Unit 1: Introduction

Course Outcome (CO)

- Understand the concept of measurements in engineering.

Unit -1: INTRODUCTION:

Meaning and scope of metrology in field of engineering. standards and types of measurements (Line and Wave length, Primary, Secondary and Tertiary measurement concept only). Limits, Fits and Tolerances. Interchangeability, precision.

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

Unit 1: Introduction

1- परिचय (Introduction):

आज का युग औद्योगिक क्रांति (industrial revolution) का युग है। इसलिये जहाँ एक ओर जनसंख्या वृद्धि के साथ उपभोक्ताओं (consumers) की सख्या में वृद्धि हुई है वहीं दूसरी ओर उद्योगों की संख्या में भी भारी वृद्धि हुई है तथा इसके साथसाथ उद्योगों का विकास भी हुआ है। उद्योगों के - मध्य अधिक से अधिक लाभ कमाने व उपभोक्ता बाजार पर छा जाने की अब होड़ मची हुई है। इसी होड़ न े उद्योगों के मध्य प्रतिस्पर्धा को जन्म दिया है और जिसके चलते उद्योगों के लिये अपने उत्पाद की गुणवत्ता (quality) बनाये रखना व उसमें निरंतर सुधार करना आवश्यक हो गया है। परंतु गुणवत्ता के किसी उत्पाद की उत्पादकता (productivity) को बनाये रखना किसी उत्पादन केंद्र की सफलता का एक महत्त्वपूर्ण कारण है। 'मापनिकी एवं मापन यंत्र' विषय हमें इस बात की जानकारी देता है कि किसी उत्पादन प्रक्रम (manufacturing process) में किस तरह गुणवत्ता व उत्पादकता में सामंजस्य बनाये रखा जा सकता है।

हम जानते हैं कि किसी उत्पाद की गुणवत्ता बनाये रखने के लिये उत्पाद का नियमित निरीक्षण (inspection) आवश्यक होता है जिसके लिये विभिन्न प्रकार के मापन यंत्रों व मापन प्रक्रियाओं का प्रयोग किया जाता है। उत्पाद के विभिन्न प्राचालों (parameters) का निरीक्षण करने के लिये विभिन्न प्रकार के मापन यंत्रों का उपयोग किया जाता है। परन्तु मापन यंत्रों व मापन प्रक्रियाओं का चुनाव करते समय इस बात का विशेष ध्यान रखना चाहिये कि निर्मित उत्पाद का मूल्य इतना ना बढ़ जाये कि बाजार में उसको विक्रय करना कठिन हो जाये। साथ ही इस बात का भी ध्यान रखना चाहिये कि निरीक्षण प्रक्रिया में आवश्यकता से अधिक समय न लगे जिसका कि उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़े। चूँकि उत्पादकता का सीधा सम्बंध उत्पाद मूल्य से है अतः मापन का जो रूप व्यवसायिक रूप से उद्योगों में उपयोग किया जा रहा है इसे माप विज्ञान या मापनिकी(Metrology) कहते हैं। माप विज्ञान उत्पादों के विभिन्न प्राचालों के निरीक्षण के उपयोग किये जाने वाले मापन यंत्रों व मापन प्रक्रियाओं के सही चुनाव में सहायता करता है। विभिन्न क्षेत्रों में कार्यरत इंजीनियरों को विभिन्न मापन यंत्रों का उपयोग करना पड़ता है अतः मापनिकी विषय का ज्ञान प्रत्येक क्षेत्र के इंजीनियर के लिये उपयोगी होता है।

1.1 मापनिकी का अर्थ (Meaning of Metrology):

मापनिकी का शुद्ध अर्थ माप विज्ञान है परंतु इंजीनियरिंग में इसका अर्थ 'व्यापक' रूप में स्वीकार किया जाता है। अतः मापनिकी इंजीनियरिंग का वह विषय है जिसके)अन्तर्गत मापन की मानक इकाइयों)standard units), मापन यंत्रों तथा मापन प्रक्रियाओं का अध्ययन किया जाता है। "

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

1-2 मापनिकी का कार्यक्षेत्र (Scope of Metrology):

औद्योगिक परिवेश के बदलने के साथसाथ मापनिकी का कार्यक्षेत्र भी बढ़ा है। अब विशुद्ध मापन के - साथ अन्य कई क्षेत्रों को इसमें सम्मिलित किया गया है। अतः मापनिकी के कार्यक्षेत्र को निम्न क्षेत्रों में बाँटा जा सकता है जिनका संक्षिप्त विवरण दिया गया है:

(1) निरीक्षण (inspection):

जिन उद्योगों में उत्पादन बड़े पैमाने (mass production) पर किया जाता है उनमें प्रत्येक उत्पाद का माप लेना संभव नहीं होता है। अतः गुणवत्ता नियंत्रण (quality control) के लिये उत्पाद के एक बड़े समूह (lot) से कुछ उत्पाद लिये जाते हैं और उनका विभिन्न मापन यंत्रों से निरीक्षण व परीक्षण किया जाता है। निरीक्षण की यह विधि सांख्यिकीय गुण नियंत्रण (statistical quality control) कहलाती है। इसके अतिरिक्त समय की बचत के लिये गेज (gauge) व तुलनि (comparator) का प्रयोग किया जाता है।

(2) उत्पादन प्रक्रम का नियंत्रण)control of manufacturing process):

मापनिकी किसी उत्पादन प्रक्रम की गुणवत्ता को नियंत्रण में रखने में सहायता प्रदान करती है। इसके लिये सांख्यिकीय गुण नियंत्रण के सिद्धांतों का उपयोग किया जाता है। इसके अंतर्गत किसी बड़े लॉट साइज़ से सांख्यिकीय मापदंडों (statistical standards) के आधार पर कुछ उत्पाद चुन लिये। जाते हैं। उनके विभिन्न प्राचालों के निरीक्षण से प्राप्त मापों के आधार पर अलग) अलग कन्ट्रोल चार्ट-control chart) तैयार कर लिये जाते हैं। प्राचाल में परिवर्तन होने पर मशीन को पुनः सेट किया जाता है। इसी प्रकार अन्य उत्पादों का भी नियंत्रण किया जा सकता है।

(3) विभिन्न सतही प्राचालों का मापन (measurement of surface parameters):

किसी अवयव (component) के विभिन्न प्राचालों (parameters) जैसे टेपर (taper), गियर (gear), स्क्रू चूड़ (screw thread), सतह रुक्षता (surface rough- ness), गोलीयता (roundness) आदि की मापन प्रक्रिया का अध्ययन मापनिकी के अंतर्गत किया जाता है।

(4) मापन यंत्रों का कैलिब्रेशन व अनुरक्षण (calibration and maintenance of measuring instruments):

मापन यंत्रों की दक्षता अधिक समय तक बनाये रखने के लिये उनका रख रखाव करना आवश्यक- होता है जिसे अनुरक्षण कहते हैं। साथ ही मापन यंत्रों की यथार्थता बनाये रखने के लिये उनका उच्च यथार्थ मापन प्रणालियों द्वारा निरीक्षण किया जाता है जिसे कैलिब्रेशन (calibration) कहते हैं। उपरोक्त दोनों कार्य मापनिकी विषय के अंतर्गत आते हैं।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

मशीनी औजारों का संरेखन (alignment of machine tools):

किसी मशीन द्वारा बनाये गये उत्पाद की गुणवत्ता मशीन औजार की यथार्थता तथा उसके विभिन्न अवयवों के सही संरेखन पर निर्भर करती है। अतः कार्यशाला में किसी मशीन औजार के संस्थापन(installation) व परिचालन (operation) के समय उसके विभिन्न अवयवों का सरेखन परीक्षण (alignment test) करना आवश्यक होता है। इसके अंतर्गत मशीन बैड (machine bed), स्पिंड(spindle) आदि की जाँच की जाती है।

1-3 मापनिकी के उद्देश्य (Objects of Metrology):

मापनिकी का मूल उद्देश्य किसी औद्योगिक प्रक्रम को कम से कम लागत में अधिक से अधिक गुणवत्ता तथा यथार्थता प्रदान करना है। इसके अतिरिक्त मापनिकों के निम्नलिखित अन्य उद्देश्य हैं-

(1) किसी उत्पाद की जाँच के लिये मापन यंत्रों का चयन तथा उनकी उपयोगिता ज्ञात करना।

(2) मापन विधियों का मानकीकरण करना, यह कार्य किसी अवयव के सर्वप्रथम उत्पादन से पूर्व सुनिश्चित किया जाना चाहिये।

(3) उपलब्ध साधनों का प्रभावी व दक्षतापूर्वक उपयोग करके निरीक्षण लागत को कम करना।

(4) सांख्यिकीय गुण नियंत्रण (statistical quality control) की विधियों का उपयोग करके अस्वीकृत अवयवों की संख्या में कमी करना तथा उनकी मरम्मत पर होने वाले व्यय को कम करना ।

(5) नये विकसित उत्पादों की डिज़ाइन की गहन जाँच करके उत्पादन प्रक्रम तथा उपलब्ध मापन संसाधनों की अनुकूलता ज्ञात करना।

(6) मापन यंत्रों की यथार्थता सुनिश्चित रखने के लिये मापन यंत्रों का समय समय पर कैलिब्रेशन-(calibration) करना।

(7) मापन सम्बंधी समस्याओं का हल खोजना।

(8) किसी प्रक्रम की दक्षताओं को ज्ञात करके अवयव के उत्पादन को उसकी सीमाओं (tolerance) के भीतर रखना।

(9) निरीक्षण के लिये उपयोगी गेजों (gauges) व निरीक्षण फिक्स्चरो (inspection fixtures) की डिज़ाइन विकसित करना।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

1.4 मापन (Measurement):

किसी वस्तु के विभिन्न प्राचालों (parameters) के माप लेने की प्रक्रिया को मापन कहते हैं। चूँकि भिन्नया के अंतर्गत अलग राय रख सकते हैं अतः मापन क्रि-भिन्न व्यक्ति एक वस्तु के लिये अलग- किसी अज्ञात राशि(unknown parameter) की तुलना)comparison) पूर्व निर्धारित मानकों (standards) के साथ की जाती है।

मापन की आवश्यकता (Requirement of Measurement):

आज के आधुनिक इंजीनियरिंग युग में एक उत्पाद का निर्माण करने वाले कई औद्योगिक समूह हैं। अतः प्रतिस्पर्धा के चलते प्रत्येक निर्माता)manufacture) अपने उत्पाद की गुणवत्ता बनाये रखने के लिये निरंतर प्रयासरत है जिसके लिये उत्पाद का मापन अत्यंत आवश्यक होता है और इसी के साथ मापन प्रणाली की यथार्थता, दक्षता व विश्वसनीयता भी बनाये रखना आवश्यक होता है।

मापन की श्रेणियाँ (Classes of Measurement):

किसी अज्ञात राशि का मापन मुख्यतः दो विधियों से किया जाता है – प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष । प्रत्यक्ष विधि में किसी राशि का मापन सीधे ही पूर्व निर्धारित मानकों से तुलना करके प्राप्त किया जाता है, जैसे कि पैमाने(scale) से लम्बाई का मापन । अप्रत्यक्ष विधि के अंतर्गत किसी राशि का मापन सीधे ही न करके माप के प्रेक्षण (observations) को रूपान्तरित करके किसी कैलिब्रेटेड पैमाने पर पढ़ी जाती है, जैसे तापमान को थर्मामीटर पर उसमें पारे की लम्बाई से ज्ञात किया जाता है। थर्मामीटर के उदाहरण से स्पष्ट है कि यहाँ तापमान (राशि) का केवल एक बार रूपान्तरण हो रहा है। (लम्बाई में) येरण किपरन्तु अनेक जटिल मापन यंत्रों में एक माप के लिये राशियों के एक से अधिक बार रूपांत जाते हैं। इसी रूपातन्नण(translation) के आधार पर मापन को निम्न श्रेणियों में बाँटा गया है:

(1) प्रथम श्रेणी मापन (Primary Measurement)
(2) द्वितीय श्रेणी मापन (Secondary Measurement)
(3) तृतीय श्रेणी मापन (Tertiary Measurement)

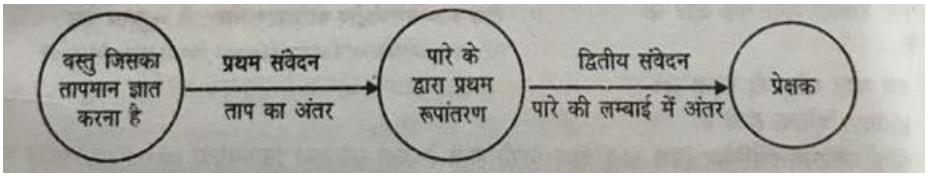
(1) प्रथम श्रेणी मापन (Primary Measurement):

जिन मापों को लेते समय किसी प्रकार का रूपान्तरण नहीं होता है तथा यह सीधे ही प्रत्यक्ष प्रेक्षण से लिये जाते हैं, प्रथम श्रेणी मापन कहलाते हैं। जैसे किसी मानक पैमाने (standard scale) से अज्ञात लम्बाई की तुलना करना, रंगों को देख कर तापज्ञान का अनुमान लगाना आदि प्रथम श्रेणी माप के उदाहरण हैं। अतः यह माप प्रेक्षणकर्त्ता (observer) की नाड़ियों (nerves) की माप के प्रति संवेदनशीलता पर निर्भर करती है।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

(2) द्वितीय श्रेणी मापन (Secondary Measurement):

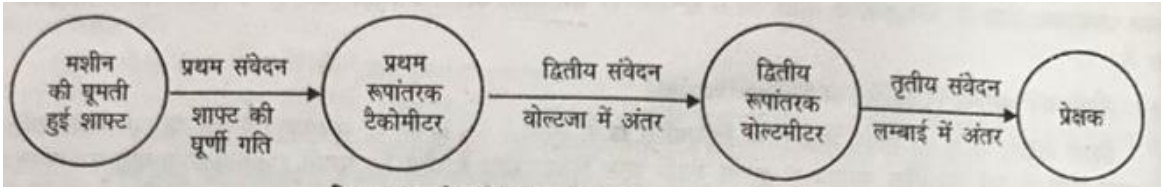
जिन मापों में प्रेक्षण का केवल एक बार रूपान्तरण हो, द्वितीय श्रेणी मापन कहलाती हैं। इसके अंतर्गत जब किसी राशि का मापन सीधे संभव नहीं होता है तब उस राशि का रूपान्तरण लम्बाई में किया जाता हैं जिसे किसी कैलिब्रेटेड पैमाने(calibrated scale) पर पढ़ लिया जाता है। तापमान एवं दाब का मापन द्वितीय श्रेणी माप के प्रमुख उदाहरण हैं। थर्मामीटर में भरा पारा तापमान के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होता है तथा तापमान अंतर होने पर पारे की लम्बाई में परिवर्तन होता है। अतः थर्मामीटर के बल्ब में भरा पारा तापमान में होने वाले परिवर्तन को पारे की लम्बाई के परिवर्तन के रूप में दर्शाता है जिसे पहले से चिन्हित (graduated) कैलिब्रेटेड पैमाने (calibrated scale) पर पढ़ा जाता है। इस प्रक्रिया को चित्र में समझाया गया है।



इसी प्रकार दाब मापन के लिये जिस यंत्र का प्रयोग किया जाता है उसे दाब मापी (pressure gauge) कहते हैं। यह यंत्र दाब के संवेदन को दाब गेज के सूचक (pointer) की चाल के माध्यम से दर्शाता है जिसको डायल पर बने पैमाने पर पढ़ा जाता है।

(3) तृतीय श्रेणी मापन (Tertiary Measurement):

किसी राशि को नापने के लिये यदि उस राशि को दो बार रूपान्तरण किया जाता है तो वह तृतीय श्रेणी मापन कहलाती हैं। इस श्रेणी के अंतर्गत विद्युत टैकोमीटर (electric tachometer) व पाइरोमीटर (pyrometer) यंत्र प्रमुख हैं। विद्युत टैकोमीटर में शॉफ्ट की गति के संवेदन को ट्रांसड्यूसर (transducer) द्वारा वोल्टज (voltage) में बदला जाता है। इस प्रकार प्रथम रूपान्तरण में गति, वोल्टेज में परिवर्तित की जाती है तथा वोल्टज वोल्टमीटर (voltmeter) द्वारा लम्बाई में परिवर्तन के रूप में प्रदर्शित कर दिया जाता है। अतः वोल्टज को वोल्टमीटर द्वारा लम्बाई में बदलना द्वितीय रूपांतरण है जिसे प्रेक्षक द्वारा तृतीय संवेदन के रूप में पढ़ लिया जाता है। तृतीय श्रेणी के मापन को चित्र में प्रदर्शि किया गया है।



Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

लम्बाई के मानक (Standard of Length):

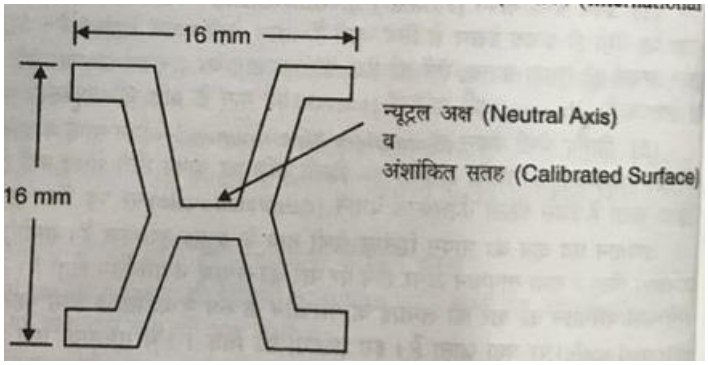
कार्यशाला में बनाये गये किसी अवयव के विभिन्न प्राचालों में सामान्यतः लम्बाईयों (एक रेखा से दूसरी रेखा के बीच की दूरी) की संख्या अधिक होती है। अतः लम्बाई के मानक की आवश्यकता को दुनिया के प्रत्येक देश ने अनुभव किया। लम्बाई के लिये निम्नलिखित मानकों का उपयोग किया जाता है:

(1) मीटर (Metre)
(3) तंरगदैर्ध्य मानक (Wavelength Standard)
(2) यार्ड (Yard)

(1) मीटर (Metre):

मीट्रिक प्रणाली में लम्बाई का मानक मीटर है जिसे अन्तर्राष्ट्रीय प्रोटोटाइप मीटर (International Prototype meter) कहते हैं। इसे निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है- "0°C तापमान तथा सामान्य वायुमण्डलीय दाब पर प्लेटिनम-ईरीडियम मिश्र धातु (प्लेटिनम 90% व ईरीडियम 10%) के छड़ के न्यूट्रल अक्ष पर बनी दो 16mm रेखाओं के बीच की दूरी एक मीटर कहलाती है।" इसकी कुल लम्बाई 102 mm होती है। चित्र में छड़ की अनुप्रस्थ काट दिखाई गयी है। उपरोक्त दर्शायी गयी कई काट क निम्न लाभ हैं-

(i) इस काट धातु की दृढ़ता (rigidity) अधिक होती है,



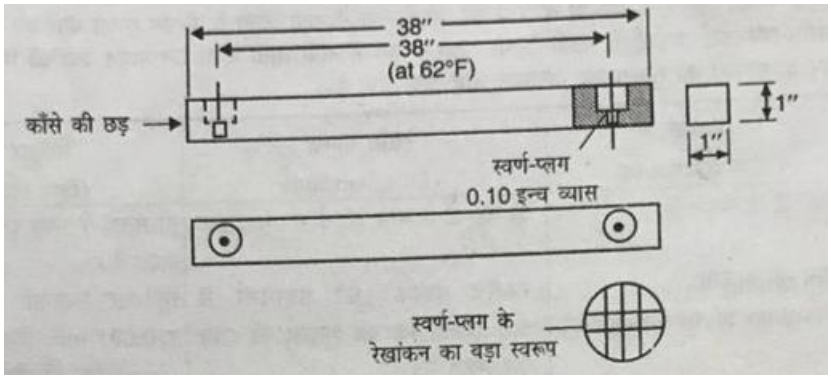
(ii) चूँकि प्लेटिनम-ईरीडियम मिश्र धातु बहुत मँहगी होती है अतः यह काट मितव्ययता (economy) प्रदान करती है,

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

(iii) काट की न्यूट्रन अक्ष की पूरी लम्बाई अंशाकित की जा सकती है।

(2) यार्ड (Yard):

यह ब्रिटिश प्रणाली का रेखीय मानक (line standard) है जिसे इम्पीरियल मानक यार्ड (Imperial Standard Yard) भी कहा जाता है। यह एक वर्ग इंच अनुप्रस्थ काट की 38" लम्बी काँसे (Bronze) की छड़ है जिसके दोनों सिरों से एक इंच दूरी पर छड़ के केन्द्र में छिद्र बने होते हैं। इन छिद्रों के केन्द्र के बीच की दूरी 36" होती है। इन छिद्रों में " व्यास के दो स्वर्ण प्लग (gold plug) लगे होते हैं। इन प्लग के ऊपर दो क्षैतिज तथा तीन ऊर्ध्वाधर बारीक रेखायें " के अंतराल पर बनी होती हैं। इस प्रकार 62°F पर दो स्वर्ण प्लग पर रेखांकित रेखाओं के बीच की दूरी एक मानक यार्ड कहलाती है। इसे चित्र में दर्शाया गया है। इस मानक का प्रयोग अब भारत में नहीं किया जाता है।



(3) तरंगदैर्ध्य मानक (Wavelength Standard):

लम्बाई के रेखीय मानकों 'मीटर' तथा 'थाई' के साथ व्यावहारिक कठिनाई यह है कि इनकी लम्बाई तापमान के साथ परिवर्तित होती रहती है। इस कारण मापन की प्रक्रिया में त्रुटि स्वीकार्य परिमाण से अधिक होने की संभावना बढ़ जाती है। अतः लम्बाई के एक ऐसे मानक की आवश्यकता का अनुभव किया गया जो किसी भी अवस्था में अपरिवर्तनीय रहे। इसके लिये किसी एकवर्णीय प्रकाश (monochromatic light) की तरंगदैर्ध्य को लम्बाई के मानक के रूप में स्वीकार करने पर बल दिया गया।

भार व माप के अन्तर्राष्ट्रीय ब्यूरो (International Bureau of Weights and Measures) ने वर्ष 1990 में **क्रिप्टॉन-86 (Krypton-86) के नांरगी विकिरण की तरंगदैर्ध्य को लम्बाई के मानक के रूप में स्वीकार किया। इसके अनुसार क्रिप्टॉन-86 के नारंगी विकिरण (orange radiation) की 1650763-73 तरंगदैर्ध्य की लम्बाई 'एक मीटर' के बराबर होती है।** लम्बाई का यह मानक पुनरुत्पादनीय (reproducible) होता है जो 108 में 1 भाग की शुद्धता का मान देता है। इस मानक पर वातावरण का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है जबकि भौतिक स्वरूप वाले मानकों (मीटर व यार्ड) को अत्यंत सुरक्षित रखना पड़ता है।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

तरंगदैर्ध्य मानक के लाभ (Advantages of Wavelength Standard):

(1) इसका भौतिक स्वरूप न होने के कारण यह वातावरण के प्राचालों जैसे ताप (temperature), दाब (pressure), आर्द्रता (humidity) इत्यादि से अपरिवर्तित रहता है,

(2) इसके सुरक्षित भंडारण की आवश्यकता नहीं होती है,

(3) इसके घिसने व टूटने (wear and tear) का भय नहीं होता है,

(4) यह पुनरुत्पादनीय (reproducible) होता है,

(5) यह एक स्थान से दूसरे स्थान तक आसानी से ले जाया जा सकता है,

(6) यह सभी मानक प्रयोगशालाओं (standard laboratories) के पास आसानी से उपलब्ध रहता है।

मापन के मानक (Standard of Measurement):

अन्तर्राष्ट्रीय प्रोटोटाइप मीटर व इम्पीरियल मानक यार्ड का उपयोग लम्बाइयों के अन्य मानकों के निर्धारण के लिये किया जाता है। इन मानकों का उपयोग सामान्य मापन प्रक्रिया में नहीं किया जा सकता है। अतः मापन की क्रिया को सुचारू रूप से चलाने के लिये विभिन्न प्रकार के मानकों का प्रयोग किया जाता है जिन्हें उपयोगिता के दृष्टिकोण से निम्नलिखित चार श्रेणियों में बाँटा जा सकता है-

(1) प्राथमिक मानक (Primary Standard)
(2) द्वितीयक मानक (Secondary Standard)
(3) तृतीयक मानक (Tertiary Standard)
(4) कार्यकारी मानक (Working Standard)

(1) प्राथमिक मानक (Primary Standard):

यह मूल मानक हैं जिन्हें अत्यंत विशेष परिस्थिति में सावधानीपूर्वक रखा जाता है। इनका उपयोग सामान्य मापन प्रक्रिया में नहीं किया जाता है अपितु इनकी सहायता द्वितीयक मानक बनाये जाते हैं। कभी आवश्यकता पड़ने पर द्वितीयक मानकों की तुलना मूल मानकों से की जाती है। मीटर, यार्ड आदि प्रथम मानक के उदाहरणहैं।

(2) द्वितीयक मानक (Secondary Standard):

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

यह मानक मूल मानकों (प्रथम मानक) से लगभग सभी आधार पर (डिज़ाइन, पदार्थ, लम्बाई) समान होते हैं। इनकी समय-समय पर मूल मानकों से तुलना की जाती है। यदि कोई त्रुटि है तो उसे नोट कर लिया जाता है। द्वितीयक मानक कई स्थानों पर रखे जाते हैं तथा आवश्यकता पड़ने पर तृतीय मानकों की तुलना इनसे की जाती है। प्रथम मानक के दुर्घटनाग्रस्त हो जाने पर द्वितीय मानक ही उपयोग में लाये जाते हैं।

(3) तृतीयक मानक (Tertiary Standard):

यह मानक, मानकों की श्रेणी के पहले मानक हैं जिन्हें कार्यशाला व मानक प्रयोगशालाओं में अन्य कार्यकारी मानकों के लिये संदर्भ (reference) के लिये उपयोग किया जाता है।

(4) कार्यकारी मानक (Working Standard):

यह उपरोक्त तीनों मानकों से मिलते-जुलते बनाये जाते हैं परन्तु मूल्य कम रखने के लिये इन्हें निम्न ग्रेड की धातु से बनाया जाता है। इनका सामान्य उपयोग मापनिकी प्रयोगशाला (metrology laboratory) में किया जाता है।

अंशाकन (Calibration):

किसी कार्यशाला या बड़े उत्पादन केन्द्र में विभिन्न प्रकार के मापन यंत्र, गेज व मापन प्रणालियाँ उपयोग में लाई जाती हैं। किसी अवयव (component) की गुणवत्ता उसके साइज़ (size) पर निर्भर करती है। चूँकि किसी अवयव के साइज़ की विश्वसनीयता व यथार्थता उसके मापन के लिये उपयोग में लाये जाने विभिन्न मापन यंत्रों इत्यादि पर निर्भर करती है, अतः समय-समय पर मापन यंत्रों व गेजों (gauges) की जाँच की जानी चाहिये। इसके अंतर्गत कार्यशाला में विद्यमान कार्यकारी मानकों के साथ मापन यंत्रों व गेजों की तुलना की जाती है। यदि मापन यंत्रों या गेजों में कोई त्रुटि पाई गयी तो उसे नोट कर लिया जाता है। इसे ही कैलिब्रेशन (calibration) कहते हैं। उद्योगों में कार्यशाला के विभिन्न मापन यंत्रों को निर्धारित समय अन्तराल 1 माह, 3 माह या 6 माह पर कैलिब्रेट किया जाता है। इससे किसी अवयव के साइज़ तथा मापन प्रणाली की विश्वसनीयता बनी रहती है।

मापन क्रिया सम्बंधी महत्वपूर्ण परिभाषायें (Important Definitions about Measurement):

(1) अल्पतम मान (Least Count):

मापन क्रिया में किसी मापन यंत्र द्वारा नापा जा सकने वाले न्यूनतम मान को अल्पतम मान कहते हैं। माइक्रोमीटर के लिये यह मान 0.01 mm या 0.001 mm तथा वर्नियर कैलिपर के लिये 0.1mm, 0.05 mm या 0.02 mm होता है। आज कल डायल वर्नियर (Dial Vernier) का उपयोग बहुधा हो रहा है जिसका कि अल्पतम मान 0-01 mm होता है।

(2) परास (Range):

किसी मापन यंत्र द्वारा नापी जा सकने वाली अधिकतम माप को परास कहते हैं। माइक्रोमीटर के लिये यह मान 0-25mm, 25-50mm आदि होता है जबकि वर्नियर कैलिपर के लिये 0-150mm, 0–200mm तथा 0-300 mm आदि होते हैं।

(3) स्केल स्पेसिंग (Scale Spacing):

किसी मापन यंत्र के स्केल पर दो आसन्न विभाजनों (adjacent divisions) के मध्य की दूरी को स्केल स्पेसिंग कहते हैं। अधिकतर मापन यंत्रों के पूरे परास में स्केल स्पेसिंग एक समान रहती है, ऐसे मापन यंत्रों के स्केल को रेखीय स्केल (linear scale) कहते हैं। इसके विपरीत अरेखीय स्केल (non-linear scale) वाले मापन यंत्रों की स्केल स्पेसिंग में क्रमागत परिवर्तन होता है।

(4) रीपीटेबिलिटी (Repeatability):

किसी मापन यंत्र का वह गुण, जिसके कारण यदि किसी अवयव (component) के किसी एक प्राचाल (single parameter) को एक ही निरीक्षक द्वारा भिन्न-भिन्न समय पर मापा जाये तथा प्रेक्षण में समरूपता प्राप्त हो, रीपीटेबिलिटी कहलाती है। इससे वातावरण आदि का मापन यंत्र पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन किया जाता है।

(5) रीप्रोड्यूसेबिलिटी (Reproducibility):

किसी मापन प्रक्रिया में यदि किसी अवयव (component) के किसी एक प्राचाल (single parameter) को एक ही मापन यंत्र से भिन्न-भिन्न निरीक्षकों द्वारा मापा जाये तथा प्रेक्षण में समरूपता प्राप्त हो, उद्योगों में किये जाने वाले इस अध्ययन को आर एंड आर स्टडी (R & R Study) कहा जाता है। रीप्रोड्यूसेबिलिटी कहलाती है। इस क्रिया द्वारा उद्योगों में विभिन्न निरीक्षकों (inspectors) के मापन कौशल की तुलना की जाती है।

(6) सुग्राहिता (Sensitivity):

किसी मापन यंत्र के सूचक (pointer) के विस्थापन के मान (मि०मी० में) तथा यंत्र के उस विस्थापन के सापेक्ष मान के अनुपात को यंत्र की सुग्राहिता कहते हैं। अतः मापन यंत्र की स्केल स्पेसिंग तथा अल्पतम मान का अनुपात यंत्र की सुग्राहिता कहलाता है। किसी यंत्र के अधिक सुग्राही होने का अर्थ उसकी सुग्राहिता का आंकिक मान अधिक होना है।

(7) वास्तविक मान (True Value):

मापन यंत्र के द्वारा किसी प्राचाल का नापा गया मान वास्तव में वास्तविक मान के निकट तो होता है परन्तु वास्तविक मान को मापना संभव नहीं होता है।

(8) यथार्थता (Accuracy):

किसी मापन यंत्र द्वारा नापे गये मान की वास्तविक मान से निकटता को यथार्थता कहते हैं। प्रत्येक माप का एक वास्तविक मान होता है परंतु मापे गये मान तथा वास्तविक मान में अंतर अवश्य होता है। ऐसा मापन प्रक्रिया में विद्यमान त्रुटियों के कारण होता है। अतः मापन की त्रुटि तथा मापन यंत्र की यथार्थता एक-दूसरे के व्युत्क्रमानुपाती है।

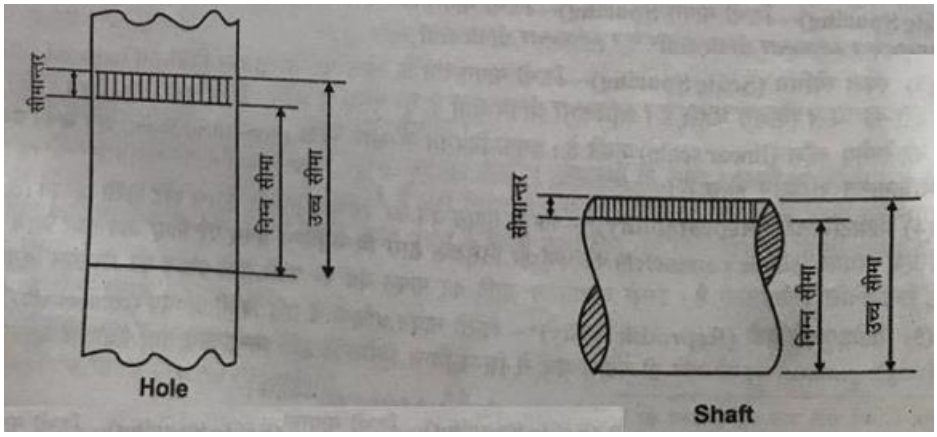
Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

(9) सूक्ष्मता (Precision):

किसी मापन यंत्र द्वारा समान परिस्थितियों में किसी माप के नापे गये विभिन्न मानों में समानता को सूक्ष्मता कहते हैं। इसका अर्थ है कि एक माप के विभिन्न मापों की reproducibility, मापन यंत्र की सूक्ष्मता कहलाती है।

(Limits of Size):

किसी अवयव की माप उसकी डिज़ाइन का एक मूल भाग होती है जिसे स्वयं डिज़ाइनर तय करता है। इसी को मूल माप (Basic Size) कहते हैं। चूँकि उत्पादन प्रक्रम में मूल माप प्राप्त करना आसान नहीं होता है, इसलिये किसी अवयव की माप को दो सीमाओं के भीतर दिया जाता है जिससे कि अवयव का उत्पादन आसानी से हो सके। अतः किसी अवयव के साइज़ के उक्त दो मानों को माप की सीमायें कहते हैं। सबसे अधिकतम मान को उच्च सीमा (maximum limit) तथा सबसे न्यूनतम मान को निम्न सीमा (minimum limit) कहते हैं। चित्र में छिद्र (hole) व शॉफ्ट (shaft) के लिये सीमायें दर्शायी गयीहैं।



सीमान्तर (Tolerance):

किसी अवयव की माप की उच्च सीमा (maximum limit) तथा निम्न सीमा (minimum limit) को तय करना डिज़ाइनर का कार्य है तथा माप की उच्च सीमा तथा निम्न सीमा के अंतर को सीमान्तर कहते हैं।

सीमान्तर का कारण (Reason of Tolerance):

मानिये कि आप एक कार्यशाला के मालिक हैं तथा आपको 1000 पिनों का उत्पादन करना है। पिन का व्यास 15.000mm है। यदि आपको यह बताया गया है कि सभी पिनों का व्यास 15.000mm ही होना चाहिये, अब आप इस स्थिति पर विचार कीजिये। विचार करने के बाद आप यह पायेंगे कि सभी पिन 15.000mm व्यास की नहीं बन सकती है। कुछ पिन 15.000mm से छोटी तथा कुछ पिन इससे अधिक नाप की बनेंगी। इसका मुख्य कारण यह है कि किसी उत्पादन प्रक्रम (manufacturing

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

process) को बनाने वाले घटक (constituents) आदर्श नहीं होते हैं। इन घटकों को उन्हें (4 M) के नाम से जाना जाता है। यह 4M निम्न प्रकार से हैं:

(1) मैन (Man):

इसका सम्बंध मशीन चलाने वाले व्यक्ति (operator या worker) के मशीन संबंधी ज्ञान व कौशल (skill) से है। उक्त की कमी उत्पाद को गुणवत्ता प्रभावित करती है।

(2) मशीन (Machine):

इसके अंतर्गत मशीन, टूल्स इत्यादि आते हैं। चूँकि मशीन का प्रत्येक पुर्जा (part) भी किसी उत्पादन प्रक्रम से बन के आया है, अतः सम्पूर्ण मशीन आदर्श हो यह आवश्यक नहीं।

(3) मैटीरियल (Material):

इसका अर्थ मशीन तक पहूँचने वाले कच्चे माल (raw material) से है। चूँकि कच्चा माल भी किसी उत्पादन प्रक्रम से बन कर आया है, अतः उसकी कमियाँ अंतिम उत्पाद की गुणवत्ता को अवश्य प्रभावित करेंगी।

(4) मैथेड (Method):

इसके अंतर्गत मशीन को चलाने की विधि, अवयव के साइज़ की मशीन पर सैटिंग (setting) व अवयव की मापन प्रक्रिया इत्यादि आते हैं, और यह सब ऑपरेटर (operator) के कौशल (skill) पर निर्भर करता है। इस प्रकार हम देखते हैं कि एक ही माप के सारे अवयव बना पाना कभी भी सम्भव नहीं है। अतः किसी मूल माप पर सीमान्तर (tolerance) देना डिज़ाइनर के लिये आवश्यक होता है।

सीमान्तर की विधियाँ (Methods of Tolerance):

सीमान्तर प्रदान करने की दो विधियाँ प्रचलित हैं:
(1) एक-पाश्विक सीमान्तर (Unilateral Tolerance)
(2) द्वि-पाश्विक सीमान्तर (Bilateral Tolerance)

(1) एक-पाश्विक सीमान्तर (Unilateral Tolerance):

इस विधि के अनुसार अवयव के किसी माप की सीमायें (limits) उसके मूल माप (basic size) के सदैव एक ही ओर दी जाती हैं। माना कि किसी मूल माप 15 mm की उच्च सीमा 15-015 mm व निम्न सीमा 15.005 mm दी गयी है तो-

सीमान्तर (Tolerance) = उच्च सीमा - निम्न सीमा
=15-015-15-005
= 0.010mm

(2) द्वि-पाश्विक सीमान्तर (Bilateral Tolerance):

इस विधि के अनुसार माप की सीमायें (limits) उसकी मूल माप के दोनों ओर दी जाती हैं। माना किसी अवयव की मूल माप 15 mm है। यदि उसकी उच्च सीमा 15-008 mm तथा निम्न सीमा 14-

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

990mm हो तो -

कुल सीमान्तर = उच्च सीमा - निम्न सीमा
= 15-008-14-990
= 0-018 mm [यह मान सदैव धनात्मक होता है ।]

उच्च सीमान्तर = उच्च सीमा - मूल माप
=15-008-15-000
= +0-008mm [यह मान सदैव धनात्मक होता है।]

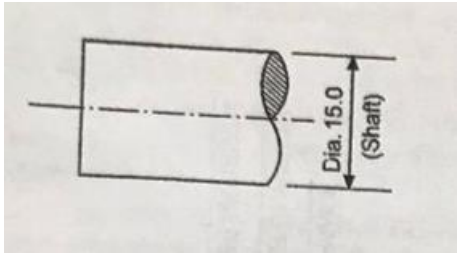
निम्न सीमान्तर = निम्न सीमा - मूल माप
= 14-990-15-000
=0-010mm [यह मान सदैव ऋणात्मक होता है ।]

विभिन्न प्रकार के फिटमेन्ट के संदर्भ में उपरोक्त सीमान्तर प्रणालियों का आवश्यकतानुसार प्रयोग किया जाता है।

इंजीनियरिंग में प्रयोग होने वाले फिट सम्बंधी पद (Fit Related Terms used in Engineering)

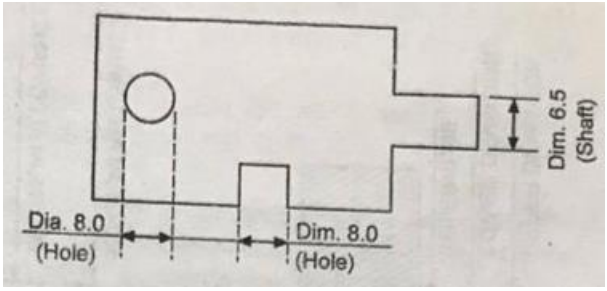
(1) शॉफ्ट (Shaft)

शॉफ्ट का तात्पर्य सदैव बाहरी गोलीय व्यास से ही नहीं होता है। किसी भी बाहरी माप (outside dimension) को शॉफ्ट कहते हैं। देखे चित्र में देखें|



(2) छिद्र (Hole):

छिद्र का तात्पर्य अवयव के आंतरिक व्यास के साथ-साथ किसी भी भीतरी माप को छिद्र कहते हैं। देखें चित्र।



(3) उच्च विचलन (Upper Deviation):

किसी शॉफ्ट या छिद्र की उच्च स्वीकार्य माप (maximum acceptable limit) तथा मूल माप के बीजगणितीय अंतर को उच्च विचलन कहते हैं। यह मान धनात्मक अथवा ऋणात्मक हो सकता है। देखें चित्र 1-71

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

(4) निम्न विचलन (Lower Deviation):

किसी शॉफ्ट या छिद्र की निम्न स्वीकार्य माप (minimum acceptable limit) तथा मूल माप के बीजगणितीय अंतर को निम्न विचलन कहते हैं। यह मान भी धनात्मक अथवा ऋणात्मक हो सकता है। देखें चित्र 1-7।

(5) छूट (Allowance):

किसी शॉफ्ट और छिद्र की एसेम्बली (assembly) का प्रकार उनके संगत (corresponding) साइज़ पर निर्भर करता है। अतः शॉफ्ट व छिद्र के संगत साइज़ का अंतर ही छूट कहलाता है। छूट दो प्रकार की होती है-

(i) अधिकतम छूट (Maximum Allowance):

किसी छिद्र के अधिकतम व उसके संगत शॉफ्ट के न्यूनतम साइज़ छिद्र के अधिकतम साइज़ के अंतर को अधिकतम छूट कहते हैं। इसका मान धनात्मक अथवा ऋणात्मक दोनों प्रकार का हो सकता है। देखें चित्र 1.71

(ii) न्यूनतम छूट (Minimum Allowance):

छिद्र के न्यूनतम साइज़ व शॉफ्ट के अधिकतम साइज़ के अंतर को न्यूनतम छूट कहते हैं। इसका मान भी धनात्मक अथवा ऋणात्मक हो सकता है।

उदाहरण 3 : माना कि एक शॉफ्ट व छिद्र की आपस में एसैम्बली करनी है तथा शॉफ्ट व छिद्र के साइज़ निम्नलिखित हैं—

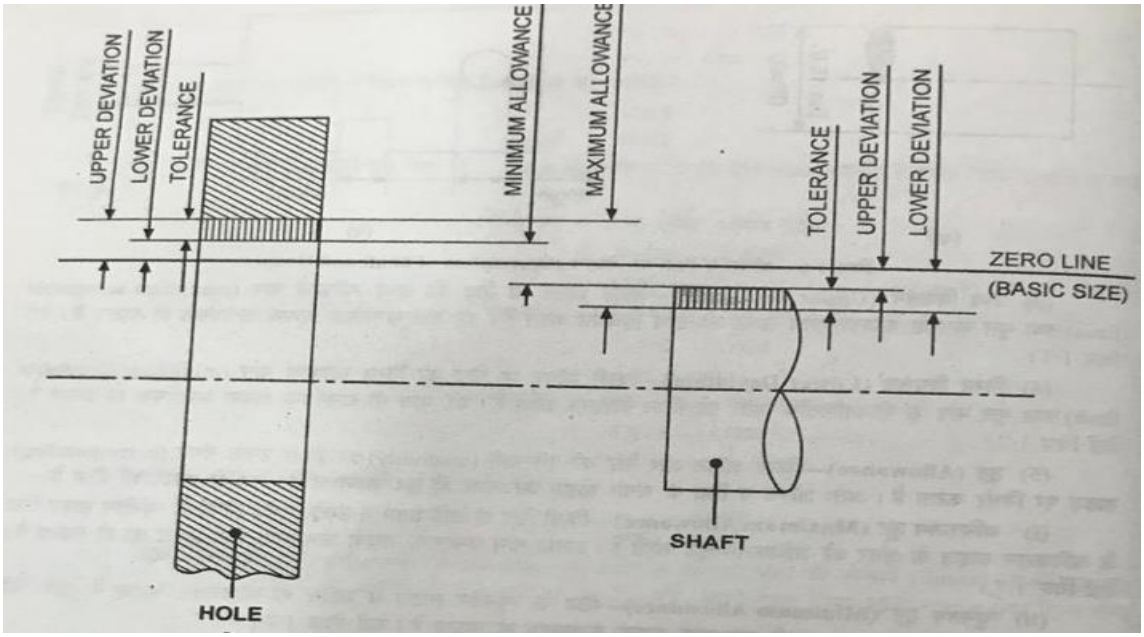
शॉफ्ट : $21.0^{+0.021}_{-0}$ छिद्र : $21^{+0.002}_{-0.018}$

अवयव	न्यूनतम	अधिकतम
शॉफ्ट	21.000	21.021
छिद्र	20.982	21.002

अधिकतम छूट = अधिकतम छिद्र – न्यूनतम शॉफ्ट
= 21·002 – 21·000
= 0·002 mm

न्यूनतम छूट = न्यूनतम छिद्र – अधिकतम शॉफ्ट
= 20·982 – 21·021
= – 0·039 mm

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com



(6) इंडियन स्टैंडर्ड (Indian Standard):

इंडियन स्टैंडर्ड (IS-919) इंजीनियरिंग के संदर्भ में प्रयोग होने वाला एक महत्त्वपूर्ण दस्तावेज है जिसके अन्तर्गत छिद्र व शॉफ्ट के किसी एक मूल माप के लिये 25 तरह के विचलन होते हैं। शॉफ्ट के लिये इन्हें अंग्रेजी के छोटे अक्षर व छिद्र के लिये अंग्रेजी के बड़े अक्षरों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

शॉफ्ट के लिये - a, b, c, d, e, f, g, h, js, j, k, m, n, p, r, s, t, u, V, x, y, z, za, zb, ze
छिद्र के लिये - A, B, C, D, E, F, G, H, Js, J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC
इसके अतिरिक्त किसी अमुख साइज़ के 25 प्रकार की शॉफ्ट या छिद्र पर 18 प्रकार की सीमान्तर (Tolerance) दी जा सकती हैं जिन्हें IT01, ITO, IT1, IT2 से 1T16 द्वारा प्रदर्शित करते हैं। सीमान्तर का प्रकार किसी अवयव की यथार्थता (accuracy) व उत्पादन प्रक्रम (manufacturing process) का निर्धारण करता है। सीमान्तर का अंक जितना छोटा होगा, यथार्थता उतनी ही अधिक होगी।

फिट (Fit):

किन्हीं दो अवयव को आपस में एसैम्बल करने पर उसके संगत साइज़ के मध्य जो अंतर प्राप्त होता है उसे फिट कहते हैं जो अवयवों के साइज़ की सीमाओं पर निर्भर करता है। अर्थात् यदि छिद्र का साइज़ शॉफ्ट के साइज़ से बड़ा है तो फिट में ढीलापन (looseness) रहेगा और इसके विपरीत यदि छिद्र का साइज़ शॉफ्ट से छोटा है तो फिट में कसाव (tightness) रहेगा। इस कारण फिट को तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है:

(1) अवकाश फिट (Clearance Fit)
(2) बाधा फिट (Interference Fit)
(3) परिवर्तनीय फिट (Transition Fit)

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

(1) अवकाश फिट (Clearance Fit):

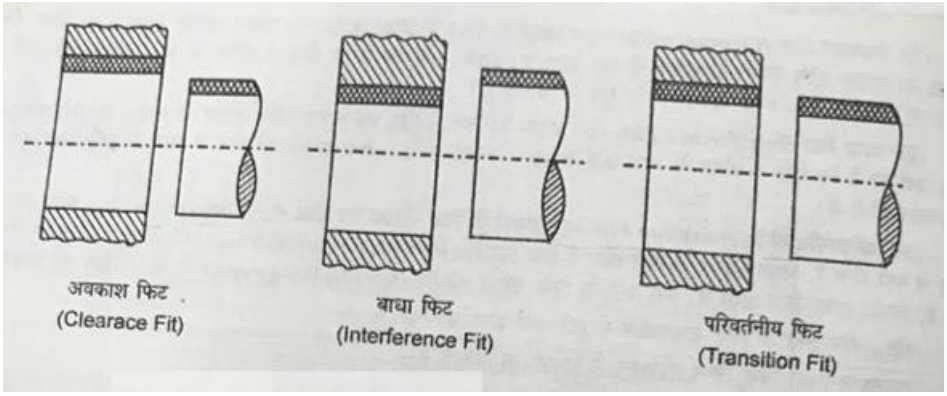
इस प्रकार के फिट में शॉफ्ट व छिद्र के साइज़ अपनी सीमाओं के भीतर रहते हुये छिद्र का साइज़ सदैव शॉफ्ट के साइज़ से बड़ा होता है। इसका अर्थ यह है कि छिद्र व शॉफ्ट के मध्य सापेक्ष गति होती है और शॉफ्ट, छिद्र के मध्य सरक सकता है या घूम भी सकता है।

(2) बाधा फिट (Interference Fit)

इस प्रकार के फिट में छिद्र का साइज़ सदैव शॉफ्ट के साइज़ से छोटा होता है। इसका अर्थ यह है कि छिद्र व शॉफ्ट के मध्य कोई सापेक्ष गति नहीं होती है तथा शॉफ्ट को छिद्र में फिट करने के लिये बल की आवश्यकता होती है।

(3) परिवर्तनीय फिट (Transition Fit):

इस प्रकार के फिट में छिद्र का उच्च साइज़ (maximum size) शॉफ्ट के निम्न साइज़ से बड़ा होता है, अर्थात् अवकाश फिट होता है तथा छिद्र का निम्न साइज़ (minimum size) शॉफ्ट के उच्च साइज़ से छोटा होता है, अर्थात् बाधा फिट होता है। इस तरह के फिट की व की-यूव (key and key-groove) के मध्य देखने को मिलते हैं।



अन्तर्परिवर्तनीयता (Interchangeability):

आजकल के औद्योगिक परिवेश में किसी असैम्बली का उत्पादन करने के लिये आवश्यक विभिन्न अवयवों को एक ही कम्पनी द्वारा बनाना संभव नहीं है। अतः अनेक कारणों से विभिन्न अवयवों को देश के विभिन्न कोनों में स्थित विभिन्न औद्योगिक इकाइयों द्वारा बनाया जाता है और फिर उन्हें एक स्थान पर असैम्बल किया जाता है। अतः इस प्रक्रिया में यह आवश्यक है कि किसी अवयव के विभिन्न पार्ट्स दूसरे अवयव के किसी भी पार्ट में आसानी से फिट हो सकें। अतः किसी असैम्बली प्रक्रिया का वह गुण, जिसके कारण दो अवयवों के विभिन्न पार्ट्स एक-दूसरे में आसानी से फिट हो सकें, अन्तर्परिवर्तनीयता (Interchange- ability) कहलाती है।

इस प्रक्रिया के अन्तर्गत अंतिम असैम्बली (final assembly) करने वाले ऑपरेटर को पार्ट्स के चयन करने की आवश्यकता नहीं होती है। अतः अन्तर्परिवर्तनीयता का प्रमुख लाभ यह है कि वृहद उत्पादन प्रक्रम से अधिकाधिक असैम्बली तैयार की जा सकती हैं तथा किसी अवयव के घिस जाने पर या कट जाने पर उसके स्थान पर वैसा भी दूसरा अवयव आसानी से लगाया जा सकता है।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

उदाहरण के लिये हमारे दैनिक जीवन के उपयोग की विभिन्न वस्तुयें जैसे किसी बल्ब होल्डर में किसी भी कंपनी का बल्ब आसानी से फिट हो जाता है, किसी वाहन के ब्रेकशू घिसने पर हम बाजार से किसी भी कंपनी द्वारा निर्मित ब्रेकशू खरीद कर लगा देते हैं। चूँकि किसी अवयव की विभिन्न विमाओं की यथार्थता की जिम्मेदारी विभिन्न ऑपरेटरों की होती है अतः किसी ऑपरेटर के लिये अपने द्वारा बनाई गयी विमा की यथार्थता का ध्यान रखना आवश्यक होता है। अतः इस प्रकार हम देखते हैं कि अन्तर्परिवर्तनीयता के अंतर्गत किसी असैम्बली का कम कीमत पर अधिक से अधिक उत्पादन संभव है।

मापन की त्रुटियाँ (Errors of Measurements):

किसी अवयव के मापित मान (measured value) तथा वास्तविक मान (actual value) के अंतर को मापन की त्रुटि कहते हैं। चूँकि मापन प्रक्रिया में कुछ त्रुटि अवश्य रह जाती है, अतः मापन करते समय यह प्रयास किया जाता है कि मापन की त्रुटियाँ कम से कम हों जिससे कि मापित मान की यथार्थता व विश्वसनीयता बनी रहे। अतः किसी भी क्षेत्र के इंजीनियर को मापन करते समय त्रुटि की संभावना को कम करने का प्रयास करना चाहिये। मापन की त्रुटियों को मुख्यतः दो वर्गों में बाँटा गया है:

(1) नियन्त्रणीय त्रुटियाँ (Controllable Errors)
(2) संयोगिक त्रुटियाँ (Random Errors)

(1) नियन्त्रणीय त्रुटियाँ (Controllable Errors):

किसी मापन प्रणाली की वह त्रुटियाँ, जिनके परिमाण तथा संवेदना को नियंत्रित किया जा सकता है, नियन्त्रणीय त्रुटियाँ कहलाती हैं। इस प्रकार की त्रुटियों का अध्ययन करके इनको कम किया जा सकता है। इन त्रुटियों के कई कारण हो सकते हैं जिनमें निम्न प्रमुख रूप से हैं:

(a) वातावरणीय दशायें (Ambient Conditions):

किसी मापन प्रक्रिया में वातावरण की दशाओं का मापित मान की यथार्थता पर प्रभाव पड़ता है जिसमें तापमान का प्रभाव सबसे अधिक होता है। अतः अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर वातावरण की दशाओं के निम्न मानक निर्धारित किये गये हैं:

(i) 20°C तापमान
(ii) 760mm Hg का वायु दाब, व
(iii) 10mm Hg का वाष्प दाब। इनमें से किसी एक के नियंत्रण में न होने से त्रुटि की संभावना बढ़ जाती है परंतु तापमान परिवर्तन का प्रभाव सर्वाधिक होता है।

(b) कैलिब्रेशन त्रुटियाँ (Calibration Errors):

किसी मापन प्रक्रिया में यह त्रुटि तब सम्मिलित हो जाती है जब उपयोग में लाये गये मापन यंत्र का कैलिब्रेशन त्रुटिपूर्ण तरीके से किया गया हो। उदाहरण के तौर पर यदि किसी वर्नियर कैलिपर के जबड़े

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com

घिसे हुये हैं तथा उसका कैलिब्रेशन न किया गया हो अथवा त्रुटिपूर्ण तरीके से किया गया हो तो उससे मापा गया मान त्रुटिपूर्ण होगा।

(c) स्टाइलस दाब (Stylus Pressure):

यदि किसी मापी जाने वाली सतह के अनुरूप स्टाइलस दाब न हो तो सतह का विरूपण (deformation) हो सकता है। अतः इस प्रकार मापा गया मान त्रुटिपूर्ण होगा ।

(d) संवेदना त्रुटि (Response Error):

जब किसी संवेदना (sense) की सूचना सूचक (indicator) द्वारा प्रत्यास्थता (elasticity) तथा घर्षण (friction) के कारण त्रुटिपूर्ण तरीके से दी जाती है तो मापन के परिमाण (magnitude) की यथार्थता कम हो जाती है। इसी त्रुटि को संवेदना त्रुटि कहते हैं ।

(2) संयोगिक त्रुटियाँ (Random Errors):

इस प्रकार की त्रुटियाँ कभी भी घट सकती हैं। अतः इनका पूर्वानुमान करना संभव नहीं होता है। इनके अनेक कारण हो सकते हैं अतः इनको एक-एक करके खोज कर दूर कर पाना सामान्यतः लगने वाले समय व होने वाले व्यय के कारण संभव नहीं होता है। यह त्रुटियाँ जिन कारणों से पैदा होती हैं उनमें व्यक्तिगत कारण (थकान, मन स्थिति, स्वभाव, इत्यादि), बाहरी कारण (प्रकाश का कम होना, ध्वनि का अधिक होना, कम्पन इत्यादि) तथा त्रुटिपूर्ण मापन यंत्र (मापन यंत्र में मामूली खराबी का आ जाना, इत्यादि) प्रमुख रूप से हैं।

अतः उपरोक्त संयोगिक त्रुटियों के व्यवहार का अध्ययन करके इनका प्रभाव सांख्यिकीय विधियों (statistical methods) द्वारा सीमित कर लिया जाता है।

Faculty: Mayur Dev
+91-7983018600; mdev.vit@gmail.com