত্রায় সঠিকতা (গ) চলমান অংশে সর্বনিম্ন জড়তা।

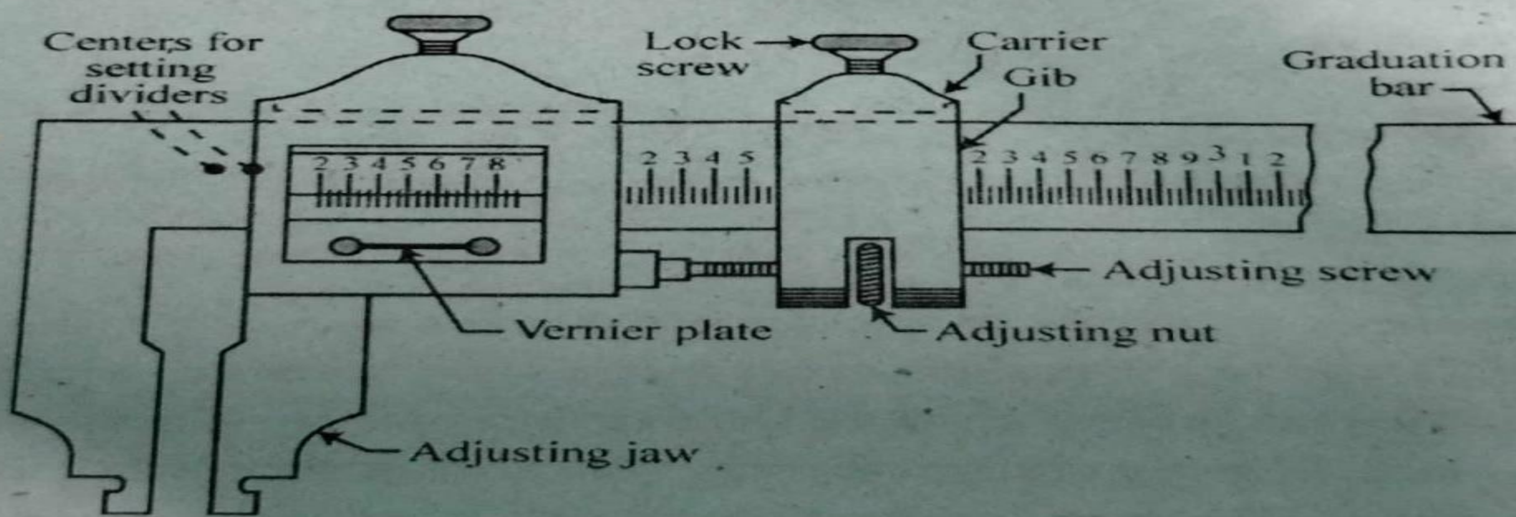
- এ তিনটি বৈশিষ্ট্যের অতিরিক্ত, পরিমাপ যন্ত্রাদিকে ভেরিয়েন্স (Variance) মুক্ত হতে হয়। ভেরিয়েন্স বলতে বার বার পরিমাপ গ্রহণে ভিন্ন ভিন্ন পাঠ (Reading) বুঝায়। ভার্নিয়ার যন্ত্রপাতি (Vernier instruments) বিশেষ স্কেল সম্বলিত এক ধরনের সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি, যা সূক্ষ্ম পরিমাপ কার্যে ব্যবহৃত হয়। ভার্নিয়ার যন্ত্রপাতির মূলনীতি হলো যখন ব্যবহৃত দু'টি স্কেলের আকারে সামান্য পার্থক্য হ্যা, তখন এ পার্থক্যকে ব্যবহার করে পরিমাপ সঠিকতা বৃদ্ধি করা হয়। সুতরাং ভার্নিয়ার ক্যালিপারে দু'টি স্কেল থাকে, যা পরস্পর স্লাইড করে। 1631 সালে ফ্রান্সের পিয়েরি ভার্নিয়ার (Pierre vernier) এ বিশেষ পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। দু'টি স্কেলের প্রতিটিতে সূক্ষ্মতম ভাগের মাত্রা দাগাঙ্কিত থাকে এবং তাদের পার্থক্য ব্যবহার করে অনুরূপ সূক্ষ্মতায় অনায়াসেই পরিমাপ গ্রহণ সম্ভব। পরিমাপ গ্রহণের ক্ষেত্রে বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে ভার্নিয়ার কৌশল প্রয়োগ করে বিভিন্ন যন্ত্র তৈরি করা হয়েছে। যেমন- ১। ভার্নিয়ার ক্যালিপার (Vernier caliper) ২। ভার্নিয়ার হাইট গেজ (Vernier height gauge): ৩। ভার্নিয়ার ডেপথ গেজ (Vernier depth gauge) ৪। ভার্নিয়ার বিভেল প্রোট্রেকটর (Vernier bevel protractor) ৫। ভার্নিয়ার মাইক্রোমিটার (Vernier micrometer) ৬। গিয়ার টুথ ভার্নিয়ার (Gear tooth vernier), প্রভৃতি।

বিভিন্ন প্রকার ভার্নিয়ার ক্যালিপারের প্রকারভেদ

- আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড অনুসারে ভার্নিয়ার ক্যালিপার ৩ ধরনের । এগুলো A টাইপ, B টাইপ এবং C টাইপ নামে চিত্রে দেখানো হয়েছে। A টাইপ ক্যালিপারে বাইরের এবং ভিতরের পরিমাপ নেয়ার জন্য উভয় পার্শ্বে 'জ' থাকে। এবং গভীরতা পরিমাপ করার জন্যও একটি ব্লেড থাকে । B টাইপ ক্যালিপারে এক ধারের 'জ' দ্বারাই বাইরের এবং ভিতরের পরিমাপ নেয়ার ব্যবস্থা থাকে । C-টাইপ ক্যালিপারে উভয় পার্শ্বে 'জ' থাকে । ভার্নিয়ার ক্যালিপার অনেক আকারের হয়। যেমন- 0-150 মিমি, 0-200 মিমি, 0-250 মিমি, 0–300 মিমি, 0–500 মিমি, 0-750 মিমি, 0-1000 মিমি 750-1500 মিমি, 750-2000 মিমি প্রভৃতি ।

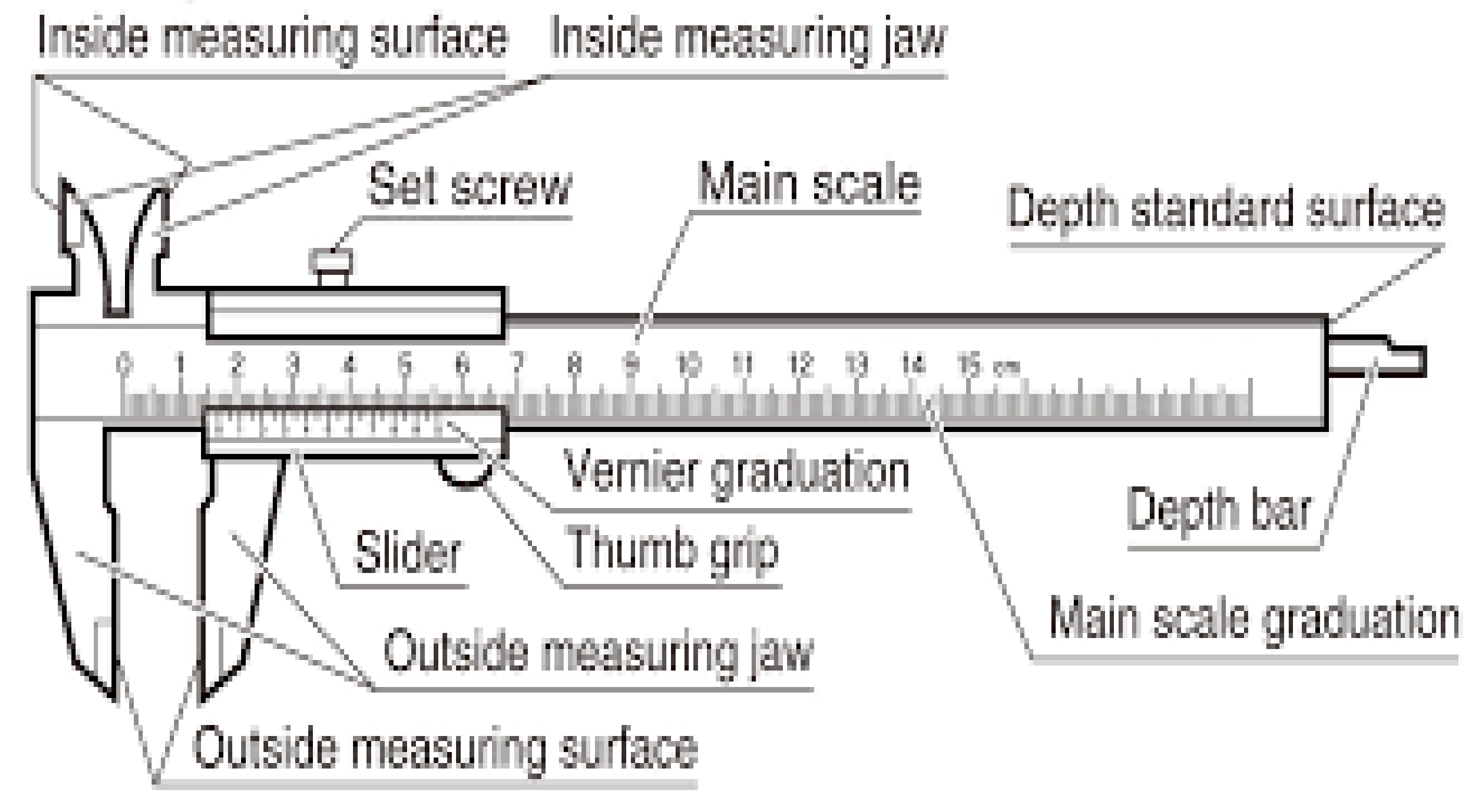


চিত্র ঃ ৩.১ (ক) ভার্নিয়ার ক্যালিপার (ম্যানুয়াল)

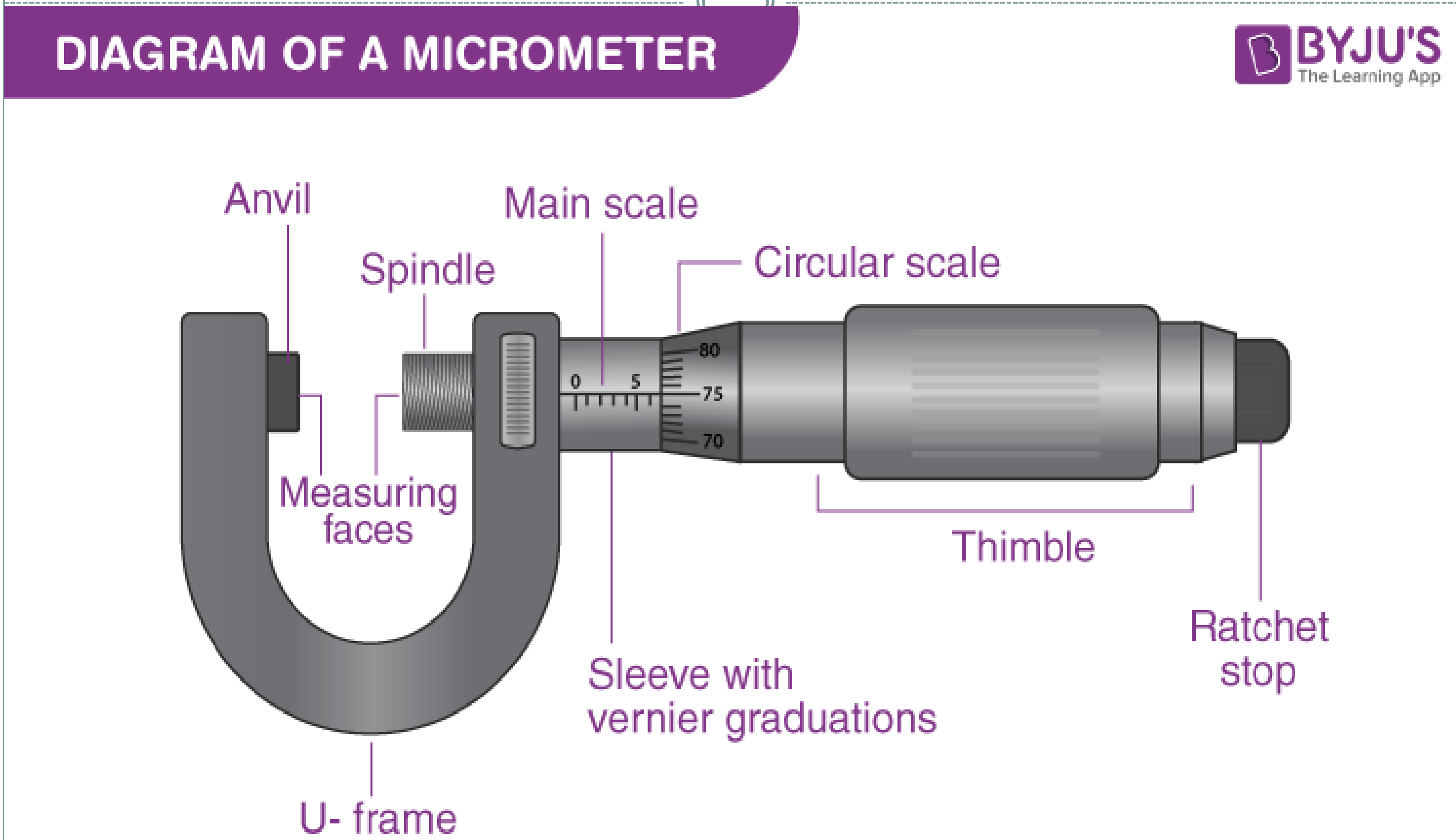


ভার্নিয়ার ক্যালিপারে স্কেল এবং গ্রাজুয়েশন..

- এটি একটি বহুল ব্যবহৃত ভার্নিয়ার পরিমাপক যন্ত্র। একটি L আকৃতির ফ্রেম, দু'টি স্কেল, স্লাইডিং 'জ' (jaw) এবং কয়েকটি নাটের সমন্বয়ে ক্যালিপারটি গঠিত। ফ্রেমের প্রায় পূর্ণদৈর্ঘ্য বরাবর মূল স্কেল (Main scale) দাগাঙ্কিত থাকে। এ স্কেলে 1 cm. অংশকে 20 ভাগে বিভক্ত থাকে। সুতরাং ক্ষুদ্র 1 ভাগের মান হয় 0.05 সেমি। ফ্রেমের প্রান্তে স্থায়ী 'জ' (fixed jaw) সংযুক্ত থাকে। এর বিপরীতে ব্লেড বরাবর চলনক্ষম একটি স্লাইডিং ‘জ' থাকে। মূল স্কেলের সাথে একটি ভার্নিয়ার স্কেল থাকে। জ্যা-দ্বয়ের নিম্নপ্রান্তে মেজারিং টিপ (tip) থাকে। যখন মেজারিং টিপদ্বয় পরস্পর স্পর্শ করে তখন স্কেল শূন্য পরিমাপ দেয়।


Inside measuring surface
Inside measuring jaw
Set screw
Main scale
Depth standard surface
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 cm
Vernier graduation
Depth bar
Slider
Thumb grip
Main scale graduation
Outside measuring jaw
Outside measuring surface

মাইক্রোমিটারের বিভিন্ন অংশ চিহ্নতকরণ.....



- মাইক্রোমিটার বিভিন্ন অংশ-
- স্পিন্ডল (Spindle) : এটি একটি ঘূর্ণায়মান দণ্ড। এটি এনভিলের বিপরীতে ফ্রেমের সাথে সংযুক্ত একটি চলমান অংশ ।
- এনভিল (Anvil) ঃ ফ্রেমের বাম প্রান্তে অবস্থিত এনভিল ব্যবহৃত হয় জবটিকে ধরে রাখার জন্য। ব্যারেলের ভিতর দিয়ে স্পিন্ডল চলাচল করে। এর ঘুরালে এটি ঘুরে। পিছনের প্রান্তে প্যাচকাটা থাকে এবং থিম্বলের সাথে সংযুক্ত থাকে। ফলে থিম্বল
- ফ্রেম (Frame) : এটি সমস্ত বড়িকে ধরে রাখে।
- ব্যারেল (Barrel) : একে স্লিভ (Sleeve) নামেও অভিহিত করা হয়। ফ্রেমের সাথে স্থায়ীভাবে সংযুক্ত এটি এক ধরনের টিউববিশেষ । ব্যারেলের বাইরের ব্যাসে দৈর্ঘ্য বরাবর একটি স্কেল থাকে। এটিকে রৈখিক স্কেল বলে ।
- থিল (Thimble) : এটি স্পিন্ডলের সাথে স্থায়ীভাবে আবদ্ধ একটি ফাঁপা ডিউববিশেষ। এটি ঘুরালে সাথে সাথে স্পিন্ডলও মাইক্রোমিটারের মুখ্য অংশগুলো হলো- ঘোরে। থিম্বলের পরিধি বরাবর একটি সার্কুলার স্কেল থাকে।
- লকিং নাট (Locking nut) : এটি স্পিডলের চলাচল বন্ধ করে। মাপ নেয়ার সময় স্পিন্ডল অ্যাডজাস্ট করার পর এ নাটটি আটকিয়ে দিলে গৃহীত পরিমাপ নড়চড় হতে পারে না।
- র‍্যাচেট স্টপ (Ratchet stop) : স্পিন্ডল ও এনভিলের মধ্যে জব রেখে স্পিন্ডল ঘুরিয়ে তা আটকাতে গেলে চাপের কারণে প্রকৃত মাপের চেয়ে টাইটভাবে চাপ পড়তে পারে। ফলে সুক্ষ্ম পরিমাপ গ্রহণ বিঘ্নিত হয়। এটির প্রতিকারের জন্যই র‍্যাচেট স্টপ পদ্ধতির ব্যবহার। সুতরাং র‍্যাচেট স্টপের গঠনপ্রণালি এমন যে, এটি ঘুরিয়ে জনকে আটকাতে থাকলে এনভিলে জব টাচ (touch) করা মাত্র র‍্যাচেটে স্লিপ করবে এবং শব্দ করবে। সে মুহূর্তে লকিং করে পরিমাপ গ্রহণ উপযোগী

গেজের শ্রেণিভেদ এবং টেলরের গেজিং নীতিমালা.....

- গেজ ব্যবহারের সুবিধাসমূহ (Advantages)
- এক্ষেত্রে কোনো নিয়ন্ত্রণ অংশ থাকে না বিধায় এর মাপ সর্বদা স্থির থাকে
- এর দ্বারা পরিমাপ গ্রহণ সহজ ও সরল। এর স্কেলবিহীন রওয়ানা, পরিমাপ পঠনের জন্য সময় নষ্ট হয় না।
- এটি ব্যবহারে পরিদর্শনের খরচ কম হয়।
- এটি দ্বারা অপারেট করতে দক্ষ লোকের দরকার হয় না।
- এটি দ্বারা পরিমাপ পরীক্ষায় ভুল হওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে।
- পুনঃপুন নিয়ন্ত্রণ করতে হয় না বিধায় অপারেটরের বিরক্তির উদ্রেকহয়না।

- গেজ ব্যবহারের অসুবিধাসমূহ (Disadvantages)
- মুখ্যত গেল যারা শুধু নির্দিষ্ট পরিমাপ পরীক্ষা করা যায়।
- এটি দ্বারা প্রত্যক্ষ মাপ পাওয়া যায় না। কেবলমাত্র একটি জানা মাপের সাপেক্ষে বর্তমান মাপের পার্থক্য বুঝা যায়।
- গেজ প্রস্তুতি খরচ এবং পদ্ধতি জটিলতর ও ব্যয়বহুল।
- একই গেজ দীর্ঘদিন ব্যবহার করলে এর দ্বারা পরীক্ষা সঠিক হয় না।

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি

অধ্যায়ঃ০৪

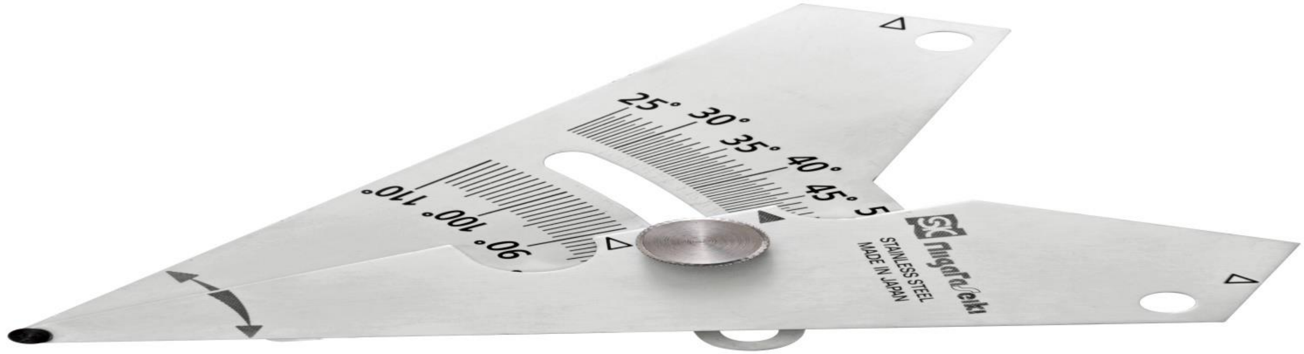
কৌণিক পরিমাপ যন্ত্রাদির ধারণা

কৌণিক পরিমাপ যন্ত্রাদির ধারণা

- এ অধ্যায়ে আমরা যা শিখবঃ
- অ্যাঙ্গেল গেজ, চাঁদা, ভার্নিয়ার বিভেল প্রোট্রেক্টর সাইন, সাইন বার ও সাইন সেন্টারের ব্যবহার।
- স্লিপ গেজ এবং এর বিভিন্ন সেট ব্যাখ্যা করণ।
- স্লিপ গেজ ও সাইন বার ব্যবহার করে কোণের হিসাবকরণ ।
- সাইন বার, সাইন সেন্টার ও সাইন টেবিলের ব্যবহার প্রক্রিয়া বর্ণনা ।
- সংযোজনী খাজ, ভি-ভাঁজ এবং ঢাল ছিদ্রের কোণ।
- সংযোজনী খাঁজ, ভি-খাঁজ এবং ঢাল ছিদ্রের আকার নির্ণয় ।

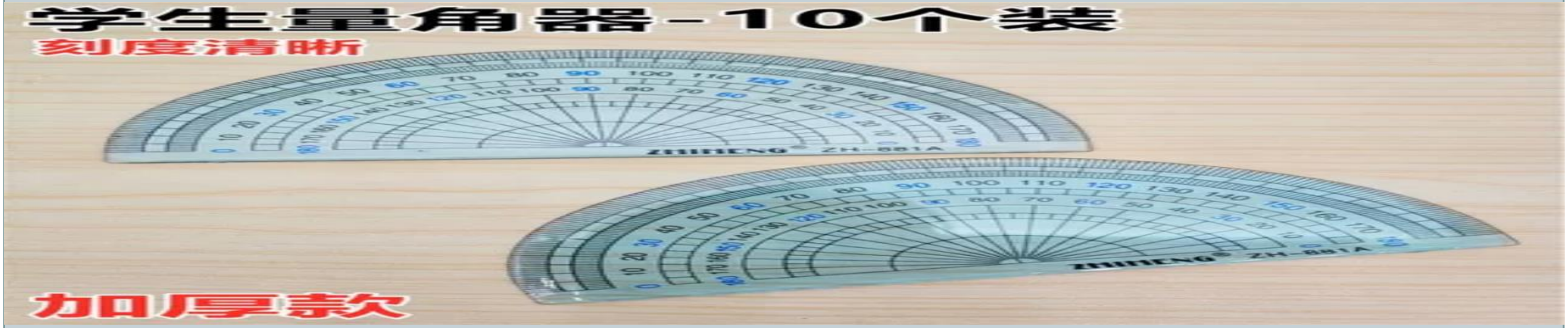
অ্যাঙ্গোল গেজ, চাঁদা, ভার্নিয়ার বিভেল প্রোট্রেক্টর সাইন, সাইন বার ও সাইন সেন্টারের ব্যবহার।

- অ্যাঙ্গোল গেজ (**Angle Gage**) : তিনটি ত্রিভুজ, চারটি ব্লেড এবং তিনটি মিনিট ব্লেড নিয়ে গঠিত অপেক্ষাকৃত অধিক সূক্ষ্মতায় নির্ভুলভাবে কোণ পরিমাপের জন্য যে সেট ব্যবহার হয় তাকে অ্যাঙ্গোল গেজ ব্লক বলে। এই সেটের ত্রিভুজগুলো তিন কোণ এবং ব্লেডগুলো চার কোণ বিশিষ্ট হয়ে থাকে। ত্রিভুজগুলো অনমনীয় হার্ডেন্ড টুল স্টিল দিয়ে অতি সূক্ষ্মভাবে তৈরি করা হয়। ত্রিভুজ এবং ব্লেডগুলোকে পরস্পরের সাথে কোণ সৃষ্টি করতে আবদ্ধকরণের জন্য তিনটি স্ক্রু থাকে ।

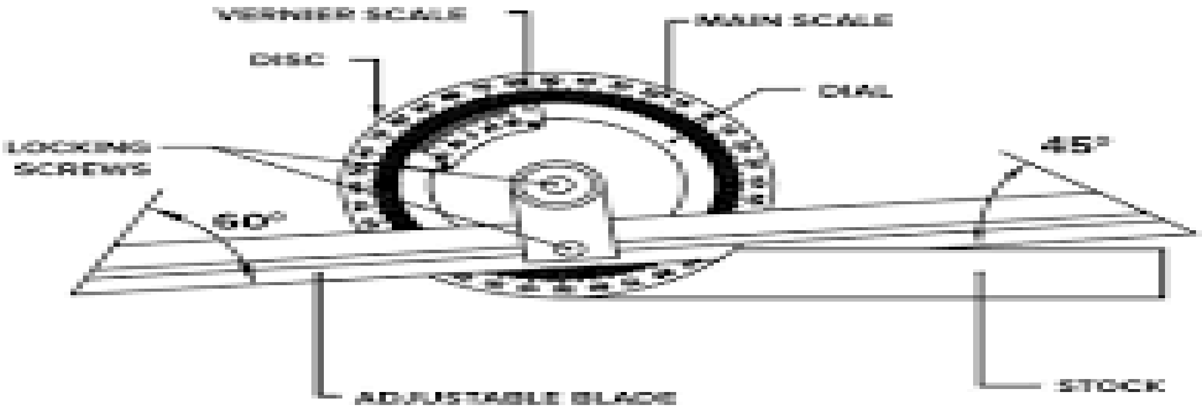


- চাঁদা (Protractor) : এটি কোণ পরিমাপক অসূক্ষ্ম যন্ত্র। যে কোন কোণ পরিমাপ, অঙ্কন, লে-আউট বা কোণ (Angle) পরীক্ষা করার জন্য যে ইনস্ট্রুমেন্ট ব্যবহৃত হয় তাকেই চাঁদা (Protractor) বলে। এটি অর্থ-বৃত্তাকার এবং স্বচ্ছ প্লাস্টিক বা টিন দ্বারা তৈরি। কোণ পরিমাপের সময় কৌণিক বিন্দুকে চাঁদার মধ্যবিন্দুতে এবং কোণের এক বাহুকে চাঁদার অনুভূমিক রেখার সাথে মিলাতে হয় এবং কোণের অপর বাহু দ্বারা চাঁদার পরিধিতে কোণের পরিমাপ নির্দেশ করে। চাঁদাটি স্বচ্ছ পদার্থের দ্বারা তৈরি হওয়ায় এতে সুবিধা হয়। চাঁদার পরিধিতে বাম এবং ডান উভয় প্রান্ত হতে যথাক্রমে ডান এবং বাম প্রান্ত পর্যন্ত 0± হতে 180± পর্যন্ত দাগাংকিত থাকে। চাঁদা দ্বারা যে কোন কোণ (Angle) অঙ্কন ও পরিমাপ করা সম্ভব। এটি দ্বারা যে কোন নির্দিষ্ট কোণের সমমানের কোণ অঙ্কন ও পরিমাপ করা যায়।

- **চাঁদার ব্যবহার পদ্ধতি** :
- ক. কোন কার্যবস্তুর নির্দিষ্ট কোণ নিরীক্ষা করতে প্রোট্রাক্টরে সঠিক কোণ সেট করে কার্যবস্তুতে স্থাপনের পর যদি কোন ফাঁক বা বিচ্যুতি থাকে তবে ফিলার গেজের ব্লেড কার্যবস্তু এবং প্রোট্রাক্টরের মধ্যে স্থাপন করে ত্রুটির পরিমাণ নিরীক্ষা করা যায়। খ. কার্যবস্তুর কোণ সরাসরি মাপ গ্রহণ করা যায়। গ. ঢালু তলের কোণের পরিমাণ নির্ণয়ে প্রট্রাক্টরের সাথে ব্লেড ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না। প্রট্রাক্টকে কৌণিক বা ঢালু তলে স্থাপনের পর স্পিরিট লেভেলকে এরূপে ঘুরানো হয় যতক্ষণ না লেভেল সঠিকভাবে ভূমিসূত্রে অবস্থান করে। তখন প্রট্রাক্টরের স্কেল হতে সরাসরি কোণের মান পাঠ করে ঢালুর পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। প্রট্রাক্টরের সাহায্যে 0± হতে 90± পর্যন্ত কোণ সরাসরি মাপা যায়। কিন্তু কোণের মাপ 90± হতে বেশি হলে 180± হতে পাঠকৃত মান বিয়োগ করে প্রকৃত মাপ পাওয়া যাবে।



- **ভার্নিয়ার বিভেল প্রোট্রাক্টর** (Virnier Bevel Protractor) বিভেল প্রোট্রাক্টর একটি টুল যা 1± ডিগ্রি সূক্ষ্মতায় কোণ পরিমাপ করতে পারে। এটা একটি স্টিল রুল বা ব্লেড এবং এটি একটি প্রোট্রাক্টর হেড (Protractor head) নিয়ে গঠিত। প্রোট্রাক্টর হেডের ঘূর্ণায়মান টারেটে (Reuolving turret) 09 হতে 180± পর্যন্ত বিপরীত দিকে দাগাঙ্কিত থাকে। কোন কোন হেড নন রিভার্সেবল টাইপের (nonreversible type) একটি সোল্ডার থাকে। অধিকাংশ বিভেল প্রোট্রাক্টরে 'স্প্রিট লেভেল' (Spitrit level) থাকে যা অনুভূমিক এবং ভার্টিক্যাল তলে কোণ পরিমাপে অধিক সহায়ক ভূমিকা পালন করে ।



সাইন বার, সাইন সেন্টার ও সাইন টেবিলের ব্যবহার প্রক্রিয়া বর্ণনা

- **সাইন বার** (Sine Bar) : সাইন বার একটি হার্ডেন্ড এন্ড গ্রাউন্ড স্টিল বার। এতে অনুরূপ পদার্থের একই ব্যাসের দুটি প্লাগ দুই প্রান্তে স্থাপন করা থাকে। সহজ হিসাবের জন্য প্লাগ দুটির কেন্দ্রের দূরত্ব ব্রিটিশ পদ্ধতিতে 5 in, 10 in, বা 20 in এবং মেট্রিক পদ্ধতিতে 100mm, 200mm বা 300mm হয়ে থাকে। সাইন বারের প্রান্তগুলো প্লাগের কেন্দ্রের সাথে সমান্তরাল করা হয়। সাইন বার সকল অবস্থায় সারফেস প্লেট বা অনুরূপ সমতল বিশিষ্ট তলে স্থাপন করে ব্যবহার করতে হয়। ত্রিকোণমিতির সাইন তথ্যের ভিত্তিতে এই যন্ত্রের কোণ হিসাব নির্ণয় হওয়ায় একে সাইন বার বলা হয়। সাইন বারের মূলনীতি : ত্রিকোণমিতির সাইন তথ্যের ভিত্তিতে সাইন বার দিয়ে অতিসহজে সূক্ষ্মতমভাবে কোণ নির্ণয়ের পদ্ধতিই সাইন বারের মূলনীতি । যেমন, sin 0 = লম্ব/অতিভুজ। সাইন বারের ব্যবহার (Uses of Sine Bar) : যে সকল কার্যবস্তুর অন্যান্য কোণ পরিমাপক যন্ত্রে কোণ নির্ণয় অসুবিধা সে সকল কোণ সাইন বারের সাহায্যে অতিসূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করা হয়।
- **সাইন সেন্টার** (Sine Center) : সাইন সেন্টারের সাহায্যে যে সকল কনিক্যাল কার্যবস্তুর প্রান্তে কেন্দ্র আছে, চিত্রানুযায়ী এরূপ ক্ষেত্রে অত্যন্ত সুবিধাজনক অবস্থায় সঠিক অ্যালাইনমেন্টে (Alignment) অতি সূক্ষ্মভাবে পরিমাণ করা যায়। এই মাপন যন্ত্রের সেটিং নীতি সাইন বারের অনুরূপ। অধিকন্তু প্রান্তিক কেন্দ্র কো-অ্যাক্সিয়াল না হলেও অসুবিধা দূর করে পরিমাপ গ্রহণ করা যায়। উক্ত অসুবিধা দূর করতে কার্যবস্তুর নিজ অক্ষে ঘুরাতে হয় যতক্ষণ না ডায়াল গেজের পাঠ সর্বাধিক উপরে উঠে। এই অবস্থায় গেজ ব্লক হতে কোণের মান হিসাব করে পুনরায় কার্যবস্তুকে 180± ঘুরিয়ে পাঠ গ্রহণ করতে হয় এবং এই পদ্ধতির পুনরাবৃত্তি করতে হবে। দুটি কোণের গড়কে কার্যবস্তুর সেমি অ্যাঙ্গেল হিসাবে ধরা হয়। তথাপি কোন কার্যবস্তু মাপের অযোগ্য হলে সাব স্ট্যান্ডার্ড হিসেবে বিবেচনা করে বাতিল করা হয়।

স্লিপ গেজের যত্ন

- স্লিপ গেজ অতি সূক্ষ্ম পরিমাপক যন্ত্র হওয়ায় যন্ত্রের সাথে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা উচিত ।
- কোন কঠিন বস্তুর সাথে আঘাত না লাগে সে দিকে দৃষ্টি রাখা প্রয়োজন !
- স্লিপ গেজের উপরিভাগে কোন ময়লা, বালি বা পাথরের কণা না লাগে সেদিকে দৃষ্টি রাখতে হবে।
- ব্লকগুলো খালি হাত না ধরে টিসু পেপার দিয়ে ধরা উচিত।
- ব্যবহারের পর প্রত্যেকবার ভালোভাবে পরিস্কার করে সিরিজ যত সাজায়ে রাখতে হবে।
- দীর্ঘদিন ব্যবহারের প্রয়োজন না হলে উপরিভাগে পাতলা নন করোসিভ তেল ব্যবহার করে নির্দিষ্ট স্থানে রাখতে হবে।

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি

অধ্যায়ঃ06

লিমিটস,ফিটস ও টলারেন্সের ধারণা

লিমিটস,ফিটস ও টলারেন্সের ধারণা

- এ অধ্যায়ে আমরা যা শিখবঃ
- বেসিক সাইজ, নমিনাল সাইজ, ডেভিয়েশন, টলারেন্স, ক্লিয়ারেন্স, অ্যালাউন্স, লিমিট অব সাইজ, ফিটস, জিরো লাইন এর বর্ণনা।
- বিভিন্ন প্রকার টলারেন্সের ব্যাখ্যা।
- উৎপাদনের ইন্টারচেঞ্জেবল এবং মেশিন পার্টস-এর সিলেকটিভ এসেম্বলি।
- আইএসও (ISO) পদ্ধতিতে লিমিট এবং ফিটের ব্যাখ্যা।
- লিমিট ফিটস, ক্লিয়ারেন্স, অ্যালাউন্স ইত্যাদি সমস্যাবলির সমাধান।

বেসিক সাইজ, নমিনাল সাইজ, ডেভিয়েশন, টলারেন্স, ক্লিয়ারেন্স, অ্যালাউন্স, লিমিট অব সাইজ, ফিটস, জিরো লাইন এর বর্ণনা।

- বেসিক সাইজ (Basic Size): যে আকৃতি বা মাপের মাধ্যমে বস্তু বা যন্ত্রাংশের নিরাপদ ও সুবিধাজনক মাপ লিপিবন্ধ করা হয় এবং যার ভিত্তিতে দ্রব্য উৎপাদনের সকল প্রকার ফিট এবং লিমিটস বিবেচনা করা হয় তাকে বেসিক সাইজ বলে। মূলত বেসিক সাইজ এবং নমিনাল সাইজ যন্ত্রাংশ উৎপাদনে বা ডায়মেনশনে একই অর্থে ব্যবহৃত হয়।
- যখন শ্যাফট এবং ছিদ্রের মধ্যে ফিট উল্লেখ করা হয় তখন এই বেসিক সাইজ ধার্য হয়। যদি কোন যন্ত্রাংশের মাপ 2.5 ² 0.02 mm হলো বেসিক সাইজ।
- নমিনাল সাইজ (Nominal Size): নমিনাল শব্দের অর্থ অতি অল্প বুঝাতে যে সুবিধাজনক মান বা মাপ
- পরিমাপ ক্ষেত্রে যন্ত্রাংশের আকার নির্দেশিত হয় তাকে নমিনাল সাইজ বলে। একে অপ্রকৃত আকারও বলে। ড্রয়িংয়ে উল্লেখিত পরিমাপকে সাধারণ আকার হিসাবে বুঝানো হয় কোন যন্ত্রাংশের মাপ 2.5 এখানে 2.5 mm কে নমিনাল সাইজ বলে। এর কোন সূক্ষ্মতা নির্দেশ করে না।
- বিচ্যুতি (Deviation): প্রকৃত বা সর্বাধিক সাইজ এবং পরবর্তী বেসিক সাইজের বীজগাণিতিক পার্থক্যকে ডেভিয়েশন বলে। ডেভিয়েশন দুই প্রকার। যথা-" (ক)
- ডেভিয়েশন
- আপার ডেভিয়েশন (Upper Deviation): সর্বাধিক লিমিট এবং পরবর্তী বেসিক সাইজের বীজগাণিতিক পার্থক্যকে আপার ডেভিয়েশন বলে। সর্বাধিক লিমিট সাইজ যখন বেসিক সাইজ হতে বেশি হবে তখন পজেটিভ এবং সর্বাধিক
- লিমিট সাইজ যখন বেসিক সাইজ হতে কম হবে তখন নেগেটিভ হবে। (খ) লোয়ার ডেভিয়েশন (Layer Deviation): সর্বাধিক লিমিট সাইজ এবং পরবর্তী বেসিক সাইজের বীজগাণিতিক পার্থক্যকে লোয়ার ডেভিয়েশন বলে। যখন সর্বনিম্ন লিমিট সাইজ বেসিক সাইজ হতে বেশি হবে তখন পজেটিভ এবং সর্বনিম্ন লিমিট সাইজ বেসিক সাইজ হতে কম হবে তখন নেগেটিভ মান পাওয়া যাবে।

- ক্লিয়ারেন্স (Clearance): একই অক্ষে অবস্থিত ছিদ্রের মধ্যে শ্যাফট থাকলে ছিদ্র ও শ্যাফটের মধ্যে যে ফাঁক (Gap) থাকে তাকে ক্লিয়ারেন্স বলে। অথবা, দুটি মিলনযোগ্য যন্ত্রাংশের মধ্যে সর্বাধিক অনুমোদিত অ্যালাউন্সকে ক্লিয়ারেন্স বলে। ক্লিয়ারেন্স ফিট দ্বারা যন্ত্রাংশের লুজ ফিটের পরিমাণ নির্দেশ করে।

- অ্যালাউন্স (Allowance): দুটি মিলনযোগ্য যন্ত্রাংশের মধ্যে সর্বনিম্ন অনুমোদিত ক্লিয়ারেন্সকে অ্যালাউন্স বলে। এটি যন্ত্রাংশের টাইট ফিটের পরিমাণ নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে ছিদ্রের সর্বনিম্ন মাপ এবং শ্যাফটের সর্বোচ্চ মাপের পার্থক্যকে বুঝায়। পিটের উপর নির্ভর করে এটি পজেটিভ বা নিগেটিভ হতে পারে।

- লিমিট অব সাইজ (Limit Of Size): কোনো নির্দিষ্ট একক (যেমন 2cm) মাপের দ্রব্য বা বা যন্ত্রাংশ উৎপাদন ব্যয়বহুল হওয়ায় মাপকে গ্রহণযোগ্য সীমার মধ্যে উৎপাদন করার জন্য মাপের যে উর্ধ্ব এবং নিম্ন সীমা ব্যবহার করা হয় তাকে লিমিট বলে। সুতরাং কোন যন্ত্রাংশের অনুমোদনযোগ্য আকারে পরিমাপ লিমিট বা সীসা বলে। লিমিট বা সীসা দুই প্রকার। যথা- (১) সর্বোচ্চ সীমা (Upper or high Limit), (২) সর্বনিম্ন সীসা (Lower limit)

- ফিটস : দুটি যন্ত্রাংশের পরস্পর মিলিত হওয়া অথবা দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশের সংযোজনে একটির সাথে অন্যটির মিলনের পারস্পরিক বা আপেক্ষিক অবস্থাকে বুঝায়। সংযোজিত অংশসমূহের যে কোন একটি বা উভয়ের আকারগত তারতম্য বা পরিবর্তন এদের মিলিত হওয়াকে প্রভাবিত করে মিলনের অবস্থা নির্দেশ করে। অর্থাৎ বিভিন্ন প্রকার ফিট প্রকাশ করে। ক্লিয়ারেন্স ও ইন্টারফিয়ারেন্স এর ভিত্তিতে ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ফিটস প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা হয়।

- টলারেন্স প্রকারভেদ (Types of Tolerance): শিল্প ক্ষেত্রে ব্যবহৃত উদাবেগ প্রধানত দুই প্রকার। যথা
(ক) ইউনিলেটাবেল টলারেন্স (Unilateral Tolerance) (খ) যাইলেটারাল টলারেন্স (Bilateral Tolerance) উৎপাদিত পণ্যের কাংক্ষিত মাত্রার সংযোজনী প্রাপ্তির লক্ষে বেসিক বা দমিনাল সাইজের যে কোন এক দিকে (পজেটিভস নেগেটিভ) পরিবর্তন ব্যবস্থা সম্বলিত লিমিটকে ইউনিলেটারেল টলারেন্স বলে।+003 mm+000 mm যেমন, 200 0.00 -0.03 যে টলারেন্স ব্যবস্থায় নমিনাল যা বেসিক সাইজের উভয় দিকে পরিবর্তন হতে পারে তাকে বাইলেটারাল টলারেন্স বলে। যে টলারেন্স ব্যবস্থায় মমিনাল বা বেসিত চাইতে0.02 mm ইত্যাদি। ইউনিলেটারেল টলারেন্স বাইলেটারাল টলারেন্স হতে পদ্ধ পরিসর বিশিষ্ট হওয়ায় বিনিময়যোগ্য উৎপাদনে বেশি ব্যবহার করা হয়। ইউনিলেটারেল এবং বাইলেটারেশন টলারেন্সের। যে টলারেন্স ব্যবস্থায় মূল আকৃতি বা বেসিক সাইজের একদিকে স্বাগ বা 200 পরিবর্তন হতে পারে তাকে ইউনিলেটারেল টলারেন্স বলে। যেমন- 1.5 -0.000 +0.003 আবার যে ব্যবস্থায় টলারেন্স মূল আকৃতি বা বেসিক সাইজের উভয় দিকে পরিবর্তন হতে পারে তাকে বাইলেটারাল টলাকে বলে।

6203 জেড় বল বিয়ারিং এর বোর (Bore) 17-0.01 মিমি, এবং শ্যাফটের পরিমাপ 16.99 17+0.01 + 0.02 -0.01 মিমি. হলে অ্যালাউন্স ক্লিয়ারেন্স ও টলারেন্স নির্ণয় কর।

- বিয়ারিং-এর সর্বোচ্চ মাপ = 17 + 0.01 = 17.01 মিমি.
- বিয়ারিং-এর সর্বনিম্ন মাপ = 170.01 16.99 মিমি.

- বিয়ারিং-এর টলারেন্স = সর্বোচ্চ মাপ – সর্বনিম্নে মাপ = 17.01-16.99 0.02 মিমি. (উত্তর)
- + 0.02 শ্যাফটের মাপ = 16.990.0 -0.01
- শ্যাফটের সর্বোচ্চ মাপ 16.99 +0.02 = 17.01 মিমি. শ্যাফটের সর্বনিম্ন মাপ = 16.99 0.01 16.98 মিমি.।
- শ্যাফটের টলারেন্স = সর্বোচ্চ মাপ - সর্বনিম্ন। - মাপ
- 17.01-16.98 = 0.03 মিমি. (উত্তর)
- এবার, অ্যালাউন্স = ছিদ্রের সর্বনিম্ন মাপ- শ্যাফটের সর্বোচ্চ মাপ
- 16.9917.01 0.02 মিমি. (ইন্টারফিয়ারেন্স) (উত্তর) ক্লিয়ারেন্স = ছিদ্রের সর্বোচ্চ মাপ শ্যাফটের সর্বনিম্ন মাপ - 17.01-16.98 = 0.03 (মিমি.) (উত্তর)

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

- মেকানিক্যাল মেজারমেন্ট অ্যান্ড মেট্রোলজি
- অধ্যায়ঃ07