इंजीनियरिंग क्षेत्र में विनिमेयशीलता की आवश्यकता (Necessity of Interchangeability in engineering field)

उद्देश्य: इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **बहु उत्पादन के लाभ एंव हानियाँ बताना**
- **विनिमेयशीलता का मतलब बताना**
- **लिमिट प्रणाली की आवश्यकता बताना**
- **लिमिट एंव फिट के प्रणाली के विभिन्न मानको के नाम बताना।**

बहु उत्पादन(Mass production)

बहु उत्पादन का तात्पर्य किसी इकाई (unit) अवयव या पुर्जे को बड़ी संख्या में उत्पादित करना है।

बहु उत्पादन से लाभ (Advanteges of mass production)

अवयवों के निर्माण का समय कम हो जाता है।

पुर्जे की लागत कम होती है।

अतिरिक्त पुर्जे (spare parts) आसानी से मिल सकते हैं।

बहु उत्पादन से हानियां (Disadvantages og mass production)

विशेष प्रकार की मशीनों की जरूरत पड़ती है।

जिग एंव फिक्सचर की जरूरत पड़ती है।

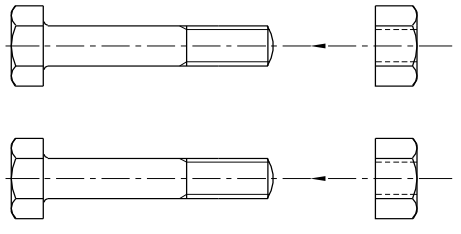
परम्परागत सूक्षमापी यंत्रों की जगह गेज प्रयोग करना पड़ता है।

प्रारम्भिक खर्च काफी अधिक होता है।

चयनात्मक संयोजन (Selective assembly)

Fig मे चयनात्मक एंव गैर चयनात्मक संयोजनों मे अन्तर प्रदर्शित किया गया है। Fig 1 से स्पष्ट है कि नट के साथ एक बोल्ट पर लगा सकता है। इस प्रकार के संयोजन धीमी गति वाले एंव महंगे हैं। इनका अनुरक्षण कठिन है क्योकि इसके लिए अतिरिक्त पुर्जों को अलग से बनाना पड़ता है।

Fig 1



SELECTIVE ASSEMBLY

FIN227911

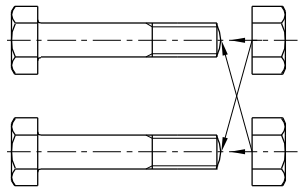
गैर चयनात्मक संयोजन (Non Selective assembly)

एक ही साइज एंव चूड़ी के बोल्ट पर कोई भी नट लग सकता है। इस प्रकार के संयोजन तेजी से किए जा सकते है तथा खर्च कम किया जा सकता है। अनुरक्षण भी आसान है क्योकि अतिरिक्त पुर्जे (spare parts) आसानी से मिल जाते है। (Fig 2)

गैर चयनात्मक संयोजन में अवयवों के बीच अन्तर्परिवर्तनशीलता मिलती है।

आधुनिक इंजीनियरिंग उत्पादन अर्थात बहुउत्पादन में चयनात्मक संयोजन की कोई जगह नहीं है। हॉलाकि कुछ विशेष परिस्थितियों में अब भी किया जाता है।

Fig 2



NON-SELECTIVE ASSEMBLY
INTERCHANGEAB ILITY

FIN227912

विनिमेयशीलता (interchangeability)

जब पुर्जों का बहुत्पादन किया जाता है और यदि वे विनिमेयशीलता न हो तो बहु उत्पादन का कोई मतलब नहीं रह जाता। विनिमेयशीलता न हो तो बहु उत्पादन का कोई मतलब नहीं रह जाता। विनिमेयशीलता का मतलब है कि एक ही तरह के पुर्जे किसी भी व्यक्ति द्वारा किसी भी हालात मे बनाये जाये जो उनके संयोजन के समय बिना किसी अतिरिक्त सुधार के उन्हें लगाया जा सके और वे बिना कार्य को प्रभावित किए हुए संयोजित हो सकें।

लिमिट प्रणाली की जरूरत (Necessity of the limit system)

यदि अवयव विनिमेयशील हो तो उन्हें बहु उत्पादन में एक ही साइज का बनाना पड़ता जो सदैव संभव नहीं है। चूँकि आपरेटर एकदम सही साइज नहीं बना सकता इसलिए उसक सही साइज से कुछ विचलन की अनुमति दी जाती है। यह जरूरी है यह विचलन संयोजन की किस्म को न प्रभावित करे। इस प्रकार विचलन सहित साइज का विमांकन सीमा विमांकन (limit dimensioning) कहलाता है।

अवयवों के सीमा विमांकन के लिए विशिष्टियों के आधार पर विभिन्न देशों में कई तरह के लिमिट मानक प्रणालिया अपनाई जाती है।

ISO (अन्तर्राष्ट्रीय मानक संगठन) कि विशिष्टियों के आधार पर विभिन्न देशों में कई तरह के लिमिट मानक प्रणालियां अपनाई जाती है।

अपने देश में (ब्यूरो ऑफ इण्डियन स्टैण्डर्ड) द्वारा तय की गई लिमिट एंव फिट की प्रणाली अपनाई जाती है।

लिमिट एंव फिट की अन्य प्राणालियां (Other systems of limits and fits)

अन्तर्राष्ट्रीय मानक संगठन (International Std. org. (ISO))

ब्रिटिश मानक प्रणाली (BSS)

जर्मन मानक (DIN)

लिमिट एवं फिट की भारतीय मानक प्रणाली शब्दावली (The indian standard system of limits & fits - terminology)

उद्देश्य: इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **BIS के अनुसार लिमिट एवं फिट के पदों का समझाना**
- **BIS में लिमिट एवं फिट के पदों की समझाना।**

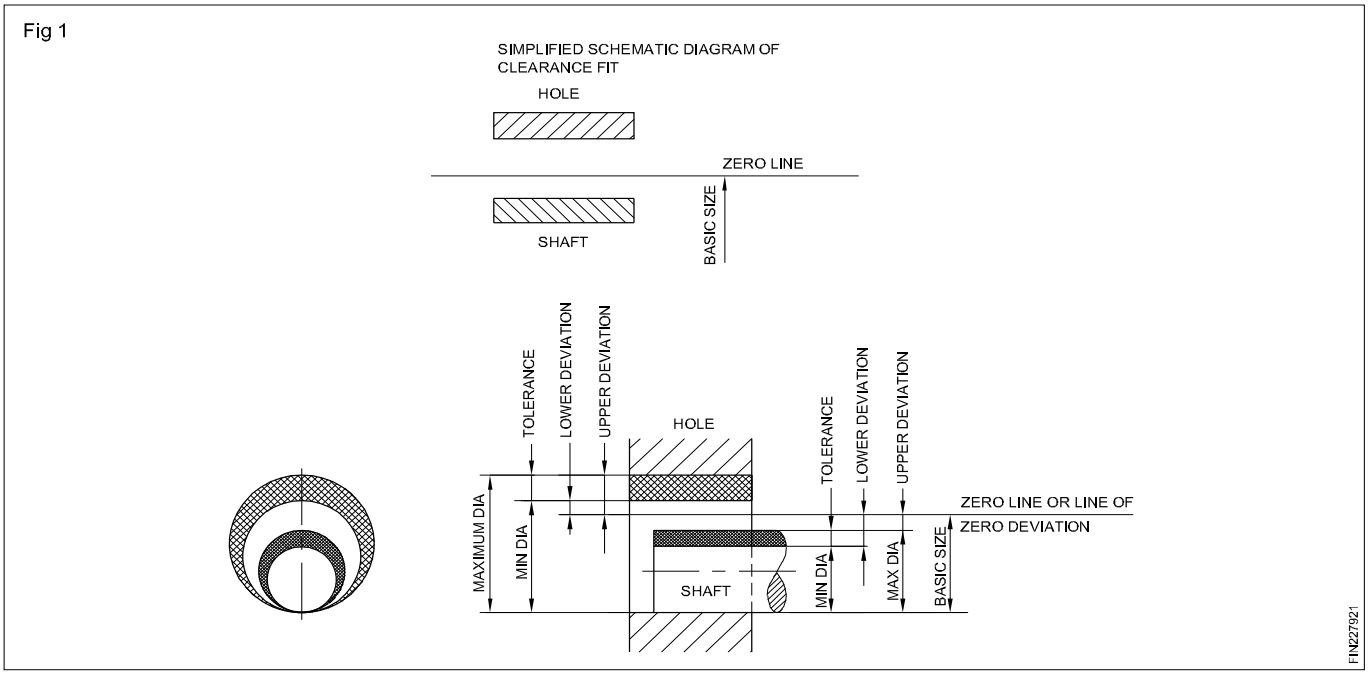
साइज (Size)

लम्बाई की माप में किसी निश्चित इकाई में व्यक्त किये जाने वाली यह एक संख्या है।

मूल साइज (Basic Size)

यह वह साइज है जिस पर विमाओं के विचलन दिए जाते हैं। (Fig 1)

Fig 1



वास्तविक साइज (Actual Size)

यह अवयव की वे साइज है जो उसके उत्पादन के पश्चात वास्तविक माप से मिलती है। यदि अवयवों को स्वीकृत करना हो तो इसे दो साइजों की सीमाओं (limit) के बीच में होता है।

साइज की सीमांए (Limits of size)

दो चरम (extreme) मान्य साइजे होती है जिसके बीच ही आपरेटर अवयवों को बनाता है (Fig 2) ये क्रमशः अधिकतम एंव न्यूनतम सीमाएं हैं।

साइज की अधिकतम सीमा (Maximum limit of size)

यह दो सीमाओं में बड़ा वाला होता है। (Fig 2) सारणी (1)

साइज की न्यूनतम सीमा (Minimum limit of size)

यह दो सीमाओं में छोटा वाला होता है। (Fig 2) सारणी (1)

छिद्र (Hole)

BIS की प्रणाली में लिमिट एंव फिट के लिए किसी अवयव की आन्तरिक लक्षणों (चाहे वह बेलनाकार न हो) को छिद्र (hole) का नाम दिया जाता है। (Fig 3)

Fig 2

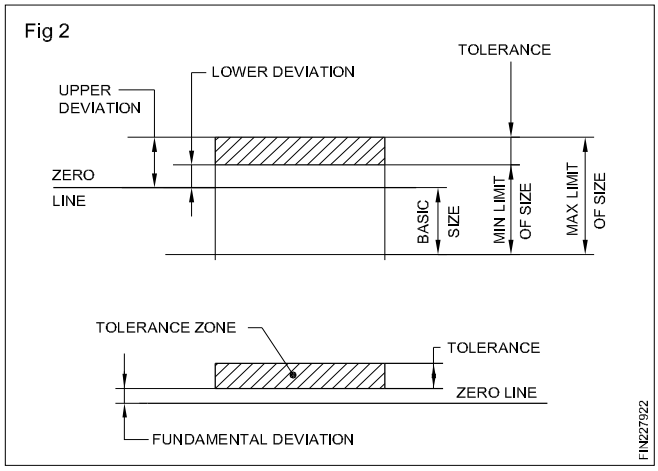
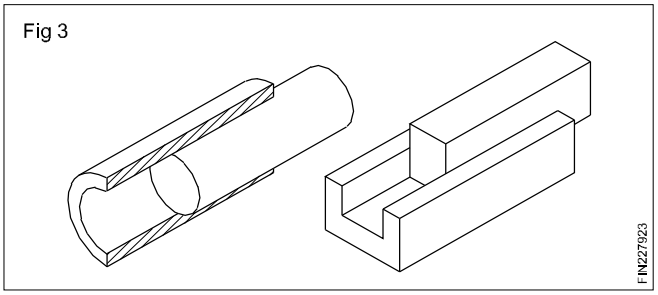


Fig 3



तालिका 1 (उदाहरण)

क्रमांक नं०	अवयवों का आकार	उच्च विचलन	निम्न विचलन	आकार की अधिकतम सीमा	आकार की न्यूनतम सीमा
1	+ .008 20 - .005	+ 0.008	- 0.005	20.008	19.995
2	+ .028 20 + .007	+ 0.028	+ 0.007	20.028	20.007
3	- .012 20 - .021	- 0.012	- 0.021	19.988	19.979

शैफ्ट (Shaft)

BIS की प्रणाली में लिमिट एंव फिट के लिए किसी अवयव के बाह्य लक्षणों (चाहे वह बेलनाकार न हो) को शफ्ट (shaft) का नाम दिया जाता है। (Fig 3)

विचलन (Deviation)

यह किसी साइज और उसकी संगत मूल साइज के बीच बीजगणितीय अन्तर होता है। यह धनात्मक, ऋणात्मक अथवा शून्य हो सकता है।

ऊपरी विचलन (Lower Deviation)

यह साइज की अधिकतम सीमा और उसकी संगत मूल साइज (Basic size) का बीजगाणितीय अन्तर होता है। (Fig 2) तालिका (1)

निचला विचलन (Lower Deviation)

यह साइज की न्यूनतम सीमा और उसकी संगत मूल साइज का बीजगणितीय अन्तर है। (Fig 2) सारणी (1)

ऊपरी विचलन वह विचलन है जो साइज की अधिकतम सीमा बताता है। निचला विचलन वह विचलन है जो साइज की न्यूनतम सीमा बताता है।

वास्तविक विचलन (Actual deviation)

यह वास्तविक साइज की अधिकतम सीमा एंव न्यूनतम सीमा का अन्तर है। यह सदैव धनात्मक होता है तथा बिना किसी संकेत के संख्या द्वारा व्यक्त की जाती है। (Fig 2)

टॉलरेंस (Tolerance)

यह साइज की अधिकतम सीमा एंव न्यूनतम सीमा का अन्तर है। यह सदैव धनात्मक होता है तथा बिना किसा संकेत के संख्या द्वारा व्यक्त की जाती है। (Fig 2)

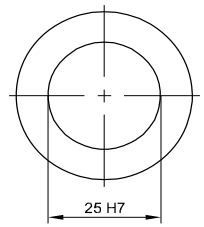
शून्य रेखा (Zero line)

उपरोक्त पदों को ग्राफ मे प्रदर्शित करने में शून्य रेखा मूल साइज (basic size) को वर्णित करता है। इस रेखा को शून्य विचलन की रेखा भी कहतें है। (Fig 1 & 2)

मूल विचलन (Fundamental deviation)

BIS प्रणाली में 25 मूलभूत विचलन हैं जिन्हे अक्षरों से प्रदर्शित किया जाता है। (बड़ा अक्षर छिद्र के लिए तथा छोटा अक्षर शाफ्ट के लिए) अर्थात छिद्र (hole) के लिए ABCD.....Z जिनमें ILOQ&W नहीं हैं। (Fig 4)

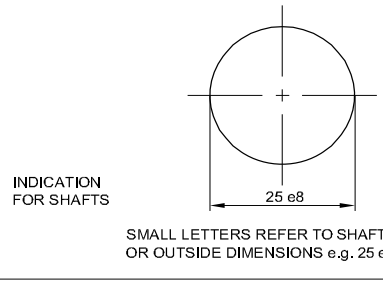
Fig 4



उपरोक्त के अतिरिक्त अक्षरों के चार सेट JS, ZA, ZB तथा ZC भी शामिल किए जाते है। महीन कल पूर्जे की बनावट के लिए CD, EF और FG जुड गये है। (संदर्भ IS:919 भाग II - 1979)

शाफ्ट के लिए सभी 25 अक्षर संकेत छोटे अक्षरों में प्रयोग किए जाते हैं। (Fig 5)

Fig 5



शून्य रेखा के सापेक्ष सहिष्णूता क्षेत्र (tolerance zone) Fig 6 तथा Fig 7 में प्रदर्शित हैं -

Fig 6

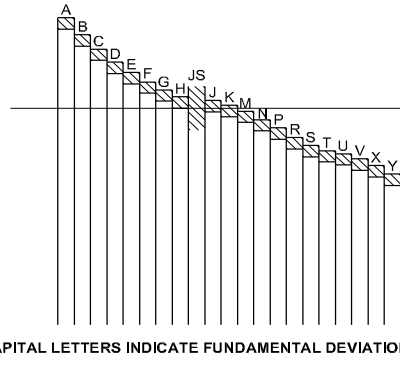
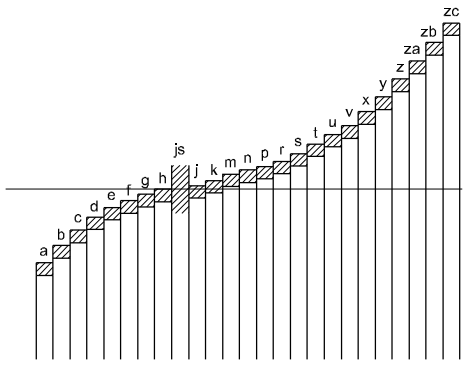


Fig 7

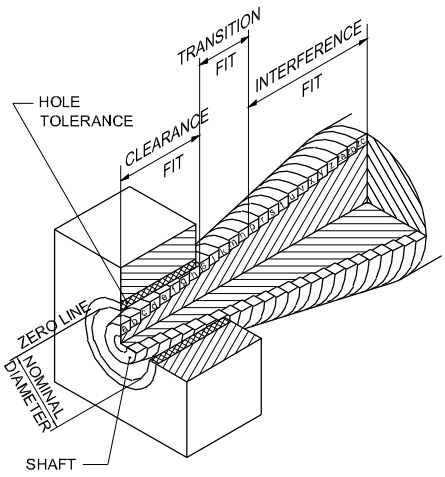


SMALL LETTER INDICATE FUNDAMENTAL DEVIATION OF SHAFTS

FIN227927

विभिन्न श्रेणियों की फिट (fits) प्राप्त करने के लिए मूलभूत (fundamentals) विचलन होते हैं। (Fig 8 तथा 9)

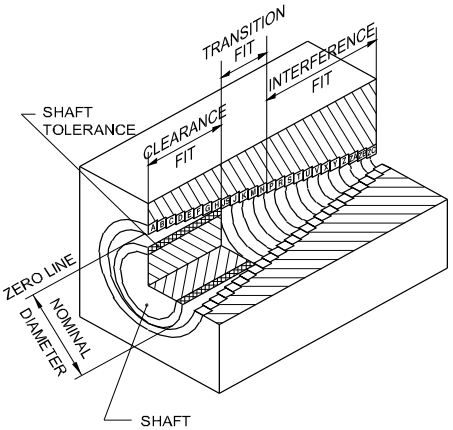
Fig 8



HOLE BASIS SYSTEM

FIN227928

Fig 9



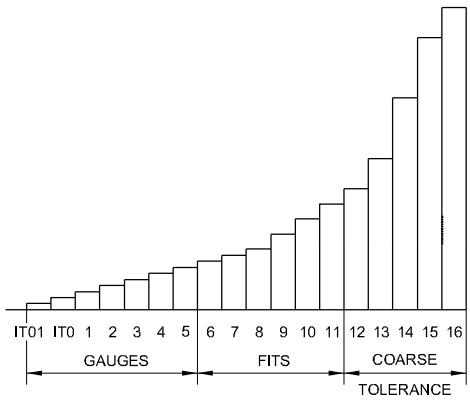
SHAFT BASIS SYSTEM

FIN227929

मूलभूत सहिष्णूता (Fundamental tolerance)

इसे टॉलरेंस की श्रेणी (grade of tolerance) भी कहा जाता है। भारतीय मानक प्रणाली में छिद्र (hole) एंव शाफ्ट (shaft) दोनों के लिए संख्या-संकेतों से प्रदर्शित टॉलरेंस की श्रेणीयां हैं। ये T 01, IT 0, IT1.....से I T 16 तक होती हैं। (Fig 10) बड़ी संख्या बड़ी टॉलरेंस क्षेत्र को प्रदर्शित करता है।

Fig 10



FIN22792A

टॉलरेंस की श्रेणी उत्पादन की यथार्थता को संदर्भित करता है।

एक मानक चार्ट में मूलभूत विचलन एंव टॉलरेंस के प्रत्येक संयोग के लिए ऊपरी तथा निचले विचलन वाली 500 mm तक की साइज प्रदर्शित की गई है। (IS 919)

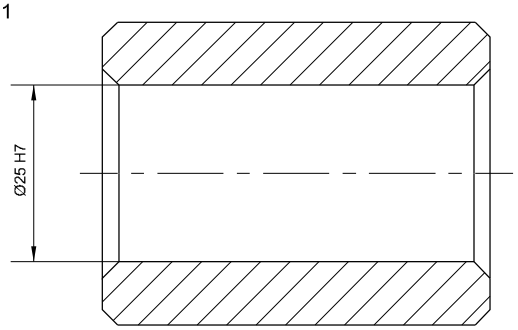
टॉलरेंस **साइज (Tolerance size)**

इसमें मूल साइज मूल विचलन तथा टॉलरेंस ग्रेड होता है।

उदाहरण (Example)

छिद्र की टॉलरेंस साइज में मूल साइज 25 है। मूल (fundamental) विचलन संकेत H तथा 7 द्वारा टॉलरेंस की श्रेणी को व्यक्त किया जाता है। (Fig 11)

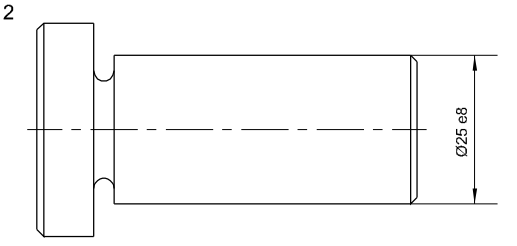
Fig 11



FIN22792B

25e8 शाफट की टॉलरेंस की साइज है जिसका मूल साइज 25 है। मूलभूत (fundamental) विचलन को संकेत से तथा टॉलरेंस-श्रेणी को संख्या 8 से व्यक्त किया जाता है। (Fig 12)

Fig 12



FIN22792C

चयन के एक बड़ा रेंज (range) को 25 मूलभूत विचलन तथा 18 टॉलरेंस श्रेणी के संयोग से पाया जा सकता है।

उदाहरण (Example)

Fig 13 में एक छिद्र 25 ± 0.2 से प्रदर्शित किया गया है जिसका तात्पर्य यह है कि 25 mm मूल साइज तथा ± 0.2 विचलन कहते हैं।

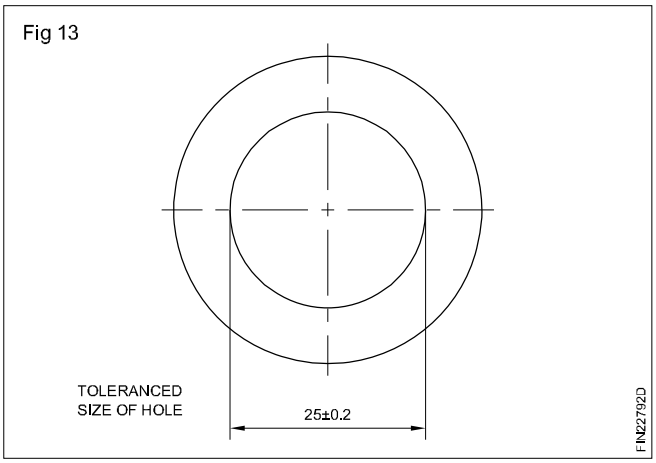
ड्राइंग पर विचलन मुख्यतः विमाओं के साथ दिया जाता है।

उदाहरण 25 ± 0.2 में ± 0.2 छिद्र के 25 mm व्यास का विचलन हैं। (Fig 13) इसका तात्पर्य है कि छिद्र की वह साइज मान्य होगी जिसकी विमा (dimension) निम्नलिखित के बीच हैं।

25 + 0.2 = 25.2 mm

अथवा 25 – 0.2 = 24.8 mm

Fig 13



25.2 mm अधिकतम सीमा है। (Fig 14)

24.8 mm न्यूनतम सीमा है। (Fig 15)

Fig 14

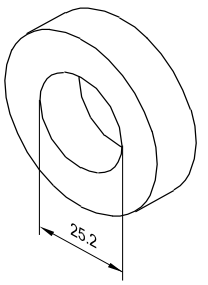
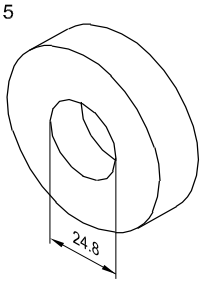


Fig 15



अधिकतम एंव न्यूनतम लिमिट के अन्तर को टॉलरेंस (tolerance) कहते हैं। यहाँ टॉलरेंस 0.4mm है। Fig 16

Fig 16

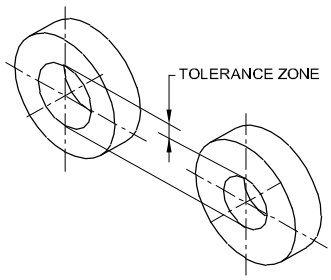
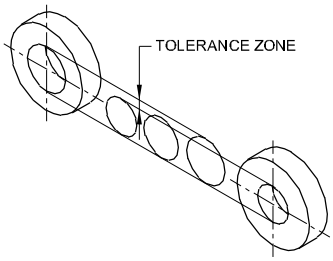


Fig 17 में टॉलरेंस क्षेत्र मे सभी साइज मान्य साइज हैं।

Fig 17



IS 696 के अनुसार ड्राइंग के संकेत के रूप में अवयवों का विमांकन करते समय टॉलरेंस सहित व्यक्त किया जाता है।

भारतीय मानक के अनुसार फिट एंव उनका वर्गीकरण (Fits and their classification as per the Indian Standard)

उद्देश्यः इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **भारतीय मानक के अनुसार फिट की परिभाषा देना**
- **भारतीय मानक के अनुसार लिमिट एंव फिट के पदों (terms) की सूची बनाना**
- **प्रत्येक फिट के वर्ग का उदाहरण बताना**
- **विभिन्न वर्ग को ग्राफ के रूप मे किए गये प्रदर्शन का मतलब बताना।**

फिट (fit)

संयोजन (assembly) से पूर्ण विमाओं में अन्तर के संदर्भ में दो मिलान पुर्जों (mating parts) छिद्र और शाफट के बीच सम्बध को फिट (fit) कहते है।

फिट की अभिव्यक्ति (Expression of a fit)

फिट को व्यक्त करने के लिए सर्वप्रथम उसकी मूल साइज (जो छिद्र एंव शाफ्ट दोनों में उभयनिष्ठ हो) लिख कर छिद्र के लिए संकेत तथा शाफ्ट के लिए संकेत लिखा जाता है।

उदाहरण (Example)

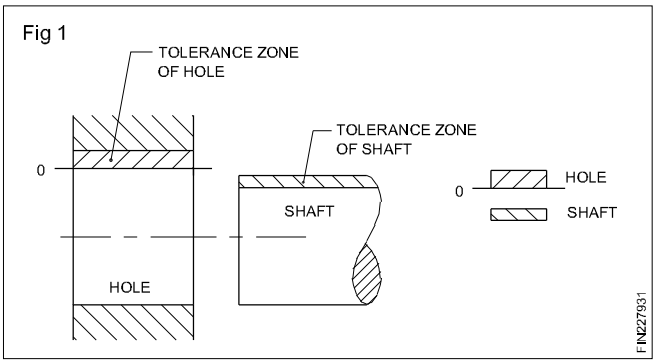
30 H7/g6 अथवा 30 H7 – g6 अथवा 30 $\frac{H7}{g6}$

अवकाश (Clearance)

किसी फिट में अवकाश (clearance) अवयव के छिद्र की साइज तथा शाफट की साइज के बीच अन्तर होता है जो सदैव धनात्मक होता है।

अवकाश फिट (clearance fit)

यह वह फिट है जो सदैव अवकाश देता है। यहाँ छिद्र का सहिष्णूता क्षेत्र शाफट के टॉलरेंस क्षेत्र से ऊपर रहता है। (Fig 1)



उदाहरण 20 H7/g6 (Example 20 H7/g6)

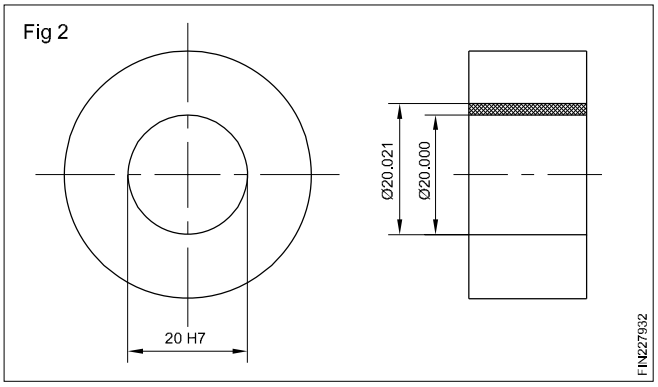
फिट होने के साथ, हम चार्ट से विचलन पा सकते है।

एक छिद्र 20 H7 के लिए हम तालिका + 21 में पाते हैं।

ये संख्या माइक्रोन में विचलन को दर्शाती है।

(1 micrometre = 0.001 mm)

छिद्र की सीमाएं 20 + 0.021 = 20.021 mm और 20 + 0 = 20.000mm. (Fig.2)



छिद्र की लिमिट 20 + 0.021 mm तथा 20 + 0 = 20.000 mm (Fig 2)

20 g6 शाफ्ट के लिए तालिका में हमे मिलता है – 7

– 20

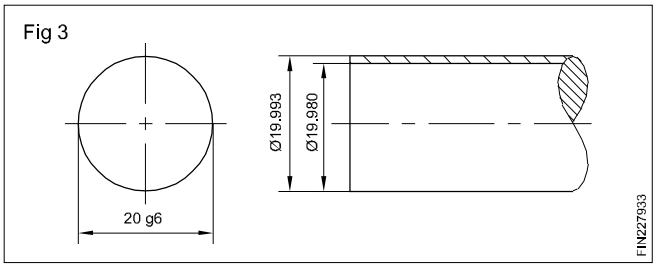
इस प्रकार शाफ्ट की सीमाएं (limits) हैं

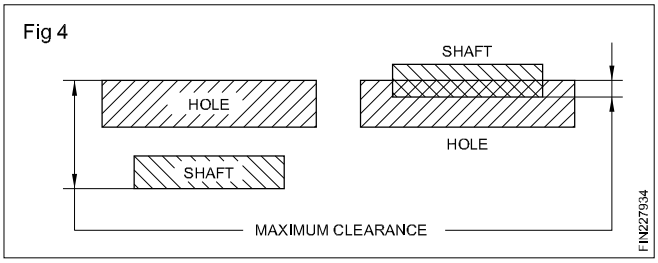
20 – 0.007 = 19.993 mm

20 – 0.020 = 19.980 mm (Fig 3)

अधिकतम अवकाश (Max. clearance)

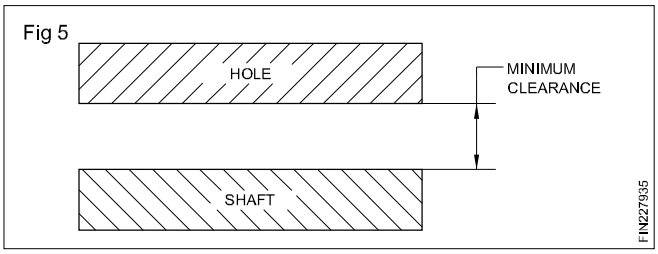
अवकाश फिट अथवा अन्तर्कालीन (transition) फिट मे यह अधिक छिद्र एंव न्यूनतम शाफ्ट के बीच अन्तर है। (Fig 4)



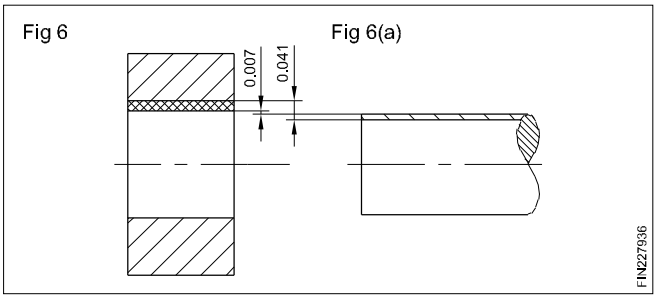


न्यूनतम अवकाश (Minimum clearance)

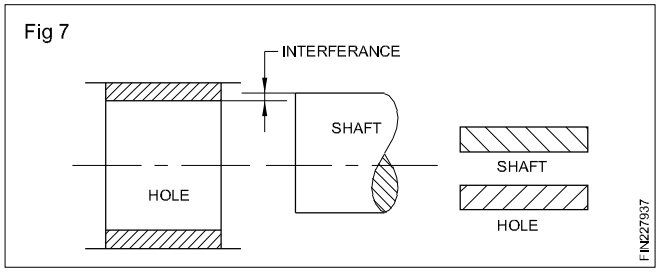
अवकाश फिट में यह न्यूनतम छिद्र एंव अधिकतम शाफ्ट के बीच अन्तर है। (Fig 5)



न्यूनतम अवकाश 20.000 - 19.993 = 0.007mm (Fig 6)



अधिकतम अवकाश 20.021 - 19.980 = 0.041 mm (Fig 7)



छिद्र एंव अवकाश के बीच सदैव अवकाश रहता है। यह अवकाश फिट है।

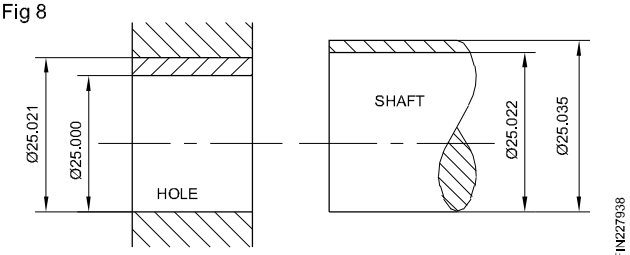
व्यतिकरण (Interference)

यह संयोजन से पहले छिद्र की साइज तथा शाफ्ट की साइज के बीच अन्तर होता है। तथा सदैव ऋणात्मक होता है। इस स्थिति मे शाफ्ट सदैव छिद्र से बड़ा होता है।

व्यतिकरण फिट (Interference fit)

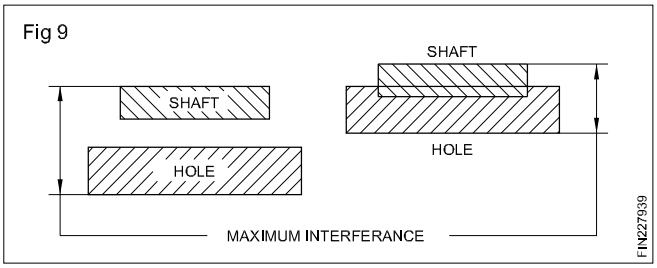
यह फिट सदैव व्यतिकरण उत्पन्न करता है। यहाँ छिद्र के सहिष्णुता क्षेत्र सदैव शाफ्ट के टॉलरेंस क्षेत्र से नीचे रहता है। (Fig 8)

Fig 8



उदाहरण (Example) फिट (Fit) 25 H7/p6 (Fig 9)

Fig 9

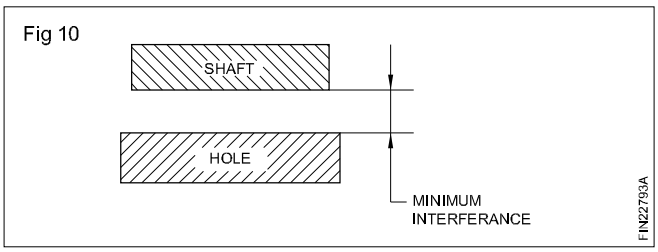


छिद्र की सीमाएं (limits) 25,000 तथा Fit 25.021 mm है तथा शाफ्ट की सीमाएं (limits) 25,022 तथा Fit 25.035 mm है। शाफ्ट सदैव छिद्र से बड़ा होता है। यह व्यतिकरण फिट है।

अधिकतम व्यतिकरण (Maximum interference) (Fig 10)

किसी व्यतिकरण फिट अथवा अन्तर्कालीन फिट में यह न्यूनतम छिद्र एंव अधिकतम शाफ्ट का बीजगणितीय अन्तर है। (Fig 10)

Fig 10



न्यूनतम व्यतिकरण (Minimum interference)

किसी व्यतिकरण फिट में यह अधिकतम छिद्र एंव न्यूनतम शाफ्ट का बीजगणितीय अन्तर है। (Fig 11)

Fig 11

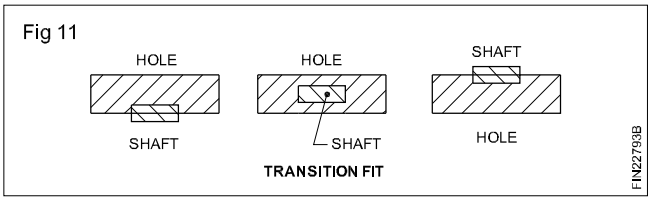


Fig 9 में प्रदर्शित उदाहरण में

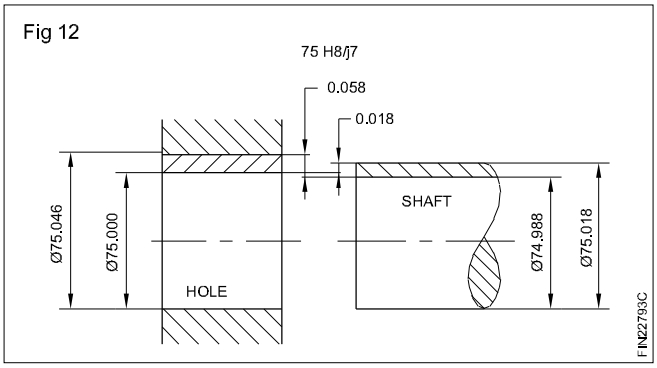
अधिकतम व्यतिकरण = 25.035 – 25.000 = **0.035**

न्यूयतम व्यतिकरण = 25.022 – 25.021 = **0.001**

अन्तर्कालीन फिट (Transition fit)

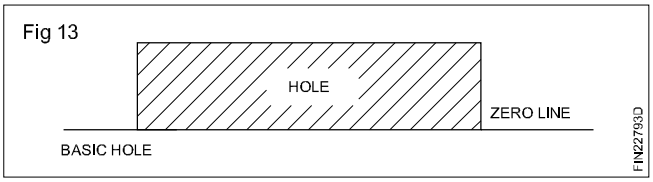
यह वह फिट है जिसमे कभी अवकाश तो कभी व्यतिकरण (interference) प्राप्त होता है। जब इस प्रकार की फिट को ग्राफ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है तो छिद्र (hole) एंव शाफ्ट के टॉलरेंस क्षेत्र एक दूसरे के ऊपर होते है। (Fig 12)

Fig 12



उदाहरण - फिट 75 H8/j7 (Fig 13)

Fig 13



छिद्र की सीमाएं (limits) 75.000 तथा 75.046 mm तथा शाफ्ट की सीमाएं (limits) 75.018 तथा 74.988 mm है।

अधिकतम अवकाश (Clearance) 5.046 - 74.988 = 0.058 mm

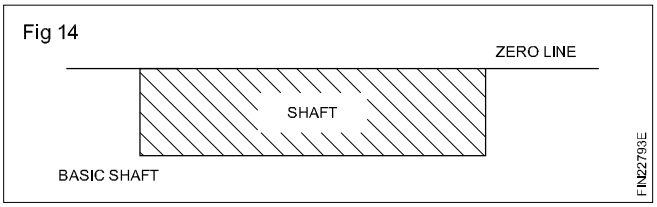
यदि छिद्र 75.000 तथा शाफ्ट 75.018 mm हो तो शाफ्ट छिद्र की अपेक्षा 0.018 mm बड़ा है। परिणाम स्वरूप व्यतिकरण (interference) है। यह एक अन्तर्कालीन फिट है क्योकि इससे अवकाश फिट अथवा व्यतिकरण फिट प्राप्त होता है।

छिद्र आधारित प्रणाली (Hole basis system)

लिमिट एंव फिट की मानक प्रणाली में जहाँ विभिन्न वर्ग की फिट पाने हेतु छिद्र की साइज स्थिर रहती है और शाफ्ट की साइज घटती बढ़ती है वहाँ इसे छिद्र आधरित प्रणाली कहा जाता है।

छिद्र आधारित प्रणाली में छिद्र के लिए मूलभूत विचलन का संकेत है। This is because the lower deviation of the hole `H' is zero इसे मूल छिद्र (basic hole) कहा जाता है। (Fig 14)

Fig 14



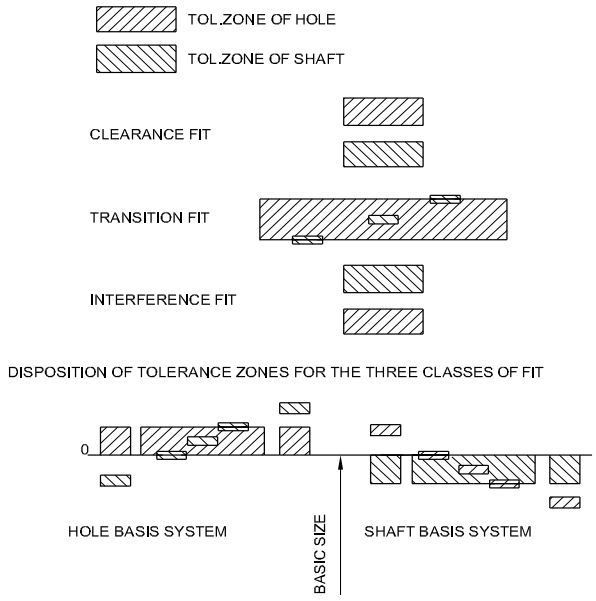
शाफ्ट आधारित प्रणाली (Shaft basic system)

लिमिट एंव फिट की मानक प्रणाली मे जहाँ विभिन्न वर्ग की फिट पाने हेतु शाफ्ट की साइज स्थिर रहती है और छिद्र की साइज घटती बढ़ती है वहाँ इसे शाफ्ट आधारित प्रणाली कहा जाता है। शाफ्ट आधारित प्रणली में शाफ्ट के लिए मूलभूत विचलन का संकेत H चूना जाता है। यह इसलिए है क्योकि H शाफट का ऊपरी विचलन शून्य है। इसे मूल शाफ्ट (basic shaft) कहते है। (Fig 15)

अधिकतर छिद्र आधारित प्रणाली अपनाई जाती है। यह इसलिए है कि फिट का वर्ग पर निर्भर करता है और शाफ्ट□की साइज को बदलना अधिक आसान होता है क्योंकि यह बाहरी साइज होगी और इसकी अपेक्षा छिद्र की साइज मे परिवर्तन करना अधिक कठिन होता है। इसके अतिरिक्त छिद्र बनाने के लिए मानक औजार का प्रयोग ही किया जाता है।

छिद्र आधारित एंव शाफ्ट आधारित दोनों के लिए तीनों वर्ग के फिट Fig 15 मे प्रदर्शित किए गये है।

Fig 15



EXAMPLES ILLUSTRATING THE HOLE BASIS AND SHAFT BASIS SYSTEM

लिमिट एंव फ्टि की प्रणाली -मानक चार्ट को पढ़ना (The B IS system of limits and fits - Reading the standard chart)

उद्देश्य: इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

• मानक लिमिट (सीमा) प्रणाली चार्ट को देखना तथा साइज की सीमाएं ज्ञात करना।

मानक चार्ट में छिद्र एंव शाफ्ट (Shaft) दोनो के लिए 500 mm तक की साइज होती है। (IS 919 -1963)। इसमें 25 मूलभूत विचलनो तथा 18 मूलभूत सहिष्णूता (tolerance) के सभी संयोगों के लिए ऊपरी (upper) एंव निचले (lower) विचलन के लिए साइज रेंज होती है।

छिद्र (hole) के ऊपरी विचलन को ES द्वारा तथा निचले विचलन को EI द्वारा व्यक्त किया जाता है। इसी प्रकार शाफ्ट के ऊपरी विचलन एंव निचले विचलन को क्रमशः es तथा ei द्वारा व्यक्त किया जाता है।

ES का पूरा रूप ECART SUPERIEUR तथा "EI" का पूरा रूप ECART INFERIUR है।

चार्ट से सीमांए ज्ञात करना (Determining the limits from the chart)

नोट कीजिए कि यह आंतरिक माप है अथवा बाह्य माप।

मूल आकार को नोट करें।

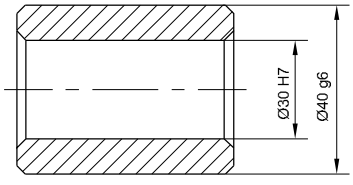
नोट कीजिए मूलभूत विचलन (fundamental deviation) एंव टॉलरेंस ग्रेड (tolerance grade) नोट कीजिए।

इसके बाद चार्ट देखिए तथा संकेत सहित माइक्रोन में दिए गये ऊपरी एंव निचला भाग विचलन नोट कीजिए। तदनुसारमूल-साइज में जोड़कर अथवा घटाकर अवयवो की साइज सीमाएं ज्ञात कीजिए।

उदाहरण (Example)

30 H7 (Fig 1)

Fig 1



यह एक आन्तरिक मापन है। इस प्रकार हमें छिद्र के लिए चार्ट देखना चाहिए।

मूल साइज 30 mm है। इस प्रकार 30 से 40 तक का परास देखिए।