تصميم الآت ومعدات زراعية
المعايير + التسامح
Standards & Tolerance

قسم المكائن والآلات الزراعية
كلية الزراعة – جامعة البصرة

المرحلة الثالثة ـ الفصل الدراسي الثاني

أستاذ المادة
د. صادق جبار محسن

المصادر

التصميم والصيانة في الهندسة الميكانيكية – جلال الحاج عبد

المعايير و السلامة و الوحدات - Standards, Safety and Units

تخضع أكثر المقايس و المواد وبعض العمليات في هندسة الميكانيك لمعايير خاصة لبعض المؤسسات العالمية و ذلك لتوحيد أبعاد القطعات و خصائص المواد و طريقة العمليات . فعلى سبيل المثال توجد جداول لأبعاد البراغي ، على المصمم إتباع هذه الجداول في إنتخاب البرغي . كذلك توجد جداول للمواد كجداول الفولاذ التي يمكن إنتخاب نوع الفولاذ و خصائصه الميكانيكية من خلالها . طرق بعض العمليات تخضع لمعايير ثابتة كعمليات لحام مخازن الضغط العالي و السفن . الفائدة من هذه المعايير هي توحيد المقايس و الأبعاد و الخصائص عالمياً و سهولة العثور عليها في الأسواق و المخازن ، كذلك للحصول على نسبة عالية من الأمان و الإطمئنان للمنتوجات و من ثم سهولة تسويقها عالمياً .

بعض مؤسسات معايير هندسة الميكانيك

- Aluminum Association (AA)
- American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Iron and Steel Institute (AISI)
- American National Standards Institute (ANSI)
- ASM International
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Society of Testing and Materials (ASTM)
- American Welding Society (AWS)
- American Bearing Manufacturers Association (ABMA)
- British Standards Institution (BSI)
- Industrial Fasteners Institute (IFI)
- Institution of Mechanical Engineers (I. Mech. E.)
- International Bureau of Weights and Measures (BIPM)
- International Standards Organization (ISO)
- National Institute for Standards and Technology (NIST)
- Society of Automotive Engineers (SAE)

لا يتوقف التصميم على إنتخاب المواد و القطعات من الجداول فقط فهناك بعض القطعات و المواد خارجة عن الجداول على المصمم تصميمها و تحضير موادها ، طبقاً للمحاسبات .

يجب أن تكون لمهندس الميكانيك المهارة الكافية في التعامل مع مختلف أنظمة القياسات و المعاير و تبديل الوحدات في النظام الأمريكي و البريطاني و النظام الأوربي و العالمي و ذلك لأن قطعات بعض المكائن تخضع لإزدواجية المعاير فمثلاً البراغي في النظام الأوربي و الأنابيب في النظام الأمريكي كذلك في التكيف و التبريد و غيرها . يخضع نظام بعض الدول و بعض الصنائع الى النظام الأمريكي و البعض الآخر للنظام الأوربي من هذا وجب على مهندس الميكانيك مهارة التعامل مع هذه الأنظمة ، و لا توجد أي أفضلية لنظام على آخر ، لكن يوجد بعض التعصب عند بعض المهندسين لنظام معين و بنظري هذا يرجع الى ممارستهم الطويلة لذلك النظام .

الأنظمه العالمية

International System of Units (**SI**)

International Organization for Standardization (**ISO**)

Deutsches Institut für Normung (**DIN**)

American National Standards Institute (**ANSI**)

British Standards Intuition (**BSI**)

Japanese Standards Association (**JSA**)

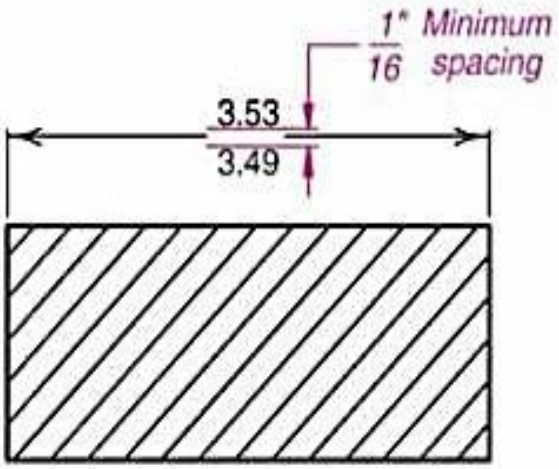
عملياً المقادير النظرية و المقادير المستخرجة من الجداول كمقاومة المواد و بعض المقادير الأخرى لا يمكن إستعمالها بصيغتها النظرية . أحياناً القوى العملية تجتاز القوى المستنتجة من المحاسبات لذلك هي بحاجة الى تصحيح ، يتم هذا التصحيح بمعامل تعرف بمعامل الأمان ، كذلك مقاومة المواد و بعض المقادير الأخرى المستخرجة من الجداول يتم تصحيحها بمعامل الأمان للتغلب على عدم نقاوة المواد و شرائط محيط العمل الغير مناسبة . تلاحظون هذه المعامل في البحوث التي كانت مقاديرها بحاجة الى معامل أمان أو جداول معامل الأمان .

التسامح - Tolerance

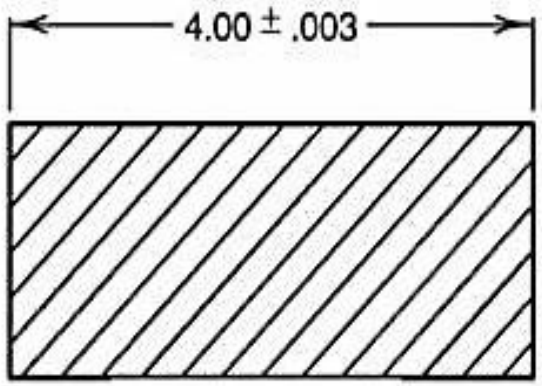
عملياً لا يمكن تطبيق القياسات النظرية المستنتجة من المحاسبات النظرية . توجد فاصلة مسموح فيها تغير القياسات النظرية بمقدار قليل جدا لإيجاد أمكانية تصنيع القطعات تعرف هذه التغيرات المسموح بها بالتسامح (tolerance) . يعبر عن التسامح بعدة طرق منها :

الحدود المباشرة (direct limits) و طريقة (tolerance values) : تدرج قيمة التسامح الى جانب أبعاد القطعة .

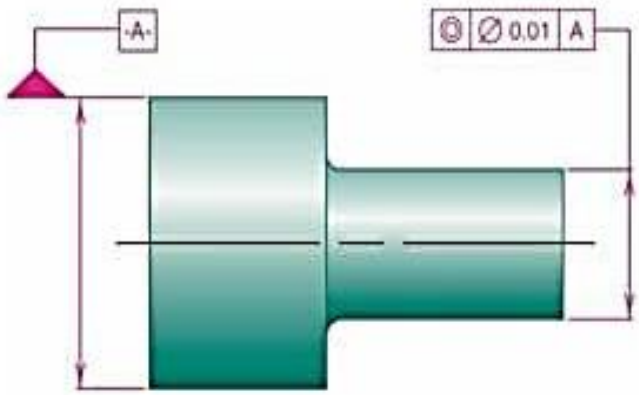
التسامح الهندسي (geometry tolerance) : في هذه الطريقة يشار الى التسامح بعلائم خاصة مرتبطة بسطح القطعة .



Direct limits



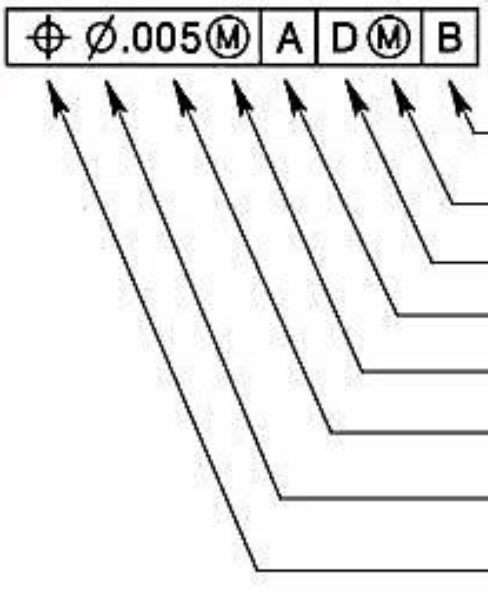
Tolerance values



Geometry tolerance

علائم التسامح :

Ø.505-.525



المعطيات الثالثة

معطيات المادة ـ مُعدل الحالة

المعطيات الثانوية

المعطيات الأوليه

مُعدل حالة المادة

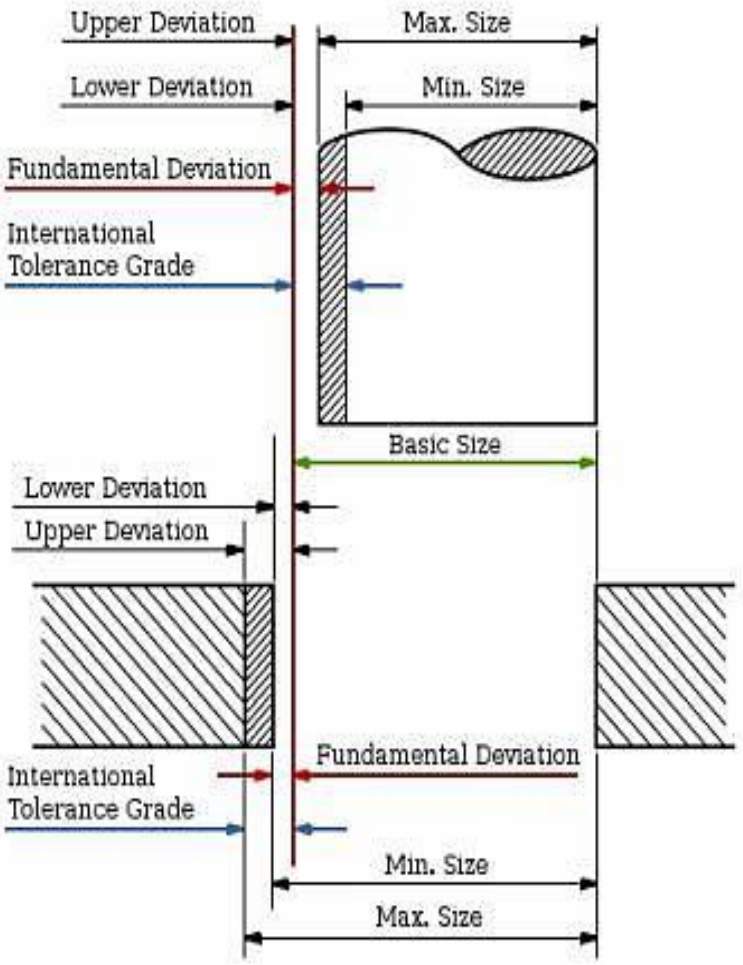
التسامح

علامة القطر (ناحية وضع العلامة)

علامة المميز الهندسي

Pertainsto	Type of Tolerance	Geometric Characteristics	Symbol	
Individual Feature Only	Form	STRAIGHTNESS	—	إستقامه أو إستواء
		FLATNESS	▱	تسطيح
		CIRCULARITY	○	إستدارة
		CYLINDRICITY	⌭	إسطوانية
Individual Feature or Related Features	Profile	PROFILE OF A LINE	⌒	جانب من خط
		PROFILE OF A SURFACE	⌓	جانب من سطح
Related Features	Orientation	ANGULARITY	∠	مزوي
		PERPENDICULARITY	⊥	تعامد
		PARALLELISM	//	توازي
	Location	POSITION	⌖	وضعيه
		CONCENTRICITY	◎	تمحور
		SYMMETRY	⌯	تناظر
	Runout	CIRCULAR RUNOUT	↗	أعوجاج دائري
		TOTAL RUNOUT	⌰	كل الأعوجاج

مفاهيم و إصطلاحات التسامح



Max. Size
الحد الأقصى للقياس

Min. Size
الحد الأدني للقياس

Basic Size
القياس الأساسي

Upper Deviation
الإنحراف العلوي

Lower Deviation
الإنحراف السفلي

Fundamental Deviation
الإنحراف الأساسي

Tolerance Grade
الدرجه القياسيه

القياس الأسمي – nominal size : القيمة (القياس) الأسمي لقطر المحور يساوي القيمة (القياس) الأسمي لقطر الثقب و في النظام الإنشي العدد بصورة كسر .

القياس الأساسي – basic size : القيمة النظرية لأبعاد القطعة ، و يكتب بصورة أعشار و دقة القياسات تساوي عدد الأعشار بعد الصفر . مثلا القيمه الأسميه لعدد $1\frac{1}{4}$ و القيمة الأساسية له 1.2500 دقة هذا العدد واحد بالعشرة آلاف .

القياس الحقيقي – actual size : القياسات و الأبعاد الواقعية التي تقاس من القطعات .

الحدود - limits : قيم قصوى و دنيا تضاف و تطرح من أبعاد القطعة و الفاصلة بينهما هي ناحية أو منطقة التسامح

حدّ علوي – upper limit : قيمة قصوى تضاف الى أبعاد القطعة .

حدّ سفلي – lower limit : قيمة دنيا تطرح من أبعاد القطعة .

الترخيص – allowance : هو الحدّ الأدنى للفسحة و الحدّ الأقصى لتداخل و إنطباق القطعات

الفسحة – clearance : الفاصلة الخالية بين قطعتين متداخلتين .

التداخل – interference : تداخل قطعتين متداخلتين بقوة أو ضغط أو حرارة .

التلائم – fit : هو درجة الضيق بين قطعتين متداخلتين

منطقة التسامح – tolerance zone : ناحية بين الحدّ العلوي و السفلي

الثقب أساس – hole basic : نظام لتلائم و تداخل القطعات فيه القياس الأساسي للحدّ الأدنى لقيمة قطر (نصف قطر) القطعة و يرمز له بالحرف H (و الحرف الإنجليزية الكبيرة)

المحور أساس – shaft basic : نظام لتلائم و تداخل القطعات فيه القياس الأساسي للحدّ الأقصى لقيمة قطر (نصف قطر) المحور و يرمز له بالحرف f (و الحروف الإنجليزية الصغيرة)

درجة االتسامح العالمية – International Tolerance Grade (IT) : هو نظام لتصنيف و التعبير عن التسامح و يرتبط بالقيمة الأساسية ، يرمز له في نظام ال ISO بهذا الشكل :

IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16

و القانون الذي نستنتج منه التسامح هو :

$$T = (0.45 \times \sqrt[3]{D} + 0.001 \times D) \times 10^{0.2 \times (ITG-1)}$$

T التسامح حسب الميكرون μm (الميكرون يساوي واحد على الف من الملي متر)

D القطر الهندسي المتوسط حسب الملي متر mm

ITG عدد صحيح مثبت و هو العدد الأزرق في الجدول أعلاه

درجة التسامح العالمية لكل من هذه العمليات الميكانيكية

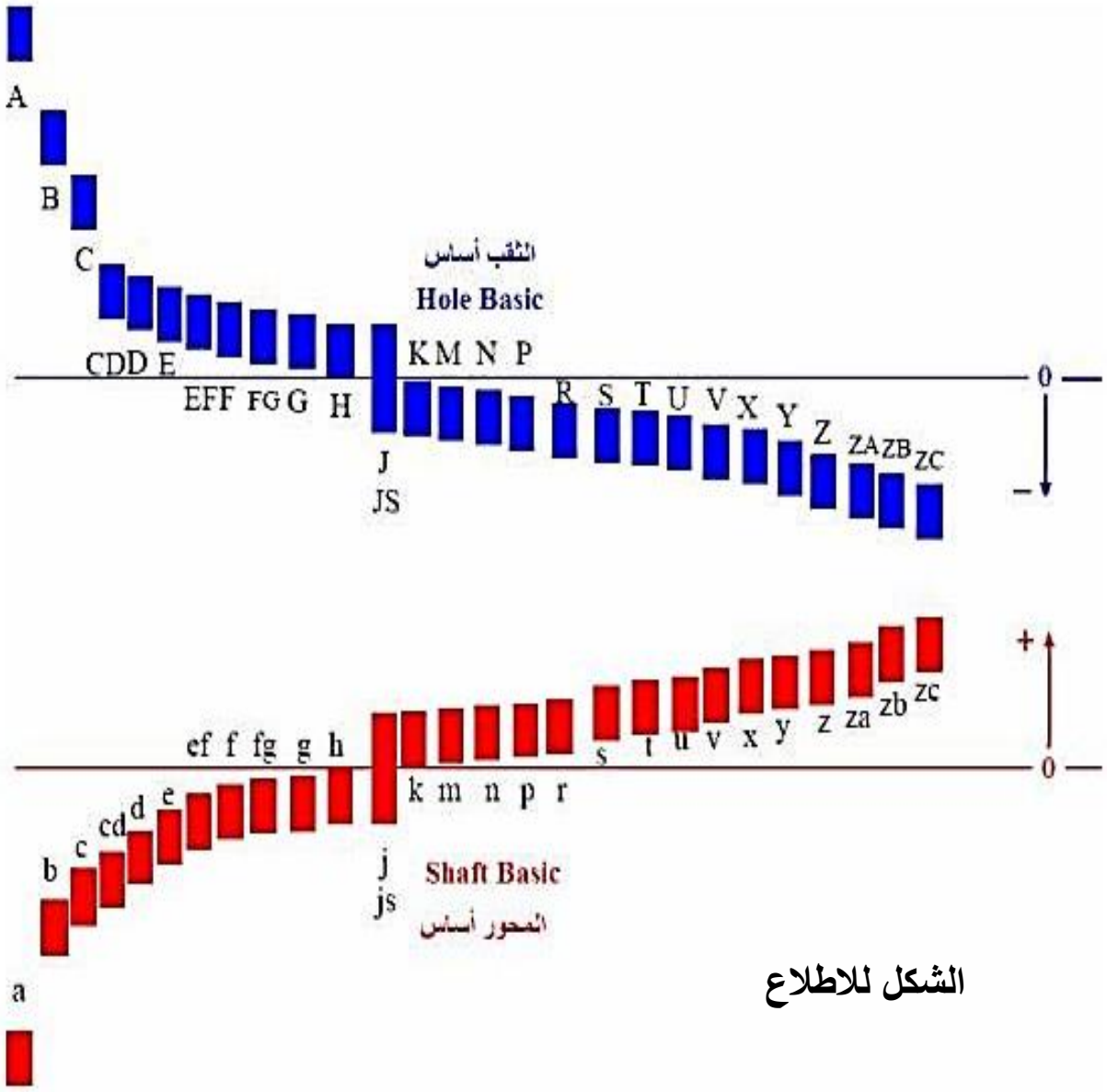
العمليه / IT Grade	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lapping	■	■	■	■											
Honing		■	■	■											
Superfinishing			■	■	■										
Cylinderical grinding			■	■	■	■									
Diamond turning			■	■	■	■									
Plan grinding				■	■	■	■	■							
Broaching				■	■	■	■	■							
Reaming				■	■	■	■	■							
Boring, Turning					■	■	■	■	■	■	■				
Sawing								■	■	■					
Milling								■	■	■	■	■			
Planing, Shaping									■	■	■	■	■		
Extruding									■	■	■	■			
Cold Rolling, Drawing									■	■	■	■	■		
Drilling										■	■	■	■		
Die Casting											■	■	■	■	
Forging												■	■	■	■
Sand Casting													■	■	■
Hot rolling, Flame cutting													■	■	■

http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/ISO_Tolerances/ISO_LIMITS.htm

الجدول للاطلاع

التسامح حسب الثقب أساس ، أو المحور أساس

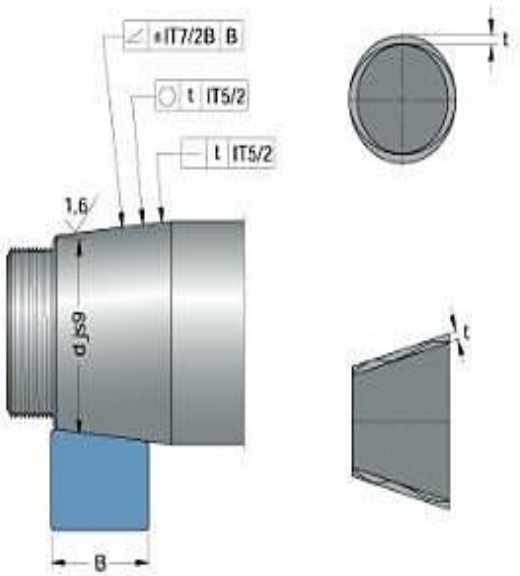
لتداخل القطعات فيما بينها يكتب التسامح بصورة حرف و رقم و هذا الحرف يبين أي من الثقب ثابت و أبعاد قطر المحور تتغير أو العكس . و توجد ثمان و عشرون حالة لكل من الثقب أساس أو المحور أساس ، للحروف من A الى J يتم تداخل القطعات بقوة ، و للحرف J القوة قليلة جداً و من J الى Z تداخل القطعات فضفاض و هناك فسحة بين القطعتين تداخل قطعتين لتسامح Z تداخل أو أنطباق حر . كذلك للحروف الصغيرة . هذا المخطط و جداول الصفحات القادمة تبين تداخل القطعات فيما بينها :



الشكل للاطلاع

JS7	+6 -6	+7.5 -7.5	+9 -9	+10.5 -10.5	+12.5 -12.5	+15 -15		+17.5 -17.5		+20 -20			+23 -23			+26 -26		+28.5 -28.5	
JS8	+9 -9	+11 -11	+13.5 -13.5	+16.5 -16.5	+19.5 -19.5	+23 -23		+27 -27		+31.5 -31.5			+36 -36			+40.5 -40.5		+44.5 -44.5	
K6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15		+4 -18		+4 -21			+5 -24			+5 -27		+7 -29	
K7	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21		+10 -25		+12 -28			+13 -33			+16 -36		+17 -40	
K8	+5 -13	+6 -16	+8 -19	+10 -23	+12 -27	+14 -32		+16 -38		+20 -43			+22 -50			+25 -56		+28 -61	
M6	-1 -9	-3 -12	-4 -15	-4 -17	-4 -20	-5 -24		-6 -28		-8 -33			-8 -37			-9 -41		-10 -46	
M7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30		0 -35		0 -40			0 -46			0 -52		0 -57	
M8	+2 -16	+1 -21	+2 -25	+4 -29	+5 -34	+5 -41		+6 -48		+8 -55			+9 -63			+9 -72		+11 -78	
N6	-5 -13	-7 -16	-9 -20	-11 -24	-12 -28	-14 -33		-16 -38		-20 -45			-22 -51			-25 -57		-26 -62	
N7	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39		-10 -45		-12 -52			-14 -60			-14 -66		-16 -73	
N8	-2 -20	-3 -25	-3 -30	-3 -36	-3 -42	-4 -50		-4 -58		-4 -67			-5 -77			-5 -86		-5 -94	
P6	-9 -17	-12 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45		-30 -52		-36 -61			-41 -70			-47 -79		-51 -87	
P7	-8 -20	-9 -24	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51		-24 -59		-28 -68			-33 -79			-36 -88		-41 -98	
P8	-12 -30	-15 -37	-18 -45	-22 -55	-26 -65	-32 -78		-37 -91		-43 -106			-50 -122			-56 -137		-62 -151	
R6	-12 -20	-16 -25	-20 -31	-24 -37	-29 -45	-35 -54	-37 -56	-44 -66	-47 -69	-56 -81	-58 -83	-61 -86	-68 -97	-71 -100	-75 -104	-85 -117	-89 -121	-97 -133	-103 -139
R7	-11 -23	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-32 -62	-38 -73	-41 -76	-48 -88	-50 -90	-53 -93	-60 -106	-63 -109	-67 -113	-74 -126	-78 -130	-87 -144	-93 -150

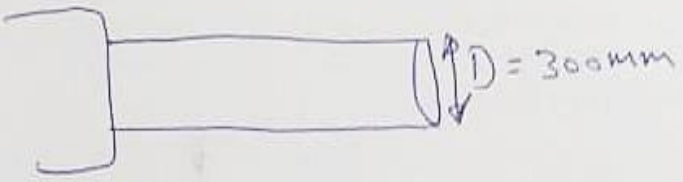
http://www.tribology-abc.com/calculators/iso_holes_fnme.htm



الجدول للاطلاع

س/ تم تصميم ذراع ربط ذو مقطع دائري (Shaft) لآلة زراعية وفق قياسات تم تحديدها من قبل المصنع كما مبين بالشكل ادناه. احسب مقدار التسامح (Tolerance) للقطر الخارجي للذراع اذا علمت ان قطر الذراع 300mm وان قابلية التسامح للذراع (ITG) يساوي 6.

الحل



$$Tolerance(T) = (0.45 * \sqrt[3]{D} + 0.001D) * 10^{0.2(ITG-1)}$$

حيث

T = التسامح بالمايكرون (μm)

D = قطر الذراع (mm)

ITG = قابلية التسامح (بدون وحدات).

$$T = (0.45 * \sqrt[3]{300} + 0.001 * 300) * 10^{0.2(6-1)}$$

$$T = 33.105\ \mu m$$

$$= 0.033\ mm$$