9 कम्पन का मापन
Measurement of Vibration

खण्ड 'अ' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. कम्पन वेज का प्रयोग कब किया जाता है?

उत्तर जब कभी कम्पनों का आयाम 1 mm से अधिक होता है तो कम्पन मापन के लिए कम्पन वेज का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 2. ज्यावक्रीय कम्पन का विस्थापन समीकरण लिखिए।

उत्तर $x = X \sin \omega t$, जहाँ X कम्पन का आयाम, ω कम्पन की आवृत्ति तथा x कण का t समय पर विस्थापन है।

प्रश्न 3. साइन वक्र कम्पनों को समझने के लिए किसकी आवश्यकता होती है?

उत्तर साइन वक्र कम्पनों को समझने के लिए आयाम तथा आवृत्ति या अधिकतम वेग व अधिकतम त्वरण की आवश्यकता होती है।

प्रश्न 4. कम्पनों का मापन किसके द्वारा किया जा सकता है?

उत्तर कम्पनों का आयाम, वेग या त्वरण को उपयुक्त ट्रांसड्यूसर की सहायता से ज्ञात कर कम्पनों का मापन किया जा सकता है।

प्रश्न 5. कम्पनों की आवृत्ति किस युक्ति के द्वारा ज्ञात की जा सकती है?

उत्तर डिजिटल आवृत्ति मीटर की सहायता से।

प्रश्न 6. कम्पन वेज के टुकड़े के सिरों का आकार कैसा होता है?

उत्तर कम्पन वेज का टुकड़ा एक सिरे पर चौड़ा तथा दूसरे सिरे पर नुकीला होता है।

प्रश्न 7. कम्पनों की आवृत्ति ज्ञात करने के लिए किसका प्रयोग किया जाता है?

उत्तर कम्पनों की आवृत्ति ज्ञात करने के लिए कैंटिलीवर बीम का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 8. भूकम्पी त्वरणमापी में प्रयोग किए जाने वाले पिण्ड को क्या कहते हैं?

उत्तर भूकम्पी त्वरणमापी में प्रयोग किए जाने वाले पिण्ड को भूकम्पी द्रव्यमान कहते हैं।

प्रश्न 9. LVDT त्वरणमापी किस पर आधारित होता है?

उत्तर LVDT त्वरणमापी रेखीय वोल्टेज विभेदी ट्रांसफॉर्मर पर आधारित होता है।

प्रश्न 10. पीजो-इलेक्ट्रिक क्रिस्टल कम्पनों के प्रति कैसे होते हैं?

उत्तर अत्यन्त सुग्राही।

खण्ड 'ब' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. कम्पन की परिभाषा दीजिए तथा इसके कारण बताइए।

उत्तर जब कभी किसी वस्तु का विस्थापन-समय (displacement-time) परिवर्तन सतत् रूप से किसी विशेष प्रकृति का होता रहे तो इस घटना को कम्पन कहते हैं।

कम्पन के प्रमुख कारण निम्न हैं—

1. कम्पन का सामान्य कारण 'असंतुलन' (imbalance) होना है। यह स्थिति तब उत्पन्न होती है जब घूर्णन गति करते हुए अवयव का गुरुत्व केन्द्र घूर्णन अक्ष पर न हो। इस समस्या को दूर करने के लिए संतुलन द्रव्यमान प्रयोग किए जाते हैं।
2. सामान्य कारणों में मशीन अवयवों की 'संरेखन त्रुटि' (errors in alignment) भी कम्पन का प्रमुख कारण है। इसको दूर करने के लिए पुन: संरेखन करना चाहिए।
3. जब कभी मशीन के चल अवयव की चाल कम्पन की स्वाभाविक आवृत्ति के बराबर हो जाती है तो कम्पन का आयाम बहुत अधिक बढ़ जाता है, इस घटना को 'अनुनाद' (resonance) कहते हैं। चल अवयव की यह चाल क्रांतिक चाल (critical speed) कहलाती है। मशीन के स्प्रिंग नियतांक (k) तथा सीस्मिक द्रव्यमान (m) का संशोधन करके कम्पन की स्वाभाविक आवृत्ति ($\omega = \sqrt{k/m}$) में परिवर्तन किया जा सकता है।
4. 'घिसी हुई बॉल बियरिंग' (wornout ball bearing) के प्रयोग से उच्च चाल पर कम्पन उत्पन्न होने लगते हैं। इसके लिए बॉल बियरिंगों को निश्चित समय पर बदल देना चाहिए।
5. रोटर की कुण्डली 'शॉर्ट सर्किट' (short circuit) होने पर भी कम्पन उत्पन्न करती है। रोटर को बिजली आपूर्ति बन्द करने पर कम्पन भी बन्द पड़ जाते हैं; अत: कुण्डली की जाँच कर लेनी चाहिए।

प्रश्न 2. त्वरणमापी से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर किसी कम्पन के विस्थापन या वेग को अवकलित करके कम्पनों का त्वरण ज्ञात कर लिया जाता हैं। त्वरण ज्ञात करने की यह अप्रत्यक्ष विधि कहलाती है। वे युक्तियाँ जो कम्पनों के त्वरण का मापन कर उनके संगत वोल्टेज आउटपुट उत्पन्न करती हैं, त्वरणमापी कहलाती हैं। अत: त्वरणमापी, त्वरण ज्ञात करने की एक प्रत्यक्ष विधि होती है। हमारा शरीर कम्पन का अनुभव अत्यंत आसानी से कर लेता हैं। हम 300 Hz आवृत्ति तथा 0.025 μm आयाम वाले कम्पनों को अनुभव कर सकते हैं। जब कभी कम्पनों का आयाम 1 mm से अधिक होता है तो कम्पन मापन के लिए 'कम्पन वेज' (vibrating wedge) का प्रयोग किया जाता है। कम्पन वेज कागज या बहुत पतले पदार्थ का एक छोटा टुकड़ा (piece) होता है जो एक सिरे पर चौड़ा तथा दूसरे सिरे पर नुकीला होता है। इसके चौड़े सिरे को कम्पन करती हुई वस्तु के साथ इस प्रकार लगा दिया जाता है कि इसकी अक्ष वस्तु की सतह के साथ लम्बवत् रहती है। कम्पन करते समय वेज की दृश्यता (visibility) अच्छी बनी रहे इसके लिए इसे गहरे रंग का बनाया जाता है।

प्रश्न 3. एक भूकम्पी त्वरणमापी की कार्य पद्धति समझाइए। (2011,13,14)

अथवा **कम्पनों को मापने के लिए विभिन्न उपकरणों के नाम लिखिए। किसी एक की व्याख्या स्वच्छ चित्र की सहायता से कीजिए।** (2016)

अथवा **सिस्मिक एक्सेलरोमीटर पर टिप्पणी लिखिए।** (2016, 18)

अथवा **सिस्मिक-त्वरणमापी (Seismic accelerometer) पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** [2016]

उत्तर एक कम्पन सिस्टम में जिन राशियों को मापने की आवश्यकता होती है, वे हैं—विस्थापन, गति तथा त्वरण। इनको निम्नलिखित उपकरणों के माध्यम से मापा जाता है—

1. भूकम्पी ट्रांसड्यूसर,
2. पोटेंशियोमीट्रिक प्रारूपी त्वरणमापी,
3. LVDT त्वरणमापी,
4. दाब-विद्युत त्वरणमापी।

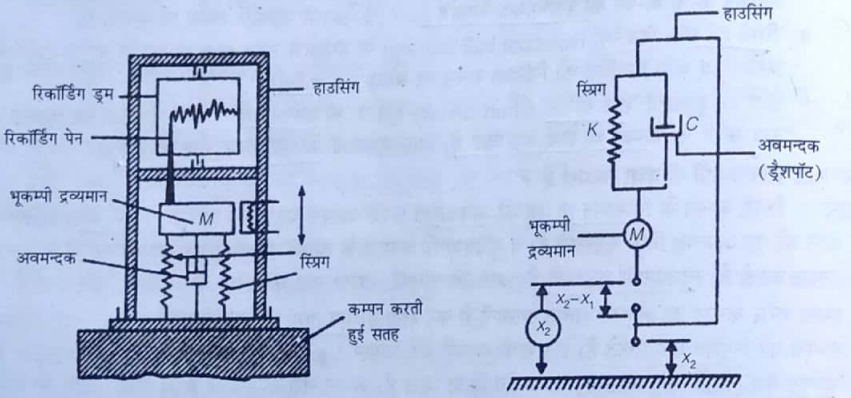
कई प्रकार के कम्पन मापन यंत्रों द्वारा, स्थिर सन्दर्भ की अनुपस्थिति में, सापेक्ष विस्थापन (relative displacement) का मापन करने में कठिनाई आती है। इस प्रकार की कठिनाइयाँ पुल (bridge), निर्माण (structure) तथा हवाई जहाज के पंख (wings) के कम्पन मापन में मापने आती हैं। अत: इस प्रकार का कम्पन मापन भूकम्पी त्वरणमापी द्वारा किया जाता है।

भूकम्पी त्वरणमापी कम्पनों के मापन के लिए सर्वाधिक प्रयोग की जाने वाली युक्ति है। भूकम्पी त्वरणमापी में अग्र प्रमुख अवयव प्रयोग किए जाते हैं—

Scanned by CamScanner

(i) भूकम्पी द्रव्यमान (Seismic mass), (ii) स्प्रिंग (Spring),
(iii) अवमन्दक (Damper), (iv) हाउसिंग (Housing),
(v) रिकॉर्डिंग ड्रम (Recording drum), (vi) रिकॉर्डिंग पेन (Recording pen) तथा,
(vii) विद्युत ट्रांसड्यूसर (Electrical transducer)।

भूकम्पी त्वरणमापी में प्रयोग किए जाने वाले पिण्ड को भूकम्पी द्रव्यमान कहते हैं। द्रव्यमान का सम्बन्ध स्प्रिंग व अवमन्दक के समान्तर क्रम संयोजन से रहता है। स्प्रिंग व अवमन्दक त्वरणमापी की हाउसिंग से जुड़े रहते हैं। एक रिकॉर्डिंग पेन भूकम्पी के द्रव्यमान से जुड़ा रहता है, तथा कम्पनों को रिकॉर्डिंग ड्रम पर रिकॉर्ड करता रहता है। भूकम्पी द्रव्यमान एक ट्रांसड्यूसर से भी जुड़ा रहता है जहाँ पर कम्पनों को विद्युत-सिगनल में परिवर्तित किया जाता है।



चित्र 9.1 भूकम्पी त्वरणमापी

हाउसिंग को कम्पन करती हुई वस्तु पर लगा दिया जाता है जिससे हाउसिंग कम्पन करने लगती है। जड़त्व के कारण द्रव्यमान स्थिर रहता है, इसलिए हाउसिंग द्रव्यमान के सापेक्ष कम्पन करने लगती है। परंतु यह एक आदर्श स्थिति है जिसमें द्रव्यमान स्थिर रहता है। वास्तव में हाउसिंग के कम्पन करने पर द्रव्यमान भी स्प्रिंग व अवमन्दक के प्रभाव में कम्पन करने लगता है। कम्पनों का आउटपुट हाउसिंग व द्रव्यमान के मध्य सापेक्ष गति पर निर्भर करता है।

माना M = भूकम्पी द्रव्यमान (kg), b = अवमन्दन नियतांक (kg/s),
k = स्प्रिंग बल नियतांक (N/m), x_1 = हाउसिंग का किसी क्षण विस्थापन (m),
X_1 = हाउसिंग विस्थापन का आयाम (m), x_2 = भूकम्पी द्रव्यमान का किसी क्षण विस्थापन (m),
तथा $x_1 = X_1 \cos\ \omega_1 t$, जहाँ ω_1 कम्पनों की आवृत्ति है तो बल का समीकरण निम्न रूप में लिखा जा सकता है—

$$M\ddot{x}_2 + b\dot{x}_2 + kx_2 = b\dot{x}_1 + kx_1$$

या
$$M\ddot{x}_2 + b\dot{x}_2 + kx_2 = -bX_1\omega_1 \sin\omega_1 t + kX_1 \cos\omega t \quad \ldots(i)$$

उपरोक्त समीकरण का हल

$$x_1 - x_2 = e^{[-(b/2M)t][A\cos\omega_s t + B\sin\omega_s t]} + \frac{MX_1\omega^2\cos(\omega_1 t + \phi)}{[(k - M\omega_1{}^2)^2 + b^2\omega_1^2\ ]^{1/2}} \quad \ldots(ii)$$

जहाँ, $(x_2 - x_1)$ = द्रव्यमान का हाउसिंग के सापेक्ष विस्थापन, ω_d = अवमन्दित दोलनों की आवृत्ति, A तथा B नियतांक है। A तथा B के मान सीमाओं को लगाने पर प्राप्त हो जाते हैं। अवमन्दित दोलनों की आवृत्ति,

$$\omega_d = \left\{\frac{k}{M} - \left(\frac{b}{2M}\right)^2\right\}^{1/2}$$

तथा इनपुट सिगनल व आउटपुट सिगनलों के मध्य कलान्तर,

$$\phi = \tan^{-1}\frac{b\omega_1}{k - M\omega_1{}^2}$$

समीकरण (ii) का पहला पद केवल कम्पनों के संक्रमण काल (transient period) तक रहता है। स्थायी अवस्था (steady state) आने पर कम्पन समीकरण के दूसरे पद के अनुसार सम्पन्न होते हैं। अत: स्थायी अवस्था का पद

$$x_2 - x_1 = \frac{MX_1\omega^2\cos(\omega_1 t + \phi)}{[(k - M\omega_1{}^2)^2 + b^2\omega^2]^{1/2}}$$

यदि $(x_2 - x_1)$ के सापेक्ष विस्थापन का आयाम X_M है तो आयाम

$$X_M = \frac{MX_1\omega_1^2}{[(k - M\omega_1{}^2)^2 + b^2\omega_1^2\ ]^{1/2}}$$

या
$$X_M = \frac{X_1\omega_1{}^2}{\left[\left(\frac{k}{M} - \omega_1{}^2\right)^2 + \left(\frac{b}{M}\right)^2\omega_1{}^2\right]^{1/2}}$$

या
$$\frac{X_M}{X_1} = \frac{\omega_1{}^2}{\left[\left(\frac{k}{M} - \omega_1{}^2\right)^2 + \left(\frac{b}{M}\right)^2\omega_1{}^2\right]^{1/2}} \quad \ldots(iii)$$

परन्तु कम्पनों की स्वाभाविक आवृत्ति,

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{M}}\ \text{rad/s}$$

तथा अवमन्दन अनुपात (damping ratio),

$$\xi = \frac{\text{अवमन्दन नियतांक}}{\text{क्रांतिक अवमन्दन नियतांक}} = \frac{b}{2M\omega_n} = \frac{b}{2M\sqrt{\frac{k}{M}}} = \frac{b}{2\sqrt{kM}}$$

अत: क्रांतिक अवमन्दन नियतांक का मान भूकम्पी द्रव्यमान तथा स्प्रिंग बल नियतांक पर निर्भर करता है।
अत: समीकरण (iii) को पुन: लिखने पर,

Scanned by CamScanner

विस्थापन अनुपात,

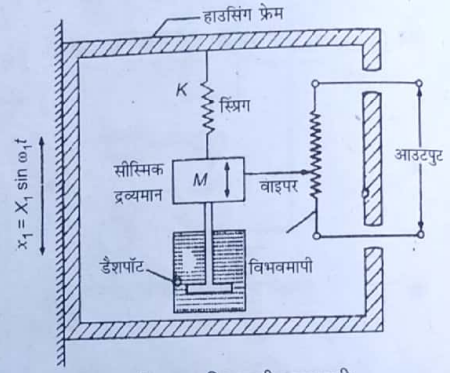
$$\frac{X_M}{X_1} = \frac{\left(\frac{\omega_1}{\omega_n}\right)^2}{\left[\left\{1-\left(\frac{\omega_1}{\omega_n}\right)^2\right\}^2 + 2\xi\left(\frac{\omega_1}{\omega_n}\right)^2\right]^{1/2}} \quad \ldots(iv)$$

तथा कला कोण,

$$\phi = \tan^{-1}\frac{2\xi\frac{\omega_1}{\omega_n}}{1-\left(\frac{\omega_1}{\omega_n}\right)^2} \text{ rad} \quad \ldots(v)$$

प्रश्न 4. एक विभवमापी प्रकार के त्वरणमापी के प्रयोग का वर्णन कीजिए।

उत्तर विभवमापी प्रकार के त्वरणमापी की रचना सभी त्वरणमापियों में सबसे सरल होती है। भूकम्पी द्रव्यमान स्प्रिंग व अवमन्दक डैशपॉट से जुड़ा रहता है। स्प्रिंग व डैशपॉट, त्वरणमापी के हाउसिंग फ्रेम से दृढ़तापूर्वक जुड़े रहते हैं। द्रव्यमान पर लगा वाइपर प्रतिरोध विभवमापी पर सरकने के लिए स्वतंत्र रहता है। हाउसिंग फ्रेम के सापेक्ष द्रव्यमान का विस्थापन विभवमापी द्वारा वोल्टेज आउटपुट के रूप में पढ़ लिया जाता है।



चित्र 9.2 विभवमापी त्वरणमापी

त्वरणमापी में अवमन्दक का कार्य करने के लिए हाउसिंग को श्यान द्रव (viscous liquid) से भर दिया जाता है या फिर डैशपॉट का प्रयोग किया जाता है। उपयुक्त अवमन्दक के प्रयोग से आवृत्ति का परास बढ़ाया जाता है। विभवमापी त्वरणमापी की स्वाभाविक आवृत्ति लगभग 100 Hz होती है, इसलिए विभवमापी त्वरणमापी 50 Hz आवृत्ति तक के कम्पनों का मापन करने के लिए उपयुक्त होता है जिससे कि ω/ω_n का अनुपात 2 प्राप्त हो सके। अत: यह उपकरण कम आवृत्ति के कम्पनों का मापन करने के लिए उपयुक्त होता है।

प्रश्न 5. LVDT प्रकार के त्वरणमापी के प्रयोग का वर्णन कीजिए। इसके लाभ भी बताइए।
अथवा **LVDT पर टिप्पणी लिखिए।** **(2016)**

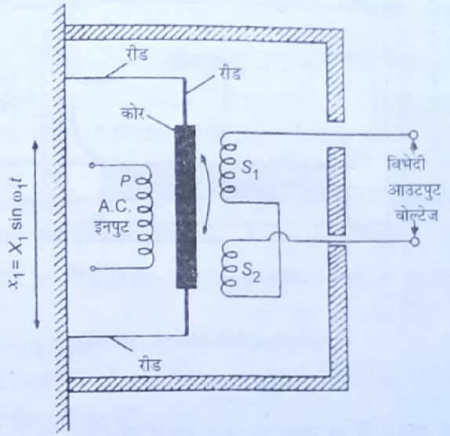
उत्तर LVDT त्वरणमापी रेखीय वोल्टेज विभेदी ट्रांसफॉर्मर (linear voltage transformer) पर आधारित होता है। LVDT की प्राइमरी कुण्डल P पर ए०सी० इनपुट दिया जाता है। सेकण्डरी कुण्डली S_1 तथा S_2 को एक-दूसरे के विपरीत श्रेणीक्रम में जोड़ दिया जाता है जिसके फलस्वरूप सेकण्डरी कुण्डलियों के सिरों पर विभेदी वोल्टेज आउटपुट प्राप्त होता है।

LVDT त्वरणमापी का 'कोर' (core) सीस्मिक द्रव्यमान की तरह कार्य करता है। कोर, हाउसिंग फ्रेम से जुड़ी दो रीड (reed) के सहारे टिका रहता है। कोर के लिए स्प्रिंग का कार्य रीड द्वारा किया जाता है। रीड हाउसिंग फ्रेम पर लगी रहती है। फ्रेम कम्पन करने वाले अवयव पर दृढ़तापूर्वक लगा दिया जाता है। रीड को फ्रेम पर इस प्रकार लगाया (fix) जाता है कि कोर शून्य विक्षेप (null deflection) की स्थिति में रहे जिससे कि विभेदी आउटपुट वोल्टेज का मान शून्य रहता है। जब कम्पन, हाउसिंग के द्वारा रीड से होते हुए कोर तक पहुँचते हैं तो कोर विस्थापित होता है। माना कोर किसी क्षण S_1 की ओर विस्थापित है तो सेकण्डरी S_1 का वोल्टेज (E_1) बढ़ जाता हैं तथा तदनुपात में सेकण्डरी S_2 का वोल्टेज (E_2) घट जाता है। दोनों सेकण्डरी के सिरों पर विभेदी आउटपुट ($E_1 - E_2$) प्राप्त होता है। इसी प्रकार अगले ही क्षण जब कोर सेकण्डरी S_2 की ओर विस्थापित होता है तो E_2 का मान बढ़ जाता है तथा E_1 का मान घट जाता है और विभेदी

आउटपुट ($E_2 - E_1$) प्राप्त होता है। विभेदी वोल्टेज का आउटपुट कम्पनों के आयाम पर निर्भर करता है। यदि ($E_1 - E_2$) का मान (+ve) हो तो ($E_1 - E_2$) को (–ve) माना जाता है। उच्चतम (+ve) वोल्टेज तथा उच्चतम –ve वोल्टेज का अंतर कम्पनों का आयाम दर्शाता है।

लाभ Advantages इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

1. कोर का द्रव्यमान कम होता है; अत: इसकी स्वाभाविक आवृत्ति ($\omega_n = \sqrt{k/M}$) अधिक होती है, इसलिए इसके द्वारा उच्च आवृत्तियों के कम्पनों का मापन संभव है।



चित्र 9.3 LVDT त्वरणमापी

2. इस त्वरणमापी में विभवमापी त्वरणमापी जैसी कोई वाइपर (wiper) युक्ति नहीं होती है। इसलिए सम्पर्क अवयव (contact element) के न होने के कारण घर्षण इत्यादि जैसी समस्याएँ LVDT में नहीं होती हैं।
3. स्थायी तक निम्न आवृत्ति के कम्पन मापन के लिए यह सर्वथा उपयोगी त्वरणमापी है।
4. विभवमापी त्वरणमापी की तुलना में इसमें गति के प्रति प्रतिरोध कम उत्पन्न होता है।

प्रश्न 6. पीजो-इलेक्ट्रिक त्वरणमापी की क्रिया-विधि स्पष्ट कीजिए। **(213)**
अथवा **पीजो-इलेक्ट्रिक टाइप त्वरणमापी पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।** **(2015, 17)**

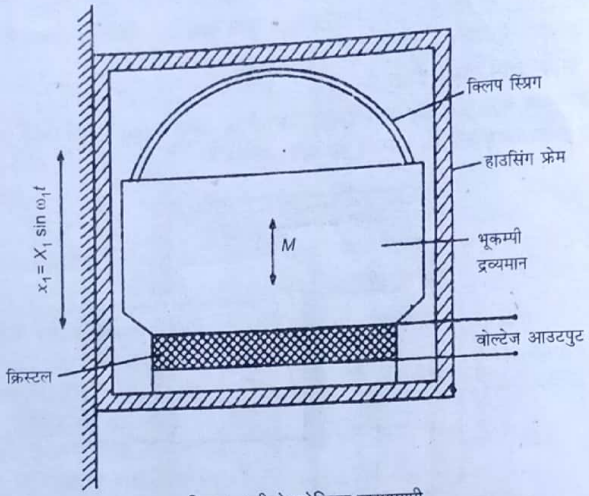
उत्तर जब किसी क्रिस्टल; जैसे– क्वार्ट्ज, बेरियम टाइटनेट की सतहों को दबाया जाता है या खींचा जाता है तो क्रिस्टल की सतहों पर आवेश आ जाता है। क्रिस्टल की एक सतह पर धनावेश तथा दूसरी सतह पर उतना ही ऋणावेश पैदा हो जाता है। इसके कारण क्रिस्टल की सतहों के मध्य वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है। वोल्टेज का मान क्रिस्टल की सतह पर उत्पन्न आवेश तथा क्रिस्टल धारिता के अनुपात के बराबर होता है। इसी घटना को पीजो-इलेक्ट्रिक प्रभाव कहते हैं। यदि क्रिस्टल की सतह पर F बल लगाने पर Q आवेश उत्पन्न होता है तो

$$Q = qF$$

जहाँ, q क्रिस्टल के लिए एक नियतांक है जिसे क्रिस्टल की आवेश संवेदिता कहते हैं। पीजो-इलेक्ट्रिक त्वरणमापी में क्रिस्टल की सतह पर भूकम्पी द्रव्यमान M रख दिया जाता है। सीस्मिक द्रव्यमान एक क्लिप स्प्रिंग की सहायता से हाउसिंग फ्रेम व क्रिस्टल के मध्य स्थिर रहता है। कम्पन होने पर क्लिप स्प्रिंग में विक्षेप उत्पन्न होगा तो द्रव्यमान क्रिस्टल दबायेगा जिसके फलवस्रूप क्रिस्टल की सतहों के मध्य वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है। कम्पनों के कारण, भूकम्पी द्रव्यमान M क्रिस्टल पर परिवर्तनीय (variable) बल F आरोपित करता है। यदि कम्पनों का परिवर्तनीय त्वरण a है तो

$$F = Ma$$

Scanned by CamScanner



चित्र 9.4 पीजो-इलेक्ट्रिक त्वरणमापी

इसलिए आवेश, $Q = qMa$

यदि क्रिस्टल की धारिता का मान C है तो सतहों के मध्य उत्पन्न वोल्टेज,

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{qMa}{C}$$

किसी क्रिस्टल का पीजो-इलेक्ट्रिक प्रभाव केवल परिवर्तनीय बलों के लिए प्रकट होता है। यदि किसी क्रिस्टल पर स्थायी बल लगाया जाए तो क्रिस्टल की सतह पर वोल्टेज उत्पन्न नहीं होगा। अत: पीजो-इलेक्ट्रिक क्रिस्टल कम्पनों के प्रति अत्यन्त सुग्राही होते हैं।

प्रश्न 7. पीजो-इलेक्ट्रिक त्वरणमापी की विशेषताएँ बताइए।

उत्तर **पीजो-इलेक्ट्रिक त्वरणमापी की विशेषताएँ** Features of Piezo-electric Transducer इसकी विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

1. यह त्वरणमापी छोटे बेलन के आकार में उपलब्ध होते हैं जिनका 'व्यास × लम्बाई' सामान्यत: 15 mm × 30 mm के आस-पास होती हैं।
2. इस त्वरणमापी का भार अत्यन्त कम होता है जो लगभग 50 g के आस-पास होता है।
3. इनकी स्वाभाविक आवृत्ति सामान्यत: 35 kHz होती है; अत: ये उच्च आवृत्ति के कम्पन मापन में प्रयोग किए जाते हैं।
4. इनके द्वारा ± 250 g (2450 m/s^2) से ± 10,000 g (98000 $m/s^2 \approx 1{,}00{,}000$ m/s^2) तक का कम्पन त्वरण ज्ञात किया जा सकता है।

10 ज्यामितीय त्रुटियों का निरीक्षण
Inspection of Geometrical Errors

खण्ड 'अ' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. गोलीय त्रुटि किसे कहते हैं?

उत्तर किसी गोलीय त्रुटि वाले अवयव के प्रोफाइल अर्थात् कन्टूर के सभी बिन्दुओं को ढकने वाले संकेन्द्रीय वृत्तों की त्रिज्य दूरी गोलीय त्रुटि कहलाती है।

प्रश्न 2. इंजीनियर्स स्क्वायर का ब्लेड टूल किस धातु का बना होता है?

उत्तर स्टील या एलॉय स्टील का।

प्रश्न 3. यदि डैप्थ माइक्रोमीटर का स्पिंडल सन्दर्भ सतह के लम्बवत् नहीं है तो मापन परिमाण कैसा होगा?

उत्तर त्रुटिपूर्ण।

प्रश्न 4. समदूरी को परिभाषित कीजिए।

उत्तर यदि किन्हीं अक्षों की किसी दी गई सन्दर्भ सतह से दूरियाँ समान हैं तो यह स्थिति समदूरी कहलाती है।

प्रश्न 5. बीम तुलनित्र कितने बिन्दुओं पर टिका रहता है?

उत्तर बीम तुलनित्र चार बिन्दुओं पर टिका रहता है।

प्रश्न 6. सतह की फ्लैटनेस त्रुटि ज्ञात करने की किन्हीं दो विधियों के नाम बताइए।

उत्तर सतह की फ्लैटनैस त्रुटि ज्ञात करने की दो विधियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) बीम तुलनित्र द्वारा, (ii) डायल गेज द्वारा।

प्रश्न 7. स्ट्रेटनेस त्रुटि का मापन किसके द्वारा किया जाता है?

उत्तर स्ट्रेटनेस त्रुटि का मापन स्पिरिट लेवेल या ऑटोकोलिमेटर दोनों के द्वारा किया जा सकता है।

प्रश्न 8. यदि ऑटोकोलिमेटर का प्रयोग किया जाना है तो सतह से लगभग कितनी दूरी पर किसी दृढ़ सतह पर ऑटोकोलिमेटर को स्थिर किया जाता है?

उत्तर लगभग 0.75 m से 1 m दूरी पर।

प्रश्न 9. टेलीरोड यन्त्र अत्यधिक उपयोगी यन्त्र है, क्यों?

उत्तर क्योंकि इसका उपयोग बियरिंग बनाने वाली फैक्टरियों में क्रैंक पिन, पिस्टन पिन आदि की जाँच में बहुत होता है।

खण्ड 'ब' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. सीधेपन की परिभाषा दीजिए।

उत्तर "किसी रेखा को तभी सीधा (straight) कहा जा सकता है जब किसी दी गयी लम्बाई के लिए रेखा पर स्थित सभी बिन्दु मध्य रेखा के समान्तर एवं रेखा की प्रोफाइल के उच्चतम तथा निम्नतम बिन्दुओं से गुजरने वाली समान्तर रेखाओं के भीतर स्थित हों, जबकि उच्चतम व निम्नतम बिन्दु ड्राइंग में दी गयी सीमा के भीतर हों।" अत: किसी रेखा की स्ट्रेटनैस (सीधेपन) की जाँच के लिए रेखा की लम्बाई देना आवश्यक होता है। इसलिए यह कहा जाता है कि अमुक रेखा 80 mm लम्बाई में 0.2 mm के भीतर सीधी होनी चाहिए। अत: इस रेखा की 80 mm लम्बाई पर पड़ने वाले सभी बिन्दु 0.02 mm की सीमा में होने चाहिए।

Scanned by CamScanner

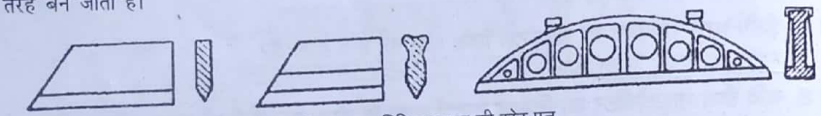
प्रश्न 2. सीधेपन का मापन कितने प्रकार से किया जाता है? किसी एक का वर्णन कीजिए। (2015)

अथवा **सीधापन जाँच पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।**

उत्तर सीधेपन का मापन निम्न युक्तियों से किया जाता है—

1. स्ट्रेट एज (Straight edge),
2. स्पिरिट लेवेल या ऑटोकोलिमेटर (Spirit level or autocollimator),
3. स्लिप गेज वेज द्वारा (By slip gauge wedge)।

स्ट्रेट एज विधि Straight Edge Method स्ट्रेट एज हार्ड स्टील का लैप (hardened and lapped steel) का बना हुआ एक लम्बा मापन यंत्र होता है जिसका सेक्शन पतला तथा गहरा होता है। स्ट्रेट एज के किनारों पर छोटी त्रिज्या बना दी जाती है। ऐसा करने से एज के किनारों की तीक्ष्णता समाप्त हो जाती है। इस प्रकार स्ट्रेट एज एक ब्लंट धार की चाकू की तरह बन जाता है।



चित्र 10.1 विभिन्न प्रकार की स्ट्रेट एज

स्ट्रेट एज को किसी सतह पर रखकर प्रकाश की विपरीत दिशा में देखकर सतह की स्ट्रेटनैस (सीधेपन) का अनुमान लगाया जा सकता है। स्ट्रेट एज की यथार्थता (accuracy) उच्च होनी चाहिए। किसी स्ट्रेज एज का अधिकतम विचलन नीचे दिए गए मान से अधिक नहीं होना चाहिए—

$$\pm\left(0.001+\frac{L}{500000}\right)\text{ mm}$$

जहाँ L स्ट्रेट एज की लम्बाई (mm) है।

बड़ी स्ट्रेट एज कास्ट आयरन की बनी होती है, जो पतली सतह वाली तथा बीच में से परवलयाकार होती है। बड़ी स्ट्रेट एज को परवलयाकार इसलिए बनाया जाता है जिससे कि प्रत्येक बिन्दु का नमन इसके भार के कारण उत्पन्न नमन आघूर्ण (bending moment) के समानुपाती रहे। बड़ी स्ट्रेज एज न्यूनतम विक्षेप वाले बिन्दुओं (points of minimum deflection) पर सपोर्ट की जानी चाहिए। यह बिन्दु स्ट्रेज एज पर तीर से दर्शाए गए रहते हैं तथा ये $0.544\,L$ दूरियों पर स्थित होते हैं।

अधिकतर मामलों में स्ट्रेट एज को समतल सतह पर रखकर प्रकाश के विपरीत देखा जाता है। यदि जाँची जाने वाली सतह पूर्ण रूप से सीधी है तो प्रकाश नहीं दिखायी पड़ेगा, परंतु यदि समतल तथा स्ट्रेट एज के मध्य गैप है तो प्रकाश के विवर्तन (diffraction) के कारण लाल या नीला प्रकाश दिखायी पड़ेगा। यदि लाल रंग का प्रकाश दिखायी पड़ता है तो गैप लगभग $0.1\,\mu m$ से $1.5\,\mu m$ के मध्य है। यदि नीले रंग का प्रकाश दिखायी पड़ता है तो समतल तथा स्ट्रेट एज के मध्य लगभग $0.5\,\mu m$ का गैप होता है।

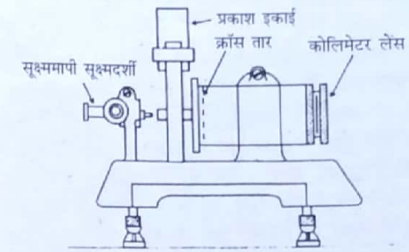
प्रश्न 3. ऑटोकोलिमेटर की रचना तथा कार्यविधि का वर्णन कीजिए।

अथवा **स्वचालित-कोलिमेटर की कार्य-विधि पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।** (2015)

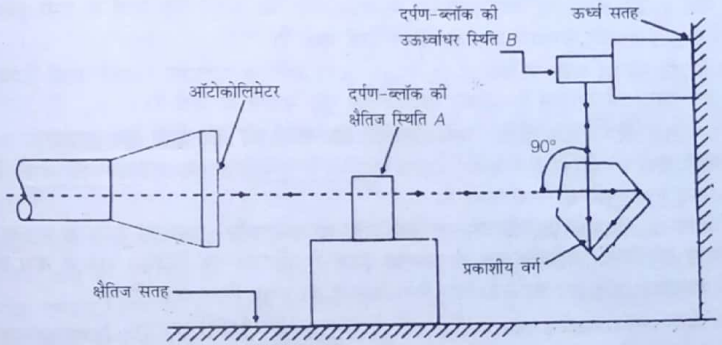
अथवा **स्व-चालित-कोलिमेटर पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** (2016, 17)

उत्तर **ऑटोकोलिमेटर की रचना** इनमें में एक ट्यूब होती है जिससे प्रकाश की समान्तर किरणें प्रकाश स्रोत से डाली जाती है। इसके साथ एक सूक्ष्मदर्शी या टेलिस्कोप (telescope) लगा होता है जिसके आई-पीस में सूक्ष्ममापी या माइक्रोमीटर लगा होता है। यंत्र में प्रकाश का एक स्रोत भी लगा होता है। चित्र 10.2 में इसका आरेख दिखाया गया है। इस यंत्र का प्रकाशीय प्रबन्ध (optical system) चित्र 10.2 में दिखाया गया है। यंत्र की अक्ष पर लगे अभिदृश्य (objective) के फोकल-बिन्दु पर लक्ष्य-तार लगे होते हैं। इनके पीछे एक परावर्तक लगा होता है जिसके ऊपर प्रकाश

स्रोत से पड़ने वाला प्रकाश 90° पर परावर्तित होता जाता है परन्तु क्षैतिज प्रकाश इसमें गुजर सकता है। प्रकाश स्रोत से निकलने वाला प्रकाश इस पर फोकस होता है और परावर्तित होता है जिससे क्रॉस-वायर प्रकाश-मान हो जाती है और इनका बिम्ब दाहिनी ओर चलता है तथा समांतरण के कारण अभिदृश्यक से होकर प्रकाश के समान्तर पुँज के रूप में निकलता है। एक अन्य परावर्तक पर टकराने के बाद निम्न परावर्तित होकर पुन: फोकल प्लेन (focal plane) में पहुँचकर माइक्रोस्कोप की आई-पीस (eye piece) में फोकस हो जाता है। माइक्रोस्कोप से देखने पर मूल क्रॉस-वायर भी दिखाई देते हैं। यदि परावर्तित बिम्ब अपने मूल मार्ग से वापस आता है तो वह मूल बिम्ब का सम्पाती (coincident) होगा और केवल एक क्रॉस-वायर (cross wire) दिखायी देगी। परन्तु यदि परावर्तक सतह (reflection surface) कुछ तिरछी या झुकी हुई है तो परावर्तित बिम्ब केन्द्रीय स्थिति से हट कर बनेगा और माइक्रोस्कोप में दो क्रॉस-वायर दिखायी देंगे जिनमें एक मूल क्रॉस वायर होगा और दूसरा उसका विस्थापन बिम्ब होगा। दोनों क्रॉस-वायरों के बीच दूरी मापने के लिए माइक्रोमीटर विन्यास में एक जोडी सेटिंग लाइनें (setting lines) लगी होती हैं।



चित्र 10.2 ऑटोकोलिमेटर

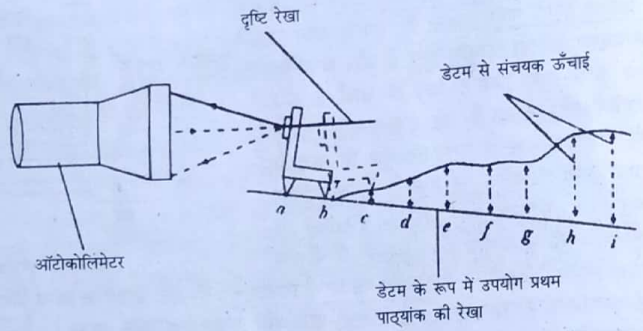


चित्र 10.3

माइक्रोमीटर पैमाने के साथ एक अंशांकन प्रबन्ध (calibration system) भी लगा होता है जिससे एक विभाजन अर्थात् 10 सेकण्ड चाप के लिए आनत कोण (angle of inclination) का मान पढ़ा जा सकता है। यह यन्त्र द्वारा लगभग दो मीटर की दूरी तक स्थापित परावर्तक सतह के बिम्ब को स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। इसमें लगभग 20 तक के आनत कोण पढ़ने की क्षमता होती है।

ऑटोकोलिमेटर की कार्यविधि इस विधि के अन्तर्गत, जिस सतह की जाँच करनी हो, उस सतह से लगभग 50 से 75 सेमी की दूरी पर एक दृढ़ आधार पर ऑटोकोलिमेटर को रखा जाता है। फिर इस सतह की लम्बाई में कोलिमेटर से प्रकाश की समान्तर पुँज (parallel beam) प्रक्षेपित (project) की जाती है। एक ब्लॉक जिसमें एक समतल ऊर्ध्वाधर परावर्तक लगा होता है, सतह पर रखा जाता है और ब्लॉक की परावर्ती सतह यन्त्र के सामने रखी जाती है। परावर्तक और यन्त्र इस प्रकार सेट किये जाते हैं कि कोलिमेटर के क्रॉस-वायरों का बिम्ब क्षेत्र के निकट प्रतीत होता है और सतह की सरल रेखा पर परावर्तक के लिए क्रॉस-वायरों का बिम्ब आई-पीस के क्षेत्र में दिखाई देगा। अब परावर्तक को सतह पर निश्चित दूरी के अन्तरालों में हटा-हटा कर सतह की सीधेपन की त्रुटि आई-पीस से सेकण्डों के मान में नोट की जाती है।

Scanned by CamScanner



चित्र 10.4

चाप पर 1 सेकण्ड = 0.000006 मिमी (झुकाव)। यदि कोलिमेटर के विस्थापन का अन्तराल l हो तो सेकण्ड चाप (arc) के लिए सतह का उतार या चढ़ाव $0.000006 \times l$ मिमी होगा।

चित्र 10.4 में ऑटोकोलिमेटर से सतह की जाँच का प्रबन्ध दिखाया गया है, इसमें परावर्तक की स्थिति (a-b) द्वारा दिखायी गयी है। इस स्थिति पर ऑटोकोलिमेटर के माइक्रोमीटर की रीडिंग पढ़ी जाती है। इसी प्रकार सतह की पूरी लम्बाई में b-c, c-d आदि स्थितियों के लिए रीडिंग देखी जाती है।

पाठ्यांक में त्रुटि को दूर करने के लिए (i-h), (h-g), (g-h) आदि पर परावर्तक रखकर उल्टी दिशा में पाठ्यांक पढ़े जाते हैं। इस प्रकार औसत मान निकालकर पाठ्यांक की त्रुटि समाप्त हो जाती है।

प्रश्न 4. समतलता की परिभाषा दीजिए। समतलता त्रुटि ज्ञात करने की विधियों के नाम बताइए।

उत्तर किसी सतह की समतलता से तात्पर्य समान्तर समतलों के युग्म के अधिकतम संयोजन (स्पर्श) से है जिसमें सतह के सभी बिन्दु एक-दूसरे को स्पर्श करते हैं।

भारतीय मानक IS : 2063-1962 के अनुसार किसी सतह को तभी फ्लैट (समतल) कहा जा सकता है जब सतह के सभी बिन्दुओ की किसी ज्यामितीय तल से लम्बवत् दूरियों में परिवर्तन एक निश्चित मान से कम हो।

सतह की समतलता त्रुटि ज्ञात करने के लिए निम्न विधियों का प्रयोग किया जाता है।

(i) सम्पर्क द्वारा (By contact), (ii) बीम तुलनित्र द्वारा (By beam comparator),
(iii) बार तुलनित्र द्वारा (By bar comparator) तथा (iv) डायल गेज द्वारा (By dial gauge)।

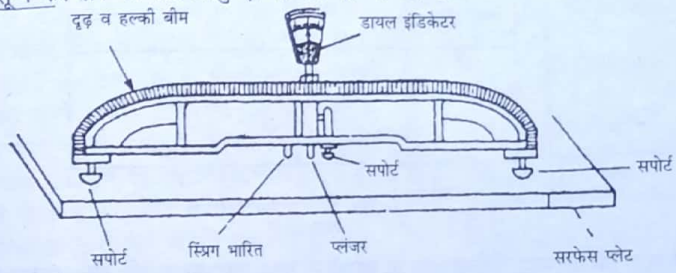
प्रश्न 5. समतलता त्रुटि मापन की किन्हीं दो विधियों का वर्णन कीजिए।
अथवा **समतलता की जाँच करने की विधि का उल्लेख कीजिए।**

उत्तर 1. **सम्पर्क द्वारा समतलता त्रुटि का मापन** Measurement of Flatness Error by Contact सरफेस प्लेट विभिन्न आकारों तथा प्रकार की बनायी जाती हैं। कार्यशाला की आवश्यकता के अनुसार इन्हें डिजाइन किया जाता है। सरफेस प्लेट लैप किए गए हार्ड कास्ट आयरन से बनी होती है। लैपिंग के स्थान पर सरफेस प्लेट स्क्रैपिंग से भी बनायी जाती है। सरफेस प्लेट इस प्रकार फ्लैट बनायी जाती है कि सतह पर किसी प्रकार की त्रुटि न रहे। सरफेस प्लेट ग्रेड-I तथा ग्रेड-II में विभिन्न नापों की उपलब्ध रहती है। 250 × 250 mm नाप की ग्रेड-I सरफेस प्लेट की अधिकतम फ्लैटनेस त्रुटि 0.005 mm, इसी नाप की ग्रेड-II प्लेट की फ्लैटनेस त्रुटि 0.020 mm तक हो सकती है।

सरफेस प्लेट की फ्लैटनेस त्रुटि ज्ञात करने के लिए इस सतह पर 'प्रुसियन ब्लू' (prussian blue) लगा दिया जाता है। प्रुसियन ब्लू, नीले रंग का गाढ़ा-सा पेस्ट होता है जो बाजार में ट्यूब के रूप में उपलब्ध रहता है। ब्लू लगाने के पश्चात् सरफेस प्लेट के ऊपर अन्य सतह रखकर दोनों को रगड़ा जाता है। इस प्रकार सरफेस के उच्च बिन्दुओं

(high points) पर ब्लू लग जाता है तथा निम्न बिन्दुओं पर ब्लू नहीं लगता है। इससे सतह की अवतलता तथा उत्तलता का गुणात्मक अनुमान लग जाता है।

2. **तुलनित्र द्वारा समतलता का मापन** Measurement of Flatness Error by Beam Comparator सतह की फ्लैटनेस त्रुटि ज्ञात करने के लिए बीम तुलनित्र (beam comparator) का प्रयोग बहुधा किया जाता है। बीम तुलनित्र चार बिन्दुओं पर टिका रहता है। बीम तुलनित्र किनारों पर दो स्थिर बिन्दु तथा मध्य में दो बिन्दुओं पर टिका रहता है। मध्य के दो बिन्दु किनारों के बिन्दु को मिलाने वाली रेखा से ऑफसेट (offset) होते हैं। इनमें से एक स्थिर तथा एक भारित स्प्रिंग के सहारे टिका रहता है। इस प्रकार एक बीम तुलनित्र तीन स्थिर तथा एक भारित स्प्रिंग के सहारे टिका रहता है। तीन स्थिर बिन्दुओं को मिलाने पर संदर्भ प्लेन प्राप्त हो जाता है तथा फ्लैटनेस त्रुटि इसी प्लेन के संदर्भ में ज्ञात की जाती है। बीम तुलनित्र के मध्य में डायल गेज लगाया जाता है। सरफेस प्लेट पर बीम तुलनित्र को रखने के बाद डायल को शून्य कर लेने पर चारों बिन्दु एक ही तल पर आ पाते हैं।



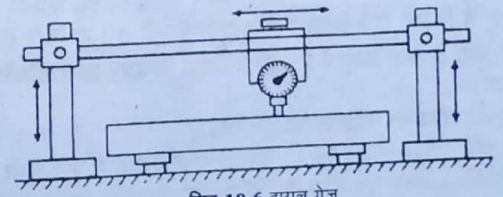
चित्र 10.5

बीम तुलनित्र को पहले से ही चिह्नित की गयी रेखाओं पर रखा जाता है और डायल गेज की रीडिंग नोट कर ली जाती है। डायल गेज संदर्भ तल के सापेक्ष अवतलता अथवा उत्तलता की माप देता है। अंत में उपरोक्त विधि से प्राप्त मानों की गणना कर ली जाती है।

प्रश्न 6. डायल गेज द्वारा समतलता त्रुटि के मापन की विधि को सचित्र स्पष्ट कीजिए।

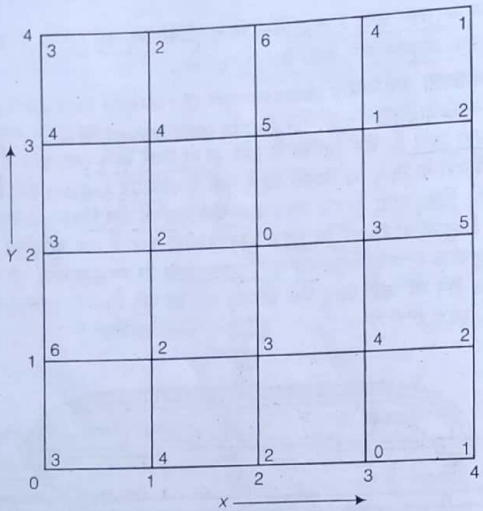
उत्तर सरफेस प्लेट की फ्लैटनेस की जाँच करने के लिए प्लेट को किसी बड़ी संदर्भ सतह पर स्लिप गेज या स्क्रू जैक के सहारे रखा जाता है जिससे कि दोनों सतहें समान्तर रह सकें। रीडिंग लेने के लिए डायल गेज का प्रयोग किया जाता है जिसका स्टैंड संदर्भ सतह पर रखा होता है। डायल गेज को ब्रिज के ऊपर लगाया जाता है जिससे पूरी सतह की रीडिंग आसानी से ली जा सके।

सम्पूर्ण सतह को रेखाओं के ग्रिड (grid : जाल) द्वारा बाँट दिया जाता है। डायल की सहायता से प्रत्येक प्रतिच्छेद बिन्दु की रीडिंग पढ़ ली जाती है। इन सभी बिन्दुओं को X-Y प्लेन पर लिख लिया जाता है। ध्यान रहे कि प्रतिच्छेद बिन्दुओं पर लिखे मान उन बिन्दुओं की ऊँचाइयाँ हैं, इसलिए यह मान Z-अक्ष की दिशा में है। अन्त में उपरोक्त की गणना कर सतह की फ्लैट का मान ज्ञात कर लिया जाता है।



चित्र 10.6 डायल गेज

Scanned by CamScanner

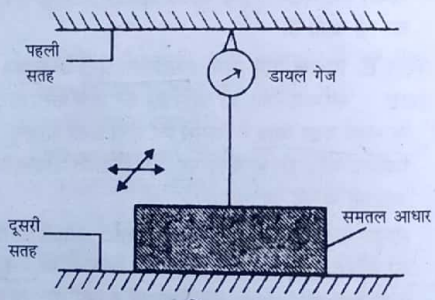


चित्र 10.7

प्रश्न 7. समान्तरता की परिभाषा दीजिए तथा दो सतहों के मध्य समान्तरता त्रुटि किस प्रकार ज्ञात की जाती है? वर्णन कीजिए।

अथवा **समानान्तरता की जाँच पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** (2017)

उत्तर 'समांतरता' का तात्पर्य दो सतहों, दो अक्षों के समान्तर होने से है। यदि दो सतहें समान्तर हैं तो प्रत्येक बिन्दु पर दोनों सतहों के मध्य दूरी एक-समान रहेगी। परंतु यदि दोनों सतहों के मध्य दूरी लगातार बढ़ती या घटती जाए तो सतहों के मध्य समान्तरता त्रुटि या पैरलेलिज्म त्रुटि पायी जाती है।



चित्र 10.8

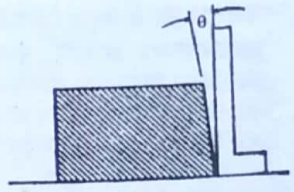
दो सतहों के मध्य समान्तरता त्रुटि का मापन दो सतहों के मध्य समान्तरता त्रुटि ज्ञात करने के लिए उनके मध्य की दूरी प्रत्येक स्थान पर ज्ञात कर ली जानी चाहिए। अधिकतम दूरी तथा न्यूनतम दूरी का अन्तर समान्तरता त्रुटि की माप होता है।

यह जाँच करने के लिए एक डायल गेज को समतल आधार पर बाँध दिया जाता है। अब समतल आधार एक सतह पर चलाया जाता है, जबकि डायल गेज दूसरी सतह पर चलता है। दोनों सतहों के मध्य दूरी का अन्तर गेज में विक्षेप उत्पन्न करता है। इस प्रक्रिया में डायल गेज को दो लम्बवत् दिशाओं में चलाया जाता है जिससे दोनों दिशाओं में समान्तरता त्रुटि ज्ञात हो जाती है।

प्रश्न 8. चौकोरपन की त्रुटि से क्या तात्पर्य है? इन्जीनियर्स स्क्वेअर द्वारा चौकोरपन की त्रुटि ज्ञात करने की विधि समझाइए।

अथवा **वर्ग-आकारता की जाँच पर संक्षिप्त नोट लिखिए।** (2016)

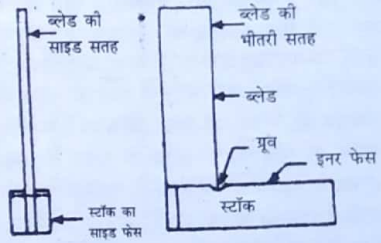
उत्तर **चौकोरपन की त्रुटि** Squareness Error यदि दो सतहें आपस में एक-दूसरे के लम्बवत् हैं तो इसके लिए आवश्यक है कि वे सतहें किसी मानक वर्ग की सतहों के समान्तर हों। मानक वर्ग के रूप में ऑप्टिकल वर्ग या समकोण लेवल का प्रयोग किया जाता है। चौकोरपन की त्रुटि अवयव के नापे गए कोण तथा 90° के अन्तर के रूप में व्यक्त की जा सकती है। चौकोरपन की त्रुटि किसी दी गयी लम्बाई में डायल पर प्राप्त विक्षेप के रूप में भी व्यक्त की जाती है। चौकोरपन की त्रुटि को 'लम्बता की त्रुटि' (perpendicularity error) भी कहते हैं।



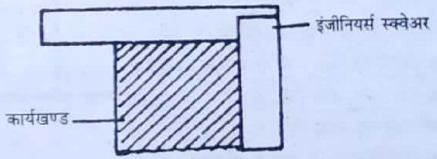
चित्र 10.9

इंजीनियर्स स्क्वेअर द्वारा स्क्वेअरनेस त्रुटि का मापन Measurement of Squareness Error by Engineer's Square इंजीनियर्स स्क्वेअर में दो दृढ़ सतहें एक-दूसरे के परस्पर लम्बवत् होती हैं। इसका ब्लेड टूल स्टील या एलॉय स्टील का बना होता है जिसके दोनों किनारे 60° पर तिरछे रहते हैं। ब्लेड कास्ट आयरन के स्टॉक के साथ रिवेट के माध्यम से जुड़ा रहता है। सामान्यत: स्टॉक, ब्लेड की तुलना में मोटा रहता है।

I.S. : 2103–1972 के अनुसार इंजीनियर्स स्क्वेअर के तीन ग्रेड होते हैं। ब्लेड की मानक लम्बाई 50, 100, 150, 200, 300, 500, 700 तथा 1000 mm तक होती है। किसी वर्गाकार सतह की लम्बता की जाँच करने के लिए इंजीनियर्स स्क्वेअर के ब्लेड तथा स्टॉक को लम्बवत् सतहों के ऊपर रख देते हैं। यदि सतहें लम्बवत् हैं तो प्रकाश में देखने पर गैप नहीं दिखायी पड़ता है, परंतु यदि दिखायी पड़ता है तो फिलर गेज की सहायता से गैप ज्ञात कर लिया जाता है। नापी गयी लम्बाई तथा गैप से कोण निकाल लिया जाता है। यह कोण 90° के सापेक्ष त्रुटि प्रदर्शित करता है। इंजीनियर्स स्क्वेअर की सहायता से किसी सतह के सीधेपन की भी जाँच की जा सकती है।



चित्र 10.10 इंजीनियर्स स्क्वेअर



चित्र 10.11

प्रश्न 9. वृत्तीयता त्रुटि से क्या तात्पर्य है? इसके प्रमुख कारण बताइए।

अथवा **ज्यामितीय सर्कुलरिटी पर टिप्पणी लिखिए।**

उत्तर गोलीय कार्यखण्डों की ऐसेम्बली में उनके व्यास का माप या टॉलरेंस ही फिटमेंट को प्रभावित नहीं करते हैं वरन् व्यास के अतिरिक्त गोलीय बेलनाकार अवयव की ज्यामिति भी फिटमेंट को प्रभावित करती है। किसी कार्यखण्ड की वृत्तीयता गोले होने की यथार्थता तथा उसकी बेलन की प्रोफाइल फिटमेंट को व्यापक रूप से प्रभावित करते हैं। यदि किसी बेलनाकार अवयव को माइक्रोमीटर से नापा जाता है और अवयव की माप टॉलरेन्स के भीतर आती है, फिर भी यह संभव है कि अवयव पूर्ण रूप से गोल (circular) न हो। यह समस्या फिटमेंट के समय आती है। चित्र 10.12 में बेलनाकार अवयव की वृत्तीयता त्रुटि को दर्शाया गया है।

चित्र 10.12

Scanned by CamScanner

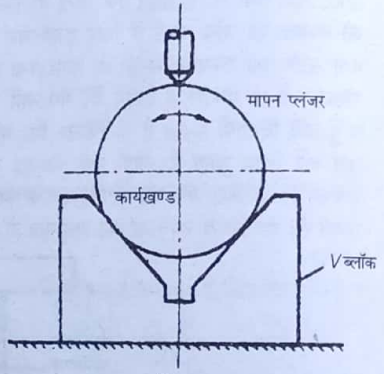
वृत्तीयता त्रुटि के प्रमुख कारण निम्न हैं—

(i) कार्यखण्ड को पकड़ने के कारण उत्पन्न विरूपण (clamping distorsion),
(ii) मशीन स्पिंडल का रनआउट,
(iii) कार्यखण्ड की सतह व जॉ (jaw) के मध्य चिप्स या गंदगी का होना,
(iv) स्पिंडल की बियरिंग खराब होना (run out),
(v) कटिंग प्रक्रिया में समरूपता न होना,
(vi) स्नेहकों की कमी होना,
(vii) केन्द्रकों का संरेखन ठीक से न होना,
(viii) मशीन में कम्पन होना,
(ix) फीट/डैप्थ ऑफ कट अधिक होना,
(x) अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होना,
(xi) सेन्टरलैस ग्राइंडिंग संक्रिया।

प्रश्न 10. *V*-ब्लॉक द्वारा गोलीयता ज्ञात करने की विधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर जिस अवयव की गोलीयता जाँचनी होती है, उसे साफ करके *V*-ब्लॉक के ऊपर रख देते हैं। तत्पश्चात् 0.001 mm सूक्ष्मता का डायल इंडिकेटर अवयव पर स्पर्श करा देते हैं। अब अवयव को *V*-ब्लॉक के ऊपर घुमाते हैं और डायल के ऊपर जाने व नीचे आने की मात्रा को नोट कर लेते हैं।

अवयव की 'लोब' की संख्या ज्ञात करने के लिए उसे पहले 60° *V*-ब्लॉक पर फिर 90° *V*-ब्लॉक पर घुमाते हैं। अब जितनी बार डायल सूचक में विक्षेप उत्पन्न होता है, अवयव के लोब की संख्या ज्ञात हो जाती है। इसका कारण यह है कि 60° *V*-ब्लॉक, ओवल अवयव के लिए विक्षेप नहीं प्रदर्शित करता है; जबकि 90° *V*-ब्लॉक ओवल अवयव के लिए दो बार उच्च तथा दो बार निम्न मान प्रदर्शित करता है। डायल का कुल विक्षेप गोलीयता त्रुटि प्रदर्शित करती है।



चित्र 10.13

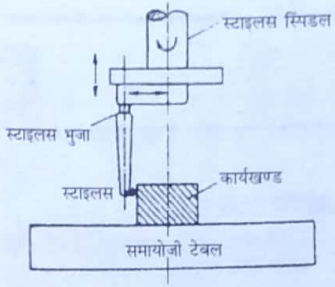
अत: स्पष्ट है कि एक ही अवयव विभिन्न कोण के *V*-ब्लॉक पर अलग-अलग मान प्रदर्शित करता है। इस त्रुटि से बचने के लिए 2 बिन्दु लोब के लिए (ओवल अवयव) 90° का *V*-ब्लॉक, 3 बिन्दु लोब के लिए (त्रिभुजाकार) 60° का *V*-ब्लॉक, 5 बिन्दु लोब के लिए 108° का *V*-ब्लॉक तथा 7 बिन्दु लोब के लिए 128° 34' का *V*-ब्लॉक प्रयोग करना चाहिए। हालाँकि इतने सारे *V*-ब्लॉक उपलब्ध कर पाना कभी-कभी कठिन होता है, इसलिए समायोज्य *V*-ब्लॉक (adjustable *V*-block) एक अच्छा उपाय है।

प्रश्न 11. टेलर हॉबसन टेलीरोड उपकरण की रचना तथा इसके द्वारा वृत्तीयता ज्ञात करने की विधि समझाइए।

उत्तर **रचना** Construction इस यन्त्र में उच्च यथार्थता का सूक्ष्म स्पिंडल (precision spindle) होता है तो अपनी अक्ष के परित: घूमता है। इसकी अनुमत असंकेन्द्रित (permissible eccentricity) 0.01 μm से अधिक नहीं होनी चाहिए। इस स्पिंडल पर एक हीरक बिन्दु स्टाइलस (diamond point stylus) के साथ एक स्टाइलस भुजा इस प्रकार लगी होती है कि स्पिंडल की घुमाऊ अक्ष से स्टाइलस की स्थिति परीक्षण किए जाने वाले अवयव की त्रिज्या के अनुसार परिवर्तित हो सके। स्पिंडल ऊपर एवं नीचे गति कर सकता है ताकि अवयव की विभिन्न ऊँचाइयों के लिए मापन किया जा सके। इससे परीक्षण किए अवयव के सीधेपन की भी जाँच हो जाती है। जॉब को समायोजी टेबल की सहायता से केन्द्रित कर लिया जाता है ताकि स्पिंडल की अक्ष जॉब की अक्ष के संपाती हो जाए।

वृत्तीयता ज्ञात करने की विधि स्पिंडल को घुमाकर डायमण्ड स्टाइलस के द्वारा परीक्षण किए जाने वाले अवयव के संदर्भ में एक यथार्थ वृत्त बना लिया जाता है। यदि अवयव पूर्णतया गोल है, तो स्टाइलस त्रैज्यिक विस्थापित (radially displaced) नहीं होगा। वास्तविक कन्टूर के यथार्थ वृत्त से यदि कोई विचलन है तो स्टाइलस में त्रैज्यिक गति होगी। स्टाइलस की यह गति स्टाइलस भुजा में लगे दो इन्डक्टिव अवयवों (inductive elements) के द्वारा विद्युत सिगनल (electrical signals) में परिवर्तित हो जाती है। ये विद्युत सिगनल आवर्धित होकर ध्रुवीय कोऑर्डिनेट रिकॉर्डर (polar coordinate recorder) पर रिकॉर्ड हो जाते हैं। इस ध्रुवीय रिकॉर्डर के चक्र मशीन स्पिंडल से समकालिक होते हैं। इस

प्रकार एक ध्रुवीय ग्राफ सीधे प्राप्त किया जा सकता है। इस ध्रुवीय ग्राफ के द्वारा यह ज्ञात किया जा सकता है कि परीक्षण किए जाने वाले जॉब की परिधि, वास्तविक वृत्तीय आकृति से कितनी अलग है। स्टाइलस गति के विद्युत आवर्धन (electrical magnification) को एक लाख गुना तक बढ़ाया जा सकता है।



चित्र 10.14 टेलीरोड विधि

गोलाई परीक्षण, कार्यखण्ड की आन्तरिक तथा बाह्य सतह के परिभ्रमण के लिए किए जा सकते हैं। जैसा कि ऊपर बताया गया है कि स्टाइलस गति को अत्यधिक आवर्धित किया जा सकता है, इस कारण मैक्रो (macro) तथा माइक्रो (micro) अनियमितताएँ (irregularities), कार्यखण्ड को अक्ष के सापेक्ष रिकॉर्डिड ध्रुवीय ग्राफ पर देखा जा सकता है। माइक्रो अनियमितताएँ (सतह रूक्षता) को विद्युतीय फिल्टर (electrically filter) करके अवयव की गोलाई की त्रुटि का अकेले मापन किया जा सकता है। चित्र 10.14 में दिखाए गए टेलीरोड प्रोफाइल ग्राफ से गोलाई की त्रुटि निम्न प्रकार से ध्रुवीय ग्राफ (polar graph) बनाकर मापी जा सकती है—

कार्यखण्ड की आदर्श स्थिति के लिए उस पर एक आधार वृत्त बनाया जाता है। इस डेटम वृत्त की पूरी परिधि को 12 समान रूप से विभाजित किया जाता है। इसके बाद प्रोफाइल ग्राफ की अधिकतम बाहरी स्थिति के लिए उसी केन्द्र से एक वृत्त खींचा जाता है तथा अधिकतम भीतरी स्थिति के लिए भी उसी केन्द्र से एक अन्य वृत्त खींचा जाता है। इन वृत्तों का न्यूनतम त्रैज्यिक अन्तर गोलाई त्रुटि का माप होता है।

टेलीरोड यन्त्र अत्यधिक उपयोगी यंत्र है। इसका उपयोग बियरिंग बनाने वाली फैक्टरियों में क्रैंक पिन, पिस्टन पिन इत्यादि की जाँच में बहुत होता है।

चित्र 10.15 पोलर ग्राफ

Scanned by CamScanner