5 सतह फिनिश
Surface Finish

खण्ड 'अ' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. ले किसे कहते हैं?

उत्तर किसी सतह की मशीनिंग के उपरान्त प्राप्त सबसे अधिक स्पष्ट सतह के पैटर्न को ले कहते हैं।

प्रश्न 2. सर्फेस तैयारी किसे कहते हैं?

उत्तर लट्ठों की सतहों से सभी अशुद्धियों को हटाने की प्रक्रिया को सर्फेस तैयारी कहते हैं।

प्रश्न 3. सैम्पलिंग लम्बाई किसे कहते हैं?

उत्तर किसी रुक्ष प्रोफाइल की वह लम्बाई, जो रुक्षता की गणना करने के लिए आवश्यक होती है, सैम्पलिंग लम्बाई कहलाती है।

प्रश्न 4. सुपर फिनिशिंग किसके द्वारा की जाती है?

उत्तर होनिंग के ही समान बॉण्डेड एब्रेसिव स्टोन के द्वारा सुपर फिनिशिंग की जाती है।

प्रश्न 5. किसी सतह की रुक्षता को किस प्रकार महसूस किया जा सकता है?

उत्तर स्पर्श करके अथवा किसी नुकीली वस्तु को सतह पर रगड़ने से उत्पन्न आवाज को सुनकर।

प्रश्न 6. माध्य रेखा से माध्य विचलन किस सूत्र द्वारा निकाला जाता है?

उत्तर माध्य रेखा से माध्य विचलन, $R_a = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \ldots\ldots + h_n}{n}$

प्रश्न 7. दो समतल प्लेट संधारित्र की धारिता का सूत्र लिखिए।

उत्तर $C = \frac{AE_0}{d}$, जहाँ A = प्लेटों का क्षेत्रफल, E_0 = वायु की विद्युतशीलता तथा d = प्लेटों के बीच की दूरी है।

प्रश्न 8. वायवीय मापन विधि किसे कहते हैं?

उत्तर यह विधि मृदु पदार्थों कागज, लकड़ी इत्यादि सतहों की रुक्षता मापन में अधिक उपयोगी है। रुक्षता मापन की इस विधि को एयर लीकेज भी कहते हैं।

प्रश्न 9. रुक्षता का संख्यात्मक मान ज्ञात करने की विधियाँ बताइए।

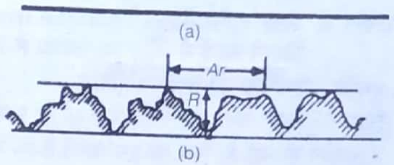
उत्तर इन्टरसेक्शन विधि, इन्टरफीयरैन्स विधि, स्टाइलस विधि, न्यूमैटिक मापन विधि तथा पर्थेन् कण्डेन्सर विधि आदि।

खण्ड 'ब' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. सतह रुक्षता को समझाइए।

उत्तर किसी भी मशीन की सतह पर कुछ-न-कुछ अपूर्णताएँ (imperfections) सदैव पायी जाती हैं। ये अपूर्णताएँ सतह पर शीर्ष व गड्ढों के रूप में पायी जाती हैं। शीर्ष व गड्ढों की ऊँचाई तथा दूरी एकसमान नहीं होती है। सतह का यह स्वरूप (texture) प्रत्येक मशीनिंग प्रक्रम का एक विशेष चारित्रिक गुण होता है। यदि सिंगल प्वॉइंट कटिंग टूल (single point cutting tool) से मशीनिंग की गयी है तो सतह की रुक्षता एकसमान तथा निश्चित दिशा में होती है, सिलिंड्रिकल ग्राइडिंग प्रक्रिया के फलस्वरूप प्राप्त मशीन सतह पर रुक्षता अनियमित परन्तु निश्चित दिशा में होती हैं जबकि बोरिंग व लैपिंग के पश्चात् सतह रुक्षता अनियमित तथा दिशाहीन होती है। इसलिए प्रत्येक मशीनिंग प्रक्रम की सतह रुक्षता का अपना अलग ढंग होता है। इसके अतिरिक्त मशीनिंग संक्रिया की कमियों के कारण भी सतह रुक्षता

उत्पन्न होती है, इसलिए किसी भी मशीन सतह के रुक्षता के पीछे विभिन्न प्रकार की अनियमितताओं तथा मशीनिंग संक्रिया की कमियों का मिला जुला असर होता है।



चित्र 5.1

किसी सतह की मशीनिंग के उपरांत प्राप्त सबसे अधिक स्पष्ट सतह के पैटर्न (predominant surface pattern) को 'ले' (lay) कहते हैं। सतह की रुक्षता का मापन सदैव 'ले' की लम्बवत् दिशा में किया जाता है। जब मापन-यन्त्र का स्टाइलस (stylus) रुक्ष सतह पर शीर्ष व गड्ढों को स्पर्श करता है तो प्राप्त ग्राफ पर शीर्ष व गड्ढे 50,000 गुना बड़े दिखायी देते हैं तथा जितनी लम्बाई में प्रेक्षण लिया गया है, वह लगभग 300 गुना बड़ी दिखायी देती है। इस ग्राफ की सहायता से अनियमितताओं की कुल ऊँचाइयाँ ज्ञात की जाती हैं। चित्र 5.1 में सतह रुक्षता दर्शायी गयी हैं। यदि दो क्रमागत शीर्ष के मध्य की दूरी उन शीर्ष के मध्य स्थित गड्ढे की ऊँचाई से 20 गुना से कम है तो सतह रुक्ष कही जाती है, देखे चित्र 5.1(b)। यदि शीर्ष से गड्ढों की ऊँचाई तथा उनके मध्य की दूरी अत्यंत छोटी है तो सतह चिकनी कही जाती है, देखें आदर्श सतह चित्र 5.1(a)।

प्रश्न 2. सतह रुक्षता को प्रभावित करने वाले कारकों का वर्णन कीजिए। (2011, 13)

अथवा **सतह-सज्जा को प्रभावित करने वाले अंशों का वर्णन कीजिए।** (2017)

उत्तर किसी उत्पादन प्रक्रम में निम्नलिखित कारक उत्पाद की सतह रुक्षता को प्रभावित करते हैं—

1. मशीन में उत्पन्न होने वाले कम्पन उत्पाद की सतह को रुक्ष बनाते हैं।
2. यदि मशीन के विभिन्न प्राचल; जैसे—स्पीड, फीड व डेप्थ ऑफ कट कार्यखण्ड के पदार्थ के अनुकूल नहीं हैं तो सतह रुक्षता बढ़ जाती है।
3. यदि मशीन का चयन, कटिंग टूल का चयन या मशीनिंग का प्रकार सही सामंजस्य में नहीं है तो रुक्षता की संभावना बढ़ जाती है।
4. मशीन, फिक्स्चर, टूल तथा कार्यखण्ड में से किसी की दृढ़ता (rigidity) कम होने पर सतह रुक्ष बनती है।
5. कटिंग टूल की तीक्ष्णता (sharpness) कम होने पर सतह रुक्ष बनती है।
6. कूलेंट का समुचित प्रयोग न करने पर सतह रुक्ष हो जाती है।
7. पदार्थ की कठोरता कम होने पर सतह रुक्ष बनती है।

प्रश्न 3. सतह रुक्षता का उसके कार्य गुणों पर पड़ने वाले प्रभाव का वर्णन कीजिए। (2012)

अथवा **धरातल गुणों का कार्यात्मक गुणों पर असर, पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।** (2015)

उत्तर प्रत्येक उत्पादन में कुछ-न-कुछ सतह रुक्षता आ जाती है जिन्हें सदैव कम करने का प्रयास किया जाता है। परन्तु ऐसा करने से पहले किसी अवयव के कार्य (functions) तथा मेटिंग पार्ट (mating part) के साथ 'फिटमेंट' की जानकारी अवश्य होनी चाहिए। इसलिए किसी अवयव की सतह रुक्षता उसके द्वारा किए जाने वाले कार्य पर निर्भर करती है—

1. ब्रेक ड्रम तथा क्लच प्लेट तभी दक्षता के साथ कार्य कर सकती है, जबकि उनमें निश्चित रुक्षता अवश्य हो।
2. हीट एक्सचेंजर ट्यूब (heat exchanger tube) द्वारा ऊष्मा स्थानांतरण तभी अधिक होता है जब वे कुछ रुक्ष हों।
3. कनेक्टिंग रॉड के दोनों छिद्र अत्यंत चिकने होने चाहिए अन्यथा छिद्र तथा पिस्टन पिन व क्रैंक पिन के मध्य डाली गयी रोलर बियरिंग शीघ्र ही आवाज करने लगेगी।
4. ऐसे अवयव जिन पर लगने वाला भार विपरीत दिशा में भी लगता है; जैसे— कनेक्टिंग रॉड, उनकी सतह रुक्ष होने पर गड्ढों में प्रतिबल उत्पन्न होता है जिसके फलस्वरूप फटीग क्रैक (fatigue crack) के कारण अवयव विफल हो सकता है।
5. 4 S इंजन के 'वाल्व' तथा 'वाल्व सीट' चिकनी होनी चाहिए अन्यथा 'लीकेज' का संशय बन जाता है।
6. उच्च घूर्णन गति करने वाले अवयव तथा बुश व बियरिंग अत्यंत चिकने होने चाहिए अन्यथा चलने के दौरान 'सीटी' (whistle) की आवाज आती है।

Scanned by CamScanner

प्रश्न 4. सतह अनियमितता (Surface irregularity) को समझाइए। मशीन सतह की अनियमितताओं को कितने भागों में बाँटा जा सकता है ? वर्णन कीजिए। (2017)

अथवा **तरंगिता का वर्णन कीजिए।**

उत्तर किसी सतह की रुक्षता देखकर या स्पर्श कर अनुभव प्राप्त करने वाली राशि है। हालाँकि इसे परिभाषित करना आसान तो नहीं है, फिर भी हम जानते हैं कि मशीनिंग संक्रिया वास्तव में एक 'चिप निकालने' (chip removal) की प्रक्रिया है जो किन्हीं कारणों से आदर्श नहीं हो पाती है। यह पूरी तरह से डिजाइनर (designer) का विवेक है किसी अवयव की किस विमा पर सतह रुक्षता का मान कितना रहे। मशीन सतह की ज्यामितीय अनियमितताएँ (geometrical irregularities) को उनके कारणों के आधार पर निम्न चार वर्गों में बाँटा जाता है—

प्रथम श्रेणी First Order मशीनिंग संक्रिया मे प्रथम श्रेणी की सतह अनियमितता निम्न स्थितियों में उत्पन्न होती हैं, जब

(i) कटिंग टूल यथार्थ न हों,

(ii) मशीन के गाइड वे (guide way) सीधे न हों,

(iii) मशीन संरेखन (machine alignment) त्रुटिपूर्ण हो,

(iv) कटिंग बलों के कारण कार्यखण्ड विकृत हो जाए तथा

(v) स्वयं के भार के कारण कार्यखण्ड विकृत हो जाए।

द्वितीय श्रेणी Second Order मशीनिंग संक्रिया में द्वितीय श्रेणी की सतह अनियमितता किसी भी प्रकार के कम्पनों (vibrations) के फलस्वरूप उत्पन्न होती है। इस अनियमितता में मशीन सतह पर चैटर के निशान (chatter marks) बन जाते हैं। चैटर आने के बाद मशीन सतह पर दरारों के निशान उभर आते हैं।

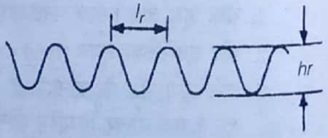
तृतीय श्रेणी Third Order माना मशीन पूरी तरह से आदर्श (perfect) है तथा किसी प्रकार के कम्पन भी नहीं है, फिर भी मशीन सतह पर कुछ-न-कुछ अनियमितता आ जाती है। प्रत्येक मशीनिंग संक्रिया की कुछ विशेष ढंग की अनियमितताएँ वास्तव में उस संक्रिया का स्वाभाविक गुण होता है जिन्हें दूर नहीं किया जा सकता है। उदाहरण के तौर पर टर्निंग संक्रिया में उत्पादन फीड के निशान (feed marks) इत्यादि।

चतुर्थ श्रेणी Fourth Order इस प्रकार की सतह अनियमितता तब उत्पन्न होती है जब मशीनिंग प्रक्रिया में चिप निकलते समय कार्यखण्ड वहीं पर टूट (rupture) जाए।

मशीन सतह की उपरोक्त अनियमितताएँ को दो भागों में बाँटा जा सकता है—(i) प्राइमरी टेक्स्चर-रुक्षता तथा (ii) तरंगता या द्वितीयक टेक्स्चर।

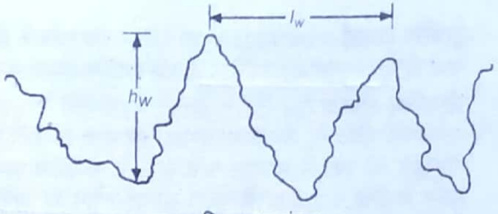
(i) **प्राइमरी टेक्स्चर-रुक्षता** Primary Texture-Roughness इस वर्ग में छोटी तरंगदैर्घ्य की अनियमितताएँ सम्मिलित की जाती हैं जो कटिंग टूल के कारण घर्षण, घिसाव इत्यादि कारणों से उत्पन्न होती हैं। मुख्य रूप से छोटी तरंगदैर्घ्य की यह रुक्षता फीड के निशान के कारण उत्पन्न होती है जो किसी संक्रिया का स्वाभाविक गुण होता है, इसलिए इनमें तृतीय तथा चतुर्थ श्रेणी की अनियमितताएँ सम्मिलित होती हैं। इन्हें माइक्रो ज्यामितीय अनियमितता (micro geometrical irregularity) भी कहते हैं।

यदि l_r सतह पर दो क्रमागत शीर्ष को दूरी तथा h_r क्रमागत शीर्ष व गड्ढे की ऊँचाई हो तो प्राइमरी टेक्स्चर में l_r / h_r का अनुपात 50 से कम होता है।



चित्र 5.2 रुक्षता

(ii) **सेकण्डरी टेक्स्चर-तरंगता** Secondary Texture-Waviness इस वर्ग में अपेक्षाकृत बड़ी तरंगदैर्घ्य की अनियमितताएँ सम्मिलित की जाती हैं। ये निश्चित अंतराल पर पुनः प्रदर्शित होती हैं। ये अनियमितताएँ मशीन गाइड-वे के सीधे न होने, मशीन का संरेखन ठीक न होने, कार्यखण्ड के विकृत हो जाने तथा कम्पन इत्यादि कारणों से उत्पन्न होती हैं। इसलिए इनमें प्रथम तथा द्वितीय श्रेणी की अनियमितताएँ सम्मिलित होती हैं, इन्हें मैक्रो ज्यामितीय अनियमितता (macro geometrical irregularity) कहते हैं। यदि l_w सतह पर दो क्रमागत शीर्ष की दूरी तथा h_w क्रमागत शीर्ष व गड्ढे की ऊँचाई हो तो सेकण्डरी टेक्स्चर में l_w / h_w का अनुपात 50 से अधिक होता है।

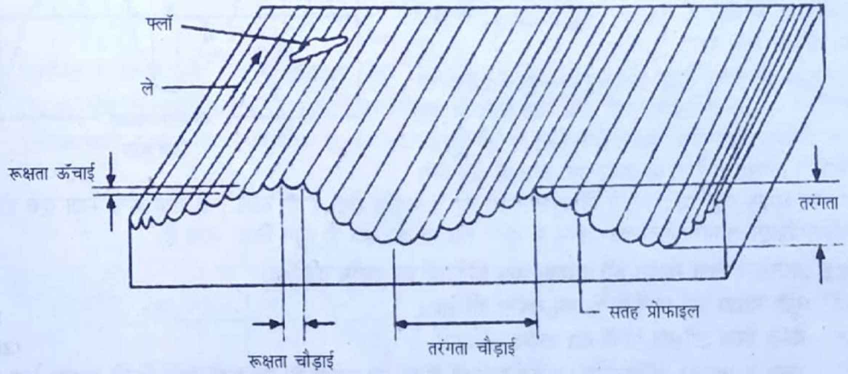


चित्र 5.3 तरंगता

हालाँकि कोई भी मशीन सतह इन दोनों टेक्स्चरों का संयोजन होती है। छोटी तरंगदैर्घ्य की रुक्षता बड़ी तरंगदैर्घ्य की तरंगता पर अध्यारोपित (superposed) रहती है जिसके फलस्वरूप अंतिम सतह प्राप्त होती है।

प्रश्न 5. सतह रुक्षता के अवयवों का वर्णन कीजिए।

उत्तर किसी सतह की रुक्षता के विभिन्न अवयव एक उच्च आवर्धित चित्र की सहायता से प्रदर्शित किए गए हैं—



चित्र 5.4 सतह रुक्षता के अवयव

सतह Surface किसी सतह की सीमाओं से घिरा स्थान जो अन्य सतहों तथा अवयव से अलग होता है।

वास्तविक सतह Actual Surface किसी अवयव की वह सतह जिस पर वास्तविक रूप में मशीनिंग की गयी है।

प्रभावी सतह Effective Surface सैद्धांतिक रूप में ऐसी आदर्श सतह जो वास्तव में किसी सतह का प्रतिनिधित्व करती है।

प्रोफाइल Profile सतह की किसी काट का आकार (contour) प्रोफाइल कहलाता है।

सतह टेक्स्चर Surface Texture किसी सतह पर पुनरावृत्ति करने वाला पैटर्न उस सतह का टेक्स्चर कहलाता है।

सतह रुक्षता Surface Roughness सतह पर पास-पास स्थित अनियमितताएँ जिन्हें माइक्रो ज्यामितीय त्रुटियाँ भी कहते हैं, ये किसी भी उत्पादन प्रक्रम के स्वाभाविक गुण को प्रदर्शित करते हैं।

प्राइमरी टेक्स्चर Primary Texture इसे ही सतह की रुक्षता कहते हैं।

सेकेण्डरी टेक्स्चर Secondary Texture सतह पर पुनरावृत्ति के कारण उत्पन्न तरंगता को सेकण्डरी टेक्स्चर कहते हैं।

रुक्षता ऊँचाई Roughness Height यह रुक्ष सतह पर काल्पनिक केन्द्र रेखा से माइक्रो ज्यामितीय अनियमितता की औसत ऊँचाई होती है।

रुक्षता चौड़ाई Roughness Width यह सतह के समान्तर दो क्रमागत शीर्ष के मध्य की दूरी होती है।

तरंगता Waviness सतह की वे अनियमितताएँ जिनकी चौड़ाई रुक्षता चौड़ाई से अधिक होती है।

फ्लो Flaw सतह की वे अनियमितताएँ जो अनियमित अंतराल पर किसी एक स्थान पर उत्पन्न होती हैं, फ्लो कहलाती हैं; उदाहरणार्थ—स्क्रैच (scratch), क्रैक (crack)।

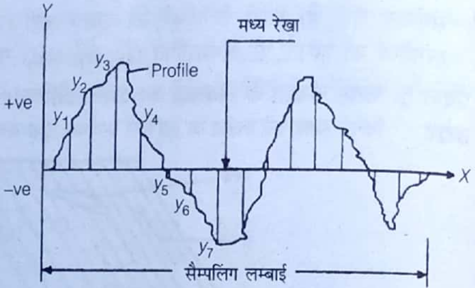
ले Lay सबसे अधिक स्पष्ट सतह के पैटर्न (predominant surface pattern) की दिशा को 'ले' कहते है। ले की दिशा उत्पादन प्रक्रम पर निर्भर करती है। मशीन सतह की रुक्षता 'ले' की दिशा के सदैव लम्बवत् नापी जाती है।

Scanned by CamScanner

ट्रेवर्सिंग लम्बाई Traversing Length किसी रुक्ष सतह के प्रोफाइल की वह लम्बाई जो रुक्षता ज्ञात करने के लिए प्रयोग की जाती है, ट्रेवर्सिंग लम्बाई कहलाती है। एक ट्रेवर्सिंग लम्बाई में एक या एक से अधिक सैम्पलिंग लम्बाइयाँ सम्मिलित होती हैं।

सैम्पलिंग लम्बाई Sampling Length किसी रुक्ष प्रोफाइल की वह लम्बाई, जो रुक्षता की गणना करने के लिए आवश्यक होती है, सैम्पलिंग लम्बाई कहलाती है। इसे 'कट-ऑफ लम्बाई' (cut-off length) भी कहते हैं। यह प्रोफाइल की दशा में समान्तर नापी जाती हैं। सैम्पलिंग लम्बाई उत्पादन प्रक्रम पर निर्भर करती है। अधिकतर उत्पादन प्रक्रम के लिए 0.8 mm सैम्पलिंग लम्बाई प्रयोग की जाती है। यदि सतह पर तरंगता अधिक है तो 25 mm तक की सैम्पलिंग लम्बाई प्रयोग की जाती है।

प्रोफाइल की मध्य रेखा Mean Line of Profile यह किसी रुक्षता की प्रभावी प्रोफाइल को काटने वाली एक रेखा होती है। यह रेखा प्रोफाइल को इस प्रकार विभाजित करती है कि सैम्पलिंग लम्बाई में प्रोफाइल बिन्दुओं तथा मध्य रेखा के बीच की दूरी $y_1, y_2, y_3, \ldots$ के वर्गों का योग न्यूनतम रहता है।



चित्र 5.5

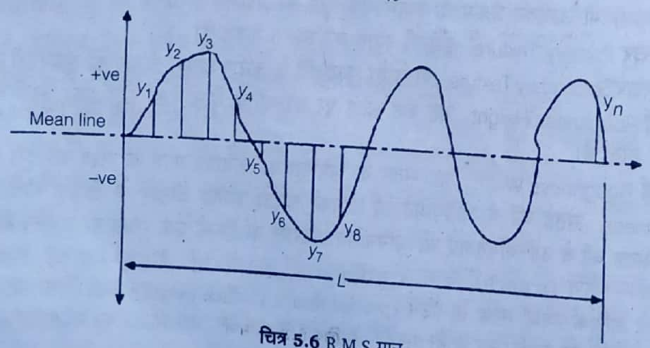
प्रोफाइल की केन्द्र रेखा Centre Line of Profile यह प्रोफाइल के समान्तर खींची गयी एक रेखा होती है। यह रेखा प्रोफाइल को इस प्रकार विभाजित करती है कि सैम्पलिंग लम्बाई में रेखा के ऊपर तथा नीचे के क्षेत्रफलों का योग समान रहे। यदि रुक्षता प्रोफाइल तरंग की पुनरावृत्ति होती है तो मध्य रेखा तथा केन्द्र रेखा एक ही होती है, इसलिए किसी सामान्य उत्पादन प्रक्रम में दोनों रेखाओं का एक ही मान लिया जाता है।

प्रश्न 6. सतह रुक्षता मापन की संख्यात्मक विधियों का वर्णन कीजिए।
अथवा **मूल माध्य वर्ग मान विधि का वर्णन कीजिए।** **(2012)**
अथवा **केन्द्र रेखा औसत विधि का वर्णन कीजिए।** **(2012,14)**

उत्तर सतह रुक्षता की आंकिक गणना कई विधियों से की जा सकती है। यह सभी विधि किसी आधार रेखा (datum line) के सापेक्ष रुक्षता का मान बताते हैं। कुछ महत्त्वपूर्ण विधियाँ निम्नलिखित हैं—

1. **मूल माध्य वर्ग मान** Root Mean Square Value or R.M.S. Value सतह रुक्षता मापन के R.M.S. विधि में प्रोफाइल की कोटियों (ordinates) के वर्गों के माध्य का वर्गमूल सतह की रुक्षता का मान होता है। चित्र 5.6 में प्रोफाइल की 'L' लम्बाई को 'n' बराबर भागों में बाँट लिया गया है। प्रोफाइल की कोटियाँ बिन्दु 1, 2, 3,.... द्वारा दिखायी गयी हैं। कोटियों की ऊँचाई $y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n$ है। अतः सतह रुक्षता का R.M.S. मान,

$$y_{rms} = \sqrt{\frac{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + \ldots\ldots + y_n^2}{n}}$$



चित्र 5.6 R.M.S मान

2. **केन्द्र रेखा औसत विधि** Centre Line Average Method or C.L.A. Value सतह रुक्षता मान की C.L.A. विधि R.M.S. विधि की अपेक्षा अधिक प्रयोग की जाती है; क्योंकि C.L.A. विधि की गणना अपेक्षाकृत आसानी से की जा सकती है। इस विधि के अनुसार सतह रुक्षता के प्रोफाइल को 'n' बराबर भागों में बाँट लिया जाता है। माध्य रेखा से सभी बिन्दुओं की ऊँचाइयों का औसत C.L.A. मान प्रदर्शित करता हैं, जबकि ऊँचाइयाँ सदैव धनात्मक (+ve) ली गयी हों। अतः

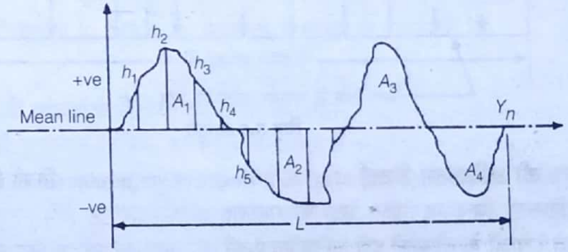
$$\text{G.L.A. मान} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \ldots\ldots + h_n}{n}$$

उपरोक्त विधि में एक कमी यह संभव है कि यदि अधिक ऊँचाई वाला बिन्दु दो भागों के बीच में पड़ता है तो वह गणना में छूट जाता है। इसलिए उपरोक्त विधि से सही रुक्षता पता न लगने का संशय बना रहता है। इस कमी को दूर करने के लिए प्लानीमीटर का प्रयोग किया जाता है जिससे किसी ग्राफ का क्षेत्रफल ज्ञात किया जा सकता है। यदि माध्य रेखा की 'L' लम्बाई पर प्रोफाइल के क्षेत्रफलों के मान A_1, A_2, A_3, A_4 हैं तो

$$\text{C.L.A. मान} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{L}$$

उपरोक्त में क्षेत्रफल के मान भी धनात्मक लिए जाते हैं। यह मान माइक्रॉन में ज्ञात किया जाता है।

C.L.A. मान, जिसमें प्रोफाइल की ऊँचाइयों का औसत निकाला जाता है, उसे माध्य रेखा से प्रोफाइल का विचलन (arithmetic mean deviation from mean line) भी कहते है। इसे R_a से प्रदर्शित करते हैं। अतः सतह रुक्षता का R_a मान,

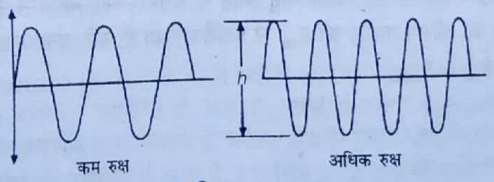


चित्र 5.7 C.L.A मान

$$R_a = \frac{1}{n}\int_0^L |h| \cdot dx$$

सतह रुक्षता का R_a मान व्यापक रूप में प्रयोग किया जाता है। चूँकि R_a एक औसत मान होता है, इसलिए दो भिन्न रुक्ष सतहों के R_a मान समान भी हो सकते हैं।

3. **अधिकतम शीर्ष से गर्त की ऊँचाई** Height of Valley from Maximum Peak किसी दिए गए सैम्पलिंग लम्बाई में उच्चतम शीर्ष की गर्त से ऊँचाई को सतह रुक्षता कहते हैं। इसे R_t से प्रदर्शित करते हैं। चित्र 5.8 में कम रुक्ष तथा अधिक रुक्ष सतहें दर्शायी गयी हैं। रुक्षता के इस मापन में दोनों की रुक्षता R_t समान प्राप्त हो सकती है। सतह रुक्षता का यह मान आसान होता है तथा इसमें कम व्यय आता है।

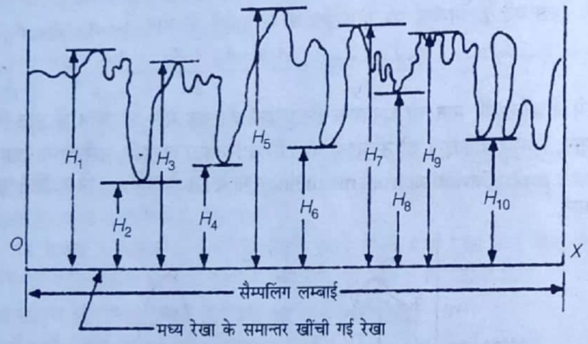


चित्र 5.8 R_t मान

Scanned by CamScanner

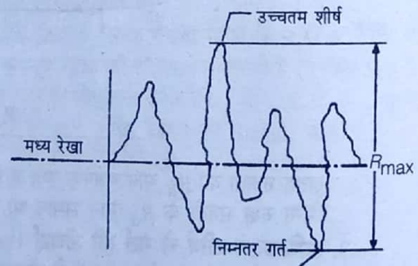
4. **अनियमितताओं के दस बिन्दुओं की ऊँचाई** Height of Ten Points of Irregularities किसी रुक्षता प्रोफाइल के समान्तर एक ऐसी रेखा खींचते हैं जो प्रोफाइल को कहीं भी न काटे। अब प्रोफाइल के पाँच उच्चतम बिन्दुओं की ऊँचाई उस समान्तर रेखा से ज्ञात कर लेते हैं। इसके पश्चात् प्रोफाइल के पाँच निम्नतम बिन्दुओं की भी ऊँचाई उस रेखा से ज्ञात कर लेते हैं। इस प्रकार 10 बिन्दुओं की ऊँचाइयाँ ज्ञात हो जाती हैं। अब दी गयी सैम्पलिंग लम्बाई में पाँच उच्चतम तथा पाँच निम्नतम बिन्दुओं के अंतर का औसत, अनियमितता के दस बिन्दुओं की ऊँचाई कहलाती है। इसे R_z से प्रदर्शित करते है। चित्र 5.9 के अनुसार उच्चतम बिन्दुओं की ऊँचाई H_1, H_3, H_5, H_7 व H_9 तथा निम्नतम बिन्दुओं की ऊँचाई H_2, H_4, H_6, H_8 व H_{10} हैं; अत:

$$R_z = \frac{(H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9) - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5}$$



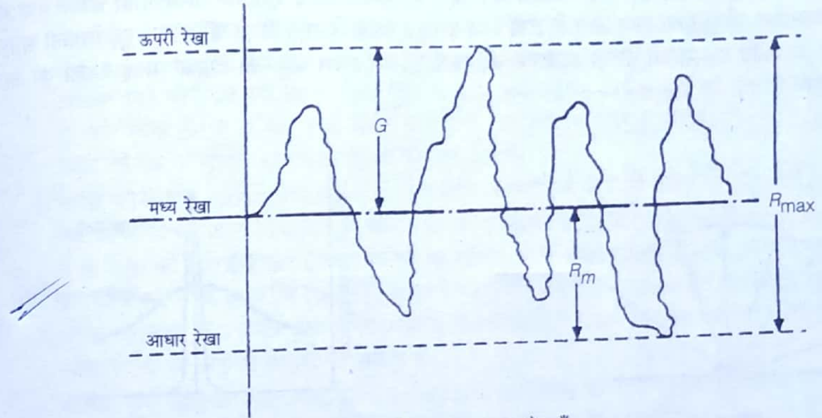
चित्र 5.9 R_z मान

5. **अनियमितता की अधिकतम ऊँचाई** Maximum Height of Irregularity किसी दिए प्रोफाइल में उच्चतम बिन्दु तथा निम्नतम बिन्दु पर माध्य रेखा के समान्तर खींची गयी दो रेखाओं के बीच की दूरी अनियमितता की अधिकतम ऊँचाई कहलाती है। इसे R_{max} से प्रदर्शित करते हैं। किसी भी मशीनिंग प्रक्रम में R_{max} को न्यूनतम स्तर पर रख पाना कठिन कार्य होता है। शॉक एब्जॉर्बर उद्योगों में अवयव पर R_a सतह रुक्षता के साथ R_{max} पर भी ध्यान दिया जाता है।



चित्र 5.10 R_{max} मान

6. **रुक्षता की औसत गहराई** Average Depth of Roughness किसी रुक्षता प्रोफाइल की आधार रेखा (base line) से मध्य रेखा के बीच की दूरी को रुक्षता की औसत गहराई कहते हैं। यह किसी धातु सतह पर आधार रेखा के ऊपर उपलब्ध धातु की औसत ऊँचाई बताती है। रुक्षता की औसत गहराई को R_m से प्रदर्शित कहते हैं। यदि सतह रुक्षता मध्य रेखा के दोनों ओर एक ही जैसी हो तो $R_m = R_{max}/2$.



चित्र 5.11 रुक्षता रेखाएँ

7. **सतह का चिकनापन** Smoothness of Surface किसी रुक्षता प्रोफाइल की ऊपरी रेखा (envelope line) तथा मध्य रेखा के बीच की दूरी को सतह के चिकनेपन की माप कहते हैं। इसे G से प्रदर्शित करते हैं। सतह के चिकनेपन के लिए G का मान कम होना चाहिए। किसी रुक्ष सतह का G का मान ऊपरी सतह तथा माध्य रेखा के बीच औसत दूरी दर्शाती है। चित्र 5.11 के संदर्भ में लिखा जा सकता है कि

$$G = R_{max} - R_m$$

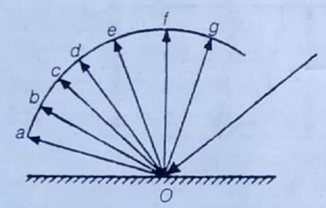
प्रश्न 7. रुक्षता मापन की गुणात्मक विधियों का वर्णन कीजिए।

उत्तर रुक्षता मापन की गुणात्मक विधियों का वर्णन निम्नांकित है—

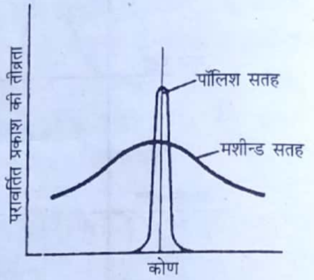
1. **स्पर्श विधि** Touch Method सतह रुक्षता के शीर्ष बिन्दुओं (peak points) की ऊँचाई का अनुभव किया जा सकता है, वरन् उन शीर्ष बिन्दुओं के मध्य 3 mm की दूरी हो। किसी व्यक्ति के कम्पनों के प्रति संवेदिता बहुत अधिक होती है। इसी आधार पर रुक्षता का मापन सतह पर अँगुली के नाखून को फिराकर या टेबल टेनिस की गेंद को फिराकर किया जा सकता है। यदि सतह पर अँगुली को 25 से 50 mm/s की गति से सरकाया जाए। हालाँकि सतह रुक्षता का निर्णय लेने से किसी ऐसी सतह को स्पर्श करना चाहिए जिसकी रुक्षता पहले से ज्ञात हो तो इस विधि से 0.01 mm तक की अनियमितता का अनुभव किया जा सकता है।
2. **दृश्य विधि** Visual Inspection सामान्य परिस्थितियों में उच्च फिनिश सतहों को आँखों से देखकर रुक्षता का अनुमान लगाना कठिन होता है। यह निरीक्षण सतह पर डाले गए प्रकाश की तीव्रता तथा तरंगदैर्घ्य पर भी निर्भर करता है। यदि किसी रुक्ष सतह पर straight edge को रखकर प्रकाश में देखा जाए तो 0.5 µm तक की रुक्षता गहराई को देखा जा सकता है।
3. **स्क्रैच विधि** Scratch Method इस विधि में मृदु पदार्थ; जैसे—प्लास्टिक (plastic), लैड (lead) अथवा बैबिट (babit) को रुक्ष सतह पर रगड़ा जाता है। इसके फलस्वरूप पदार्थ पर स्क्रैच के निशान आ जाते हैं जिन्हें देखकर रुक्षता का अनुमान लगाया जा सकता है।
4. **परावर्तन विधि** Reflection Method जब किसी चिकनी सतह पर प्रकाश आपतित होता है, तब वह परावर्तन के नियम का पालन करते हुए परावर्तित हो जाता है। परावर्तित प्रकाश की तीव्रता किसी निश्चित कोण पर अधिकतम होती है जिसका मान आपतन कोण के बराबर होता है। यदि प्रकाश किसी रुक्ष सतह पर आपतित हो, तो प्रकाश विभिन्न कोण पर परावर्तित हो जाता है, देखें चित्र 5.12। उस परावर्तित किरण की तीव्रता अधिकतम होती है जिसका परावर्तन कोण आपतन कोण के बराबर होता है। अर्द्धचालक युक्ति फोटोमीटर

Scanned by CamScanner

(फोटो-इलेक्ट्रिक सेल) द्वारा विभिन्न परावर्तन कोण पर प्रकाश तीव्रता ज्ञात कर ली जाती है। तीव्रता तथा कोण के मध्य एक चौड़ा ग्राफ प्राप्त होता है, देखे चित्र 5.13 । इसके विपरीत किसी पॉलिश की हुई चिकनी सतह के लिए परावर्तित प्रकाश की तीव्रता अचानक बढ़ जाती है। इस प्रकार ग्राफ को देखकर सतह रुक्षता का अच्छा अनुमान लगाया जा सकता है।

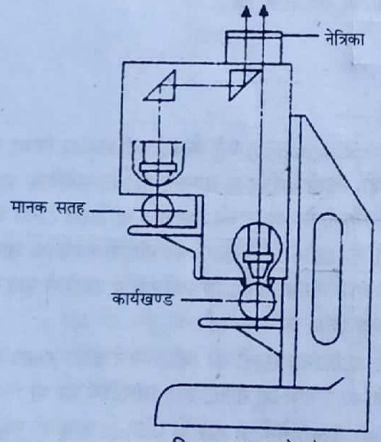


चित्र 5.12

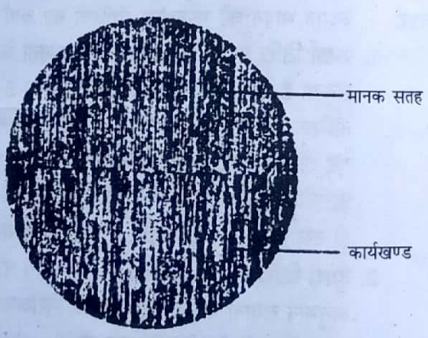


चित्र 5.13

5. **सूक्ष्मदर्शी निरीक्षण** Microscope Inspection सतह रुक्षता के निरीक्षण की यह सबसे उत्तम विधि है। इसमें मानक सतह तथा कार्यखण्ड को एक साथ माइक्रोस्कोप पर देखा जाता है। एक साथ देखकर कार्यखण्ड की रुक्षता के विषय में निर्णय ले लिया जाता है।



चित्र 5.14 माइक्रोस्कोप



चित्र 5.15 सतहों की तुलना

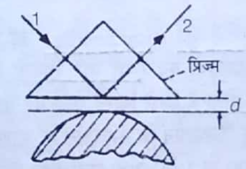
चित्र 5.14 में एक तुलनात्मक माइक्रोस्कोप दिखाया गया है कि किस तरह वह कार्यखण्ड की रुक्षता की तुलना मानक सतह से की जा रही है। चित्र 5.15 में दोनों सतहों का दृश्य दिखलाया गया है जिसे देखकर रुक्षता का अनुमान आसानी से लगाया जा सकता है।

6. **सूक्ष्म व्यतिकरणमापी** Micro Interferometer इस विधि में रुक्ष सतह के ऊपर एक 'ऑप्टिकल फ्लैट' (optical flat) रख दिया जाता है तथा उसे एक-वर्णीय प्रकाश स्रोत से प्रतिदीप्त किया जाता है। माइक्रोस्कोप की सहायता से व्यतिकरण पट्टियों (interference bands) का अध्ययन किया जाता है। सतह की रुक्षता (स्क्रैच) हमें दीप्त-अदीप्त पट्टियों के रूप में दिखायी पड़ती है। रुक्षता की गहराई प्रकाश की तरंगदैर्ध्य के रूप में ज्ञात हो जाती है।

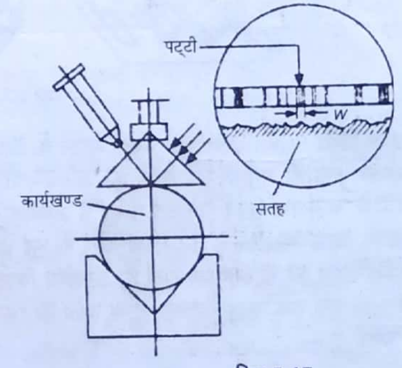
7. **वैलेस सतह डायनेमोमीटर** Wallace Surface Dynamometer वैलेस एक प्रकार का घर्षण मीटर (friction meter) है। इसमें एक लोलक (pendulum) होता है जिसमें टेस्टिंग शूज (testing shoes), बियरिंग सतह (bearing surface)से बद्ध रहते हैं। टेस्टिंग शूज पर ज्ञात स्प्रिंग बल लगाया जाता है। इस विधि में लोलक को दोलन आरम्भ करने की स्थिति तक उठाकर छोड़ दिया जाता है। अब लोलक दोलन करते हुए रुक्ष सतह पर स्पर्श करता है। यदि सतह की रुक्षता कम है तो घर्षण कम होगा तथा लोलक अधिक समय तक दोलन करता रहेगा। इस प्रकार लोलक का दोलन काल सतह रुक्षता की माप देता है।

8. **सतह फोटोग्राफ** Surface Photograph इस विधि में सतह को विभिन्न प्रकार से प्रतिदीप्त (illuminated) कर आवर्धित फोटोग्राफ लिए जाते हैं। यदि सतह को ऊर्ध्वाधर प्रतिदीप्त (vertical illuminated) किया जाता है तो सतह की अनियमितताएँ (रुक्षता के गर्त या स्क्रैच) काले धब्बों (dark spots) के रूप में दिखायी पड़ती है तथा चपटी सतहें चमकदार (bright) दिखायी पड़ती हैं। जब रुक्ष सतह पर तिरछा प्रकाश डाला जाता है तो रुक्षता चमकदार तथा चपटी सतह काले धब्बों के रूप में दिखायी पड़ती है। अतः विभिन्न फोटोग्राफ को देखकर सतह रुक्षता का अनुमान लगाया जा सकता है।

9. **बाधित पूर्ण परावर्तन** Disturbed Total Reflection जब किसी काँच के प्रिज्म की एक सतह पर चित्र 5.16 के अनुसार प्रकाश किरण [1] आपतित होती है तो वह पूर्ण रूप से परावर्तित [2] हो जाती है। यदि प्रिज्म के आधार के सम्पर्क में कोई धात्विक सतह लायी जाए तो पूर्ण परावर्तन बाधित हो जाता है जिससे दूरी 'd' पर बाधा उत्पन्न होती है, वह प्रकाश की तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करती है। प्रकाश की औसत तरंगदैर्ध्य 0.5 µm (5000 Å) होती है; इसलिए जब प्रिज्म कार्यखण्ड की सतह के सम्पर्क मे आता है तब सम्पर्क में आया क्षेत्रफल तथा सतह का वह क्षेत्रफल, जो प्रिज्म से 0.5 µm या इससे कम दूरी पर स्थित है, काली पट्टियों के रूप में दिखायी देने लगता है।



चित्र 5.16



चित्र 5.17

नेत्रिका द्वारा काली पट्टियों की चौड़ाई ज्ञात कर ली जाती है। काली पट्टियों की चौड़ाई प्रिज्म व कार्यखण्ड का सम्पर्क क्षेत्रफल दर्शाती है। किसी दी हुई लम्बाई 'L' में आने वाली समस्त काली पट्टियों की चौड़ाई का योग कर लिया जाता है। काली पट्टियों की कुल चौड़ाई तथा 'L' की अनुपात सतह की रुक्षता का मापन होता है।

प्रश्न 8. रुक्षता मापन की परिमाणात्मक विधियों के नाम बताइए।

उत्तर रुक्षता मापन की परिमाणात्मक विधियाँ निम्नांकित हैं—

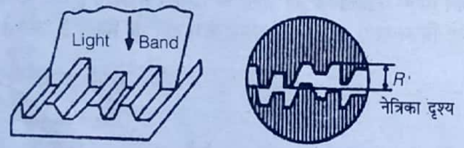
1. प्रतिच्छेदन विधि (Intersection method), 2. व्यतिकरण विधि (Interference method),
3. स्टाइलस विधि (Stylus method),
4. वायवीय मापन विधि (Pneumatic measuring method) तथा
5. पर्थेन कन्डेन्सर विधि (Perthen condenser method)।

प्रश्न 9. रुक्षता मापन की प्रतिच्छेदन विधि तथा स्टाइलस विधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर 1. **प्रतिच्छेदन विधि** Intersection Method प्रतिच्छेदन विधि में कार्यखण्ड को उसकी सतह के लम्बवत् प्रतिच्छेदित (intersect) कर माइक्रोस्कोप में देखा जाता है। यह विधि निम्न दो प्रकार से पूर्ण की जाती है—

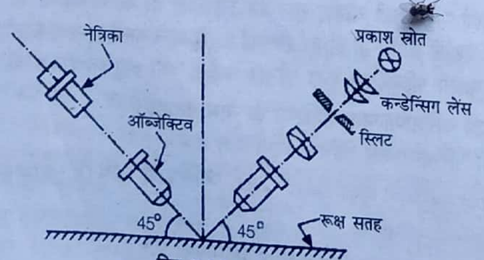
(i) **अनुप्रस्थ-काट विधि** Cross-section Method इस विधि में कार्यखण्ड को उसकी सतह के लम्बवत् काटा जाता है, परन्तु काटने के कारण सतह टेक्स्चर नष्ट हो जाता है। इससे बचने के लिए काटने से पहले कार्यखण्ड के ऊपर उसी कठोरता की एक सुरक्षात्मक परत, क्रोम प्लेटिंग या ह्वाइट मैटल चढ़ा दी जाती है। काटने के पश्चात् स्पेसीमेन (specimen) को पॉलिश किया जाता है, तत्पश्चात् माइक्रोस्कोप के नीचे रखकर अध्ययन किया जाता है। यह विधि यथार्थ होने के बाद भी कार्यखण्ड नष्ट होने, अधिक समय लगने तथा असुविधाजनक होने के कारण लोकप्रिय नहीं हुई। इससे बचने के लिए सेलुलॉयड (celluloid) या जिलेटिन (gelatine) से उस सतह की अनुकृति बना लेते हैं। इसकी पतली-सी फाँक (slice) काटकर माइक्रोस्कोप से निरीक्षण कर रुक्षता ज्ञात की जाती है।

(ii) **प्रकाश काट विधि** Light Section Method प्रकाश काट विधि सतह रुक्षता ज्ञात करने की अभंजन विधि (non-destruction method) है। इसमें रुक्ष सतह पर प्रकाश की पतली पट्टी (narrow band) डाली जाती है। प्रकाश व सतह के प्रतिच्छेदन से तैयार कन्टूर (contour) सूक्ष्मदर्शी से देखा जाता है। यदि आपतन कोण, परावर्तन कोण के समान होता है, तब दीप्त (bright) प्रतिच्छेदित कन्टूर (intersected contour) दिखायी पड़ता है। इसके विपरीत यदि आपतन कोण व परावर्तन कोण समान नहीं हैं तो कन्टूर अदीप्त (dark) दिखायी पड़ती है। ऑप्टिकल माइक्रोमीटर की सहायता से रुक्षता की अधिकतम गहराई 'R' ज्ञात कर ली जाती है।



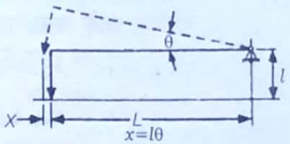
चित्र 5.18

2. **स्टाइलस विधि** Stylus Method रुक्षता मापन के लिए बहुत बारीक सुई (fine needle) का व्यापक प्रयोग किया जाने लगा है। बारीक सुई सतह की अनियमितताओं की गहराइयों को स्पर्श कर सकती है। रुक्षता की गहराइयों में जाना तथा बाहर निकलने में सुई में ऊर्ध्वाधर विस्थापन होता है जिसे किसी यन्त्र पर पढ़ा जाता है या फिर किसी 'ग्राफ' पर रिकॉर्ड कर लिया जाता है। सुई के ऊर्ध्वाधर विस्थापन के आवर्धन के साथ-साथ उसके क्षैतिज विस्थापन का भी आवर्धन होता है। ऊर्ध्वाधर विस्थापन 1,000 से 1,00,000 गुना तथा क्षैतिज विस्थापन 20 से 200 गुना तक आवर्धित कर लिया जाता है। किसी स्टाइलस मापन विधि की यथार्थता निम्न तथ्यों पर निर्भर करती है—

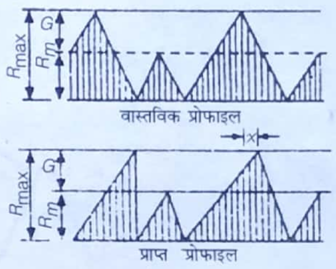


चित्र 5.19 डबल माइक्रोस्कोप

(i) **स्टाइलस हिंज** Stylus Hinge किसी स्टाइलस यन्त्र को इस प्रकार निर्मित किया जाता है कि स्टाइलस बिन्दु (stylus point) तथा वह बिन्दु जिसके सापेक्ष स्टाइलस घूमता है, दोनों सदैव रुक्षता प्रोफाइल की मध्य रेखा पर स्थित रहें। यह स्थिति चित्र 5.20 में डॉटेड रेखा से दर्शायी गयी है। यदि स्टाइलस बिन्दु आधार रेखा से R_m दूरी पर स्थित है तो उसका लीवर θ कोण पर घूम जाता है, इस कारण स्टाइलस बिन्दु का अनुप्रस्थ विस्थापन 'x' हो जाता है। जहाँ $x = l \cdot \theta$ तथा l, स्टाइलस बिन्दु की घूर्णन अक्ष से लम्बवत् दूरी है। इस प्रकार समझा जा सकता है कि स्टाइलस द्वारा ग्राफ पर बनायी गयी प्रोफाइल विस्थापन 'x' के कारण कुछ विकृत हो जाती है, जबकि रुक्षता के मान R_{max}, R तथा G अपरिवर्तित रहते हैं। इसलिए यदि स्टाइलस लीवर की लम्बाई L है तो l का मान $L/10$ से अधिक नहीं होना चाहिए।



चित्र 5.20

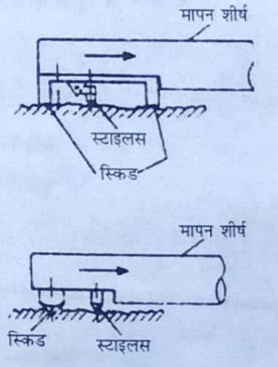


चित्र 5.21

(ii) **स्टाइलस बिन्दु** Stylus Point स्टाइलस शंक्वाकार (conical) या पिरामिड की काट के होते हैं जिनकी टिप (tip) गोलाकार होती है। सैफाइअर (sapphire) या हीरे (diamond) के बने होते हैं जिनकी कोणीयता 60° या 90° होती है। स्टाइलस की नासिका त्रिज्या (nose radius) 1 μm से लेकर 250 μm तक हो सकती है। टिप का मापन बल 0.4 mN से लेकर 0.75 mN के मध्य रखा जाता है। इससे अधिक दबाव होने पर कार्यखण्ड की सतह पर खरोंच (scratch) पड़ने की संभावना बन जाती है। यदि स्टाइलस की नासिका त्रिज्या बड़ी है तो रुक्ष सतह का ग्राफ वास्तविक प्रोफाइल से भिन्न प्राप्त होता है।

(iii) **मापन बल** Measuring Force जब स्टाइलस रुक्ष सतह पर चलता है तो उसके ऊर्ध्वाधर विस्थापन से उसके भीतर लगी हुई एक स्प्रिंग दबती है। स्प्रिंग के दबने के फलस्वरूप प्राप्त बल 'मापन बल' कहलाता है। मापन बल का मान 0.7 mN से अधिक नहीं होना चाहिए। जब स्टाइलस रुक्षता के निम्नतम बिन्दु पर हो, तब मापन बल अधिकतम बल के 20% से अधिक नहीं होना चाहिए। स्टाइलस का अधिकतम मापन बल उसकी नासिका त्रिज्या, सतह टेक्स्चर, कार्यखण्ड के पदार्थ तथा स्टाइलस व सतह के मध्य घर्षण पर निर्भर करता है।

(iv) **स्टाइलस की गति** Speed of Stylus रुक्ष सतह पर स्टाइलस की गति धीमी होनी चाहिए। यदि स्टाइलस की गति अधिक है तो वह सतह पर उछल (jump) कर चलेगा जिससे रुक्षता के कुछ शीर्ष बिन्दु छूट सकते हैं। किसी रुक्ष सतह पर स्टाइलस का अधिकतम गति मापन बल, नासिका त्रिज्या, स्टाइलस व घूर्णन अक्ष के बीच की दूरी L तथा चल पुर्जों के जड़त्व आघूर्ण पर निर्भर करती है। सामान्यतः स्टाइलस की गति 10 mm/min रखी जाती है।

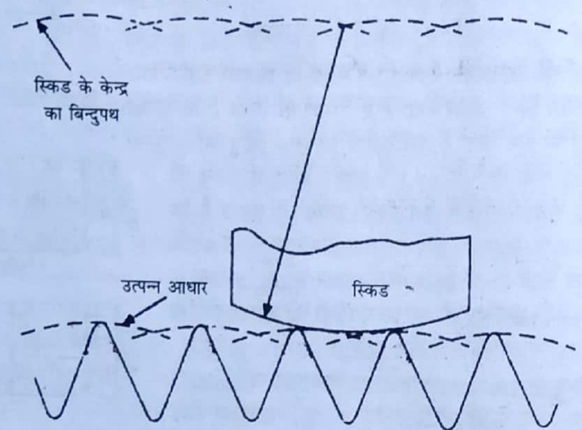


5.22

(v) **स्टाइलस स्किड** Stylus Skid स्टाइलस के ऊर्ध्वाधर ऊपर-नीचे विस्थापन को रिकॉर्ड करने के लिए एक आधार (reference या datum) की आवश्यकता पड़ती है। इस आवश्यकता की पूर्ति के लिए मापन शीर्ष में स्टाइलस के अतिरिक्त एक चपटा या बड़े व्यास का एक और स्टाइलस लगा दिया जाता है। इस चौड़े स्टाइलस को 'स्किड' कहते हैं। जैसा कि नाम से परिलक्षित है कि स्किड का कार्य मात्र सतह के शीर्ष पर फिसलकर आधार बनाना होता है। चित्र 5.23 में स्किड गति दर्शायी गयी है। स्किड का व्यास 5 mm से 50 mm के मध्य

Scanned by CamScanner

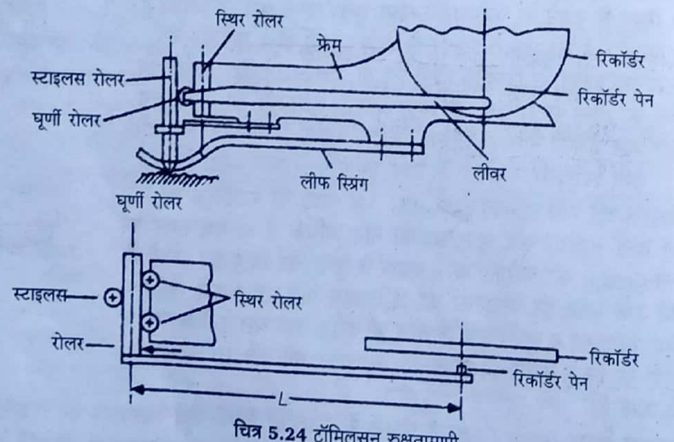
होता है। स्किड की सम्पर्क सतह चौड़ी होने के कारण यह सूक्ष्म अनियमितताओं के अनुसार ऊपर या नीचे न चलकर उनके ऊपर चढ़कर चलता है।



चित्र 5.23 स्किड गति

प्रश्न 10. टॉमिलसन रुक्षतामापी का चित्र सहित वर्णन कीजिए।

उत्तर यह रुक्षतापमापी डॉ० टॉमिलसन ने तैयार किया था। यह यन्त्र पूरी तरह से यांत्रिक सिद्धान्त पर आधारित है। इस यन्त्र की संरचना चित्र 5.24 में प्रदर्शित की गयी है। इस यन्त्र में एक ऊर्ध्वाधर रोलर लगा होता है, जो रुक्ष सतह पर ऊपर-नीचे गति करता है। रोलर के नीचे हीरे का स्टाइलस लगा होता है। पतली लीफ स्प्रिंग स्किड के रूप में कार्य करती है, जो फ्रेम से जुड़ी होती है।



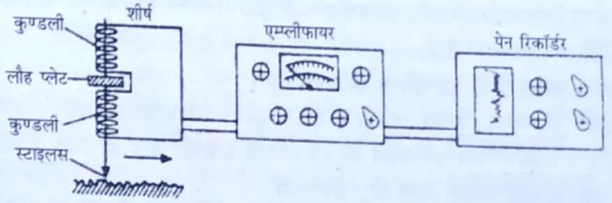
चित्र 5.24 टॉमिलसन रुक्षतामापी

स्टाइलस जब रुक्ष सतह पर चलता है तो स्टाइलस रोलर ऊर्ध्वाधर ऊपर-नीचे विस्थापित होता है। यह रेखीय गति इससे जुड़े एक लम्बवत् रोलर को मिलती है। यह रोलर दूसरी ओर दो अन्य स्थिर रोलर के मध्य घूमता है। मध्य में स्थित लम्बवत् रोलर के एक सिरे पर बहुत हल्का लीवर लगा होता है। लीवर के दूसरे सिरे पर रिकॉर्डिंग पेन लगा होता है। जब स्टाइलस रुक्ष सतह पर ऊपर-नीचे चलता है, तब लम्बवत् रोलर आगे-पीछे घूमता है। इसका कोणीय विस्थापन लीवर

की सहायता से आवर्धित हो जाता है। यदि लीवर की लम्बाई L तथा लम्बवत् रोलर का व्यास D हो तो L/D का आवर्धन प्राप्त हो जाता है। इस यन्त्र से सतह रुक्षता की गहराई का ×50 या × 100 गुना का आवर्धन प्राप्त होता है परन्तु क्षैतिज दिशा में कोई आवर्धन नहीं प्राप्त होता है। यह यन्त्र अपेक्षाकृत सस्ता है तथा विश्वसनीय परिणाम देता है।

प्रश्न 11. पर्थोमीटर द्वारा आप रुक्षता मापन प्रक्रिया किस प्रकार करेंगे?

उत्तर पर्थोमीटर कैरियल मॉडुलेशन सिद्धान्त पर आधारित है। इस यन्त्र का क्रिया सिद्धान्त कुछ-कुछ टेलीसर्फ रुक्षतामापी की तरह होता है। पर्थोमीटर में एक मापन शीर्ष, एम्प्लीफायर, कन्ट्रोल यूनिट तथा पेन रिकॉर्डर बने होते हैं। मापन शीर्ष के ऊर्ध्वाधर स्पिंडल के निचले सिरे पर स्टाइलस लगा होता है। स्पिंडल के मध्य में मृदु लोहे की प्लेट लगी होती है। प्लेट के दोनों ओर समान दूरी पर कुण्डली लगी होती है। दोनों कुण्डली ह्वीटस्टोन ब्रिज से जुड़ी रहती हैं।



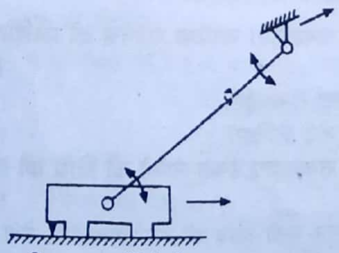
चित्र 5.25 पर्थोमीटर

स्टाइलस के मध्य में होने पर प्लेट भी कुण्डलियों के मध्य रहती है; अत: ह्वीटस्टोन ब्रिज संतुलित रहता है। स्टाइलस के ऊर्ध्वाधर विस्थापन के फलस्वरूप एक कुण्डली की प्रतिबाधा बढ़ती है तथा दूसरी कुण्डली की प्रतिबाधा कम हो जाती है जिसके फलस्वरूप ब्रिज संतुलित हो जाता है। असंतुलन के कारण ब्रिज के संतुलित विकर्ण से मध्य धारा प्रवाहित होने लगती है। इस धारा को एम्प्लीफाई करके रिकॉर्ड कर लिया जाता है। विद्युत धारा का परिमाण स्टाइलस के विस्थापन के समानुपाती होता है।

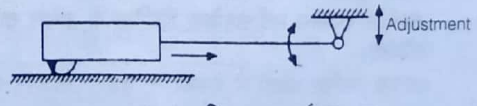
पर्थोमीटर के मापन शीर्ष विभिन्न प्रकार के होते हैं जो विभिन्न परिस्थितियों में दर्शायी गयी व्यवस्था के अनुसार कार्य करते हैं।

(i) **ऑसिलेटरी टाइप** Oscillatory Type इसे लोलक टाइप (pendulum type) भी कहते हैं। इसमें दो स्किड होते हैं। मापन शीर्ष सतह के अनुसार समायोजित हो जाता है। रुक्षता तथा तरंगता दोनों के लिए उपयोगी है।

(ii) **अर्ध दृढ़ टाइप** Half Rigid Type इसमें एक डिस्क होती है, जो स्टाइलस के समीप स्थित होती है। रुक्षता ज्ञात करने के लिए यह अत्यंत उपयोगी होता है।



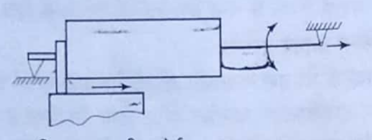
चित्र 5.26 ऑसिलेटरी टाइप



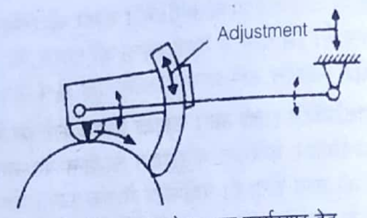
चित्र 5.27 अर्द्ध दृढ़ टाइप

(iii) **फ्री सपोर्ट टाइप** Free Support Type इसका स्किड किसी अन्य आधार सतह पर सरकता है, जबकि स्टाइलस रुक्ष सतह पर संवेदन ग्रहण करता है। स्टाइलस रुक्षता तथा तरंगता दोनों का मापन कर सकता है, कार्यखण्ड तथा आधार के मध्य दूरी अधिक होने के कारण उनकी समान्तरता (parallelism) की पुष्टि कर लेनी चाहिए।

Scanned by CamScanner



चित्र 5.28 फ्री सपोर्ट टाइप

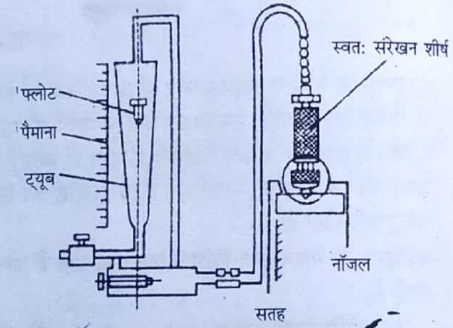


चित्र 5.29 बेलनाकार कार्यखण्ड हेतु

(iv) **बेलनाकार कार्यखण्ड का मापन शीर्ष** Measuring Head for Cylindrical Workpiece इस मापन शीर्ष की सहायता से बेलनाकार कार्यखण्ड की रुक्षता नापी जाती है। मापन करने से पूर्व कार्यखण्ड की त्रिज्या के अनुसार स्केल सेट कर लिया जाता है।

प्रश्न 12. वायवीय मापन विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।

उत्तर यह विधि मृदु पदार्थों, कागज, लकड़ी इत्यादि सतहों की रुक्षता मापन में अधिक उपयोगी है। रुक्षता मापन की इस विधि को 'एयर लीकेज विधि' भी कहते हैं। इस यन्त्र में संपीडित वायु को स्वत: संरेखन नोज (self aligning nozzle) से पास (pass) कराया जाता है। नॉजल से कार्यखण्ड की सतह स्पर्श करायी जाती है। नॉजल शीर्ष तथा कार्यखण्ड की सतह के मध्य वायु अंतराल (air gap) सतह की रुक्षता पर निर्भर करता है। इस प्रकार वायु अंतराल लीकेज को प्रभावित करता है। वायु लीकेज की मात्रा प्रवाहमापी (रोटामीटर) की सहायता से नापी जाती है।



चित्र 5.30 वायवीय मापन विधि

इस यन्त्र को अंशांकित करना कठिन कार्य है, इसलिए इस यन्त्र के द्वारा कार्यखण्ड तथा किसी मानक सतह (जिसकी रुक्षता ज्ञात हो) के मध्य तुलना (comparison) कर रुक्षता ज्ञात की जाती है। संपीडित वायु टेपर ट्यूब से पास करायी जाती है, जहाँ फ्लोट ऊपर उठने के लिए स्वतंत्र होता है। फ्लोट की ऊँचाई वायु के प्रवाह पर निर्भर करती है जिसे ट्यूब के बगल में लगे स्केल पर पढ़कर कार्यखण्ड की रुक्षता ज्ञात कर ली जाती है।

प्रश्न 13. सरफेस रफनेस एवं सरफेस फिनिश के अन्तर को समझाइए। सरफेस रफनेस को प्रदर्शित करने वाले विभिन्न प्रतीकों को भी दर्शाइए। **(2016)**

अथवा **IS के अनुसार रुक्षता का संकेत बनाते हुए उसका अर्थ समझाइए।**

अथवा **सतह-खुरदरापन के लिए आलेखन चिह्न पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** **(2016)**

अथवा **सरफेस रफनैस एवं सरफेश फिनिश के अन्तर को समझाइए। इनके मापने की विधि की व्याख्या कीजिए।** **(2018)**

उत्तर सरफेस फिनिश सतहों से उपकरणों, मशीन-औजारों, मापन-यन्त्रों आदि की कार्यक्षमता और सेवा अवधि (service life) बढ़ती है, जबकि सरफेस रफनेस का कार्यक्षमता पर विपरीत प्रभाव पड़ता है और उपकरण की सेवा अवधि कम होती है।

सतह की फिनिश और रुक्षता का सीधा सम्बन्ध घिसाव प्रतिरोध (wear resistance), भार वहन क्षमता (load bearing capacity), थकान रोधकता (fatigue resistance) आदि से होता है। मशीनों से सम्पर्क-भागों; जैसे—गियर, क्लच आदि से ध्वनि भी सतह रुक्षता के कारण होती है।

सतहों पर रुक्षता के प्रभावों को जानने के लिए रुक्षता का मापन भी किया जाता है। इसके लिए अनेक विधियाँ तथा मापन-यन्त्र प्रयोग किए जाते हैं।

सतह-रुक्षता का सीधा प्रभाव उपकरण की कार्यक्षमता पर पड़ता है, इसलिए निर्धारित स्तर की कार्यक्षमता बनाए रखने के लिए सतहों की फिनिश का स्तर भी उसी प्रकार का होना चाहिए।

सतहें जितनी चिकनी होंगी, उतनी ही अधिक सामर्थ्यवान तथा बियरिंग भार वहन करने वाली होंगी। धातु की थकान के कारण अवयव विफल (fail) हो सकते हैं। थकान का सबसे अधिक प्रभाव सतह के नुकीले कोनों (sharp corners) पर पड़ता है, जहाँ प्रतिबलों का संकेन्द्रण (concentration) होता है। सतहों के नुकीले कोने वाले भाग ही इस कारण पहले विफल होते हैं। जो सतहें कार्यकारी नहीं होतीं अर्थात् जिनमें सापेक्ष गति नहीं होती है, उनमें भी रुक्षता का प्रभाव पड़ता है। अत: कार्यकारी तथा अकार्यकारी दोनों प्रकार की सतहों की फिनिश अच्छी होनी चाहिए।

रुक्ष सतहों पर कुछ उभार तथा कुछ गड्ढे होते हैं जिन्हें क्रमश: **शिखर** (crests) तथा **घाटी** (valley) कहते हैं। ऐसी सतहें अनियमित सतहें (irregular surfaces) कहलाती हैं। इन सतहों में अच्छे बियरिंग गुण होते हैं; क्योंकि उठे हुए शिखरों के कारण सतहों पर परस्पर सम्पर्क कम रहता है तथा गहरे गड्ढों में स्नेहन तेल इकट्ठा रहने के कारण तेल की फिल्म नहीं बनती। सतहों के घिसाव की दर सम्पर्क-सतहों के क्षेत्रफल और भार प्रति इकाई के समानुपाती होती है।

IS : 3073–1967 के अनुसार अवयव की विमा पर उल्टे त्रिभुज (inverted triangle-∇) द्वारा भी सतह रुक्षता प्रदर्शित की जाती है। नीचे दी गयी सारणी में विभिन्न संकेत तथा उनके संगत R_a मान दिए गए हैं—

संकेत (Symbol)	R_a **मान** (μm)
~(No machining)	> 25
∇	8 से 25
∇∇	1.6 से 8
∇∇∇	0.25 से 16
∇∇∇∇	<0.025

प्रश्न 14. सतह रुक्षता के मापन में दस क्रमागत शीर्ष व गड्ढों की ऊँचाइयाँ किसी आधार से इस प्रकार दी गयी हैं—25, 20, 25, 15, 22, 18, 23, 20, 24, 17 माइक्रॉन। यदि उपरोक्त सभी मान 10 mm की लम्बाई में प्राप्त किए गये हों तो सतह रुक्षता के R.M.S. तथा C.L.A. मान ज्ञात कीजिए। रुक्षता का ग्रेड भी बताइए।

हल सतह रुक्षता का C.L.A अथवा R_a मान

$$= \frac{25+20+25+15+22+18+23+20+24+17}{10}$$

$$= \mathbf{20.9\,\mu m}$$

रुक्षता का ग्रेड $= N_{11}$

सतह रुक्षता का R.M.S. मान

$$= \sqrt{\frac{25^2+20^2+25^2+15^2+22^2+18^2+23^2+20^2+24^2+17^2}{10}}$$

$$= \mathbf{21.1\,\mu m}$$

Scanned by CamScanner

प्रश्न 15. निम्नलिखित सूचना से रुक्षता का C.L.A. मान ज्ञात कीजिए। किसी सैम्पलिंग लम्बाई 0.8 mm के लिए एक ग्राफ × 15000 ऊर्ध्वाधर आवर्धन तथा × 100 क्षैतिज आवर्धन में खींचा गया है। आधार रेखा के ऊपर तथा नीचे बने क्षेत्रों के क्षेत्रफल हैं आधार रेखा के ऊपर : 160, 90, 180, 80 mm^2, आधार रेखा के नीचे : 65, 75, 160, 150 mm^2

हल C.L.A. के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है—

$$\text{C.L.A. मान} = \frac{\text{क्षेत्रफलों का योग}}{\text{सैम्पलिंग लम्बाई}} \times \frac{1000}{\text{ऊर्ध्वाधर स्केल}} \times \frac{1}{\text{क्षैतिज स्केल}}$$

अतः प्रश्नगत C.L.A. मान $= \frac{(160+90+180+80+65+75+160+150)\,mm^2}{0.8\,mm} \times \frac{1000}{15{,}000} \times \frac{1}{100}$

$$= \frac{960\,mm^2}{0.8\,mm} \times \frac{1000}{15{,}000} \times \frac{1}{100} = \mathbf{0.8\,\mu m}$$

6 विभिन्न प्रकार के यन्त्र

Various Types of Instruments

खण्ड 'अ' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. किसी गोलीय कार्यखण्ड का व्यास किसके द्वारा मापा जाता है?

उत्तर वर्नियर कैलीपर या माइक्रोमीटर द्वारा।

प्रश्न 2. सिलिण्डर की बाहरी वक्रता त्रिज्या का सूत्र लिखिए।

उत्तर सिलिण्डर की बाहरी वक्रता त्रिज्या, $R = \frac{(m-d)^2}{8d}$

प्रश्न 3. स्क्रू चूड़ी किसे कहा जाता है?

उत्तर किसी वक्र सतह के चारों ओर एकसमान काट के बने कुण्डलीदार ग्रूव को स्क्रू चूड़ी कहा जाता है।

प्रश्न 4. आन्तरिक चूड़ी किसे कहते हैं?

उत्तर किसी कार्यखण्ड की भीतरी सतह पर बनी चूड़ी आन्तरिक चूड़ी कहलाती है।

प्रश्न 5. फ्लैंक किसे कहते हैं?

उत्तर चूड़ी के शिखर तथा गर्त को मिलाने वाली सीधी सतह को फ्लैंक कहते हैं।

प्रश्न 6. बेस वृत्त किसे कहते हैं?

उत्तर वह वृत्त जहाँ से इनवोल्यूट वक्र आरम्भ होता है, बेस वृत्त कहलाता है।

प्रश्न 7. फिलेट किसे कहते हैं?

उत्तर गियर के डिडेन्डम वृत्त तथा दाँत के मध्य बनी त्रिज्या फिलेट कहलाती है।

प्रश्न 8. बैकलैश किसे कहते हैं?

उत्तर एक गियर को स्थिर रखकर पिच वृत्त की दिशा में दूसरे गियर का मुक्त विस्थापन बैकलैश कहलाता है।

प्रश्न 9. ब्रिज नियतांक की परिभाषा दीजिए।

उत्तर किसी व्हीटस्टोन ब्रिज के वास्तविक वोल्टेज आउटपुट तथा एक स्ट्रेन गेज की दशा में ब्रिज के वोल्टेज आउटपुट का अनुपात ब्रिज नियतांक कहलाता है।

प्रश्न 10. बल आघूर्ण का मापन किसकी सहायता से किया जाता है?

उत्तर बल आघूर्ण का मापन स्ट्रेन गेज की सहायता से किया जाता है।

खण्ड 'ब' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. कोण मापन की विभिन्न विधियों के नाम लिखिए।

अथवा **भौतिक मापों को मापने के लिए प्रयोग में लाये जाने वाले विभिन्न प्रकार के उपकरणों के नाम लिखिए।** **(2018)**

उत्तर कोण मापन की निम्नलिखित विधियाँ हैं—

1. वर्नियर बेवेल प्रोट्रैक्टर के द्वारा,
2. साइन बार के द्वारा,
3. साइन सेन्टर के द्वारा,
4. कोण स्लिप गेज के द्वारा,
5. स्पिरिट लेवल के द्वारा,
6. क्लीनोमीटर के द्वारा,
7. ऑटोकोलिमेटर के द्वारा।

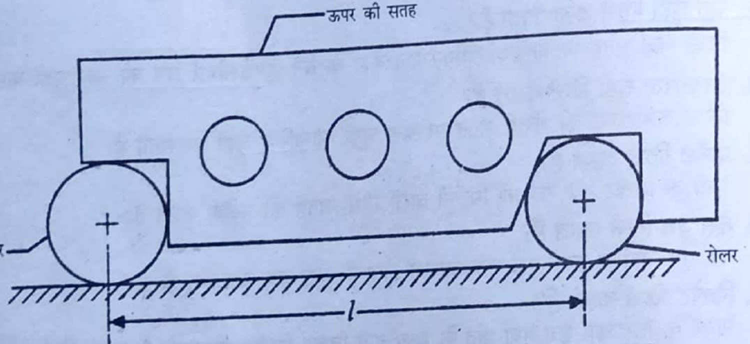
Scanned by CamScanner

प्रश्न 2. साइन बार क्या है? कोण मापन में इसका प्रयोग बताइए।

उत्तर साइन बार किसी समकोण त्रिभुज में लम्ब तथा कर्ण के अनुपात पर आधारित होता है। यदि लम्ब की ऊँचाई 'h' तथा कर्ण की लम्बाई 'l' हो तो समकोण त्रिभुज में,

$$\sin\theta = \frac{h}{l}$$

साइन बार स्वयं में पूर्ण मापन यन्त्र नहीं है। इसके साथ स्लिप गेज सेट तथा डायल इंडिकेटर या डायल गेज भी प्रयोग किए जाते हैं। साइन बार कठोर तथा ग्राइंड किया हुआ स्टील का एक 'बार' (bar) होता है जिसके नीचे 'दो रोलर' लगे होते हैं। दोनों रोलर के व्यास समान होते हैं। दोनों रोलर के अक्ष एक-दूसरे के समान्तर तथा ऊपर की सतह के भी समान्तर रहते हैं। साइन बार बाजार में रोलर की मध्य दूरियों के आधार पर मिलते हैं। दोनों रोलर के मध्य की दूरियाँ 100 mm, 200 mm तथा 300 mm रहती हैं। साइन बार की सभी मापन सतहों तथा रोलर की रुक्षता $0.2\,\mu m\, R_a$ या इससे भी कम रखी जाती है। रोलर के मध्य की दूरी शुद्धता के आधार पर साइन बार A व B दो ग्रेड में उपलब्ध होती हैं। ग्रेड A का साइन बार 0.01 mm/m तथा ग्रेड B का साइन बार 0.02 mm/m तक की शुद्धता रखता है। IS : 5359 – 1969 के अनुसार साइन बार की कई डिजाइन होती हैं; परन्तु नीचे चित्र 6.1 में दर्शाया गया साइन बार सर्वाधिक प्रयोग किया जाता है।



चित्र 6.1 साइन बार

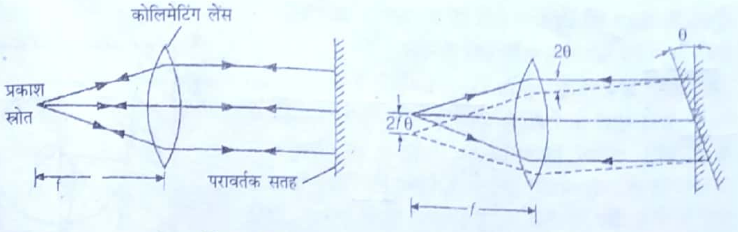
दर्शाए गए साइन बार में स्लिप गेज ब्लॉक दाहिने रोलर के नीचे लगाया जाता है। ऐसा करने से बायीं ओर साइन बार की सरफेस प्लेट के साथ फाउलिंग (fouling) की संभावना समाप्त हो जाती है।

प्रश्न 3. ऑटोकोलिमेटर क्या है? किसी एक ऑटोकोलिमेटर के सिद्धान्त और बनावट का स्वच्छ चित्र सहित वर्णन कीजिए। **(2011)**

अथवा **माइक्रॉप्टिक ऑटोकोलिमेटर की क्रियाविधि चित्र सहित समझाइए।**

उत्तर **ऑटोकोलिमेटर** Autocollimator यह एक प्रकाशीय उपकरण है जिसकी सहायता से सूक्ष्म कोण का मापन किया जाता है।

जब किसी कोलिमेटिंग लेंस (collimating lens) के फोकस पर प्रकाश स्रोत रख दिया जाता है, तो लेंस के अपवर्तन के पश्चात् प्रकाश किरणें लेंस के मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं। यदि मुख्य अक्ष के लम्बवत् कोई समतल परावर्तक (plane reflector) रखा हो तो किरणें परावर्तक पर अभिलम्बवत् आपाती होती हैं जिसके फलस्वरूप किरणें उसी रास्ते से वापस लेंस पर आपाती हो जाती हैं और अंत में पुन: फोकस पर केन्द्रित हो जाती हैं, चित्र 6.2 (a)।



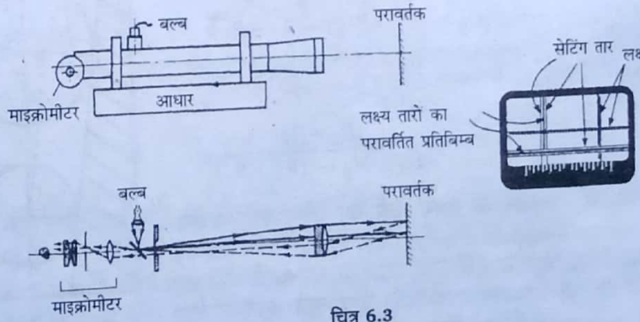
चित्र 6.2 (a) चित्र 6.2 (b)

माना परावर्तक सतह को θ कोण पर मामूली-सा झुका दिया जाता है, चित्र 6.2 (b)। अत: परावर्तक किरण दो गुने कोण 2θ पर मुड़ जाती है। जब परावर्तित प्रकाश पुंज लेंस पर पड़ता है तो वह अपवर्तित होकर फोकल तल में फोकस से कुछ नीचे प्रतिबिंब बनाता है। यदि लेंस की फोकस दूरी f हो तो प्रकाश स्रोत तथा उसका प्रतिबिम्ब एक-दूसरे से $(2f\theta)$ दूर स्थित होते हैं।

माइक्रॉप्टिक ऑटोकोलिमेटर Microptic Autocollimator माइक्रोप्टिक ऑटोकोलिमेटर की क्रिया विधि चित्र 6.3 में दर्शायी गयी है। यह यन्त्र एक प्रकार का टेलीस्कोप है जिसमें एक ओर बल्ब लगा रहता है तथा बल्ब से प्राप्त प्रकाश को समान्तर पुंज में परिवर्तित कर देता है।

बल्ब के सामने 45° कोण पर चाँदी की आंशिक पॉलिश की हुई प्लेट लगी रहती है। यह प्लेट बल्ब से प्राप्त प्रकाश को 90° कोण पर मोड़ देती है। प्रकाश पुंज के रास्ते में एक ऊर्ध्वाधर तथा एक क्षैतिज बारीक तार लगा रहता है। दोनों तार अभिदृश्यक कोलिमेटिंग लेंस के फोकस तल में स्थित होते हैं। इसलिए दोनों तार का प्रतिबिंब अनंत पर बनाने के लिए, अपवर्तन के पश्चात् प्रकाश किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं। परंतु लेंस के सम्मुख रखे हुए परावर्तक से किरणे परावर्तित होकर पुन: लेंस पर आपाती होती हैं। लेंस से अपवर्तित किरणें पुन: फोकल तल पर लक्ष्य तारों (target wires) का प्रतिबिंब बनाती हैं। यदि परावर्तक सतह लेंस के प्रमुख अक्ष के लम्बवत् है तो तारों का प्रतिबिंब तारों पर संपाती हो जाता है। अर्थात् तारों का प्रतिबिंब नहीं दिखायी पड़ेगा। परंतु यदि परावर्तक सतह मुख्य अक्ष हल्की सी भी मुड़ी है तो लक्ष्य तारों का प्रतिबिंब तारों से अलग तथा स्पष्ट दिखायी पड़ने लगता है।

अब यदि परावर्तक को और मोड़ा जाए तो प्रतिबिंब तद्नुपात विस्थापित हो जाता है। माइक्रोप्टिक ऑटोकोलिमेटर का परास 10 मिनट होता है। यन्त्र के साथ लगे माइक्रोमीटर पर बने एक भाग से 0.1 सेकण्ड की शुद्धता तक की माप की जा सकती है। लक्ष्य तारों के बने प्रतिबिंब का विस्थापन ज्ञात करने के लिए ऑटोकोलिमेटर में माइक्रोमीटर-माइक्रोस्कोप की व्यवस्था रहती है। यन्त्र की नेत्रिका में दो क्षैतिज तथा दो ऊर्ध्वाधर समान्तर रेखाएँ बनी रहती हैं। इन रेखाओं को यन्त्र के साथ लगे माइक्रोमीटर द्वारा विस्थापित किया जाता है। सर्वप्रथम समान्तर रेखाओं को लक्ष्य तारों के समान्तर कर लिया जाता है। तत्पश्चात् रीडिंग लेने के लिए माइक्रोमीटर की सहायता से समान्तर रेखाओं को प्रतिबिंब तारों के समान्तर व्यवस्थित कर दिया जाता है। स्केल के द्वारा 1/2 मिनट तक का मान पढ़ा जा सकता है।



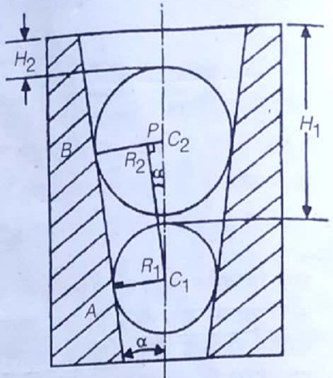
चित्र 6.3

Scanned by CamScanner

प्रश्न 4. टेपर के मापन की विभिन्न विधियों का उल्लेख कीजिए।

उत्तर टेपर के मापन की विभिन्न विधियाँ निम्नांकित हैं—

1. **छोटे छिद्रों के टेपर का मापन** Measurement of Small Taper Holes छोटे छिद्रों के टेपर का मापन करने के लिए भिन्न साइज के दो गोले, वर्नियर हाइट गेज तथा फ्लैट सम्पर्क बिन्दु वाले डायल गेज की आवश्यकता होती है। सर्वप्रथम R_1 त्रिज्या के छोटे गोले को टेपर छिद्र के भीतर धीरे से डालकर उसके उच्चतम बिन्दु से टेपर छिद्र की ऊपरी सतह की ऊँचाई H_1 ज्ञात कर लेते हैं। अब छोटे गोले को निकालकर बड़े गोले को डालकर ऊँचाई H_2 ज्ञात कर ली जाती है। रेखाएँ C_1A तथा C_2B टेपर सतहों पर लम्बवत् त्रिज्याएँ R_1 तथा R_2 हैं। C_2B पर C_1 से लम्ब C_1P डालने पर कोण $\angle PC_1C_2$ का मान टेपर कोण α के बराबर होता है।



चित्र 6.4 (a)

अत: ΔC_1C_2P में दोनों गोलों की केन्द्रीय दूरी,

$$C_1C_2 = H_1 - H_2 - R_2 + R_1$$

या $$C_1C_2 = (H_1 - H_2) - (R_2 - R_1)$$

तथा $$C_2P = C_2B - PB$$

या $$C_2P = C_2B - C_1A$$

या $$C_2P = R_2 - R_1$$

अत: समकोण ΔC_1C_2P में टेपर कोण,

$$\sin\alpha = \frac{C_2P}{C_1C_2}$$

या $$\sin\alpha = \frac{R_2 - R_1}{(H_1 - H_2) - (R_2 - R_1)}$$

टेपर कोण के मान का दो गुना (2α) छिद्र के शंकु कोण (cone angle) के बराबर होता है।

चित्र 6.4 (b) में दर्शायी गयी व्यवस्था के अनुसार यदि बड़ा गोला टेपर छिद्र की ऊपरी सतह से बाहर दिखता है तो गोलों की केन्द्रीय दूरी,

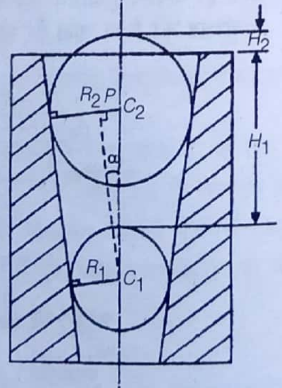
$$C_1C_2 = H_1 + H_2 - R_2 + R_1$$

या $$C_1C_2 = (H_1 + H_2) - (R_2 - R_1)$$

अत: टेपर कोण, $$\sin\alpha = \frac{C_2P}{C_1C_2}$$

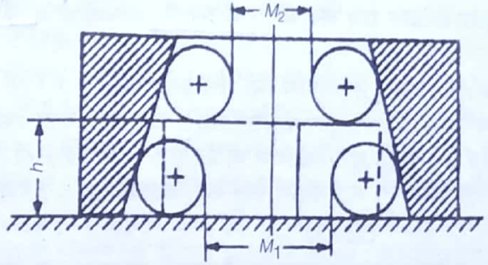
या $$\sin\alpha = \frac{R_2 - R_1}{(H_1 + H_2) - (R_2 - R_1)}$$

2. **मध्यम तथा बड़े आकार के टेपर छिद्र का कोण ज्ञात करना** Measurement of Medium and Large Taper Holes मध्यम तथा बड़े टेपर छिद्रों का टेपर ज्ञात करने के लिए समान आकार के दो गोले तथा स्लिप गेज सेट की आवश्यकता होती है। टेपर ज्ञात करने के लिए अवयव (component) को बड़े छिद्र की ओर से सरफेस प्लेट पर रख



चित्र 6.4 (b)

देते हैं। दोनों को टेपर सतह के साथ एक-दूसरे के विपरीत रख देते हैं। अब गोलों के मध्य की दूरी M_1 स्लिप गेज सेट की सहायता से ज्ञात कर ली जाती है।

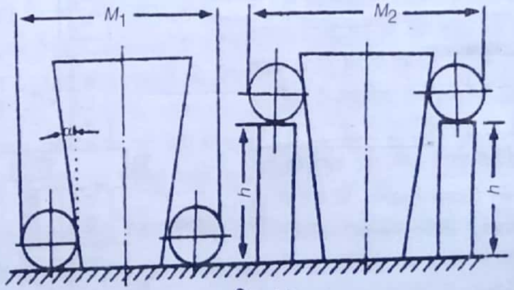


चित्र 6.5

इसके पश्चात् दो समान ऊँचाई के दो स्लिप गेज ब्लॉक बनाकर छिद्र के भीतर एक-दूसरे के समाने रख दिए जाते हैं। दोनों गोलों को स्लिप गेज ब्लॉक के ऊपर रखकर इनके मध्य की दूरी M_2 स्लिप गेज सेट की सहायता से ज्ञात कर ली जाती है। यदि स्लिप गेज ब्लॉक की ऊँचाई h हो, तो टेपर कोण का मान,

$$\tan\alpha = \frac{M_1 - M_2}{2h}$$

3. **टेपर शाफ्ट का मापन** Measurement of Taper Shaft 100 mm लम्बी टेपर शाफ्ट का टेपर कोण मापन करने के लिए समान व्यास के दो गोले, स्लिप गेज सेट तथा माइक्रोमीटर की आवश्यकता होती है। सर्वप्रथम टेपर शाफ्ट को उसके छोटे व्यास की ओर से सरफेस प्लेट पर रख देते हैं। अब दोनों गोलों को शाफ्ट पर एक-दूसरे के विपरीत रख देते हैं। माइक्रोमीटर की सहायता से गोलों की बाहरी माप M_1 ज्ञात कर लेते हैं। इसके पश्चात् समान ऊँचाई h के दो स्लिप गेज ब्लॉक बना शाफ्ट के समीप रख देते हैं। दोनों गोलों को पुन: स्लिप गेज ब्लॉक के ऊपर रखकर गोलों की बाहरी माप M_2 ज्ञात कर लेते हैं। यदि शाफ्ट का टेपर कोण α हो, तो



चित्र 6.6

$$\tan\alpha = \frac{M_2 - M_1}{2h}$$

प्रश्न 5. लम्बाई, गहराई एवं ऊँचाई जैसी भौतिक मापों को मापने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले विभिन्न प्रकार के उपकरणों के नाम लिखिए। स्वच्छ चित्र की सहायता से व्याख्या भी कीजिए। (2016)

उत्तर लम्बाई मापक यन्त्र Length Measuring Instruments जॉब की लम्बाई मापने के लिए विभिन्न प्रकार के यन्त्रों का प्रयोग किया जाता है। इनके लिए अलग-अलग धातुओं का प्रयोग किया जाता है तथा इनकी लम्बाइयाँ भी अलग-अलग होती हैं। कुछ साधारण मापक यन्त्र अग्रलिखित हैं—

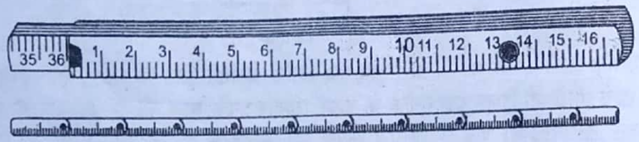
Scanned by CamScanner

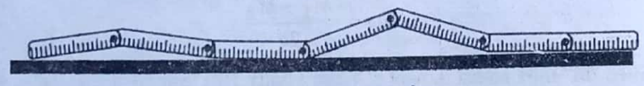
1. रूल (Rule), 2. स्टील रूल (Steel rule), 3. स्टील टेप (Steel tape) तथा 4. स्केल (Scale)।

1. **रूल** Rule रूल अधिकतर लकड़ी के प्रयोग किए जाते हैं जिन पर इंचों या सेमी में निशान बने होते हैं। कभी-कभी धातु के रूप भी प्रयुक्त किए जाते हैं। इनके द्वारा जॉब की लम्बाई सूक्ष्मता (accuracy) से नहीं मापी जा सकती। ये निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(i) सीधे रूल (Straight rule) तथा (ii) फोल्डिंग रूल (Folding rule)

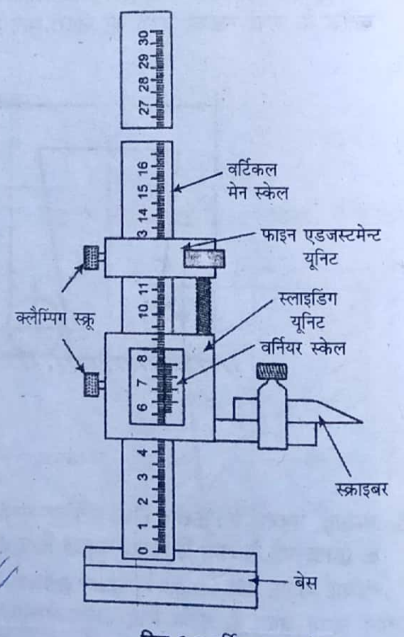
सीधे रूल की सामान्य मापक क्षमता के तुल्य फोल्डिंग रूल 1 मीटर या 2 मीटर तक लम्बाई माप सकते हैं, परन्तु इनको फोल्ड करके 15 सेमी या 30 सेमी तक किया जा सकता है। ये भी लकड़ी या किसी अन्य मृदु शाफ्ट धातु के बने होते हैं। इनका प्रयोग अधिकतम कारपेन्टर या पैटर्न मेकर करते हैं। चित्र 6.7 में एक फोल्डिंग रूल दर्शाया गया है। चित्र 6.7 (a), (b) में उसको प्रयोग करने की सही विधि भी दर्शायी गई है।


(a) मापन का सही तरीका


(b) मापन का गलत तरीका

चित्र 6.7 फोल्डिंग रूल

2. **वर्नियर हाइट गेज** Vernier Height Gauge वर्नियर हाइट गेज का प्रयोग कार्यशाला में जॉब बनाते समय उसकी ऊँचाई मापने के लिए या मार्किंग करते समय किया जाता है। इसके द्वारा मीट्रिक प्रणाली में 0.02 मिमी एवं ब्रिटिश प्रणाली में 0.001″ तक सूक्ष्म माप में मार्किंग कर सकते हैं। जॉब की मार्किंग करते समय आमतौर पर मार्किंग ब्लॉक का ही प्रयोग किया जाता है, परन्तु जब किसी मार्किंग को अधिक-से-अधिक शुद्धता में करना हो तो हम वर्नियर हाइट गेज का ही प्रयोग करते हैं; क्योंकि इसमें ऑफसैट स्क्राइबर को गेज की अल्पतम माप (least count) के बराबर ही मूवमेन्ट (movement) प्रदान की जा सकती है, जबकि मार्किंग ब्लॉक में स्केल की सहायता से केवल $\frac{1''}{64}$ तक सूक्ष्म माप या 0.5 मिमी तक ही सूक्ष्मता प्रदान कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त मार्किंग ब्लॉक का प्रयोग करते समय स्केल को सदैव सीधा लम्ब रूप में खड़ा करना अनिवार्य है, जबकि वर्नियर हाइट गेज में इसकी मेन स्केल, बेस पर लम्ब रूप में फिट रहती है। इसमें स्लाइडिंग जॉ (sliding jaw) पर एक स्ट्रेट स्क्राइबर फिट होता है। इसी स्लाइडिंग जॉ पर ऑफसैट या स्ट्रेट स्क्राइबर लगाकर मार्किंग एवं ऊँचाई मापने का कार्य भी करते हैं।

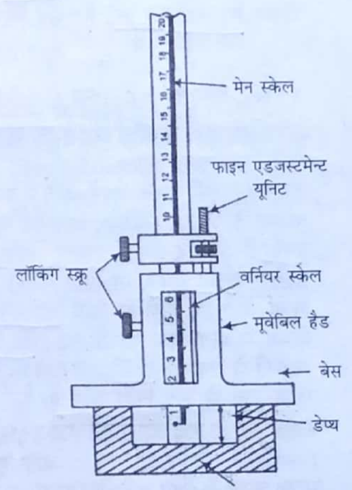


चित्र 6.8 वर्नियर हाइट गेज

मार्किंग करते समय इस बात का ध्यान रखते हैं कि मार्किंग सरफेस प्लेट पर की जाए। ऑफसैट स्क्राइबर को सैट करने के पश्चात् स्लाइडिंग जॉ को नीचे लाकर वर्नियर स्केल की जीरो लाइन को मेन स्केल की जीरो लाइन से मिलाते हैं। इस सैटिंग पर ऑफसैट स्क्राइबर का पेंदा सरफेस प्लेट से मिल जाना चाहिए। अगर स्ट्रेट स्क्राइबर होगा तो वह किसी निश्चित ऊँचाई तक रुक जाएगा और सरफेस प्लेट से नहीं मिलेगा। उस निश्चित ऊँचाई से कम ऊँचाई की मार्किंग नहीं की जा सकती जिसके लिए उपरोक्त बताई विधि के साथ एक एंगिल प्लेट भी प्रयोग की जाती है। इसका प्रयोग आमतौर पर डाई प्लेट, टेम्प्लेट तथा ऐसे जॉबों पर मार्किंग करते समय किया जाता है, जहाँ अधिक-से-अधिक मार्किंग में शुद्धता की आवश्यकता हो। मार्किंग करते समय जॉब की सतह पर कॉपर सल्फेट की एक परत (layer) लगाई जाती है जिससे प्रत्येक मार्किंग लाइन भली-भाँति नजर आ सके। छोटे-छोटे जॉब जिन्हें मार्किंग के समय पकड़ने की आवश्यकता हो, उन्हें हाथ से न पकड़कर एक एंगल प्लेट पर टूल मेकर क्लैम्पों की सहायता से सैट कर लिया जाता है जिससे मार्किंग सुविधापूर्वक की जा सके।

3. **वर्नियर डैप्थ गेज** Vernier Depth Gauge साधारण वर्नियर कैलीपर्स में भी एक गहराई मापने के लिए स्ट्रिप लगी होती है। ठीक उसी प्रकार की संरचना का एक वर्नियर डैप्थ गेज होता है जिसको हम किसी जॉब की गहराई या उसके बोर (bore) की लम्बाई मापने के काम में लाते हैं। अन्य वर्नियर कैलीपरो के समान उसकी अल्पतम माप (least count) भी 0.001″ या 0.02 मिमी होती है तथा इसकी रीडिंग लेने का तरीका भी समान है।

वर्नियर डैप्थ गेज के हैड में ही एक बेस जुड़ा होता है जिसमें एक मोटी स्टील स्ट्रिप का बना हुआ स्टील रूल स्लाइड करता है। इस स्टील रूल पर मिमी या इंचों में मार्किंग की गई होती है। हैड के साथ में एक फाइन एडजस्टमेन्ट यूनिट लगी होती है जिसको किसी भी स्थान पर लॉक (lock) करने के लिए एक क्लैम्पिंग स्क्रू लगा होता है। किसी जॉब की गहराई मापने के लिए हैड में लगे बेस (base) को हम जॉब के फेस (face) पर टिकाकर रखते हैं। अब मेन स्केल वाली स्ट्रिप को हैड के अन्दर से धकेलकर जॉब की कैविटी (cavity) या गहराई में अन्दर तक जाने देते हैं। जहाँ यह ध्यान रखना आवश्यक है कि डैप्थ गेज का बेस, जॉब के फर्श के ऊपर न उठे। अब वर्नियर स्केल की माप लेकर उसे अल्पतम माप से गुणा करके, मेन स्केल की माप में जोड़ लेते हैं। इस प्रकार डैप्थ गेज से किसी भी जॉब की गहराई मापी जा सकती है।

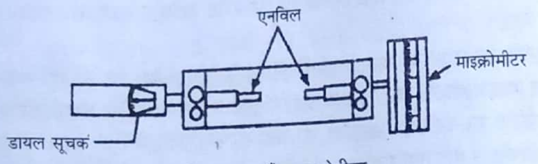


चित्र 6.9 वर्नियर डेप्थ गेज

प्रश्न 6. बाह्य चूड़ी तथा आंतरिक चूड़ी के दीर्घ तथा लघु व्यास का मापन करने की विधि समझाइए।
अथवा **आंतरिक चूड़ी के लघु व्यास का मापन आप किस प्रकार करेंगे?** **(2013, 14)**

उत्तर **बाह्य चूड़ी के दीर्घ व्यास का मापन** Measurement of Major Diameter of External Thread बाह्य चूड़ी का दीर्घ व्यास नापने के लिए वर्नियर कैलिपर का प्रयोग किया जा सकता है। दीर्घ व्यास का सूक्ष्म मापन करने के लिए कोई भी रेखीय मापन यन्त्र; जैसे—बाह्य माइक्रोमीटर, तुलनित्र-स्लिप गेज संयोजन तथा टूल मेकर माइक्रोस्कोप का प्रयोग भी किया जा सकता है। इस मापन प्रक्रिया में यह ध्यान रखें कि मापन यन्त्र का एक एनविल या दोनों एनविल चूड़ी के शीर्ष पर स्पर्श करते हों। किसी असुविधा होने पर एनविल के नीचे स्लिप गेज लगा दी जाती है जिससे एनविल का सम्पर्क के अक्ष के लम्बवत् रहना चाहिए।

Scanned by CamScanner



चित्र 6.10 बैंच माइक्रोमीटर

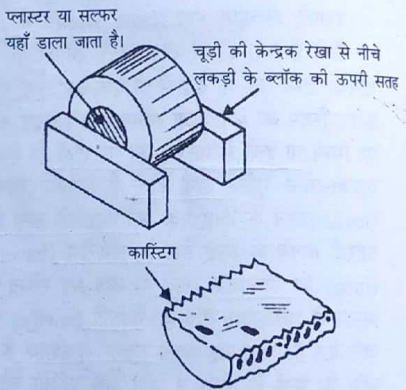
चूड़ी के दीर्घ व्यास का मापन अधिक परिशुद्धता के साथ करने के लिए बैंच माइक्रोमीटर (bench micrometer) का भी प्रयोग किया जाता है। बैंच माइक्रोमीटर में एक बड़ा माइक्रोमीटर शीर्ष लगा रहता है जो 0.0002 mm तक का मान पढ़ सकता है। इसमें मापन की दो एनविल होती हैं। एक एनविल माइक्रोमीटर से जुड़ी रहती है तथा दूसरी एनविल एक सूचक से जुड़ी रहती है। सूचक के द्वारा मापन बल सदैव नियत रहता है जिससे मापन प्रक्रिया व्यक्ति की कार्य-कुशलता (skill) से प्रभावित नहीं होती है।

यह यन्त्र तुलनित्र की तरह कार्य करता है। सर्वप्रथम स्लिप गेज या मानक सिलिण्डर की सहायता से यन्त्र की मापन एनविल सेट पर माइक्रोमीटर रीडिंग R_1 नोट कर ली जाती है। अब सिलिण्डर के स्थान पर अवयव को लगा माइक्रोमीटर रीडिंग R_2 नोट कर लेते हैं। यदि स्लिप गेज या मानक सिलिण्डर का व्यास S है तो

$$\text{चूड़ी का दीर्घ व्यास} = S \pm (R_1 \text{ तथा } R_2 \text{ का अन्तर})$$

(+ve), यदि $R_2 > R_1$ तथा (−ve) यदि $R_1 > R_2$.

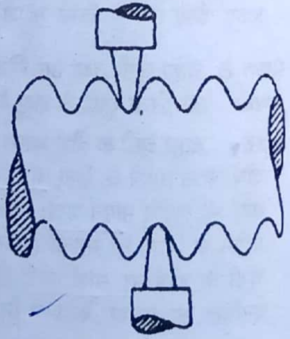
आंतरिक चूड़ी के दीर्घ व्यास का मापन Measurement of Major Diameter of Internal Thread आंतरिक चूड़ी के दीर्घ व्यास का मापन करना अपने-आप में एक लम्बी प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया के अंतर्गत सर्वप्रथम आंतरिक चूड़ी की कास्टिंग बनायी जाती है जिसके लिए प्लास्टर ऑफ पेरिस (plaster of paris), डेन्टल वैक्स (dental wax) या सल्फर का प्रयोग किया जाता है। चूड़ी के मध्य कास्टिंग पदार्थ सावधानीपूर्वक त्रिज्या से थोड़ा कम गहराई तक रखा जाता है जिससे कि उसे आसानी से निकाला जा सके। निकाले गए कास्ट को किसी रेखीय मापन-यन्त्र से जाँच लिया जाता है।



चित्र 6.11 आंतरिक चूड़ी के लिए कास्टिंग

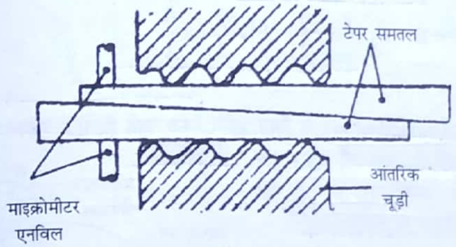
बाह्य चूड़ी के लघु व्यास का मापन Measurement of Minor Diameter of External Thread बाह्य चूड़ी के लघु व्यास का मापन करने के लिए माइक्रोमीटर प्रयोग किया जाता है। इसके लिए ऐसे माइक्रोमीटर का प्रयोग किया जाता है जिसके एनविल V-आकार के हों (देखें चित्र 6.12)। इनके प्रयोग से चूड़ी के लघु व्यास का मान यथार्थ तथा 0.001 mm शुद्धता तक ज्ञात हो जाता है। इसके अतिरिक्त टूल मेकर माइक्रोस्कोप की सहायता से भी चूड़ी का लघु व्यास ज्ञात किया जा सकता है।

आंतरिक चूड़ी के लघु व्यास का मापन Masurement of Minor Diameter of Internal Thread छोटी आंतरिक चूड़ियों का लघु व्यास ज्ञात करने के लिए 'टेपर-पैरेलल्स' (taper-parallels) का प्रयोग किया जाता है। टेपर-पैरेलल्स को एक-दूसरे पर सरकाते हुए चूड़ी के भीतर समायोजित किया जाता है। यह समायोजन तब तक व्यवस्थित किया जाता है जब तक कि दोनों टेपर-पैरेलल्स, चूड़ी के लघु-व्यास के साथ ठोस सम्पर्क नहीं बना लेते हैं [चित्र 6.13(a)]।

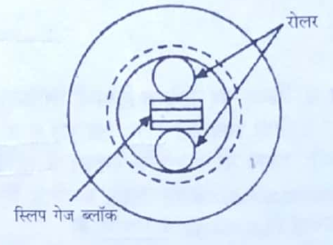

चित्र 6.12 लघु व्यास

अब माइक्रोमीटर की सहायता से, इसकी अवस्था में, टेपर-पैरेलल्स की मोटाई ज्ञात कर लेते हैं। 'यह' लघु व्यास की माप है।

बड़ी आंतरिक चूड़ी वाले अवयव के लघु व्यास मापन की व्यवस्था चित्र 6.13 (b) में दर्शायी गयी है। इसमें समान व्यास के दो मानक रोलर तथा स्लिप गेज सेट की आवश्यकता पड़ती है। दोनों रोलर को चूड़ी की सतह (लघु व्यास) से स्पर्श कराकर उनके मध्य का गैप स्लिप गेज ब्लॉक बनाकर ज्ञात कर लिया जाता है। यदि रोलर का व्यास d तथा स्लिप गेज ब्लॉक की मोटाई h है तो आंतरिक चूड़ी का लघु व्यास $= 2d + h$



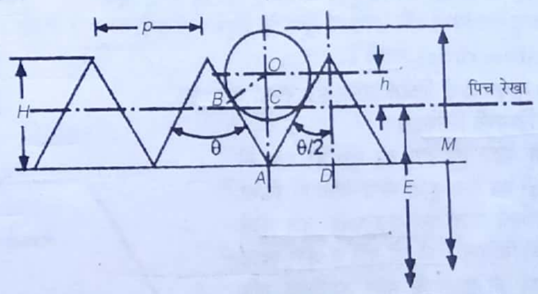
चित्र 6.13 (a)



चित्र 6.13 (b)

प्रश्न 7. स्क्रू चूड़ी का प्रभावी व्यास निकालने की तीन तार विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।

उत्तर दो तार विधि में माइक्रोमीटर के एनविल तथा स्पिडल की सतहें एक-दूसरें के सामने नहीं आ पाती हैं जिस कारण उनकी अक्ष चूड़ी के अक्ष के लम्बवत् नहीं रह पाती है। यह त्रुटि का एक स्रोत है। इस त्रुटि को दूर करने के लिए समान व्यास की तीन तार विधि का प्रयोग किया जाता है। चित्र 6.14 से स्पष्ट है कि चूड़ी तथा माइक्रोमीटर की अक्ष एक-दूसरे के लम्बवत् हैं।



चित्र 6.14 तीन तार विधि

माना, d = तार का व्यास, r = तार की त्रिज्या, θ = चूड़ी कोण,

H = चूड़ी की गहराई, E = पिच का व्यास या प्रभावी व्यास, M = तारों के ऊपर का व्यास।

समकोण ΔOAB में, $$\frac{OB}{OA} = \sin\frac{\theta}{2}$$

या $$OA = r\,\mathrm{cosec}\frac{\theta}{2}$$

समकोण ΔADF में, $$H = AD\cot\frac{\theta}{2} = \frac{p}{2}\cot\frac{\theta}{2}$$

Scanned by CamScanner

परंतु $CA = \frac{H}{2} = \frac{p}{4}\cot\frac{\theta}{2}$, इसलिए $h = OA - CA$

या $h = r\,\text{cosec}\frac{\theta}{2} - \frac{p}{4}\cot\frac{\theta}{2}$

तारों के ऊपर का व्यास, $M = E + 2h + 2r$

या $M = E + 2r\,\text{cosec}\frac{\theta}{2} - \frac{p}{2}\cot\frac{\theta}{2} + 2r$

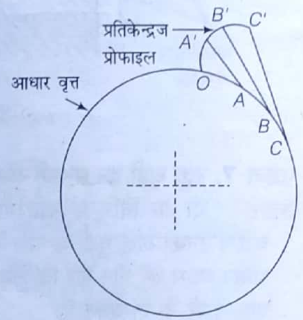
या $M = E + d\left(\text{cosec}\frac{\theta}{2} + 1\right) - \frac{p}{2}\cot\frac{\theta}{2}$

प्रश्न 8. गियर पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

उत्तर गियर समान्यता शक्ति तथा गति से पारेषण (transmission) के लिए प्रयोग किए जाते हैं। एक शाफ्ट की गति दूसरी शाफ्ट पर गियरों के माध्यम से पारेषित होती है। गति की एकरूपता (uniformness) बनाये रखने के लिए गियर के ज्यामितीय आकार की यथार्थता (accuracy) आवश्यक है।

गियर दो प्रकार के होते हैं— (i) स्पर गियर (Spur gear), (ii) हेलिकल गियर (Helical gear)।

इनमें स्पर गियर सरल एवं अधिक उपयोगी होते हैं। इन गियरों के दाँते, गियर अक्ष के समान्तर होते हैं। इनके दाँतों का आकार प्रतिकेन्द्रज (involute) के समान होता है। प्रतिकेन्द्रज वक्र ऐसे बिन्दु का पथ है जो एक सरल रेखा का सिरा है और एक वृत्त के चारों ओर घूमता है। चित्र 6.15 में दाँते का प्रतिकेन्द्रज दिखाया गया है। इसमें AA' BB' CC' आदि वृत्त पर स्पर्श-रेखाएँ हैं, जो क्रमश: वक्र OA, OB तथा OC के बराबर हैं। बिन्दु O का बिन्दुपथ OA' B' C' एक प्रतिकेन्द्रज वक्र है। बिन्दु पथ गियर दाँते के पार्श्व-पृष्ठ के अनुरूप होता है। इस वृत्त को आधार वृत्त (base circle) कहते हैं।



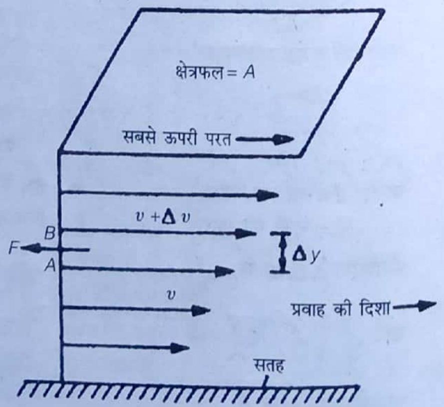
चित्र 6.15 दाँतों का प्रतिकेन्द्रक

प्रश्न 9. श्यानता का मापन कैसे किया जाता है? स्पष्ट कीजिए।

अथवा **श्यानता पर टिप्पणी लिखिए।** **(2013)**

उत्तर श्यानता किसी बहते हुए द्रव का गुण है। द्रव को विभिन्न परतों (layers) का बना हुआ माना जाता है। किसी बहते हुए द्रव की विभिन्न परतों के मध्य घर्षण बल कार्य करता है जिससे द्रव की विभिन्न परतों की गति में अंतर रहता है। दूसरे शब्दों में, द्रव की परतों के मध्य आपेक्षिक गति (relative motion) रहती है। द्रव की वह परत, जो सतह के सम्पर्क में रहती है, उसका वेग शून्य होता है, जबकि सतह से ऊपर बढ़ने पर द्रव की परतों का वेग बढ़ता जाता है। इस प्रकार प्रत्येक नीचे वाली परत अपने ऊपर वाली परत को रोकने का प्रयास करती है।

अत: द्रव का वह गुण, जिसके कारण द्रव की विभिन्न परतें एक-दूसरे पर आंतरिक घर्षण बल लगाकर रोकने का प्रयास करती हैं, श्यानता कहलाता है। स्थिर द्रव की श्यानता शून्य होती है।



चित्र 6.16 वेग प्रवणता

श्यानता गुणांक Coefficient of Viscosity माना कोई द्रव किसी सतह के ऊपर बह रहा है। द्रव परतों के रूप में बहता है। द्रव की सबसे निचली परत का वेग शून्य है, जबकि सबसे ऊपरी परत का वेग अधिकतम है (देखें चित्र 6.16)। द्रव की दो परतें A तथा B पर विचार कीजिए। परत A का वेग v है जबकि Δy ऊपर स्थित परत B का वेग Δv बढ़कर $v + \Delta v$ हो जाता है। चूँकि Δy दूरी पर स्थित परत की वेग वृद्धि Δv है तो इकाई दूरी पर हुई वेग वृद्धि $\frac{\Delta v}{\Delta y}$ होगी। इकाई दूरी पर हुई वेग वृद्धि को वेग प्रवणता (velocity gradient) कहते हैं। परत A, परत B को स्पर्शरेखीय श्यान बल (tangential viscous force) द्वारा रोकने का प्रयास करती है। यदि प्रत्येक परत का क्षेत्रफल A हो, तो स्पर्शरेखीय

$F \propto A$ [क्षेत्रफल A]

तथा $F \propto \frac{\Delta v}{\Delta y}$ [वेग प्रवणता $\frac{\Delta v}{\Delta y}$]

या $F \propto A\frac{\Delta v}{\Delta y}$

अत: $F = \eta A\frac{\Delta v}{\Delta y}$

जहाँ η एक नियतांक है जिसे श्यानता गुणांक कहते हैं। ऋण चिह्न यह बताता है कि श्यान बल की दिशा वेग की दिशा के विपरीत होती है।

श्यानता गुणांक (η) की परिभाषा समीकरण से,

$$\eta = -\frac{F}{A}\frac{1}{\Delta v/\Delta y}$$

यदि $A = 1$ मीटर^2 तथा $\frac{\Delta v}{\Delta y} = \frac{1\text{ मीटर/सेकण्ड}}{\text{मीटर}}$

अत: श्यानता गुणांक का मान एकांक क्षेत्रफल की दो परतों के मध्य एकांक वेग प्रवणता उत्पन्न करने के लिए आवश्यक स्पर्शरेखीय श्यान बल के बराबर होता है।

S.I. मात्रक,

$$\eta = -\frac{F}{A}\frac{1}{\Delta v/\Delta y} = -\frac{F}{A}\frac{\Delta y}{\Delta v}$$

$$= \frac{\text{न्यूटन}}{\text{मीटर}^2} \times \frac{\text{मीटर}}{\text{मीटर/सेकण्ड}}$$

$$= \frac{\text{न्यूटन}}{\text{मीटर}^2} \times \text{सेकण्ड या } \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \text{s}$$

= पास्कल-सेकण्ड या Pa-s

C.G.S. मात्रक,

$$\eta = \frac{\text{डाइन} \times \text{सेकण्ड}}{\text{सेमी}^2} = \text{प्वाइज (poise)}$$

S.I. मात्रक तथा C. G. S. मात्रक में सम्बन्ध

$$1 \text{ पास्कल-सेकण्ड} = 10^5 \frac{\text{डाइन} \times \text{सेकण्ड}}{10^4 \text{ सेमी}^2} = 10 \text{ प्वाइज}$$

या $$1 \text{ प्वाइज} = \frac{1}{10} \text{ पास्कल-सेकण्ड}$$

Scanned by CamScanner

विमीय सूत्र $\eta = \frac{F\Delta y}{A\Delta v} = \frac{[MLT^{-2}]}{[L^2]} \times \frac{[L]}{[LT^{-1}]}$

$= [ML^{-1}T^{-1}]$

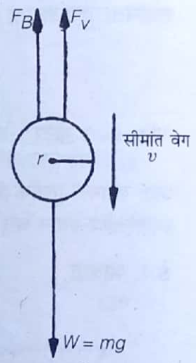
श्यानता पर तापमान का प्रभाव तापमान बढ़ने पर द्रव (liquid) की श्यानता घटती है। गैसों की श्यानता गैस के अणुओं की गति (molecular motion) के कारण होती है। चूँकि तापमान बढ़ने पर अणुओं की गति भी बढ़ती है, इसलिए तापमान बढ़ने पर गैसों की श्यानता बढ़ती है।

प्रश्न 10. स्टोक के नियम को स्पष्ट रूप से समझाइए।

उत्तर **स्टोक का नियम** Stoke's Law माना एक छोटी गोलाकार (small spherical) गोली किसी श्यान द्रव में गिर रही है। अत: गोली के सम्पर्क में आने वाली द्रव परतें (liquid layers) गतिमान होती जाती हैं, परंतु गोली से दूर स्थित द्रव परतें विराम में रहती हैं। इस कारण द्रव की विभिन्न परतों के मध्य सापेक्ष गति (relative motion) उत्पन्न हो जाती है जिसके फलस्वरूप परतों के मध्य 'प्रतिरोधी श्यान बल' (resistive viscous force) उत्पन्न हो जाता है। यह बल गोली की गति का विरोध करता है। यदि गोली की त्रिज्या r, द्रव का श्यानता गुणांक η तथा किसी क्षण गोली का वेग v हो तो स्टोक के अनुसार गोली पर लगने वाला प्रतिरोधी श्यान बल,

$$F_V = 6\pi\eta r v$$

सीमांत वेग Terminal Velocity पृथ्वी के गुरुत्वीय त्वरण के कारण गोली का वेग बढ़ता रहता है जिसके फलस्वरूप गोली पर लगने वाले श्यान बल (F_V) का मान भी बढ़ता जाता है। किसी क्षण पर गोली पर लगने वाला तुल्य बल (net force) शून्य हो जाता है तथा गोली अधिकतम वेग प्राप्त कर लेती है। अब गोली का तुल्य त्वरण (net acceleration) भी शून्य हो जाता है तथा गोली एकसमान अधिकतम वेग से गति करने लगती है जिसे गोली का 'सीमांत वेग' कहते हैं।



चित्र 6.17

उपरोक्त तथ्यों से स्पष्ट है कि गोली द्वारा द्रव में गिरते हुए सीमांत वेग प्राप्त कर लेने पर गोली का त्वरण शून्य हो जाता है अर्थात् गोली पर लगने वाला कुल बल शून्य हो जाता है।

यदि ρ = गोली के पदार्थ का घनत्व तथा V = गोली का आयतन $= \frac{4}{3}\pi r^3$ हो तो

गोली का भार, $W = mg = \rho \times V \times g$

या $W = \rho \times \frac{4}{3}\pi r^3 \times g$

यदि द्रव (माध्यम-medium) का घनत्व ρ_m हो तो द्रव के कारण गोली पर ऊपर की ओर लगने वाला उत्प्लावन बल (buoyant force),

F_B = गोली का आयतन × द्रव का घनत्व × g

या $F_B = \frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho_m \times g$

यदि गोली का सीमांत वेग v हो, तो द्रव के कारण प्रतिरोधी बल,

$$F_V = 6\pi\eta r v$$

चूँकि गोली एकसमान वेग (सीमांत वेग) से गिर रही है, इसलिए गोली का तुल्य त्वरण शून्य है। अत: गोली पर लगने वाले बलों के परिणामी का मान शून्य होगा। इस स्थिति में

$$F_B + F_V = W$$

या $\frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho_m \times g + 6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho \times g$

या $6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho_m) g$

या $v = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3(\rho - \rho_m)g}{6\pi\eta r}$

या $v = \frac{2}{9}\frac{r^2(\rho - \rho_m)g}{\eta}$ ...(i)

प्रयोगशाला में गोली का सीमांत वेग ज्ञात कर लिया जाता है।

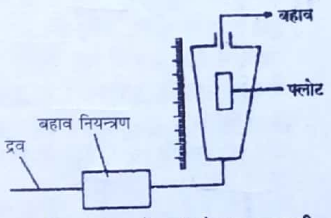
$v = \frac{\text{गोली का विस्थापन}}{\text{समय}}$

इस प्रकार समीकरण (i) की सहायता से श्यानता गुणांक का मान किया जा सकता है। अत:

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2(\rho - \rho_m)g}{v}$$

प्रश्न 11. फ्लोट व कोन श्यानतामापी की कार्यविधि समझाइए। **(2011, 13)**

उत्तर यदि रोटामीटर के फ्लोट को इस प्रकार डिजाइन किया जाए कि वह श्यानता के लिए सुग्राही हो जाए तो रोटामीटर से द्रव की श्यानता ज्ञात की जा सकती है। इसलिए फ्लोट के नीचे वाले भाग का क्षेत्रफल अधिक रखा जाता है तथा ऊपरी किनारों पर खाँचे (notches) बना दिये जाते हैं। फ्लोट के किनारों को गोलाई (rounded) प्रदान कर देने पर वह श्यानता के प्रति संवेदनशील हो जाते हैं। अब यदि रोटामीटर से द्रव की प्रवाह दर नियत रखी जाए तो कोन के भीतर फ्लोट की स्थिति द्रव की श्यानता दर्शाती है।

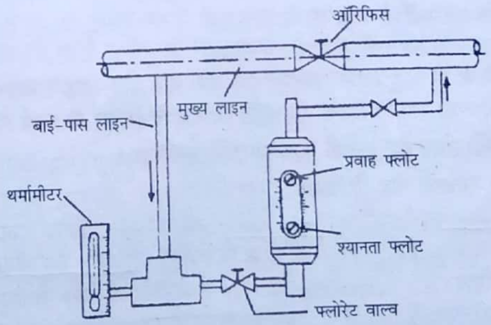


चित्र 6.18 फ्लोट एवं कोन श्यानतामापी

प्रश्न 12. दो फ्लोट श्यानतामापी की कार्य प्रणाली समझाइए। **(2012, 13)**

अथवा **द्वि-तैरक श्यानतामापी पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।** **(2019)**

उत्तर रोटामीटर फ्लोट को प्रवाह तथा श्यानता, दोनों के लिए सुग्राही बनाया जा सकता है, इसलिए **यदि रोटामीटर में** दोनों प्रकार के फ्लोट प्रयोग किए जाएँ तो दोनों की स्थितियों का अन्तर द्रव की श्यानता दर्शाता है। दो फ्लोट **श्यानतामापी, को** चित्र 6.19 में दर्शाया गया है। मुख्य पाइप लाइन से एक बाई-पास लाइन निकाल ली जाती है। बाई-पास **लाइन से कुछ आगे** एक ऑरिफिस लगा दी जाती है। इससे बाई-पास लाइन में पर्याप्त द्रव प्रवाहित होता रहता है। मैनुअल **फ्लोरेट इंडेक्स सेटिंग** वाल्व को खोलकर ऊपर वाले फ्लोट को स्केल पर बने पहले भाग के सम्मुख कर दिया जाता है। **अब नीचे वाले फ्लोट की** स्थिति देख पर श्यानता ज्ञात कर ली जाती है।



चित्र 6.19 दो फ्लोट श्यानतामापी

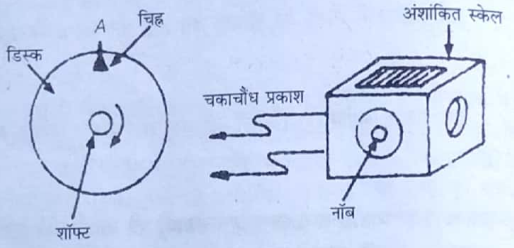
Scanned by CamScanner

प्रश्न 13. स्ट्रोबोस्कोप के सिद्धान्त तथा क्रियाविधि मापन का वर्णन कीजिए। (2012, 13)

अथवा स्ट्रोबोस्कोप की कार्य विधि पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2015)

उत्तर स्ट्रोबोस्कोप एक छोटी, आसान तथा हाथ से चलाई जाने वाली युक्ति है जिसकी सहायता से आवर्त गति (periodic motion) तथा घूर्णन गति (rotary motion) ज्ञात की जा सकती है।

सिद्धान्त Principle इस युक्ति में एक 'चकाचौंध प्रकाश' (flashing light) उत्पन्न करने वाला स्रोत है। प्रकाश के उत्पन्न होने की आवृत्ति, दोलित्र (oscillator) की आवृत्ति से नियंत्रित की जा सकती है। दोलित्र की आवृत्ति को एक नॉब (knob) से घटा-बढ़ा सकते हैं। माना किसी घूमती हुई शाफ्ट पर एक डिस्क लगा दी जाती है। यदि डिस्क पर कोई 'चिह्न' लगा है तो वह चिह्न घूमता हुआ दिखायी पड़ेगा, परन्तु यदि चिह्न को चकाचौंध प्रकाश में देखा जाए तो चिह्न 'स्थिर' दिखायी पड़े तो इसका अर्थ यह होगा कि डिस्क की घूर्णन आवृत्ति तथा प्रकाश की चौंध की आवृत्ति 'एकसमान' है। प्रकाश की आवृत्ति यन्त्र के अंशांकित स्केल पर पढ़ी जा सकती है।

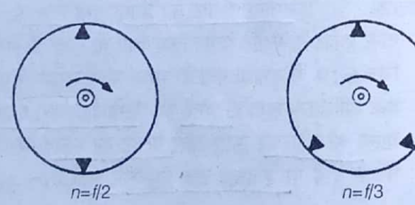


चित्र 6.20

क्रियाविधि Working माना n डिस्क की घूर्णन आवृत्ति अर्थात् शाफ्ट की घूर्णन आवृत्ति rps में है तथा f प्रकाश की चौंध की आवृत्ति Hz में है। यदि डिस्क पर बना चिह्न प्रकाश की चौंध में स्थिर दिखायी देता है तो n तथा f के मान समान होंगे।

यदि $n = f/2, n = f/3$, ... है तो डिस्क पर बना चिह्न दो स्थानों पर, तीन स्थानों पर, ... पर दिखायी पड़ेगा। इसका कारण यह है कि $n = f/2$ की दशा में जितने समय में डिस्क आधा चक्कर पूर्ण करेगी, उसी समय दूसरा प्रकाश चौंध उत्पन्न हो जाएगा और चिह्न नीचे की ओर दिखायी पड़ेगा। इसी प्रकार $n = f/3$ की दशा में, पूरे एक चक्कर में चिह्न तीन बार दिखायी देगा। जैसा कि चित्र 6.21 में दिखाया गया है।

इसके अतिरिक्त यदि $n = 2f, n = 3f, \ldots\ldots$ है तो डिस्क बना चिह्न एक ही बार तथा स्थिर दिखायी देगा। इसका कारण यह है कि $n = 2f$ की दशा में अगला प्रकाश चौंध जब उत्पन्न होगा, उतने समय में डिस्क दो चक्कर पूर्ण कर लेगी और चिह्न स्थिर दिखायी पड़ेगा। अतः परिणाम त्रुटिपूर्ण आ सकता है।



चित्र 6.21

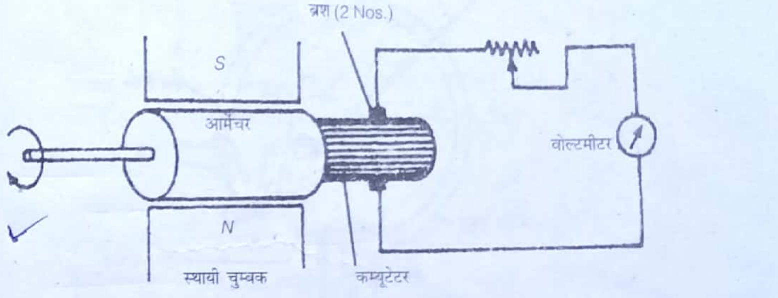
इसलिए ऊपर बतायी गई परिस्थितियों से बचने के लिए एक चिह्न वाली डिस्क का प्रयोग करना चाहिए। प्रारम्भ में प्रकाश की चौंध आवृत्ति सर्वाधिक पर सेट करनी चाहिए। अब धीरे-धीरे चौंध आवृत्ति घटानी चाहिए। जब चिह्न पहली बार स्थिर दिखने लगे तो चौंध की आवृत्ति डिस्क की घूर्णन आवृत्ति के बराबर हो जाती है।

प्रश्न 14. टैकोमीटर क्या होता है? इसकी कार्य प्रणाली समझाइए। (2013, 14)

अथवा **टैकोमीटर पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** (2016)

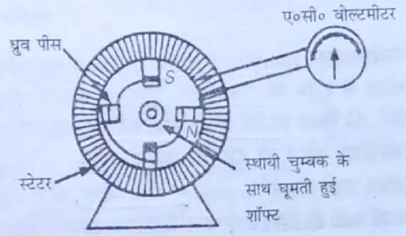
उत्तर कोणीय चाल का मापन टैकोमीटर (tachometer) की सहायता से किया जाता है। टैकोमीटर विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करता है। टैकोमीटर दो प्रकार के होते हैं—डी०सी० टैकोमीटर तथा ए०सी० टैकोमीटर।

1. **डी०सी० टैकोमीटर** D.C. Tachometer डी०सी० टैकोमीटर डी०सी० जेनरेटर के सिद्धान्त पर कार्य करता है। डी०सी० टैकोमीटर में एक छोटी आर्मेचर कुण्डली (armature coil) लगी रहती है जिसे घूर्णन गति करते हुई शाफ्ट से जोड़ दिया जाता है। आर्मेचर चुम्बकीय क्षेत्र में घूमने लगती है। आर्मेचर से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होने के कारण आर्मेचर में प्रेरित वि०वा०ब० उत्पन्न हो जाता है। वि०वा०ब० का मान शाफ्ट की घूर्णन गति के समानुपाती होता है। चित्र 6.22 में डी०सी० टैकोमीटर का रेखा चित्र दर्शाया गया है। कम्यूटेटर (commutator) की सहायता से प्रतिरोध में विद्युत धारा सदैव एक ही दिशा में बहती है। वोल्टेज की ध्रुवता शाफ्ट की गति की दिशा पर निर्भर करती है। वि०वा०ब० का मान चल कुण्डली वोल्टमीटर (moving coil voltmeter) की सहायता से पढ़ लिया जाता है। वोल्टमीटर पूर्व से ही घूर्णन गति के लिए अंशांकित किया रहता है। डी०सी० टैकोमीटर के कम्यूटेटर तथा ब्रश जल्द ही खराब हो जाते हैं, इसलिए इनके रख-रखाव की आवश्यकता रहती है।



चित्र 6.22 डी०सी० कम्यूटेटर

2. **ए०सी० टैकोमीटर** A.C. Tachometer ए०सी० टैकोमीटर में डी०सी० टैकोमीटर की व्यावहारिक कठिनाइयाँ दूर हो जाती है। ए०सी० टैकोमीटर में चुम्बक को घूमती हुई शाफ्ट से सम्बद्ध कर दिया जाता है। कुण्डली को स्टेटर (stator) पर लपेटा जाता है, इस कारण कम्यूटेटर व ब्रश वाली कठिनाइयाँ दूर हो जाती हैं।



चित्र 6.23 ए०सी० टैकोमीटर

जब स्थिर कुण्डली के मध्य चुम्बक घूमता है तो कुण्डली के सिरों पर प्रेरित वि०वा०ब० उत्पन्न हो जाता है। चूँकि वि०वा०ब० का आयाम (amplitude) तथा आवृत्ति शाफ्ट की घूर्णन गति के समानुपाती रहती है, इसलिए प्रेरित वि०वा०ब० का आयाम या आवृत्ति में से किसी को भी गति मापन का आधार बनाया जा सकता है। हालाँकि ए०सी० टैकोमीटर की भी अपनी सीमाएँ हैं। अत्यधिक उच्च आवृत्ति वाली घूर्णन गति में कुण्डली का प्रेरण प्रतिघात ($X_L = 2\pi fL$) बढ़ जाता है जिस कारण कुण्डली की प्रतिबाधा ($Z = \sqrt{X_L^2 + R^2}$) भी बढ़ जाती है।

प्रश्न 15. विभिन्न प्रकार की दाबमापी युक्तियों के नाम लिखिए।

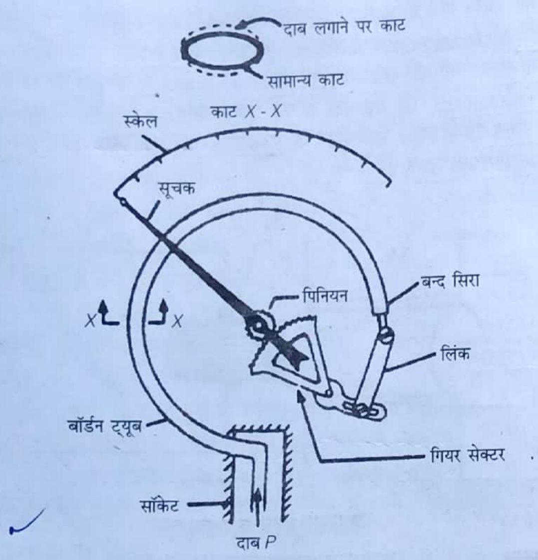
उत्तर ये युक्तियाँ वे प्राथमिक ट्रांसड्यूसर हैं जो दाब परिवर्तन की संवेदना को सबसे पहले ग्रहण करती हैं। प्रमुख दाबमापी युक्तियों में बॉर्डन ट्यूब, डायफ्राम, कैप्सूल तथा बैलो गिने जाते हैं।

प्रश्न 16. स्वच्छ चित्र की सहायता से बॉर्डन ट्यूब दाबमापी की कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए। (2013)

अथवा **बॉर्डन ट्यूब से आप क्या समझते हैं? इसकी कार्यप्रणाली को स्वच्छ चित्र की सहायता से समझाइए।** (2016, 18)

उत्तर बॉर्डन ट्यूब द्वारा दाब मापन विधि का सर्वाधिक प्रयोग किया जाता है। बॉर्डन ट्यूब का एक सिरा खुला तथा स्थिर रहता है, उसी सिरे पर दाब लगाया जाता है। ट्यूब का दूसरा सिरा बन्द (sealed) तथा घूमने के लिए स्वतंत्र रहता है। इस सिरे पर यंत्रावली (mechanism) द्वारा सूचक को विस्थापित किया जाता है। ट्यूब की काट

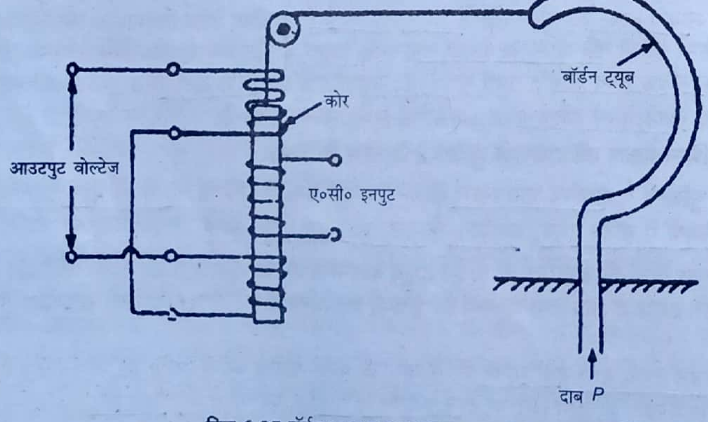
Scanned by CamScanner



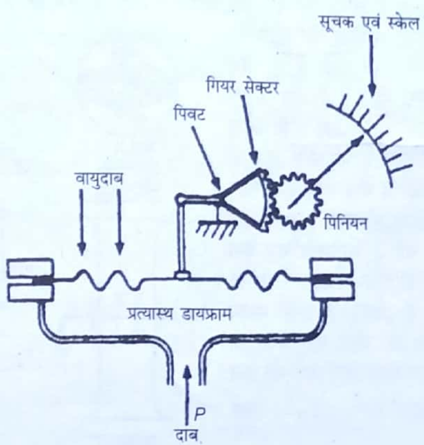
चित्र 6.24 C – टाइप बॉर्डन ट्यूब

दीर्घवृत्ताकार (elliptical or oval) होती है। आंतरिक दाब बढ़ने पर ट्यूब की काट परिवर्तित होने लगती है जिसकी **वजह से ट्यूब का मुक्त सिरा विस्थापित** होता है। मुक्त सिरे का विस्थापन दाब के समानुपाती रहता है। ट्यूब के मुक्त **सिरे को स्प्रिंग लोडेड लिंक**, सेक्टर गियर तथा पिनियन की यंत्रावली से जोड़ दिया जाता है। पिनियन पर लगा सूचक **अंशांकित स्केल** पर दाब की माप देता है।

बॉर्डन ट्यूब पीतल (brass), स्टेनलैस स्टील, काँसा (bronze), फॉस्फर ब्राँज (phosphor bronze) या मोनल पदार्थ की **बनाई जाती है।** निम्न दाब मापन में फॉस्फर ब्राँज तथा उच्च दाब मापन के लिए स्टेनलैस स्टील की ट्यूब प्रयोग की जाती है।



चित्र 6.25 बॉर्डन ट्यूब व LVDT द्वारा दाब मापन



चित्र 6.26 डायफ्राम द्वारा दाब मापन

बॉर्डन ट्यूब द्वारा दाब मापन में LVDT ट्रांसड्यूसर का प्रयोग किए जाने की व्यवस्था चित्र 6.25 में दर्शायी गयी है। दाब परिवर्तित होने पर ट्यूब के मुक्त सिरे से सम्बद्ध आयरन कोर दोनों सेकण्डरी कुण्डलियों के मध्य विस्थापित होता है। जिसके कारण दोनों सेकण्डरी की प्रेरकत्व में विपरीत परिवर्तन आ जाता है। अत: दाब परिवर्तन सेकण्डरी S_1 तथा S_2 के वोल्टेज के अंतर के रूप में ज्ञात हो जाता है।

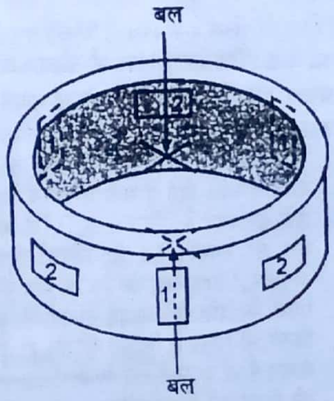
प्रश्न 17. विकृतिमापी क्या है? किसी एक विकृतिमापी की कार्य पद्धति समझाइए। **(2012)**

अथवा **लोड सेल की बनावट व कार्य पद्धति का वर्णन कीजिए।**

अथवा **स्ट्रेन-गेज का वर्णन कीजिए।** **(2017)**

उत्तर **विकृतिमापी** Straingauge यह प्रायोगिक प्रतिबल विश्लेषण में विकृति का मापन करने तथा उससे सम्बन्धित प्रतिबल ज्ञात करने की युक्ति है। इसके अतिरिक्त विकृतिमापी सेकण्डरी ट्रांसड्यूसर के रूप में टॉर्क मापन, दाब मापन, तापमान, सेन्सर्स वेग वृद्धि मापन तथा फ्लो मापन आदि में इसका प्रयोग किया जाता है।

लोड सेल Load Cell ये बल तथा भार ज्ञात करने के लिए प्रयोग किए जाते हैं। ये प्रतिरोध वायर स्ट्रेन गेज को सेकण्डरी ट्रांसड्यूसर के रूप में प्रयोग करते हैं। 'लोड सेल' किसी प्रत्यास्थ पदार्थ का बना होता है जो प्राइमरी ट्रांसड्यूसर का कार्य करता है। बल के कारण उत्पन्न विकृति ज्ञात करने के लिए स्ट्रेन गेज सेकण्डरी के रूप में प्रयोग किए जाते हैं, इसलिए लोड सेल को कभी-कभी विद्युत लोड सेल (electric load cell) भी कहते हैं।

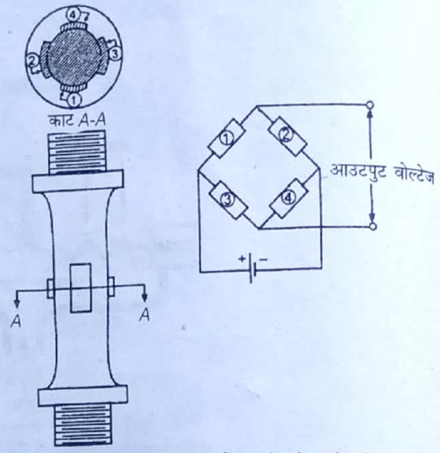


चित्र 6.27 लोड सेल द्वारा बल/भार का मापन

(i) **संपीडन लोड सेल** Compressive Load Cell चित्र 6.27 में भार ज्ञात करने के लिए संपीडन लोड सेल, एक लोड सेल दर्शाया गया है। इसमें छ: स्ट्रेन गेज प्रयोग किए गए हैं। तीन स्ट्रेन गेज, जिन्हें संख्या '1' से दर्शाया गया है, उन्हें एक-दूसरे के साथ श्रेणीक्रम में ब्रिज की भुजा '1' में लगाया जाता है। क्रम संख्या '1' वाले तीनों स्ट्रेन गेज अक्षीय विकृति के लिए संवेदनशील हैं। क्रम संख्या "2" से दर्शाए गए स्ट्रेन गेज, पार्श्व विकृति के लिए संवदेनशील होते हैं। क्रम संख्या '1' तथा भुजा संख्या '2' को एक-दूसरे के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ दिया जाता है। पार्श्व दिशा में लगे स्ट्रेन गेज पॉइजन रेशियो गेज कहलाते हैं। यह व्यवस्था उत्केन्द्रित बल तथा तापमान परिवर्तन से प्रभावित नहीं होती है।

Scanned by CamScanner

तीन स्ट्रेन गेज को श्रेणीक्रम में लगाने का यह अर्थ नहीं निकालना चाहिए कि ब्रिज का आउटपुट तीन गुना बढ़ जाएगा। ऐसा सम्भव नहीं है; क्योंकि तीन स्ट्रेन गेज का कुल प्रतिरोध परिवर्तन यदि $3dR$ है तो तीनों स्ट्रेन गेज का कुल प्रतिरोध भी $3R$ है। इस कारण प्रति इकाई परिवर्तन $3\,dR/3R = dR/R$ ही रहता है। इतना ही प्रति इकाई प्रतिरोध परिवर्तन तक भी रहता है, जब दोनों भुजाओं में मात्र एक-एक स्ट्रेन गेज लगे होते हैं। अत: ब्रिज की एक भुजा में तीन प्रतिरोध लगाने का लाभ यह है कि उत्केन्द्रित बल लगने पर प्रतिरोध परिवर्तन का 'औसत' (average) मान प्राप्त हो जाता है तथा मापन त्रुटियों का प्रभाव नगण्य रह जाता है। ब्रिज की भुजा 3 व 4 में डमी स्ट्रेन लगा दिए जाते हैं। इस लोड सेल का ब्रिज नियतांक ($K = 1 + \frac{1}{m}$) होता है।



चित्र 6.28 तनाव-संपीडन स्ट्रेन गेज लोड सेल

(ii) **तनाव-संपीडन लोड सेल** Tensile-Compressive Load Cell चित्र 6.28 में एक तनाव-संपीडन बल ज्ञात करने के लिए प्रतिरोध वायर स्ट्रेन गेज लोड सेल दर्शाया गया है। चित्र में दर्शाए गए चारों स्ट्रेन गेज अक्षीय बलों (axial loads) के प्रति संवेदनशील होते हैं तथा तापमान परिवर्तन की प्रतिपूर्ति भी करते हैं। इस लोड सेल का ब्रिज नियतांक मान,

$$K = 2(1 + \frac{1}{m})$$

जहाँ $\frac{1}{m}$ लोड सेल के पदार्थ का पॉइजन रेशियो है। इस लोड सेल के द्वारा तनाव बल नापने पर ऊर्ध्व स्ट्रेन गेज 1 व 4 में (+ve) विकृति तथा क्षैतिज स्ट्रेन गेज 2 व 3 में (–ve) विकृति उत्पन्न होती है। यह दोनों विकृतियाँ विपरीत होने पर भी पॉइजन अनुपात द्वारा एक-दूसरे से सम्बन्धित रहती हैं।

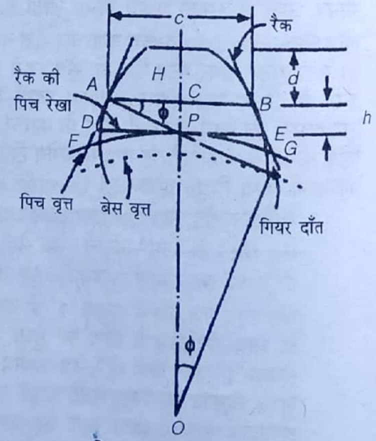
प्रश्न 18. गियर दाँत की मोटाई नापने के लिए स्थिर (या नियत) जीवा विधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर किसी गियर की नियत जैविक मोटाई वहाँ नापी जाती है; जहाँ गियर के दाँत, मूल गियर रैक के साथ सम्पर्क करते हैं। रैक के दाँत सीधे होते हैं तथा वे अपने केन्द्र की ओर दाब कोण पर झुके हुए रहते हैं (चित्र 6.29)। रैक की पिच रेखा, गियर के पिच वृत्त पर स्पर्शी होती है। नियत जीवा विधि की परिभाषा के अनुसार, "पिच रेखा पर रैक के दाँत की मोटाई तथा पिच वृत्त पर गियर के दाँत की मोटाई आपस में बराबर होती है।" इसलिए किसी भी गियर में कितने भी दाँत हों, यदि उन सभी का मॉड्यूल समान है तो वे सभी रैक के साथ AB पर सम्पर्क करेंगे। अत: AB को गियर की नियत जीवा (constant chord) कहते हैं।

नियत जीवा की परिभाषा से,

$$ED = \text{चाप } GF$$

या $$PD = \text{चाप } PF$$



चित्र 6.29 गियर जीवा विधि

$$PD = \frac{1}{4}\left(\frac{\pi D}{T}\right) = \frac{\pi m}{4}$$

चूँकि PA क्रिया रेखा line of action है, इसलिए $\angle PAC = \phi$ (दाब कोण)

समकोण $\Delta\,APD$ में, $AP = PD\cos\phi$

इसी प्रकार समकोण ΔACP में, $AC = AP\cos\phi = PD\cos^2\phi = \frac{\pi m}{4}\cos^2\phi$

अत: नियत जीवा की चौड़ाई, $c = 2 \times AC$ या $c = \frac{\pi m}{2}\cos^2\phi$

पुन: समकोण ΔACP में, $PC = AP\sin\phi = \frac{\pi m}{4}\cos\phi.\sin\phi$

अत: नियत जीवा की गहराई, $d = PH - PC$ = परिशिष्ट (addendum m) $- PC$

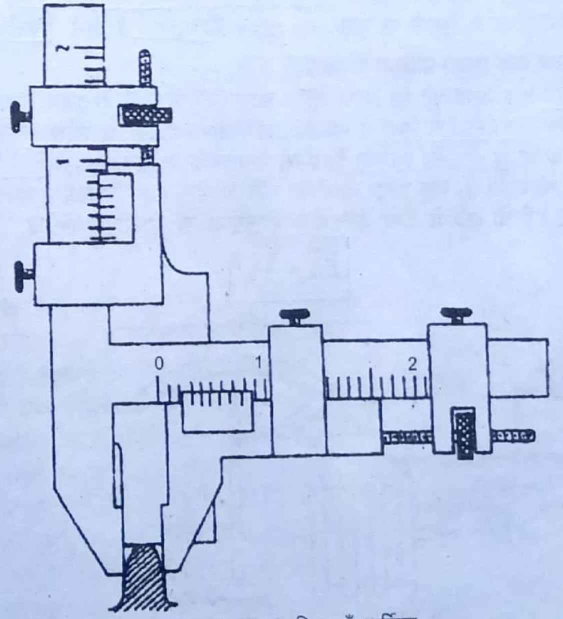
या $$d = m - \frac{\pi m}{4}\cos\phi\sin\phi$$

या $$d = m\left(1 - \frac{\pi}{4}\cos\phi.\sin\phi\right)$$

या $$d = m\left(1 - \frac{\pi}{8}\sin 2\phi\right)$$

प्रश्न 19. गियर दाँत वर्नियर कैलिपर से दाँतों की मोटाई कैसे नापी जाती है?

उत्तर गियर दाँत वर्नियर चित्र 6.30 (a) में दिखाया गया है। गियर के दाँत की मोटाई ऊपर से नीचे की ओर बढ़ती है, इसलिए दाँत की मोटाई का मापन एक निश्चित बिन्दु पर करना होता है। अत: मापन यन्त्र में ऐसी व्यवस्था होनी चाहिए कि दाँत की मोटाई सही बिन्दु पर नापी जा सके। गियर दाँत वर्नियर में दो वर्नियर स्केल होते हैं। एक वर्नियर स्केल गहराई d के लिए सेट किया जाता है। दूसरे वर्नियर स्केल की सहायता से दाँत की जैविक मोटाई w ज्ञात कर ली जाती है।



चित्र 6.30 (a) गियर दाँत वर्नियर

Scanned by CamScanner

चित्र 6.30 (b) के अनुसार कोण $\angle AOD = \frac{360°}{4T} = \theta$, जहाँ T गियर के दाँतों की संख्या है। अब गियर दाँत की मोटाई,

$$w = AB = 2 \times AD$$

या $$w = 2 \times OA \sin\theta$$

या $$w = 2 \times R \sin\frac{360°}{4T}$$

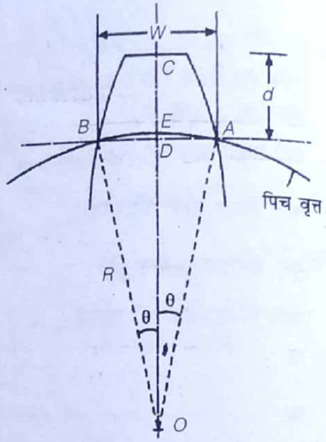
चूँकि मॉड्यूल, $m = \frac{D}{T} = \frac{2R}{T}$; अत: $R = \frac{mT}{2}$

इसलिए गियर दाँत की मोटाई, $$w = mT \sin\frac{90°}{T}$$

परन्तु EC = एडेन्डम = m, इसलिए,

$$OC = OE + EC = R + m = \frac{mT}{2} + m$$

तथा ΔOAD में, $$OD = R\cos\theta = \frac{mT}{2}\cos\theta = \frac{mT}{2}\cos\frac{90°}{T}$$



चित्र 6.30 (b) गियर दाँत की मोटाई

अत: आवश्यक गहराई या जैविक एडेन्डम (chordal addendum),

$$d = OC - OD = \frac{mT}{2} + m - \frac{mT}{2}\cos\frac{90°}{T}$$

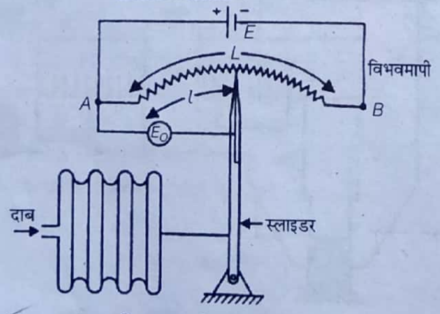
$$d = \frac{mT}{2}\left[1 + \frac{2}{T} - \cos\frac{90°}{T}\right]$$

ध्यान रहे कि गियर दाँत की वास्तविक मोटाई सैद्धांतिक मान से सदैव कम रखी जाती है। इसका कारण यह है कि गियर को दूसरे गियर के मिलने पर कुछ 'प्ले' (play) दिया जाता है जिसे 'बैकलैश' (backlash) कहते हैं।

प्रश्न 20. बैलो द्वारा दाब मापन प्रक्रिया समझाइए।

उत्तर बैलो द्वारा दाब नापने की यह विधि अत्यंत सरल विधियों में से है। इसमें स्लाइडर बैलो से जुड़ा रहता है। स्लाइडर का सम्पर्क विभवमापी से रहता है (चित्र 6.31) तथा वह उस पर सरक सकता है। जब दाब बढ़ता है तो स्लाइडर विभवमापी पर B की ओर सरकता है। इससे विभवमापी पर सम्पर्क लम्बाई 'l' बढ़ती है। इसके फलस्वरूप आउटपुट वोल्टेज भी बढ़ती है। यदि इनपुट बैटरी का टर्मिनल वोल्टेज E, विभवमापी तार की लम्बाई L तथा स्लाइडर की सम्पर्क लम्बाई l है तो दाब के लिए कैलिब्रेटेड वोल्टमीटर पर आउटपुट वोल्टेज,

$$E_O = \frac{E}{L} l$$

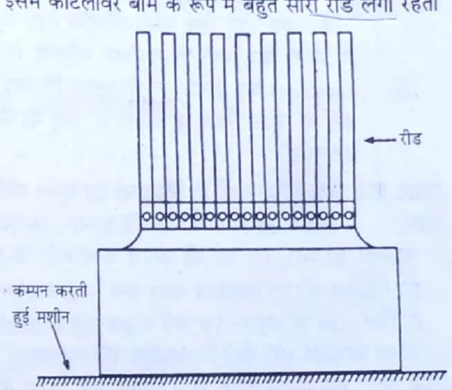


चित्र 6.31 विभवमापी ट्रांसड्यूसर

प्रश्न 21. निम्न पर टिप्पणी लिखिए—

(i) कम्पन रीड टैकोमीटर
(ii) दाब का मापन
(iii) डायफ्राम द्वारा दाब का मापन
(iv) इलेक्ट्रॉनिक काउन्टर।

उत्तर (i) **कम्पन रीड टैकोमीटर** Vibration Reed Tachometer किसी कम्पन करती हुई वस्तु की आवृत्ति ज्ञात करने के लिए कम्पन रीड टैकोमीटर युक्ति का प्रयोग किया जाता है। इसमें कैंटिलीवर बीम के रूप में बहुत सारी रीड लगी रहती हैं, प्रत्येक रीड के मुक्त सिरे पर छोटे-छोटे द्रव्यमान लगे रहते हैं। द्रव्यमान की स्थिति बदलकर रीड के कम्पनों की स्वाभाविक आवृत्ति परिवर्तित की जा सकती है।



चित्र 6.32 कम्पन रीड टैकोमीटर

जब इस यन्त्र को कम्पन करती हुई मशीन पर लगा दिया जाता है, तब जिस 'रीड' की स्वाभाविक आवृत्ति कम्पनों की आवृत्ति के लगभग बराबर होती है, वह रीड अनुनाद की अवस्था प्राप्त कर लेती है। इसके फलस्वरूप उस 'रीड' के कम्पनों का आयाम बढ़ जाता है। अत: मशीन के कम्पनों की आवृत्ति, रीड की आवृत्ति से ज्ञात कर ली जाती है। इस यन्त्र की यथार्थता (accuracy) दो क्रमागत रीड (successive reed) की स्वाभाविक आवृत्ति के अन्तर पर निर्भर करती है। क्रमागत रीड की आवृत्तियों के मध्य अन्तर जितना छोटा होगा, यन्त्र की यथार्थता उतनी अधिक होगी।

(ii) **दाब का मापन** Measurement of Pressure प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाला अभिलम्बवत् बल दाब कहलाता है।

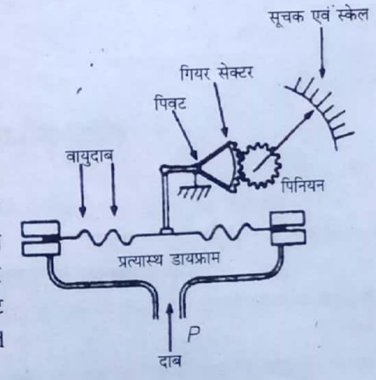
$$P = \frac{F}{A}$$

दाब का S.I. मात्रक N/m^2 होता है। इस पास्कल (Pascal) भी कहते हैं। द्रव स्थैतिक दाब की गहराई h, द्रव के घनत्व ρ तथा गुरुत्वीय त्वरण g पर निर्भर करता है। अत:

$$P = h\rho g$$

एक वायुमण्डलीय दाब का मान 0.76 m पारे के स्तम्भ के बराबर होता है।

(iii) **डायफ्राम द्वारा दाब का मापन** Measurement of Pressure by Diaphragm डायफ्राम द्वारा दाब मापन की व्यवस्था चित्र 6.33 दर्शायी गयी है। डायफ्राम के एक ओर बन्द आवरण में दाब लगाया जाता है। डायफ्राम के दूसरी ओर लीवर, सेक्टर गियर तथा पिनियन यंत्रावली लगी रहती है। डायफ्राम के एक ओर दाब बढ़ने पर दूसरी ओर विक्षेप (deflection) उत्पन्न होता है। उपयुक्त विधि से पिनियन पर लगा सूचक अंशांकित स्केल दाब का मान दर्शाता है। फ्लैट डायफ्राम की अपेक्षा झिर्रीदार डायफ्राम (corrugated diaphragm) अधिक आउटपुट देते हैं।



चित्र 6.33 डायग्राम द्वारा दाब मापन

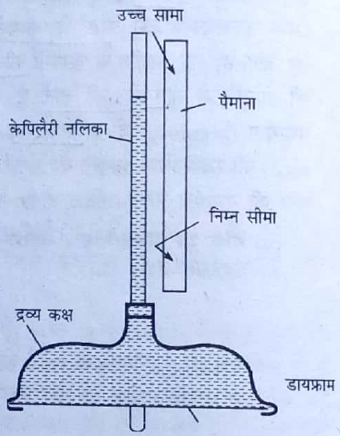
(iv) **इलेक्ट्रॉनिक काउन्टर** Electronic Counter इलेक्ट्रॉनिक काउन्टर का उपयोग घटना (event) की गिनती (count) करने में किया जाता है, इसलिए यह गिनने वाली युक्ति (counting device) या नम्बर का इवेन्ट्स या आइटम पर यूनिट टाइम (number of events of items per unit time) या E.P.U.T. के रूप में प्रयोग किए जाते हैं। इनपुट सिगनल द्वारा इलेक्ट्रॉनिक काउन्टर को सीधे ही संवेदना प्राप्त होती है। बल्ब का 'जलना' व 'बन्द' होना भी इलेक्ट्रॉनिक काउन्टर के लिए एक घटना है तथा बल्ब से निकलने वाला प्रकाश काउन्टर के लिए इनपुट सिगनल है। अर्द्धचालक फोटो सेल, फोटोइलेक्ट्रिक सेल, परिवर्तनीय प्रतिरोध, प्रेरकत्व तथा धारिता इत्यादि काउन्टर के रूप में प्रयोग किए जाते हैं। उपरोक्त युक्तियों से वोल्टेज की आवश्यकता होने पर इसे प्रवर्धक द्वारा प्रवर्धित (amplify) कर लिया जाता है। इनपुट सिगनल के रूप में विस्थापन, वेग, त्वरण, प्रतिबल, दाब, भार इत्यादि कोई भी प्रयोग किया जा सकता है, परंतु यह ध्यान रहे कि दो इनपुट आपस में कभी भी एक ही समय में न उत्पन्न हों।

प्रश्न 22. जल-प्रेरित यंत्रों के सिद्धान्त का वर्णन कीजिए।

उत्तर **जलीय मापन यन्त्रों का सिद्धान्त**—जलीय यन्त्र पास्कल के नियम पर कार्य करते हैं जिसके अनुसार, दाबान्तर का मान, द्रव तल की ऊँचाई में परिवर्तन के समानुपाती होता है, (चित्र-6.34)।

इस सिद्धान्त को द्रव विस्थापन मापन यन्त्र से ठीक प्रकार समझा जा सकता है। चित्र 6.34 के अनुसार इस यन्त्र में एक कक्ष होता है जिसके निचले भाग में एक डायफ्राम लगी होती है। डायफ्राम से मापन प्लंजर जुड़ा होता है। कक्ष के ऊपरी भाग में एक पतली ट्यूब लगी होती है जिसमें पैमाना लगा होता है। कक्ष तथा ट्यूब आंशिक रूप से कम श्यानता वाले द्रव में डूबा रहता है। मापन प्लंजर का विस्थापन, डायफ्राम के ऊपर द्रव को सम्पीडित करता है जिससे ट्यूब में द्रव के तल के सापेक्ष परिवर्तन होता है। ट्यूब में द्रव के तल में परिवर्तन प्लंजर के विस्थापन के समानुपाती होता है जिसे सीधे पैमाने पर पढ़ लिया जाता है।

उपरोक्त के अतिरिक्त जलीयमापन यन्त्र आर्किमिडीज के सिद्धान्त, बरनौली प्रमेय, सततृता (continuity) के सिद्धान्त तथा संवेग संरक्षण के सिद्धान्त पर भी कार्य करते हैं।



चित्र 6.34

7 तापमान मापन
Temperature Measurement

खण्ड 'अ' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. RTD का पूर्ण रूप लिखिए।

उत्तर Resistance Temperature Detectors.

प्रश्न 2. तापमापी के ऊपरी भाग को क्या कहते हैं?

उत्तर तापमापी के ऊपरी भाग को स्टेम कहते हैं।

प्रश्न 3. गेज के रूप में किसका प्रयोग किया जाता है?

उत्तर गेज के रूप में बॉर्डन ट्यूब, बैलो या डायफ्राम का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 4. यदि द्रव के रूप में पारे का प्रयोग हो तो किस प्रकार के बल्ब का प्रयोग किया जाता है?

उत्तर स्टैनलेस स्टील।

प्रश्न 5. द्विधात्विक तापमापी बनाने के लिए किसका प्रयोग किया जाता है?

उत्तर द्विधात्विक पत्ती।

प्रश्न 6. सीबेक प्रभाव किसे कहते हैं?

उत्तर दो भिन्न तारों की संधि के मध्य विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है, इसे सीबेक प्रभाव कहते हैं।

प्रश्न 7. मोनल का प्रत्यास्थता गुणांक कितना होता है?

उत्तर $179\ GN/m^2$.

प्रश्न 8. पेल्टियर प्रभाव किसे कहते हैं?

उत्तर जब धातु तारों की संधियों के तापमान अलग-अलग होते हैं, तब इसे पेल्टियर प्रभाव कहते हैं।

प्रश्न 9. तापयुग्म बनाने के लिए किन्हीं दो धातुओं के नाम बताइए।

उत्तर कॉपर, आयरन।

प्रश्न 10. प्लैटिनम का तापमान परिसर कितना होता है?

उत्तर 700 से 1482°C.

खण्ड 'ब' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. विभिन्न प्रकार के तापमापिकाओं के नाम लिखिए। (2016, 18)

अथवा **तापमानमापी (तापमापी) यंत्रों का वर्गीकरण कीजिए। इनमें से किसी एक का वर्णन कीजिए।**

अथवा **किसी एक प्रकार की थर्मोमीटर की व्याख्या कीजिए।** (2016)

उत्तर तापमापी को भौतिक राशि के परिवर्तन के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है—

1. **काँच तापमापी** Glass Thermometer यह तापमापी तापमान बढ़ने पर द्रवों के प्रसार के आधार पर कार्य करते हैं तथा प्रसार की माप तापमान की माप प्रदर्शित करती है।
2. **दाब तापमापी** Pressure Thermometer यह तापमापी तापमान बढ़ने पर द्रव या गैस के दाब परिवर्तन के आधार पर कार्य करते हैं तथा दाब की माप तापमान की माप होती है।

Scanned by CamScanner