

التصميم و الصيانة و التثبيت

في
الهندسة
الميكانيكية



جلال الحاج عبد

بسم الله الرحمن الرحيم

ليس من السهل أن نجمع تصميم (design) و تنصيب (installation) و صيانة (maintenance) المكنائ و القطعات الميكانيكية في كتاب واحد و إذا أردنا أن نجعلها فستصبح كتب لا كتاب واحد ، لذلك أنتخبنا أهم القطعات و المواضيع الميكانيكية و جمعناها في هذا الكتاب ، قطعات يمكن مشاهدتها في كثير من المكنائ و التجهيزات الميكانيكية الثقيلة و الخفيفة .

لقد أعتمدت في تدوين هذا الكتاب على تجربتي النظرية و العملية في الهندسة الميكانيكية و عند دراستي و مطالعتي لاحظت أكثر مصادر التصميم الهندسي لا تستطرق لطرق التنصيب و الصيانة ، كذلك أكثر مصادر الصيانة لا تستطرق لجزئيات التصميم ، لذلك حاولت أن أجمع هذه المواضيع في كتاب واحد يعطي القدرة لمهندس الميكانيك أن ينظر بعين أوسع لما يصممه أو يسعى لصيانته . تختبأ الكثير من خفايا الصيانة و التنصيب وراء الطرق و المحاسبات النظرية ، وجود خلفية نظرية تعطي إمكانية التنصيب و الصيانة الدقيقة ، كذلك على المصمم الإلمام بطرق الصيانة و التنصيب لإجرائها في التصميم .

في بعض المواضيع أكتفيت بذكر بعض القوانين و العوامل المهمة في التصميم و ذلك للتعرف عليها و مشاهدة تأثير بعض المعطيات و الفرضيات على شرائط تصميم و إنتخاب القطعات .

يدخل إنتخاب القطعات في دائرة التصميم الهندسي ، فكثير من القطعات الميكانيكية متواجدة في الأسواق بأبعاد و قياسات معيارية على المصمم تعيين القوى المؤثرة على هذه القطعات ثم تعيين أبعادها ثم إنتخابها من الجداول لشرائها من الأسواق أو طلبها من المخازن .

على أي مهندس بالأخص مهندس الميكانيك الخبرة النظرية و العملية بالمواد و خصائصها الكيميائية و الميكانيكية كأنواع الفولاذ المقاوم للتأكسد ، الحرارة ، التآكل و فولاذ البناء و حديد الصب كذلك الخشب و البلاستيك و مواد اللحام .

في الرياضيات المتعارفة و المتداولة يجب أن يكون عدد المجاهيل يساوي عدد المعادلات لكن في رياضيات التصميم الهندسي ليس بالإلزام أن تكون عدد المجاهيل مساوية لعدد المعادلات، فكثير من المجاهيل يمكن إستنتاجها من الجداول و المنحنيات المرتبطة و بعضها يمكن فرضها حتى الوصول الى المجهول المطلوب ، ثم نقوم بتحويل الأبعاد و المقادير المستنتجة من المحاسبات الى أبعاد معيارية و قياسية ثم نعيد المحاسبات للتأكد من عامل الأمان .

لا يمكن الأعتداد على القوى النظرية الناتجة من تحليل القوى و لا على الخصائص الميكانيكية للمواد المستخرجة من الجداول لذلك لا بد من إعمال عوامل أو معامل الأمان على القوى و مقاومة المواد للحصول على أعلى نسبة من الأمان و الوثوقية . إنتخاب عوامل أمان كبيرة يؤدي الى زيادة أبعاد القطعات و زيادة تكلفة موادها و تحضيرها ، كذلك إنتخاب عوامل أمان صغيرة يهدد القطعة و يُعرضها لأضرار و مخاطر و عمر مفيد أقلّ ، لذلك يجب مراجعة جداول عوامل الأمان و في حالة عدم وجود كهذه الجداول علينا أن ننتخب عدة معامل أمان و مقايسة نتائجها .

ربما يسأل سائل مادام هناك أمكانية رسم و تصميم جميع القطعات الميكانيكية بالحاسوب فما هي الجدوى من مطالعة التصميم النظري ؟ تساعد الخلفية النظرية للتصميم على الإستفادة الصحيحة من هذه البرامج ، كذلك من يسعى لكتابة برامج أو يسعى لتطوير برامج في التصميم و الصيانة هو بحاجة الى معلومات نظرية كافية تمكنه من كتابة مشروعه .

توجد مواضيع عملية في الهندسة الميكانيكية كالتكيف و التبريد و الأنابيب و التحكم و الرجل الآلي و الأيرودينامية و التوربين المائي و البخاري و مواضيع أخرى نظرية كالديناميكا و الإستاتيكا و ديناميك الموائع و الإهتزازات و الثرموديناميك و إنتقال الحرارة و مواضيع أخرى لم نستطرق لها في هذا الكتاب إنشاء الله سنتناولها في بحوث أخرى .

يجب أن تكون لمهندس الميكانيك مهارة كافية في التعامل مع مختلف الوحدات و الأنظمة القياسية و المعيارية ، سواء في النظام الأمريكي و الإنجليزي أو العالمي و الأوربي . أكثر القطاعات الميكانيكية يمكن العثور عليها في الأسواق بكلا النظامين ، بعض الدول تعتمد النظام الأمريكي و بعضها النظام العالمي و أحياناً نلاحظ ازدواجية المعايير في بعض المكائن و الآلات .

المصدر الأصلي الذي أعتمدت عليه في التصميم هو:

Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition, McGraw-Hill

و هو أحد المراجع المهمة في الهندسة الميكانيكية ، كذلك أعتمدت على كتيبات بعض الشركات
المعتبرة مثل :

المحامل SKF , NTN , FAG

اللحام ESAB

المقرنة VOITH , FLENDER

الهيدروليك REXROTH

و أعتمدت على بعض المواقع المهمة تجدون عناوينها في المصادر .

جلال الحاج عبد

2009 - 12 - 6

المعايير و السلامة و الوحدات - Standards, Safety and Units

تخضع أكثر المقاييس 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 المقاييس و الأبعاد و الخصائص عالمياً و سهولة العثور عليها في الأسواق و المخازن ، كذلك للحصول على نسبة عالية من الأمان و الإطمئنان للمنتجات 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 المعايير و تبديل الوحدات في النظام الأمريكي و البريطاني و النظام الأوربي و العالمي و ذلك لأن قطعات بعض المكائن تخضع لإزدواجية المعايير فمثلاً البراغي في النظام الأوربي و الأنابيب في النظام الأمريكي كذلك في التكيف و التبريد و غيرها . يخضع نظام بعض الدول و بعض الصناعات 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 .

الأنظمة 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 .

جداول الصفحات القادمة هي قائمة لبعض القطعات في المعيار الأوربي (الألماني) DIN

مصدر هذه الجداول (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_DIN_standards)

- **1 DIN 1 to DIN 999**
 - **1.1 DIN 1 to DIN 99**
 - **1.2 DIN 100 to DIN 199**
 - **1.3 DIN 200 to DIN 299**
 - **1.4 DIN 300 to DIN 399**
 - **1.5 DIN 400 to DIN 499**
 - **1.6 DIN 500 to DIN 599**
 - **1.7 DIN 600 to DIN 699**
 - **1.8 DIN 700 to DIN 799**
 - **1.9 DIN 800 to DIN 899**
 - **1.10 DIN 900 to DIN 999**
- **2 DIN 1000 to DIN 9999**
 - **2.1 DIN 1000 to DIN 1999**
 - **2.2 DIN 2000 to DIN 2999**
 - **2.3 DIN 4000 to DIN 4999**
 - **2.4 DIN 5000 to DIN 5999**
 - **2.5 DIN 6000 to DIN 6999**
 - **2.6 DIN 7000 to DIN 7999**
 - **2.7 DIN 8000 to DIN 8999**
 - **2.8 DIN 9000 to DIN 9999**
- **3 DIN 10000 to DIN 19999**
 - **3.1 DIN 10000 to DIN 10999**
 - **3.2 DIN 11000 to DIN 11999**
 - **3.3 DIN 12000 to DIN 12999**
 - **3.4 DIN 13000 to DIN 13999**
 - **3.5 DIN 14000 to DIN 14999**
 - **3.6 DIN 15000 to DIN 15999**
 - **3.7 DIN 16000 to DIN 16999**
 - **3.8 DIN 17000 to DIN 17999**
 - **3.9 DIN 18000 to DIN 18999**
 - **3.10 DIN 19000 to DIN 19999**
- **4 DIN 20000 to DIN 29999**
 - **4.1 DIN 24000 to DIN 24999**
 - **4.2 DIN 28000 to DIN 28999**
- **5 DIN 30000 to DIN 39999**
 - **5.1 DIN 31000 to DIN 31999**
- **6 DIN 40000 to DIN 49999**
- **7 DIN 50000 to DIN 59999**
- **8 DIN 60000 to DIN 69999**
- **9 DIN 70000 to DIN 79999**

DIN 1 to DIN 99**DIN**

- DIN 1** Cone **Pins**, untempered
- DIN 3** Standard measurements
- DIN 5** Technical drawings - Axonometric projections, Isometric projection
- DIN 5-10** Technical drawings - projections, terms
- DIN 6** Projection displays in Normal, views and special presentations
- DIN 7** Parallel **Pins**
- DIN 11** Whitworth pipe threads 1/4"-6" Thread diameter, sizes, teaching information
- DIN 13-1** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 1: Nominal sizes for coarse pitch threads; nominal diameter from 1 mm to 68 mm
- DIN 13-2** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 2: Nominal sizes for 0,2 mm, 0,25 mm and 0,35 mm fine pitch threads; nominal diameter from 1 mm to 50 mm
- DIN 13-3** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 3: Nominal sizes for 0,5 mm fine pitch threads; nominal diameter from 3,5 mm to 90 mm
- DIN 13-4** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 4: Nominal sizes for 0,75 mm fine pitch threads; nominal diameter from 5 mm to 110 mm
- DIN 13-5** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 5: Nominal sizes for 1 mm and 1,25 mm fine pitch threads; nominal diameter from 7,5 mm to 200 mm
- DIN 13-6** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 6: Nominal sizes for 1,5 mm fine pitch threads; nominal diameter from 12 mm to 300 mm
- DIN 13-7** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 7: Nominal sizes for 2 mm fine pitch threads; nominal diameter from 17 mm to 300 mm
- DIN 13-8** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 8: Nominal sizes for 3 mm fine pitch threads; nominal diameter from 28 mm to 300 mm
- DIN 13-9** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 9: Nominal sizes for 4 mm fine pitch threads; nominal diameter from 40 mm to 300 mm
- DIN 13-10** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 10: Nominal sizes for 6 mm fine pitch threads; nominal diameter from 70 mm to 500 mm
- DIN 13-11** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 11: Nominal sizes for 8 mm fine pitch threads; nominal diameter from 130 mm to 1000 mm
- DIN 13-12** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 12: 1 to 300 mm diameter coarse and fine pitch threads Selected diameters and pitches
- DIN 13-13** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 13: Selected sizes for **screws**, bolts and nuts from 1 to 52 mm **screw** thread diameter and limits of sizes
- DIN 13-19** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 19: Nominal profiles
- DIN 13-20** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 20: Limits of sizes for coarse pitch threads with the preferred tolerance classes; nominal sizes from 1 mm to 68 mm

- DIN 13-21** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 21: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 1 mm to 24,5 mm
- DIN 13-22** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 22: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 25 mm to 52 mm
- DIN 13-23** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 23: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 53 mm to 110 mm
- DIN 13-24** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 24: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 112 mm to 180 mm
- DIN 13-25** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 25: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 182 mm to 250 mm
- DIN 13-26** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 26: Limits of sizes for fine pitch threads with the preferred tolerance classes; Nominal diameter from 252 mm to 1000 mm
- DIN 13-28** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 28: Coarse and Fine **Screw** Threads from 1 to 250 mm **Screw** Thread Diameter; Root Cross-sections, Tensile Stress Cross-sections and Pitch Angles
- DIN 13-50** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 50: Combination of tolerance classes for formed internal **screw** threads
- DIN 13-51** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 51: External **screw** threads for transition fits (former: **screw** threads for interference fit); tolerances, limit deviations, limits of sizes
- DIN 13-52** ISO general purpose metric **screw** threads - Part 52: Multi-start thread tolerances and deviation of profile
- DIN 76-1** Thread run-outs and thread undercuts for ISO metric threads in accordance with DIN 13-1
- DIN 76-2** Thread run-outs and thread undercuts for pipe threads conforming to ISO 228 part 1
- DIN 76-3** Runouts, Undercuts for Trapezoidal Threads, Buttress Threads and Knuckle Threads and other Threads of Coarse Pitch
- DIN 78** Protrusions of bolt ends
- DIN 84** Product grade A slotted cheese head **screws**
- DIN 85** Product grade A slotted pan head **screws**
- DIN 93** Tab **washer**s with long tab
- DIN 94** Split **pins**
- DIN 95** Slotted Raised Countersunk (Oval) Head Wood **Screws**
- DIN 96** Slotted Round Head Wood **Screws**

DIN 100 to DIN 199**DIN**

- DIN V 105-1** Clay masonry units - Part 1: Solid and hollow bricks with density classes of 1,2
- DIN V 105-2** Clay masonry units - Part 2: Solid and hollow bricks with density classes equal 1.0
- DIN 105-3** Clay masonry units - Part 3: Tile and high strength-high-strength clinker
- DIN 105-4** Clay masonry units - Part 4: Ceramic bricks
- DIN 105-5** Clay masonry units - Part 5: Lightweight long-hole brick and light long-hole brick panels
- DIN V 105-6** Clay masonry units - Part 6: High precision units
- DIN V 105-100** Clay masonry units - Part 100: Clay masonry units with specific properties
- DIN 125** **Washers**; medium type, primarily for hexagon bolts
- DIN 125-1** Product grade A **washers** - with a hardness up to 250 HV designed for use with hexagon head bolts and nuts
- DIN 125-2** Product grade A **washers** - with a hardness up to 300 HV designed for use with hexagon head bolts and nuts
- DIN 126** Product grade C **washers** - designed for use with hexagon head bolts and nut
- DIN 127** Spring lock **washers** with square ends or tang ends
- DIN 128** Curved and wave spring lock **washers**
- DIN 137** Spring **washers**, curved or wave

DIN 200 to DIN 299**DIN**

- DIN 201** Technical drawings; Hatchings; Representation of cutting edges and materials
- DIN 209** Machine Reamers with **Screwed-on** Blades
- DIN 267-1** Fasteners - Part 1: Technical delivery conditions; General requirements
- DIN 267-2** Fasteners - Part 2: Technical delivery conditions; Bolts, **Screws**, Nuts and Similar Threaded and Formed Parts; Types and Dimensional Accuracy
- DIN 267-3** Fasteners - Part 3: Technical delivery conditions; Property classes for carbon steel and alloy steel bolts and **screws**; Conversion of property classes
- DIN 267-4** Fasteners - Part 4: Technical delivery conditions; Property classes for nuts (previous classes)
- DIN 267-5** Fasteners – Part 5: Technical delivery conditions; Acceptance inspection; modified version of ISO 3269, 1984 edition
- DIN 267-6** Fasteners - Part 6: Technical delivery conditions; Designs and accuracy of

measurement for product grade F

- DIN 267-7** Fasteners - Part 9: Technical delivery conditions; Bolts made of unalloyed or low-alloy steels
- DIN 267-9** Fasteners - Part 9: Technical delivery conditions; Components with Electroplated Coatings
- DIN 267-10** Fasteners - Part 10: Technical delivery conditions; Hot dip galvanized parts
- DIN 267-11** Fasteners - Part 11: Technical delivery conditions (with additions to ISO 3506); Corrosion-resistant stainless steel fasteners
- DIN 267-12** Fasteners - Part 12: Technical delivery conditions; Self-tapping **screws**
- DIN 267-13** Fasteners - Part 13: Technical delivery conditions; Components for Bolted Connections Made Mainly from Materials Exhibiting a High Impact Strength at Low Temperature or from Materials with a High Temperature Strength
- DIN 267-15** Fasteners - Part 15: Technical delivery conditions; Prevailing torque type nuts
- DIN 267-18** Fasteners - Part 18: Technical delivery conditions; Components made of Non-ferrous Metals
- DIN 267-19** Fasteners - Part 19: Technical delivery conditions; Surface discontinuities on bolts and **screws**
- DIN 267-20** Fasteners - Part 20: Technical delivery conditions; Surface discontinuities on nuts
- DIN 267-21** Fasteners - Part 21: Technical delivery conditions; Widening test on nuts
- DIN 267-23** Fasteners - Part 23: Technical delivery conditions; Property classes for nuts with fine thread (ISO classes)
- DIN 267-24** Fasteners - Part 24: Technical delivery conditions; Property classes for nuts (Hardness classes)
- DIN 267-25** Fasteners - Part 25: Technical delivery conditions; Torsion testing of M1 to M10 bolts and **screws**
- DIN 267-26** Fasteners - Part 26: Technical delivery conditions; Conical spring **washers** for bolt/nut assemblies
- DIN 267-27** Fasteners - Part 27: Technical specifications; Steel **screws**, bolts and studs with adhesive coating
- DIN 267-28** Fasteners - Part 28: Technical specifications; Steel **screws**, bolts and studs with locking coating
- DIN 267-29** Fasteners - Part 29: Technical specifications; Product grades for parts for bolted connections for use at temperatures ranging from -200°C to +700°C
- DIN 267-30** Fasteners - Part 30: Technical specifications; Metric thread rolling **screws** of property class 10.9
- DIN 276-1** Building costs; Part 1: Building construction
- DIN 276-2** Building costs; Part 2: Classification of cost
- DIN 276-3** Building costs; Part 3: Ascertainment of cost

DIN 300 to DIN 399**DIN**

- DIN 315** Wing nuts with rounded wings
- DIN 316** Wing **screws** with rounded wings
- DIN 323-1** Preferred Numbers and Series of Preferred Numbers; Basic Values, Calculated Values, Rounded Values
- DIN 323-2** Preferred Numbers and Series of Preferred Numbers; Introduction
- DIN 332-1** 60° centre holes; types R, A, B, and C
- DIN 332-2** Center holes 60° with thread for shaft ends for rotating electrical machines
- DIN 332-4** Centre holes for rail vehicles axles
- DIN 332-7** Machine tools; 60° centre holes; dimensioning
- DIN 332-8** Centre holes 90°, form S; dimensions, determination process
- DIN 332-10** Center Holes; Indications on Technical Drawings
- DIN 338** Parallel shank twist drills, jobber series

DIN 400 to DIN 499**DIN**

- DIN 404** Slotted capstan **screws**
- DIN 406-10** Engineering drawing practice; dimensioning; concepts and general principles
- DIN 406-11** Engineering drawing practice; dimensioning; principles of application
- DIN 406-12** Engineering drawing practice; dimensioning; tolerancing of linear and angular dimensions (modified version of ISO 406:1987)
- DIN 417** Slotted set **screws** with long dog point
- DIN 427** Slotted headless **screws** with chamfered end
- DIN 428** Hexagon nuts, Grade C
- DIN 433** Washers for use with cheese head **screws**
- DIN 433-1** Product grade A washers - with a hardness up to 250 HV designed for use with cheese head **screws**
- DIN 433-2** Product grade A washers - with a hardness up to 300 HV designed for use with cheese head **screws**
- DIN 438** Slotted set **screws** with cup point
- DIN 439** Hexagon thin nuts
- DIN 439-1** Unchamfered hexagon thin nuts - Product grade B
- DIN 439-2** Chamfered hexagon thin nuts - Product grades A and B
- DIN 440** Washers for use in timber constructions
- DIN 444** Eyebolts
- DIN 461** Graphical Representation in Systems of Coordinates

- DIN 462** Machine Tools; Internal Tab Washers for Slotted Round Nuts for Hook Spanner according to DIN 1804
- DIN 464** Knurled thumb **screws**, high type
- DIN 466** Knurled nuts, high type
- DIN 467** Knurled nuts, low type
- DIN 471** Circlips (retaining rings) for shafts; Normal type and heavy type
- DIN 476** Paper sizes
- DIN 476-2** Trimmed Sizes of Paper - C Series
- DIN 477**

DIN 500 to DIN 599

DIN

- DIN 522** Metal **washers**; technical delivery conditions
- DIN 551** Slotted set **screws** with flat point
- DIN 553** Slotted set **screws** with cone point
- DIN 555** M5 to M100x6 hexagon nuts - Product grade C
- DIN 558** Hexagon head **screws**
- DIN 580** Collar eyebolts for lifting purposes

DIN 600 to DIN 699

DIN

- DIN 601** M5 to M52 hexagon head bolts; product grade C
- DIN 603** Mushroom head square neck bolts
- DIN 609** Hexagon fits bolts with long thread
- DIN 625-1** Rolling bearings; single row radial contact ball bearings
- DIN 625-3** Rolling bearings; double row radial contact ball bearings
- DIN 625-4** Rolling bearings; radial contact groove ball bearings with flanged outer ring
- DIN 653** Knurled thumb **screws**, low type
- DIN 678-1** Envelopes - Part 1: Sizes
- DIN 678-2** Envelopes - Part 2: Envelopes for Processing in Enveloping Machines, Size C6 to C4

DIN 700 to DIN 799**DIN**

- DIN 763** Tested, non-calibrated, long-link round steel chains
- DIN 764-1** Calibrated and tested round steel link chains for continuous conveyors; grade 2, pitch 3,5d
- DIN 764-2** Calibrated and tested round steel link chains for continuous conveyors; grade 3, pitch 3,5d
- DIN 766** Calibrated and tested grade 3 round steel link chains
- DIN 799-1** Foundation Blocks

DIN 800 to DIN 899**DIN**

- DIN 820-1** Standards Work - Part 1: Principles
- DIN 820-2** Standardization - Part 2: Presentation of standards; examples for presentation of figures, tables and part lists
- DIN 820-3** Standardization - Part 3: Concepts
- DIN 820-4** Standardization - Part 4: Working procedure
- DIN 820-11** Standardization - Part 11: Presentation of Standards concerning safety regulations which are VDE-Specifications or VDE-Guidelines
- DIN 820-12** Standardization - Part 12: Presentation of standards concerning safety regulations
- DIN 820-13** Standardization - Part 13: Adoption of European documents of CEN, CENELEC and of ETSI; Concepts and presentation
- DIN 820-15** Standardization - Part 15: Implementation of ISO and IEC international documents; Concepts and presentation
- DIN 820-120** Standardization - Part 120: Guidelines for the inclusion of safety aspects in standards (ISO/IEC Guide 51:1999)
- DIN 824** Technical drawings; Folding to filing size
- DIN 899** Hand Operated Wrenches and Sockets; Technical Specifications

DIN 900 to DIN 999**DIN**

- DIN 908** Hexagon socket **screw** plugs with parallel **screw** thread
- DIN 910** Hexagon-duty hexagon head **screw** plugs

- DIN 911** Hexagon Socket **Screw** Keys
- DIN 912** Hexagon socket head cap **screws** (modified version of ISO 4762)
- DIN 913** Hexagon socket set **screws** with flat point (ISO 4026 modified)
- DIN 914** Hexagon socket set **screws** with cone point (ISO 4029 modified)
- DIN 915** Hexagon socket set **screws** with full dog point
- DIN 916** Hexagon socket set **screws** with cup point (ISO 4029 modified)
- DIN 918** Fasteners; Terminology; Spelling of terms; Abbreviations
- DIN 918-3** Overview of European Standards for fasteners
- DIN 919-1** Technical Drawings; Wood Processing; Principles
- DIN 921** Slotted pan head **screws** with large head
- DIN 923** Slotted pan head **screws** with shoulder
- DIN 929** Hexagon weld nuts
- DIN 930** Fine thread pitch partially threaded **screws**
- DIN 931-1** M1,6 to M39 hexagon head bolts - Product grades A and B
- DIN 931-2** M42 to M160x6 hexagon head bolts - Product grade B
- DIN 933** M1,6 to M52 hexagon head **screws** thread up to the head - Product grades A and B
- DIN 934** Hexagon nuts with metric coarse and fine pitch thread - Product classes A and B
- DIN 935-1** Hexagon slotted nuts and castle nuts with metric coarse and fine pitch thread - Product grades A and B
- DIN 935-2** M42 to M160x6 hexagon head bolts; product grade B
- DIN 935-3** Hexagon slotted nuts with metric coarse pitch thread - Product grade C
- DIN 936** M8 to M52 and M8x1 to M52x3 hexagon thin nuts; product grades A and B
- DIN 937** Hexagon thin castle nuts
- DIN 938** Studs with a length of engagement equal to about 1 d
- DIN 939** Studs with a length of engagement equal to about 1,25 d
- DIN 946** Determination of coefficient of friction of bolt/nut assemblies under specified conditions
- DIN 960** M8x1 to M100x4 hexagon head bolts with fine pitch thread - Product grades A and B
- DIN 961** M8x1 to M52x3 hexagon head bolts with fine pitch thread - Product grades A and B
- DIN 962** Designation system for fasteners
- DIN 963** Slotted countersunk head **screws** (with countersunk heads as specified in ISO 2009-1972)
- DIN 964** Slotted raised countersunk oval head **screws**
- DIN 965** Cross recessed countersunk flat head **screws**
- DIN 966** Cross recessed raised countersunk head **screws**

<u>DIN 970</u>	Hexagon nuts; Style 1; Metric coarse thread, Product grades A and B; ISO 4032 modified
<u>DIN 971-1</u>	Style 1 hexagon nuts with metric fine pitch thread; property classes 6 and 8
<u>DIN 971-2</u>	Style 2 hexagon nuts with metric fine pitch thread; property classes 10 and 12
<u>DIN 972</u>	M5 to M39 hexagon nuts; style 1; product grade C (modified version of ISO 4034)
<u>DIN 975</u>	Threaded rods
<u>DIN 976-1</u>	Metric thread stud bolts
<u>DIN 976-2</u>	Metric interference-fit thread stud bolts
<u>DIN 977</u>	Hexagon weld nuts with flange
<u>DIN 979</u>	Hexagon thin slotted nuts and castle nuts with metric coarse and fine pitch thread - Product grades A and B
<u>DIN 980</u>	All-metal prevailing torque type hexagon nuts
<u>DIN 981</u>	Locknuts for use with rolling bearings
<u>DIN 982</u>	Prevailing torque type hexagon nuts with nonmetallic insert
<u>DIN 983</u>	Retaining rings with lugs for use on shafts (external circlips)
<u>DIN 985</u>	Prevailing torque type hexagon thin nuts with nonmetallic insert
<u>DIN 988</u>	Shim rings and supporting rings

DIN 6000 to DIN 6999

DIN

<u>DIN 6319</u>	Spherical washers and conical seats
<u>DIN 6325</u>	Parallel Pins , Hardened; Tolerance Zone m6
<u>DIN 6340</u>	Washers for clamping devices
<u>DIN 6738</u>	Paper and paper board - Lifespan classes
<u>DIN 6776</u>	Technical drawings, labeling
<u>DIN 6797</u>	Toothed lock washers
<u>DIN 6798</u>	Serrated lock washers
<u>DIN 6799</u>	Lock washers (retaining washers) for shafts
<u>DIN 6880</u>	Bright Key Steel; Dimensions, Permissible Variations, Weights
<u>DIN 6885-1</u>	Drive Type Fastenings without Taper Action – Part 1: Parallel Keys , Keyways, Deep Pattern
<u>DIN 6885-2</u>	Drive Type Fastenings without Taper Action – Part 2: Parallel Keys , Keyways, Deep Pattern for Machine Tools, Dimensions and Application
<u>DIN 6885-3</u>	Drive Type Fastenings without Taper Action – Part 3: Parallel Keys , Shallow Pattern, Dimensions and Application
<u>DIN 6900</u>	Screw and Washer Assemblies

- DIN 6901** Tapping **screw** and **washer** assemblies
- DIN 6902** Plain **washers** for **screw** and **washer** assemblies
- DIN 6903** Plain **washers** for tapping **screw** and **washer** assemblies
- DIN 6912** Hexagon socket thin head cap **screws** with pilot recess
- DIN 6914** High-strength hexagon head bolts with large widths across flats for structural steel bolting
- DIN 6916** Round **washers** for high-strength structural steel bolting
- DIN 6921** Hexagon flange bolts
- DIN 6922** Hexagon flange bolts with reduced shank
- DIN 6923** Hexagon nuts with flange
- DIN 6924** Prevailing torque type hexagon nuts with nonmetallic insert
- DIN 6925** Prevailing torque type all-metal hexagon nuts
- DIN 6926** Prevailing torque type hexagon nuts with flange and with non-metallic insert
- DIN 6927** Prevailing torque type all-metal nuts with flange

DIN 7000 to DIN 7999

DIN

- DIN 7045** Pan head **screws** with type H or type Z cross recess - product grade A
- DIN 7245** Saw blades for web saws
- DIN 7337** Break mandrel blind rivets
- DIN 7343** Spiral **Pins**; Normal Type
- DIN 7344** Spiral **Pins**; Heavy Duty Type
- DIN 7346** Spring-Type Straight **Pins**; (Roll **Pins**) Light-weight Type
- DIN 7349** Plain **Washers** for Bolts with Heavy Clamping Sleeves
- DIN 7500-1** Thread rolling **screws** for metric ISO thread - Part 1: Types, designation, requirements
- DIN 7500-2** Thread rolling **screws** for ISO metric thread; guideline values for hole diameters
- DIN 7504** Self-drilling **screws** with tapping **screw** thread - Dimensions, requirements and testing
- DIN 7513** Hexagon head and slotted head thread cutting **screws** - Dimensions, requirements and testing
- DIN 7516** Cross recessed head thread cutting **screws** - Dimensions, requirements and testing
- DIN 7603** Ring seals and gaskets
- DIN 7962** Cross recesses for **screws**; (modified version of ISO 4757)
- DIN 7970** Threads and thread ends for tapping **screws** (modified version of ISO 1478)
- DIN 7971** Slotted pan head tapping **screws**

- DIN 7972** Slotted countersunk head tapping **screws**
- DIN 7973** Slotted raised countersunk head tapping **screws**
- DIN 7977** Taper **Pins** with Thread Ends and Constant Point Lengths
- DIN 7978** Taper **Pins** with Internal Thread
- DIN 7979** Parallel **Pins** with Internal Thread
- DIN 7980** Spring lock **washers** with square ends for cheese head **screws**
- DIN 7981** Cross recessed pan head tapping **screws**
- DIN 7982** Cross recessed countersunk head tapping **screws**
- DIN 7983** Countersunk (Flat) Head Tapping **Screws** with Cross Recess
- DIN 7984** Hexagon socket thin head cap **screws**
- DIN 7985** Cross recessed raised cheese head **screws**
- DIN 7991** Hexagon socket countersunk head cap **screws**

تبدیل الوحدات

Standard Prefixes		
Prefix used in code	Prefix for written unit	Multiplier
da-	deka-	10
h-	hecto-	100
k-	kilo-	1000
M-	mega-	1e6
G-	giga-	1e9
T-	tera-	1e12
P-	peta-	1e15
E-	exa-	1e18
Z-	zeta-	1e21
Y-	yotta-	1e24
d-	deci-	1e-1
c-	centi-	1e-2
m-	milli-	1e-3

mu-	micro-	1e-6
n-	nano-	1e-9
p-	pico-	1e-12
f-	femto-	1e-15
a-	atto-	1e-18
z-	zepto-	1e-21
y-	yocto-	1e-24

Standard Units			
Unit	Symbol	Definition	Comments
Time			
second	sec	1 s	
minute	min	60 s	
hour	hr	60 min	
hour	hour	1 hr	alternate symbol
hour	h	1 hr	alternate symbol
day	day	24 hr	
shake	shake	10 ns	
Hertz	Hz	1 s ⁻¹	
Length or Distance			
international foot	ft	0.3048 m	
inch	in	1.0/12.0 ft	
international mile	mile	5280.0 ft	

international mile	mi	1 mile	alternate symbol
milli-inch	mil	0.001 in	
Parsec	pc	3.085678e16 m	
League	league	3 mile	
Astronomical Unit	ua	1.49598e11 m	
Astronomical Unit	AU	1.49598e11 m	alternate symbol
yard	yd	3 ft	
Angstrom	Ang	1e-10 m	
Angstrom	\\AA	1 Ang	alternate symbol
furlong	furlong	220 yd	
fathom	fathom	6 ft	
Rod	rd	16.5 ft	
U.S. survey foot	sft	(1200./3937.) m	
U.S. survey mile	smi	5280 sft	also called statue mile
point	pt	1./72. in	Typeface Point
pica	pica	1./6. in	Typeface Pica
Temperature			
Celsius	C	1 K -273.15	
Rankine	R	5.0/9.0 K	
Fahrenheit	F	1 R -459.67	
Mass			
gram	g	0.001 kg	This is case sensitive.
gram	gm	g	(alternate symbol)
pound mass	lbm	0.45359237 kg	(avoirdupois)
Troy pound	lbt	0.3732417 kg	(apothecary)
carat (metric)	carat	0.2 g	

slug	slug	1 lb sec ² /ft	
snail	snail	1 lb sec ² /in	
Short Ton	ton	2000 lbm	
Long Ton	ton_1	2240 lbm	
Ounce	oz	28.34952 g	(avoirdupois)
Grain	gr	64.79891 mg	
Pennyweight	dwt	1.55174 g	
Force or Weight			
Newton	N	1 kg m/s ²	
Dyne	dyn	1e-5 N	
pound force	lb	lbm G	
pound force	lbf	lbm G	
poundal	poundal	1 lbm ft/sec ²	
kilopound	kip	1000 lbf	
kilogram force	kgf	kg G	
Energy			
Joule	J	1 N m	
British Therm. Unit	BTU	1055.056 J	(International Table)
British Therm. Unit	Btu	1 BTU	alternate symbol
British Therm. Unit	BTU_th	1054.350 J	(Thermochemical)
calorie	cal	4.1868 J	(International Table)
calorie	cal_th	4.184 J	(Thermochemical)
Calorie	Cal	4.1868 kJ	(nutritionists)
electron volt	eV	1.602177e-19 J	
erg	erg	1e-7 J	
Ton of TNT	TNT	4.184e9 J	

Power			
Watt	W	1 J/s	
Horse Power	hp	550 ft lb/s	
Pressure			
bar	bar	1e5 N/m ²	
Pascal	Pa	1 N/m ²	
Pounds per sq. inch	psi	1 lb/in ²	
Pounds per sq. ft.	psf	1 lb/ft ²	
kilo psi	ksi	1000.0 psi	
atmospheres	atm	1.01325e5 N/m ²	
inches of Mercury	inHg	3.387 kPa	
millimeters Mercury	mmHg	0.1333 kPa	
Torr	torr	1.333224 Pa	
Volume or Area			
Liter	L	1/1000.0 m ³	
gallon	gal	3.785412 L	
Pint (U.S. liquid)	pint	1/8. gal	
Quart (U.S. liquid)	qt	2 pint	
Pint (U.S. dry)	dpint	0.5506105 L	
Quart (U.S. dry)	dqt	2 dpint	
Acre	acre	1/640.0 smi ²	
Hectare	ha	10000 m ²	
Barrel (petroleum)	barrel	158.9873 L	
Fluid Ounce	oz_fl	29.57353 mL	
Gill (U.S.)	gi	0.1182941 L	
Peck (U.S.)	pk	8.809768 L	

Tablespoon	tbl	1/32. pint	
Teaspoon	tsp	1/3. tbl	
Cup	cup	16. tbl	
Electromagnetism			
Coulomb	Co	1 A s	Electric Charge
Volt	V	1 W/A	Electric Potential
Ohm	ohm	1 V/A	Electric Resistance
Ohm	\\Omega	1 V/A	alternate symbol
Faraday	faraday	96485.31 Co	Electric Charge
Farad	farad	Co/V	Capacitance
Stokes	stokes	1e-4 m ² /s	
Oersted	Oe	79.57747 A/m	
Webber	Wb	V s	Magnetic flux
Tesla	Tesla	Wb/m ²	Magnetic flux density
Henry	H	Wb/A	Inductance
Siemens	S	A/V	Electrical Conductance
Light and Radiation			
Lux	lux	cd/m ²	Illuminance
Lux	lx	cd/m ²	
Lumen	lm	cd	Luminous Flux
Stilb	sb	10000 cd/m ²	
Phot	ph	10000 lx	
Becquerel	Bq	s ⁻¹	activity
Gray	Gy	J/kg	Absorbed Dose, kerma
Sievert	Sv	J/kg	Dose equivalent

Other Quantities			
pound mole	lbmole	1 mol lbm/g	quantity
poise	poise	1 g /sec cm	viscosity
Gravity's accel.	G	9.80665 m/sec^2	Gravity on Earth
Degree	deg	Pi/180	Can be used to convert from degrees to radians for trig functions.
Percent	%	0.01	
Knot	knot	1852 m/hr	velocity
Miles per Hour	mph	1 mi/hr	velocity
Gallon/minute	gpm	1. gal/min	flow rate
Revolution/minute	rpm	360 deg/min	

<http://www.csgnetwork.com/converttable.html> Version 1.3.1

الوحدات المهمة التي إستعملناها في هذا الكتاب باللون الأزرق

$$1 \text{ Mpa (Newton per square millimeter)} = 145.0377 \text{ psi (pound per square inch)}$$

$$1 \text{ kpsi} = 6.894759 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ N} = 0.224809024 \text{ lbf}$$

$$1 \text{ lbf} = 4.44822 \text{ N}$$

$$1 \text{ N.m} = 8.850745 \text{ in.lbf}$$

$$1 \text{ lbf} = 0.11298483 \text{ N.m}$$

$$1 \text{ mm (millimeter)} = 0.03937 \text{ in (inches)}$$

$$1 \text{ in} = 25.4000508 \text{ mm}$$

$$1 \text{ kg} = 2.2045855 \text{ lb (pound mass)}$$

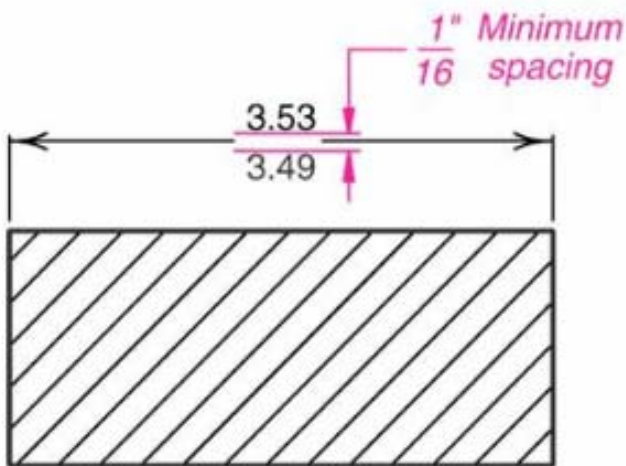
$$1 \text{ lb} = 0.4536 \text{ kg}$$

التسامح - Tolerance

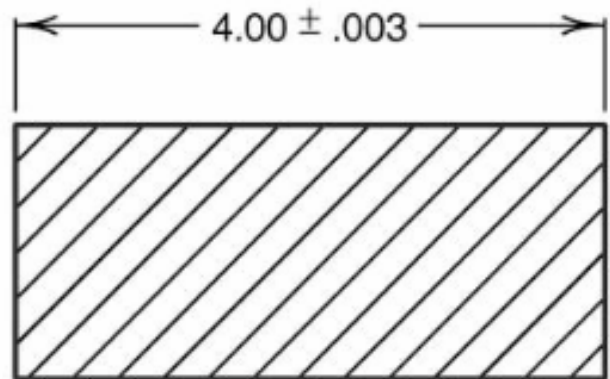
عملياً لا يمكن تطبيق القياسات النظرية المستنتجة من المحاسبات النظرية . توجد فاصلة مسموح فيها تغير القياسات النظرية بمقدار قليل جداً لإيجاد أمكانية تصنيع القطعات تعرف هذه التغيرات المسموح بها بالتسامح (tolerance) . يعبر عن التسامح بعدة طرق منها :

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

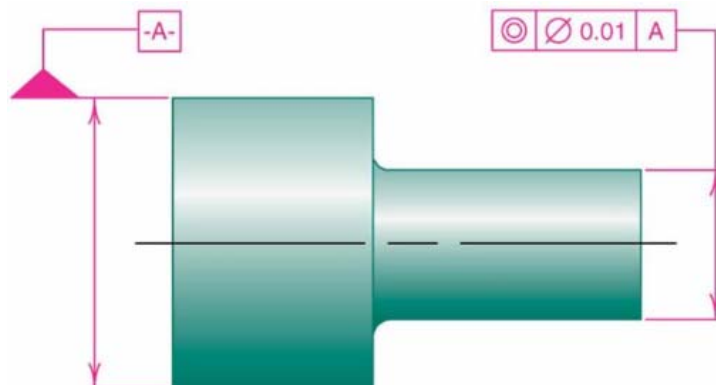
التسامح الهندسي (geometry tolerance) : في هذه الطريقة يشار الى التسامح بعلائم خاصة مرتبطة بسطح القطعة .



Direct limits



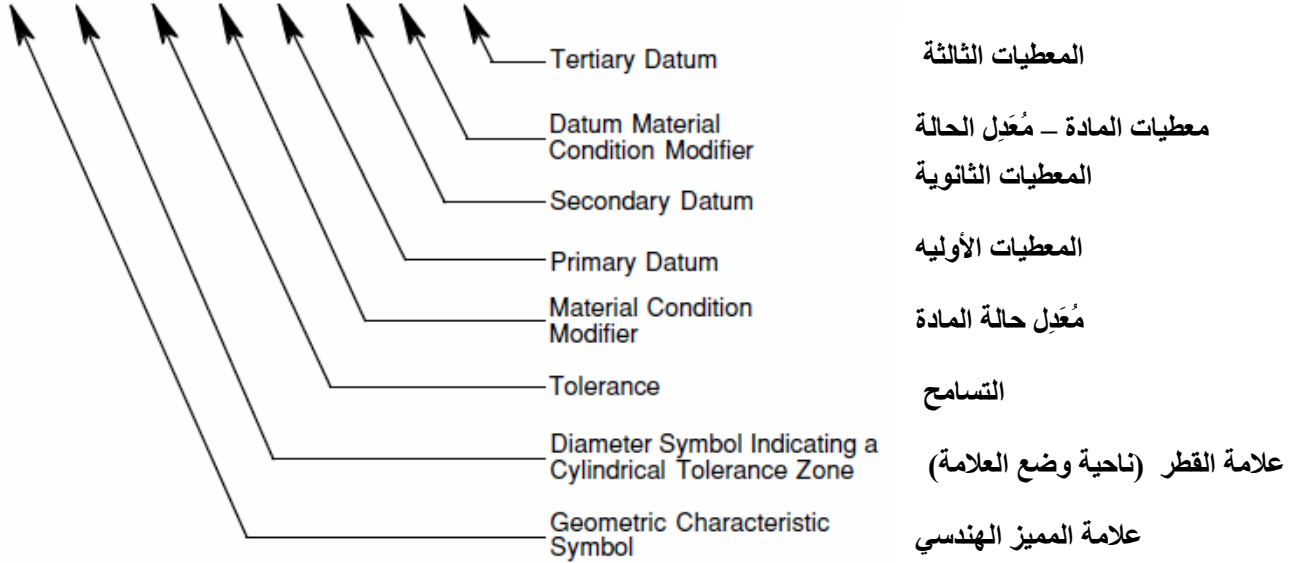
Tolerance values



Geometry tolerance

علام التسامح :

Ø.505-.525



Pertainsto	Type of Tolerance	Geometric Characteristics	Symbol	
Individual Feature Only	Form	STRAIGHTNESS	—	
		FLATNESS		
		CIRCULARITY		
		CYLINDRICITY		
Individual Feature or Related Features	Profile	PROFILE OF A LINE		
		PROFILE OF A SURFACE		
Related Features	Orientation	ANGULARITY		
		PERPENDICULARITY		
		PARALLELISM		
	Location	POSITION		
		CONCENTRICITY		
		SYMMETRY		
	Runout	Circular Runout	CIRCULAR RUNOUT	
			TOTAL RUNOUT	

إستقامه أو إستواء

تسطيح

إستدارة

إسطوانية

جانب من خط

جانب من سطح

مزوي

تعامد

توازي

وضعيه

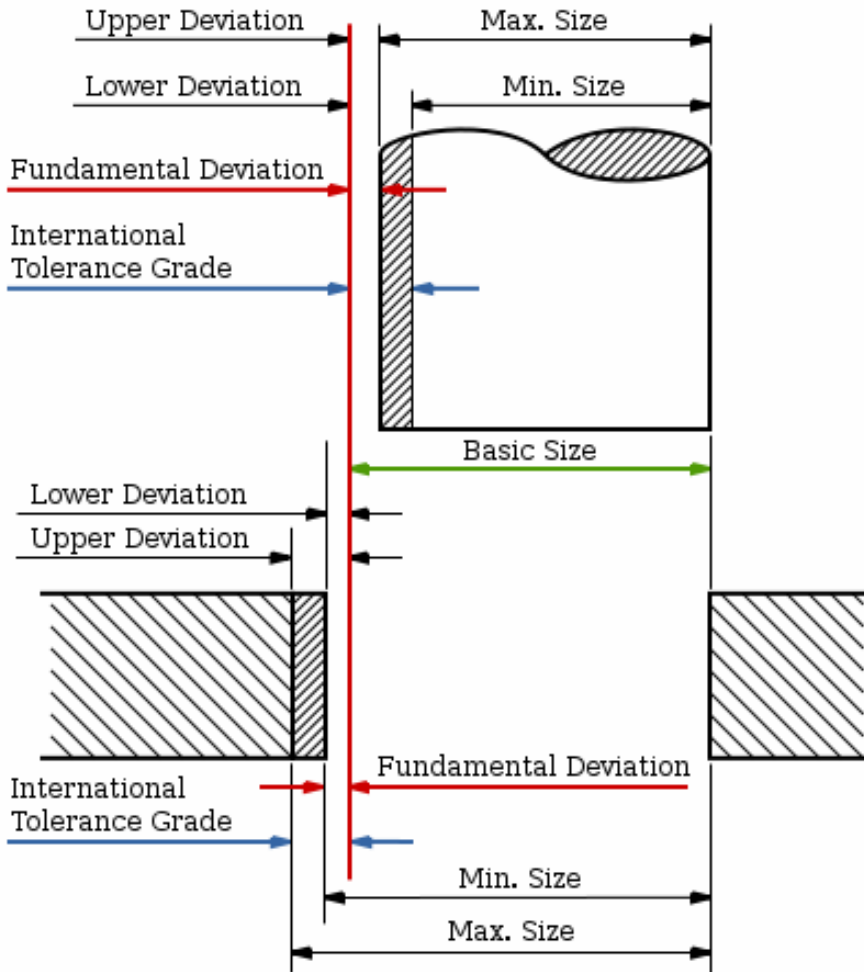
تمحور

تناظر

أعوجاج دائري

كل الأعوجاج

مفاهيم و إصطلاحات التسامح

**Max. Size**

الحد الأقصى للقياس

Min. Size

الحد الأدنى للقياس

Basic Size

القياس الأساسي

Upper Deviation

الإنحراف العلوي

Lower Deviation

الإنحراف السفلي

Fundamental Deviation

الإنحراف الأساسي

Tolerance Grade

الدرجة القياسية

القياس الأسمي – **nominal size** : القيمة (القياس) الأسمي لقطر المحور يساوي القيمة (القياس)

الأسمي لقطر الثقب و في النظام الإنشائي العدد بصورة كسر .

القياس الأساسي – **basic size** : القيمة النظرية لأبعاد القطعة ، و يكتب بصورة أعشار و دقة

القياسات تساوي عدد الأعشار بعد الصفر . مثلا القيمة 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 التسامح 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 :

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

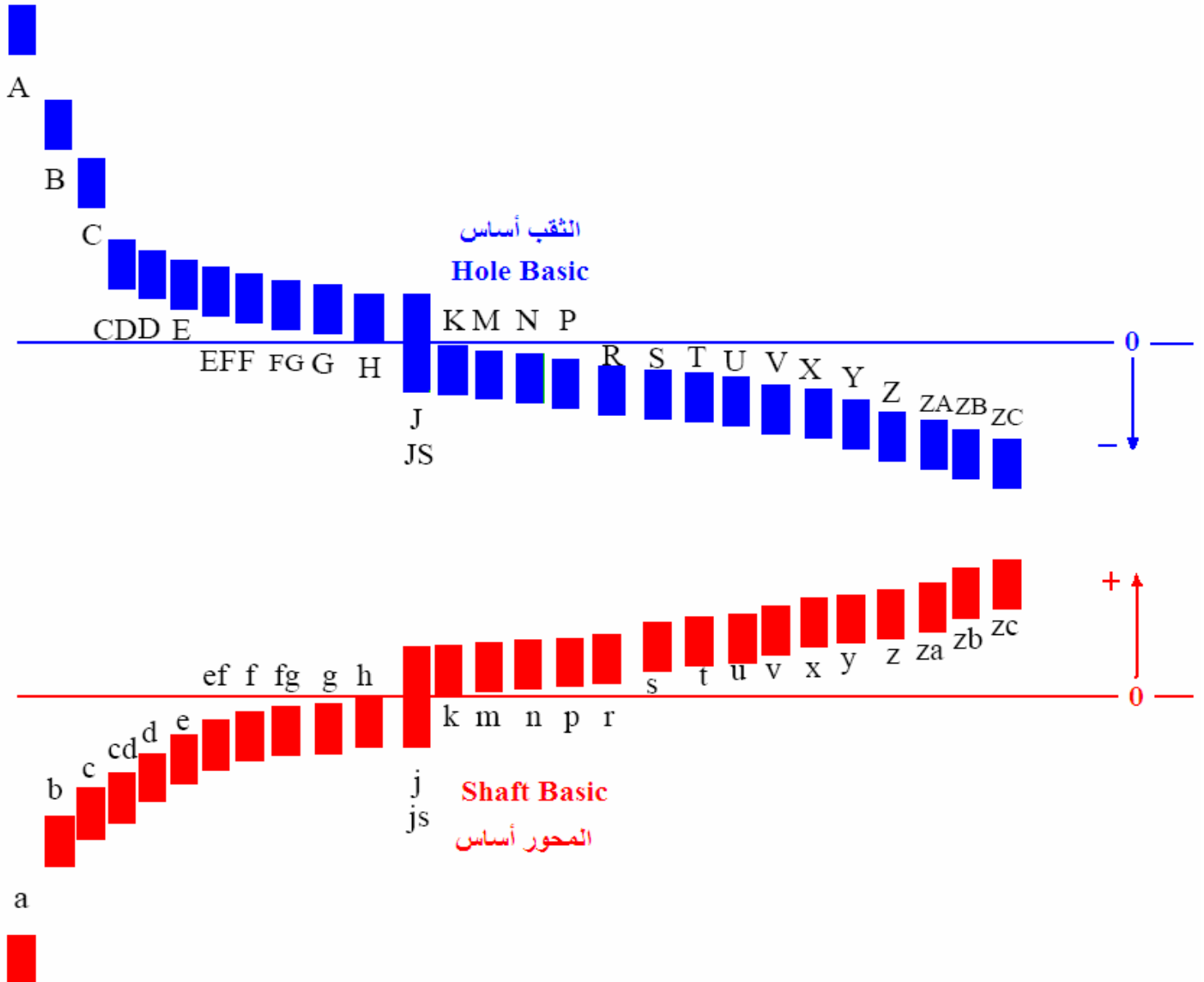
T التسامح حسب الميرون μm (الميرون يساوي واحد على الف من الملي متر)
 D القطر الهندسي المتوسط حسب الملي متر mm
 ITG عدد صحيح مثبت و هو العدد الأزرق في الجدول أعلاه

درجة التسامح العالمية لكل من هذه العمليات الميكانيكية

العملية	IT Grade	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lapping																
Honing																
Superfinishing																
Cylindrical 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																

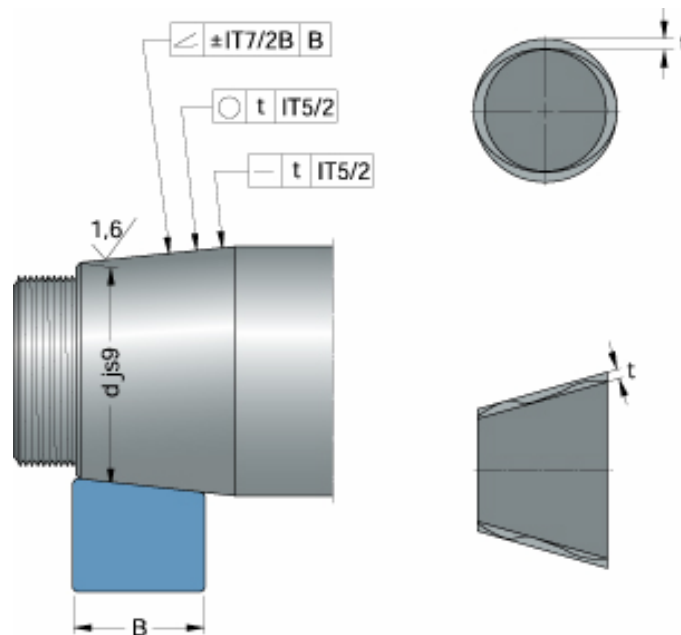
التسامح حسب الثقب أساس ، أو المحور أساس

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 فسخة بين القطعتين تداخل قطعتين لتسامح Z تداخل أو أنطبق حر . كذلك للحروف الصغيرة . هذا المخطط و جداول الصفحات القادمة تبين تداخل القطعات فيما بينها :



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_frame.htm



js6	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16 -16	+18 -18								
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								
k5	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4								
k6	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+36 +4	+40 +4								
k7	+13 +1	+16 +1	+19 +1	+23 +2	+27 +2	+32 +2	+38 +3	+43 +3	+50 +4	+56 +4	+61 +4								
m5	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+43 +20	+46 +21								
m6	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21								
m7	+16 +4	+21 +6	+25 +7	+29 +8	+34 +9	+41 +11	+48 +13	+55 +15	+63 +17	+72 +20	+78 +21								
n5	+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17	+33 +20	+38 +23	+45 +27	+51 +31	+57 +34	+62 +37								
n6	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+66 +34	+73 +37								
n7	+20 +8	+25 +10	+30 +12	+36 +15	+42 +17	+50 +20	+58 +23	+67 +27	+77 +31	+86 +34	+94 +37								
p5	+17 +12	+21 +15	+26 +18	+31 +22	+37 +26	+45 +32	+52 +37	+61 +43	+70 +50	+79 +56	+87 +62								
p6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +56	+98 +62								
r6	+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34	+60 +41	+62 +43	+73 +51	+76 +54	+88 +63	+90 +65	+93 +68	+106 +77	+109 +80	+113 +84	+126 +94	+130 +98	+144 +108	+150 +114

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

التطبيقات العملية للتسامح	الثقب أساس	المحور أساس
عجلات مسننة و بطانات معدنية و بكرات تثبت على المحاور بقوة شديدة .	m6	M7
قطعات تثبت على المحاور بقوة قليلة .	k6	K7
عجلات و بطانات تثبت على المحاور بدون قوة .	j6	J6
قطعات قابلة للحركة و الإنتقال بسهولة و باليد .	h6	H7
عجلات قابلة للحركة و حرة في مكانها .	g6	G6

التلائم

ثلاثة حالات لتلائم القطعات فيما بينها و هو كذلك يعتمد على المحور أساس أو الثقب أساس و هذه الحالات هي تلائم القطعات فيما بينها بسهولة و بدون قوة (clearance fit) تلائم فضايف و تلائم بقوة قليلة (transition fit) تلائم إنتقالي و تلائم بقوة و ضغط شديد أو حرارة (interference fit) تلائم تداخلي ، هذه الجداول تبين هذه الحالات و نوع التسامح و قيمته :

1.1 Fitting, with Regularly Used Hole Adopted as Reference

Reference Hole	Class of Tolerance Range for Shafts															
	Clearance Fit					Transition Fit			Interference Fit							
H6					g5	h5	js5	k5	m5							
				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6 *	p6 *					
H7				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6 *	r6 *	s6	t6	u6	x6
			e7	f7		h7	js7									
H8				f7		h7										
			e8	f8		h8										
H9			d9	e9												
			d8	e8		h8										
H10		c9	d9	e9		h9										
	b9	c9	d9													

Note : * An exception may arise according to the dimensional sectioning scheme.

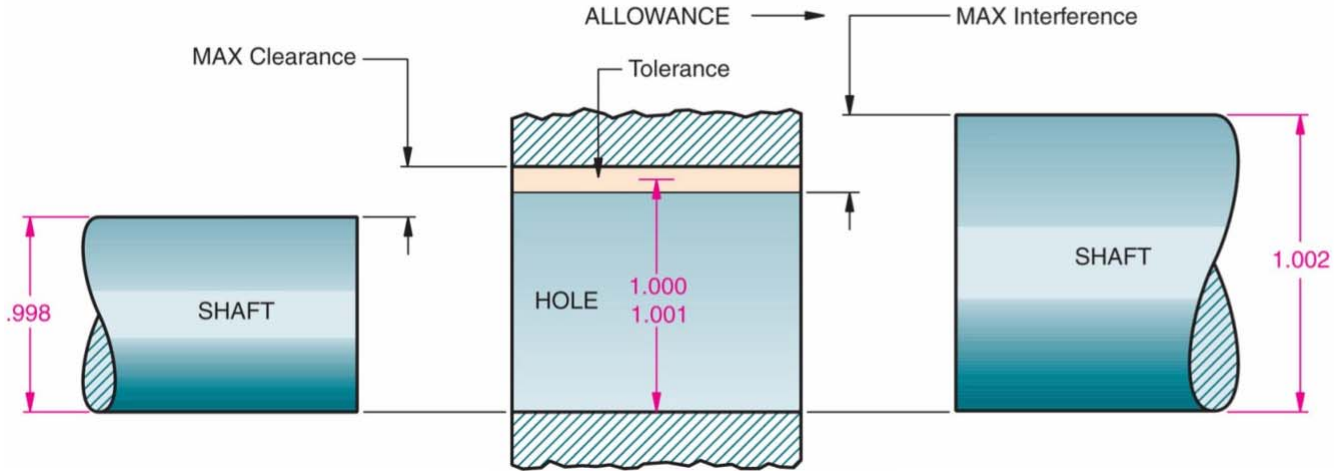
JIS B0401

2.1 Fitting, with Regularly Used Shaft Adopted as Reference

Reference Shaft	Class of Tolerance Range for Shafts														
	Clearance Fit					Transition Fit			Interference Fit						
h5						H6	JS6	K6	M6	N6 *	P6				
h6				F6	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6 *				
				F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7 *	R7	S7	T7	U7
h7			E7	F7		H7									
				F8		H8									
h8			D8	E8	F8	H8									
			D9	E9		H9									
h9			D8	E8		H8									
		C9	D9	E9		H9									
	B10	C10	D10												

Note : * An exception may arise according to the dimensional sectioning scheme.

JIS B0401



قطر المحور أصغر من قطر الثقب
تلائم من نوع فضااض - clearance

قطر المحور أكبر من قطر الثقب
تلائم تداخلي - interference

مثال :

القطر الأسمي 20mm

التلائم فضااض أكثر من المثال الأسفل $H 8 / f 7$

$f 7$: المحور يساوي 19.980 الى 19.959

$H 8$: الثقب يساوي 20.000 الى 20.033

الفسحة (clearance) تساوي 20 الى 74 ميكرون

$\phi 20.00 H 8 / f 7$

مثال :

القطر الأسمي 20mm

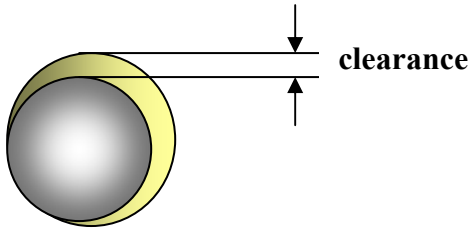
التلائم فضااض أقل من المثال الأعلى $H 7 / g 6$

$g 6$: المحور يساوي 19.993 الى 19.980

$H 7$: الثقب يساوي 20.000 الى 20.021

الفسحة (clearance) تساوي 7 الى 28 ميكرون

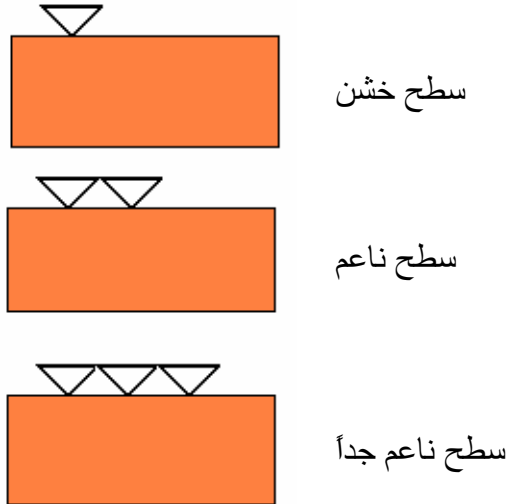
$\phi 20.00 H 7 / g 6$



خشونة السطح – Surface Roughness

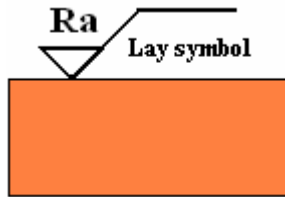
خشونة سطح القطعات من العوامل المهمة في التصميم و التصنيع الميكانيكي . لخشونة السطح و نعومته تأثير شديد على تسرب الزيت و الغاز و الموائع الأخرى ، كذلك القطعات التي هي تحت إجهادات ميكانيكية شديدة أو حركات إهتزازية خشونة السطح أو بعض الشقوق تؤدي الى تمركز الإجهادات في تلك النواحي و تكون السبب في كسر القطعة و تحطمها .


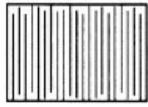
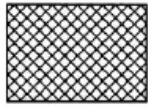


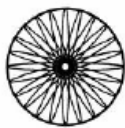
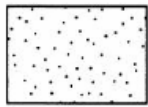
علامة خشونة السطح و نعومته هي مثلث صغير على سطح القطعة كلما كان عدد المثلثات أكثر سطح القطعة أكثر نعومة .

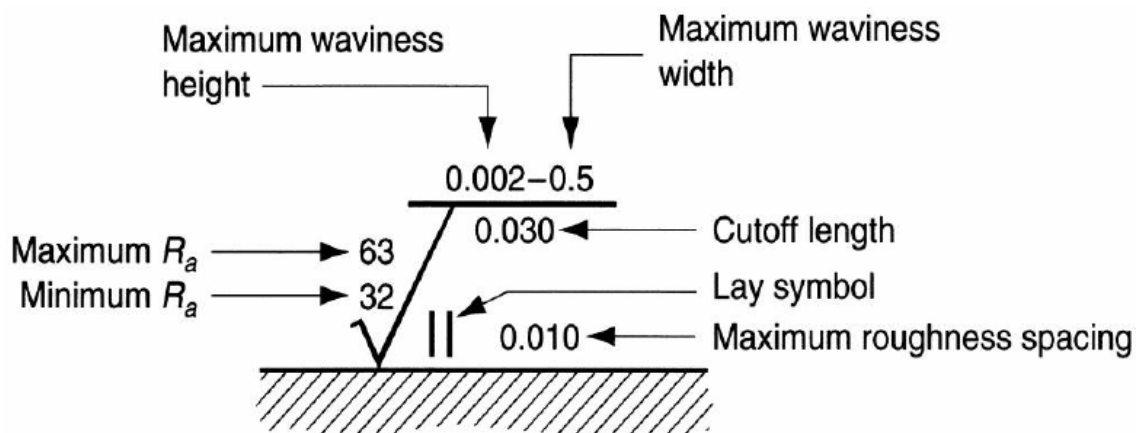


كذلك يستعان بهذه الطريقة للتعبير و تعيين خشونة و نعومة السطوح . Ra عدد يبين مقدار نعومة السطح حسب الميكرون كلما كان هذا العدد أقلّ السطح أكثر نعومة .

و العلامة التي تعرف بأسم (Lay symbol) يمكن إستخراجها من جدول الصفحة القادمة و تبين كيفيت السطح .



Lay symbol	Surface pattern	Description
=		Lay is parallel to line representing surface to which symbol is applied.
⊥		Lay is perpendicular to line representing surface to which symbol is applied.
X		Lay is angular in both directions to line representing surface to which symbol is applied.
M		Lay is multidirectional.
C		Lay is circular relative to center of surface to which symbol is applied.
R		Lay is approximately radial relative to the center of the surface to which symbol is applied.
P		Lay is particulate, nondirectional, or protuberant.



Surface Roughness Specification

المواد - Materials

تخضع المواد في التصميم الهندسي الميكانيكي لعدد من النظريات التي تبحث مقاومة المواد و إجهادات السحب (tensile stress) و القصّ (share stress) و الخضوع (yield) و الكلال (fatigue). تبحث هذه النظريات الحدّ الأدنى لمقاومة المواد و ذلك للحصول على الإطمئنان الكافي في إنتخاب المواد ، على سبيل المثال مقاومة المواد المتأثرة بالكلال و التي نعتمد عليها بالتصميم و إنتخاب المواد هي :

$$S_{ut} < 200kpsi \Rightarrow S'_e = 0.5 \times S_{ut} \quad \text{للفولاذ}$$

$$S_{ut} > 200kpsi \Rightarrow S'_e = 100kpsi \quad \text{للفولاذ}$$

$$S_{ut} \leq 88kpsi \Rightarrow S'_e = 0.45 \times S_{ut} \quad \text{حديد الصب أو حديد الزهر}$$

$$S_{ut} > 88kpsi \Rightarrow S'_e = 40kpsi \quad \text{حديد الصب أو حديد الزهر}$$

S_{ut} الحدّ الأقصى لمقاومة المواد

S'_e مقاومة حدّ التحمل (Endurance Limit)

العوامل المؤثرة لإصلاح مقاومة حدّ التحمل ، تظهر بشكل معامل بهذه الصورة .

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S'_e$$

k_a Surface condition modification factor

k_b Size modification factor

k_c Load modification factor

k_d Temperature modification factor

k_e Reliability factor

k_f Miscellaneous-effects modification factor

مقاومة حدّ التحمل للقطعة الأصلية S'_e ، مقاومة حدّ التحمل للقطعة المختبرية S_e

في بحث المحور سنبحث هذه المعامل بالتفصيل .

طريقة ترقيم المواد في النظام الأوربي

1.XXYY

في هذا الترقيم

الرقم 1 للفولاذ

الرقمين XX يبينان المشخصات الأساسية للفولاذ ، و هما كما في الجدول

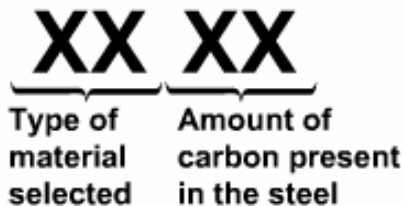
00	Base Steel
01	General Structural Steels with $R_m < 500\text{N/mm}^2$
03	Steels with average carbon $C < 0.12\%$ Or $R_m < 400\text{N/mm}^2$
04	Steels with average carbon $C > 0.12\% < 0.25\%$ Or $R_m > 400 < 500\text{N/mm}^2$
05	Steels with average carbon $C > 0.25\% < 0.55\%$ Or $R_m > 500 < 700\text{N/mm}^2$
43	Stainless Steel Ni $> 2.5\%$
44	Stainless Steel Ni $> 2.5\%$ + Mo
48	Heat Resistant Stainless Steel Ni $> 2.5\%$

الرقمين YY يبينان تسلسل الفولاذ

مثلا الفولاذ 1.4401 و 1.4404 هما لفولاذ مقاوم للصدأ (Stainless Steel) يعودان للرقم 44 ، و الرقمين الأخيرين يبينان اختلاف هذا الفولاذان المنتميان لفئة واحدة .

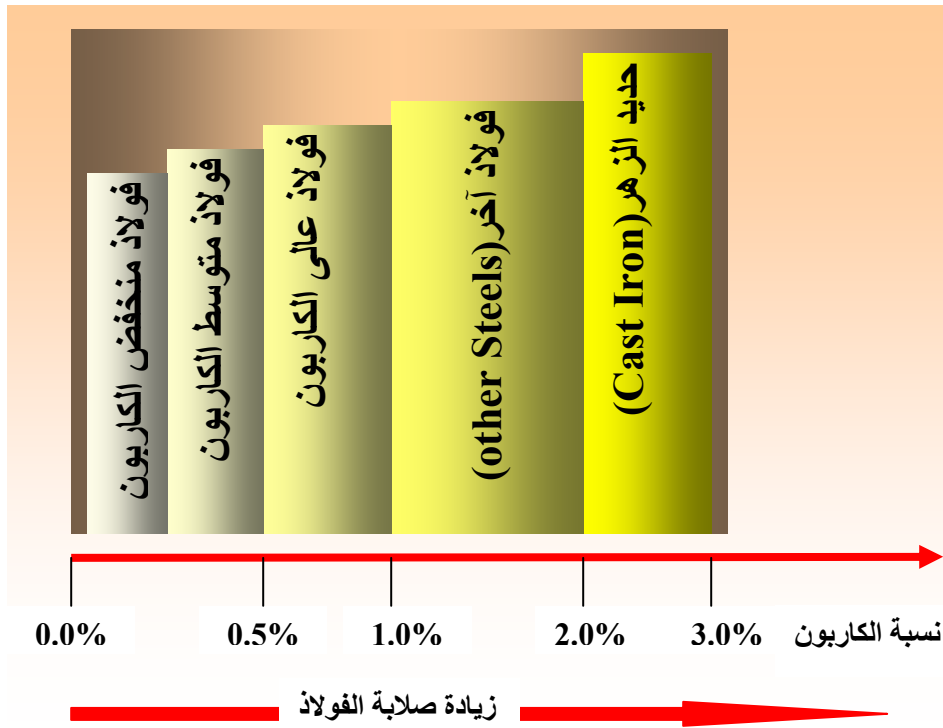
الترقيم في نظام AISI / SAE

الرقمين الأوليين نوع المادة و الرقمين الأخيرين يبينان النسبة المئوية للكربون في الفولاذ



AISI/SAE Steel Numbering System الترقيم في نظام AISI/SAE		
Carbon steels	10XX	Plain carbon, Mn 1.00% max
	11XX	Resulfurized free machining
	12XX	Resulfurized/rephosphorized free machining
	15XX	Plain carbon, Mn 1.00-1.65%
Manganese steel	13XX	Mn 1.75%
Nickel steels	23XX	Ni 3.50%
	25XX	Ni 5.00%
Nickel-chromium steels	31XX	Ni 1.25%, Cr .65-.80%
	32XX	Ni 1.75%, Cr 1.07%
	33XX	Ni 3.50%, Cr 1.50-1.57%
	34XX	Ni 3.00%, Cr .77%
Molybdenum steels	40XX	Mo .20-.25%
	44XX	Mo .40-.52%
Chromium-molybdenum steels	41XX	Cr .50-.95%, Mo .12-.30%
Nickel-chromium-molybdenum steels	43XX	Ni 1.82%, Cr .50-.80%, Mo .25%
	47XX	Ni 1.05%, Cr .45%, Mo .20-.35%
Nickel-molybdenum steels	46XX	Ni .85-1.82%, Mo .20-.25%
	48XX	Ni 3.50%, Mo .25%
Chromium steels	50XX	Cr .27-.65%
	51XX	Cr .80-1.05%
	50XXX	Cr .50%, C 1.00% min
	51XXX	Cr 1.02%, C 1.00% min
	52XXX	Cr 1.45%, C 1.00% min
Chromium-vanadium steels	61XX	Cr .60-.95%, V .10-.15%
Tungsten-chromium steels	72XX	W 1.75%, Cr .75%
Nickel-chromium-molybdenum steels	81XX	Ni .30%, Cr .40%, Mo .12%
	86XX	Ni .55%, Cr .50%, Mo .20%
	87XX	Ni .55%, Cr .50%, Mo .25%
	88XX	Ni .55%, Cr .50%, Mo .35%
Silicon-manganese steels	92XX	Si 1.40-2.00%, Mn .65-.85%, Cr 0-.65%
Nickel-chromium-molybdenum steels	93XX	Ni 3.25%, Cr 1.20%, Mo .12%
	94XX	Ni .45%, Cr .40%, Mo .12%
	97XX	Ni .55%, Cr .20%, Mo .20%
	98XX	Ni 1.00%, Cr .80%, Mo .25%

أنواع الفولاذ و تأثير نسبة الكربون على صلابته



أثر العناصر على الخواص الميكانيكية للفولاذ

العناصر	الصلابة Hardness	المقاومة Strength	نقطة الخضوع Yield Point	الإطالة Elongation	كفاءة الخراطة Machinability	كفاءة الحدادة Forgeability	المقاومة ضد الاحتكاك Resistance to Wear	المقاومة ضد التآكل Resistance to Corrosion
Si السيليكون	↑	↑	↑↑	↓	↓	↓	↓↓↓	—
Mn , for perlitic steels المنجنز	↑	↑	↑	↔	↓	↑	↓↓	—
Mn, for austenitic Steels المنجنز	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	↓↓↓	↓↓↓	—	—
Cr الكروم	↑↑	↑↑	↑↑	↓	—	↓	↑	↑↑↑
Ni, for perlitic steels النيكل	↑	↑	↑	↔	↓	↓	↓↓	—
Ni, for austenitic steels النيكل	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↓↓↓	↓↓↓	—	↑↑
Al الألومنيوم	—	—	—	—	—	↓↓	—	—
W التنجستن	↑	↑	↑	↓	↓↓	↓↓	↑↑↑	—
V فاندنيوم	↑	↑	↑	↔	—	↑	↑↑	↑
Co كوبالت	↑	↑	↑	↓	↔	↓	↑↑↑	—
Mo موليبيدينوم	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑↑	—
Cu نحاس	↑	↑	↑↑	↔	↔	↓↓↓	—	↑
S كبريت	—	—	—	↓	↑↑↑	↓↓↓	—	↓
P فوسفور	↑	↑	↑	↓	↑↑	↓	—	—

↑زيادة ، ↓انقسان ، ↔بدون تأثير ، —غير معينة . كلما كان عدد الأسهم أكثر فالزيادة أو النقصان أكثر

بعض أنواع الفولاذ و إستخداماته

رقم الفولاذ	إستخدامه
1.0401	العتلات ، المفاصل ،الدبوس ،المحاور ، العجلات المسننة
1.5732	قطعات ذات مقاومة ميكانيكية قليلة كالعجلات المسننة و العتلات
1.5860	قطعات التروس الغير حساسة بالتغيرات الأنية و تغيرات السرعة ، الكرنك
1.5919	عجلات مسننة ، إطار مسنن ، محاور
1.6757	قطعات تحت تأثير قوى شديدة
1.7012	قطعات مقاومة للإحتكاك ، الأجزاء الميكانيكية في آلة الطباعة
1.3401	قطعات مقاومة للإحتكاك ك فك كسارة الحجر ، دبوس زنجير الجرافات
1.1525	قوالب السحب العميق ، المطرقة ، المقصات
1.1625	مطرقة ، قوالب الحدادة
1.1663	مُبرد ، سكاكين
1.1830	مناشير الخشب
1.3202	وسائل الصيقل
1.3207	قلم الخراطة
1.3243	قلم الخراطة ، مثقب ، موسع الثقوب
1.2162	قوالب البلاستيك ، هذا النوع من الفولاذ داخله مرن و سطحه الخارجي صلب
1.2241	مفتاح البراغي
1.2248	وسائل الهواء المضغوط
1.3802	قطعات مقاومة للتأكسد و التآكل ، هذا الفولاذ مناسب للحام و غير مناسب للخراطة
1.3952	قطعات مقاومة للتأكسد ، هذا الفولاذ مناسب في صناعة السفن
1.3966	هذا الفولاذ مناسب لصناعة السفن و الأنابيب ، مقاوم للتأكسد و التآكل
1.4722	هذا الفولاذ مقاوم للحرارة و مناسب لصناعة الأفران و مخازن البخار

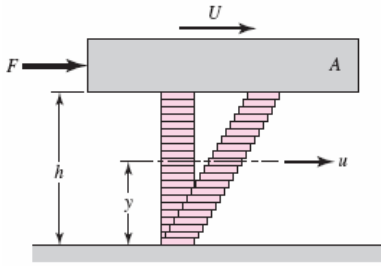
مقاوم للتأكسد و التآكل و مقاوم للحوامض مناسب لصناعة الوسائل المنزلية و المياه	1.4000
أنابيب ، ملاعق ، شوكات ، مقابض	1.4001
القطعاعات المقاومة للتأثيرات الميكانيكية و الكيميائية الشديدة مثلاً في صناعة السفن	1.4460
مقاوم للحرارة مناسب لصناعة أفران الأسمنت	1.4823
قطعاعات أفران الأسمنت	1.4837
مقاوم للحرارة و التغيرات الميكانيكية الشديدة مناسب لأفران و إطار أفران الأسمنت	1.4857
هذا الفولاذ يتحمل الحرارة الى 1200 درجة سانتيجراد مناسب لأفران الأسمنت	2.4879

التزيت و الجورنال - Lubrication and Journal

الجورنال (journal) جزء من المحور الذي يستند

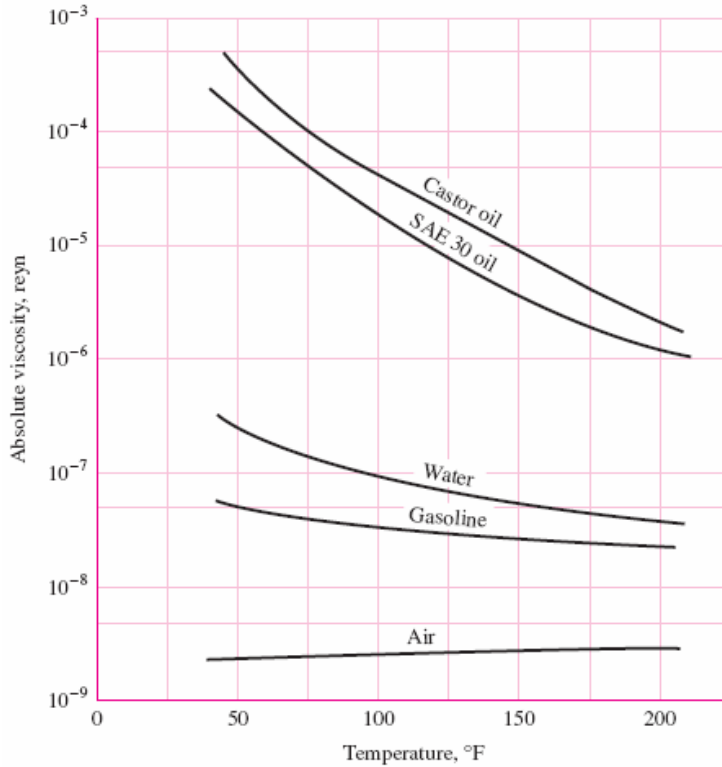
على المحمل و يرفع بضغط الزيت .

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy}$$



du تغيرات السرعة dy تغيرات الفاصلة μ اللزوجة F القوة A السطح

جدول مقايسة لزوجة بعض السوائل في درجات حرارة مختلفه



عدد سومرفيلد (sommerfeld) اللا بعدي من المعامل المهمة في تصميم المحمل و الجورنال و

العدد هو

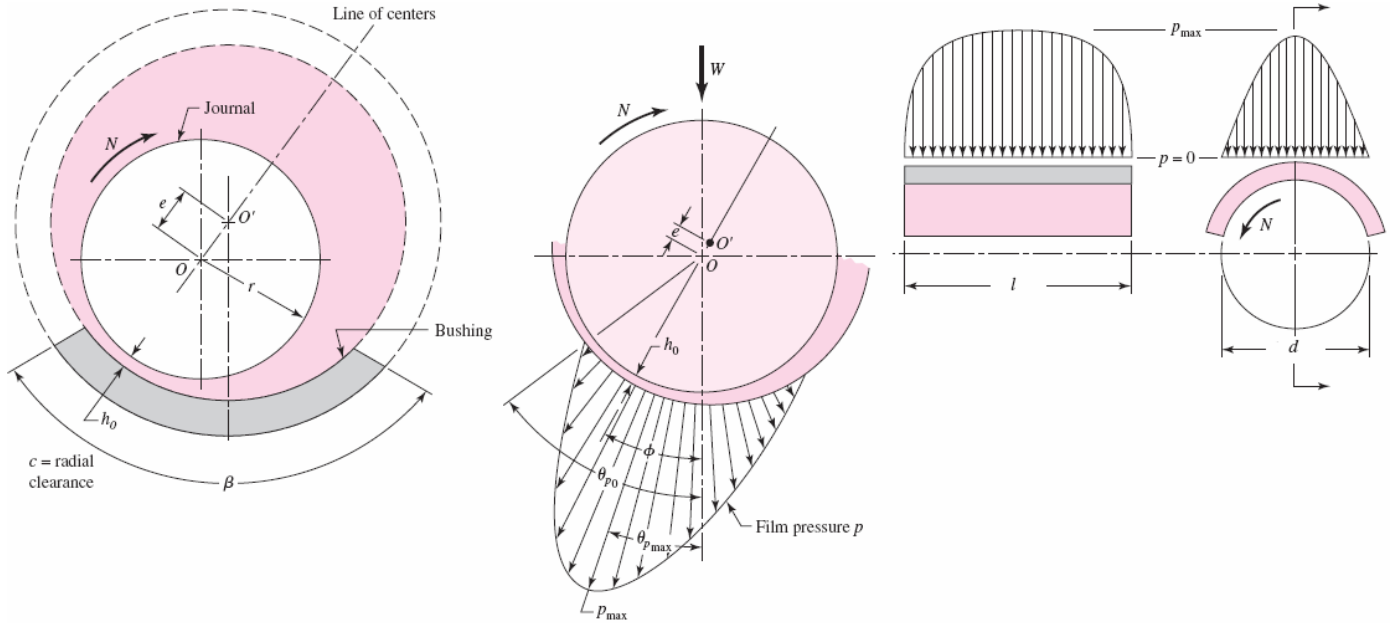
$$S = \left(\frac{r}{c}\right)^2 \frac{\mu N}{P}$$

S عدد سومرفيلد r نصف قطر الجورنال μ اللزوجة N عدد الدورات P الضغط او القوة على

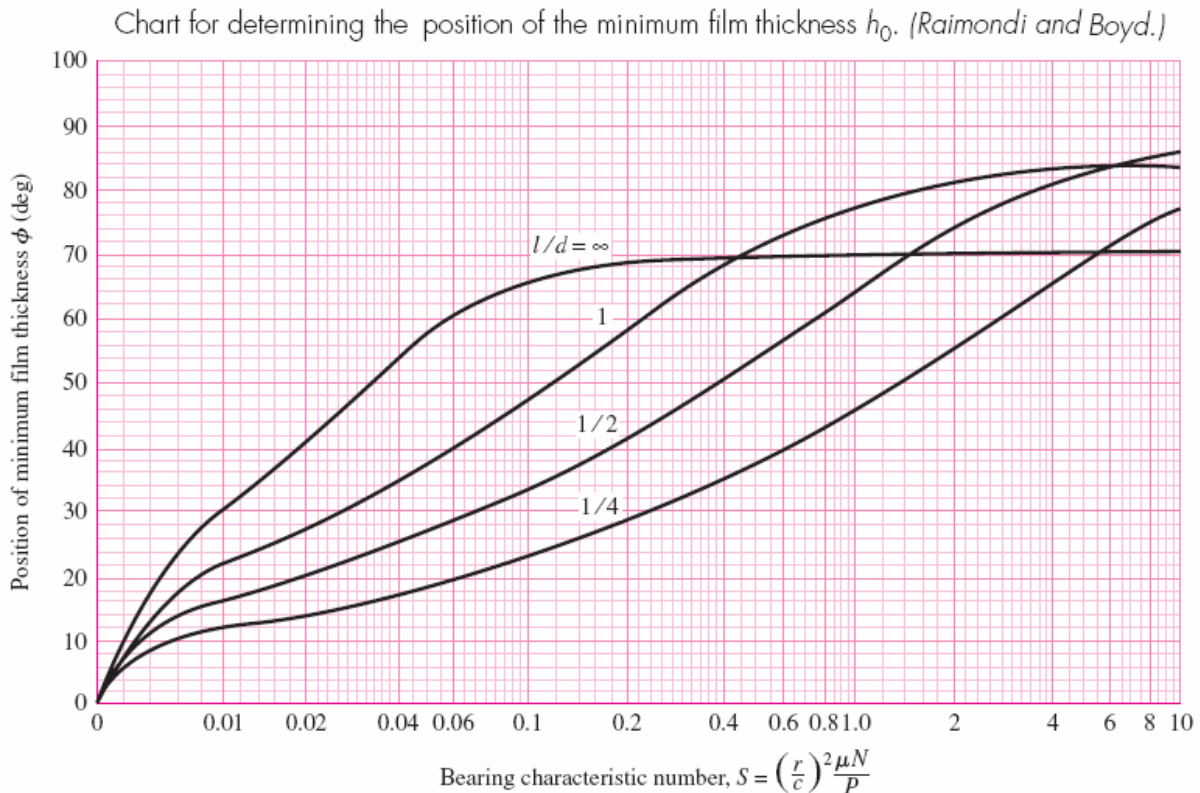
وحدة سطح المحمل c الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور

المحور داخل الجورنال عبارة عن اسطوانه قطرها d و طولها l النسبة $\frac{l}{d}$ عامل مهم الى جانب

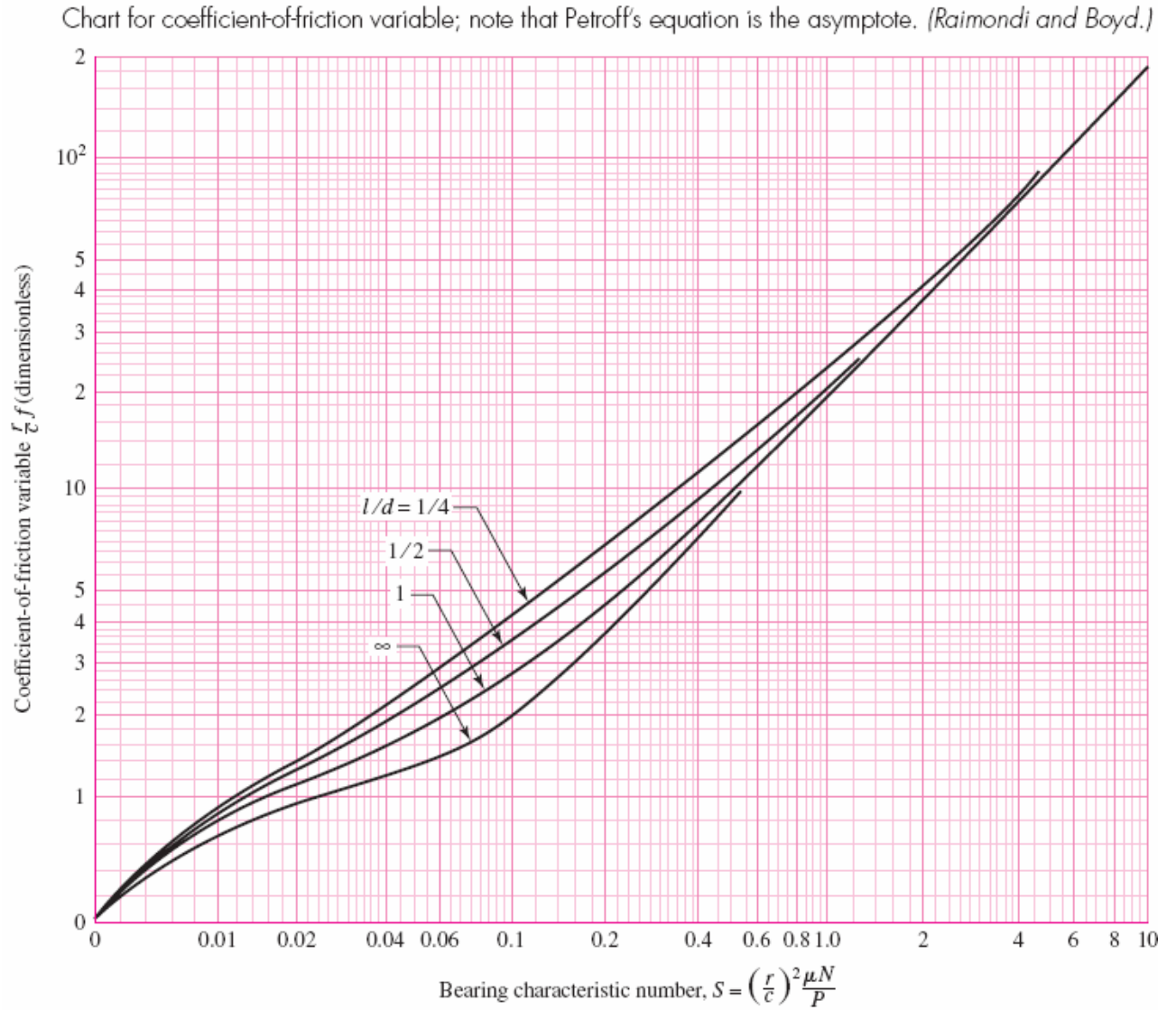
عدد سومر فيلد يمكن من خلالهما استنتاج بعض المعلومات من الجداول المربوبة بهما



تعيين الزاويه التي يقع فيها اقل فاصلة لضخامة طبقة الزيت



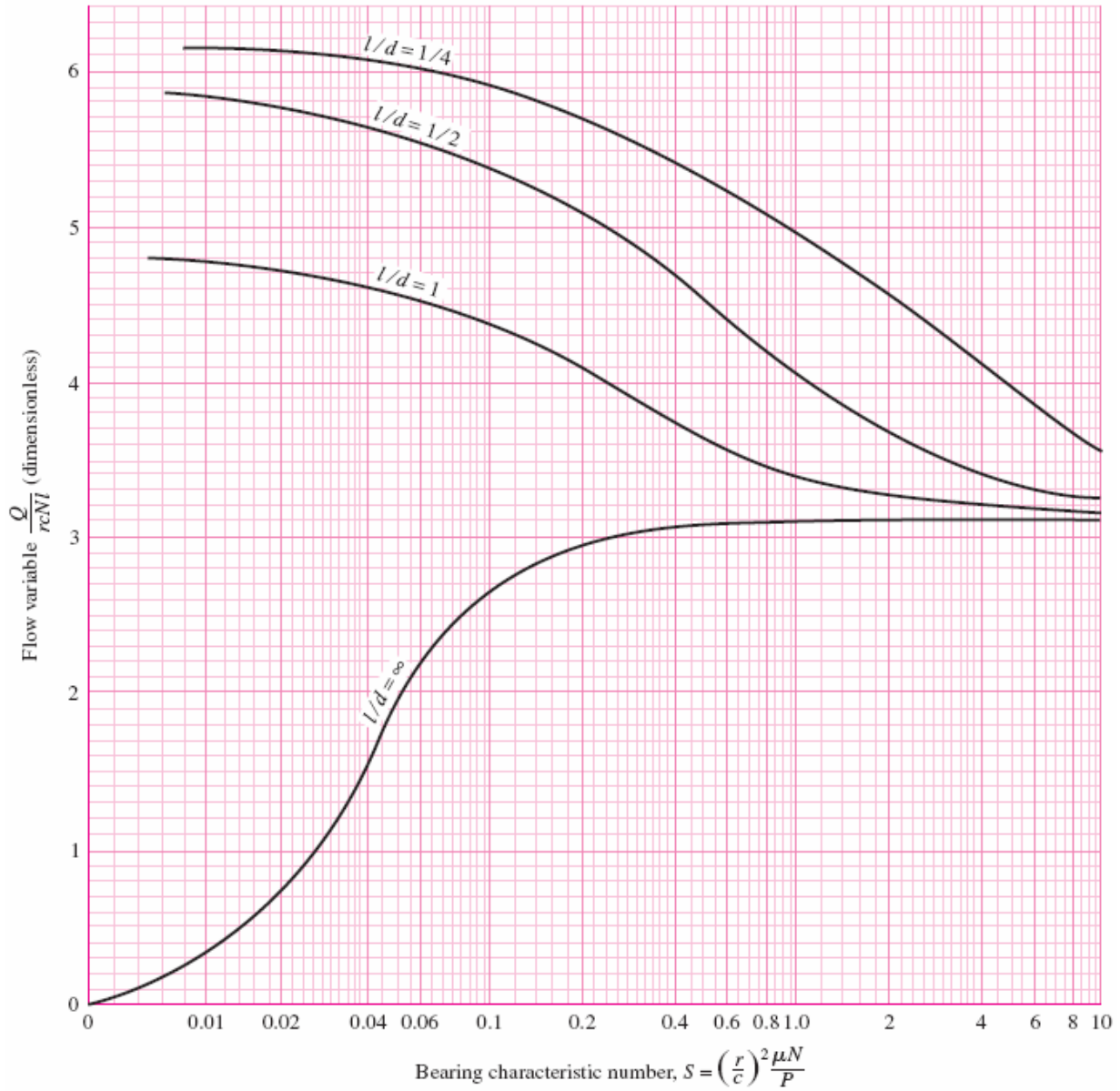
تعين النسبة $\frac{r}{c}f$ و هي عدد لا بعدي فيها c الفاصله القطريه و هي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور r نصف قطر الجورنال f عامل الأحتكاك. المنحنيات التي تعطي هذه النسبة هي :



منحنيات تدفق الزيت في الجورنال $\frac{Q}{rcN}$

Q تدفق الزيت r نصف قطر الجورنال N عدد الدورات c الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور

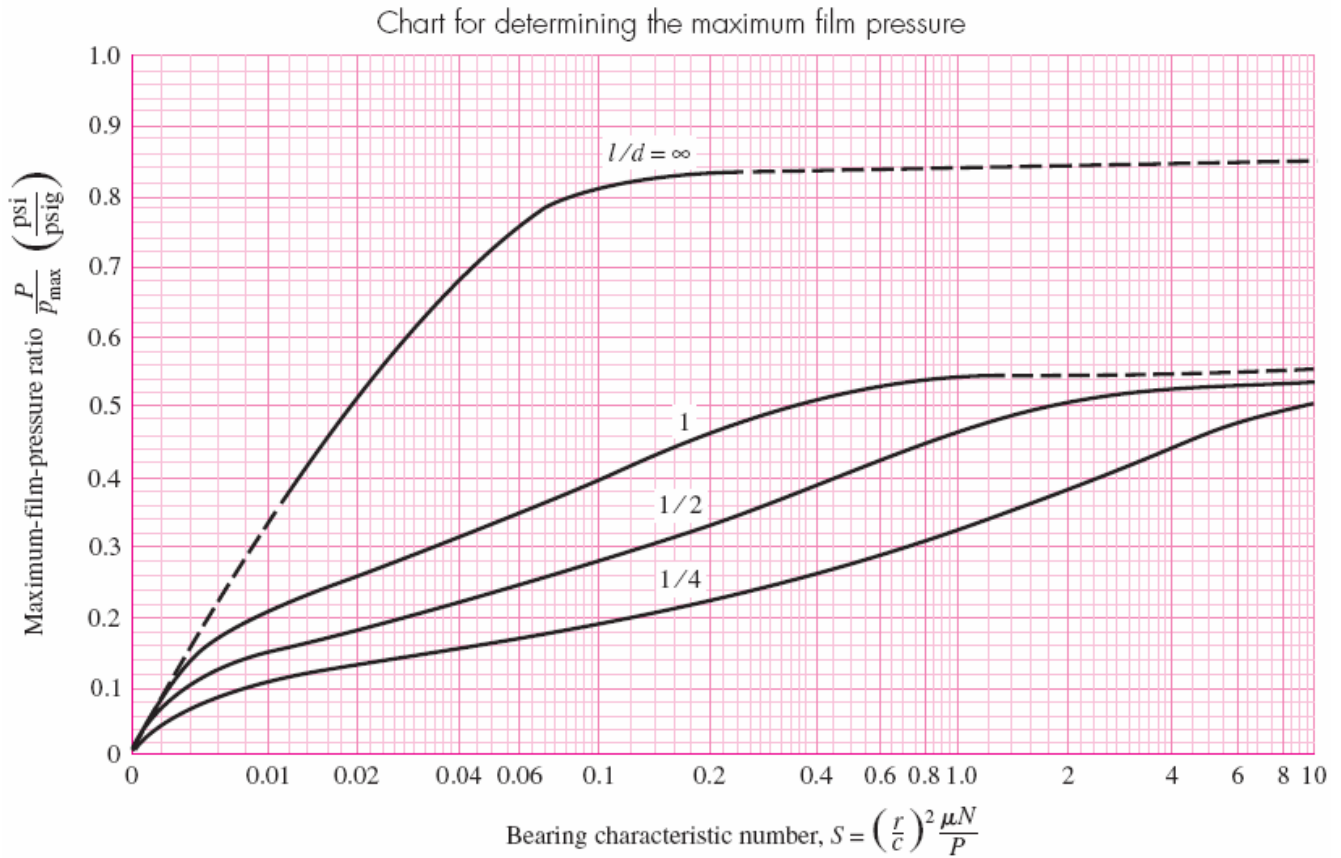
Chart for flow variable. Note: Not for pressure-fed bearings. (Raimondi and Boyd.)



القيمة العظمى لضغط ضخامة الزيت $\frac{P}{P_{\max}}$

P_{\max} القيمة العظمى لضغط ضخامة طبقة الزيت، P الضغط الاسمي $P = \frac{W}{2rl}$ في هذه الرابطة

W الوزن الاجمالي على الجورنال



توضيح حول عامل الاحتكاك

القوة الناتجة عن الاحتكاك تساوي $f \times W$ العزم الناتج عن قوة الاحتكاك هذه يساوي $T = f \times W \times r$

$$T = f \times W \times r \Rightarrow T = f \times (2rlP) \times (r) = 2r^2 \times f \times l \times P$$

كذلك يمكن استنتاج العزم من قانون اللزوجة بهذه الصورة $T = \mu \frac{U}{h} = \frac{2\pi r^3 l \mu N}{c}$ إذن

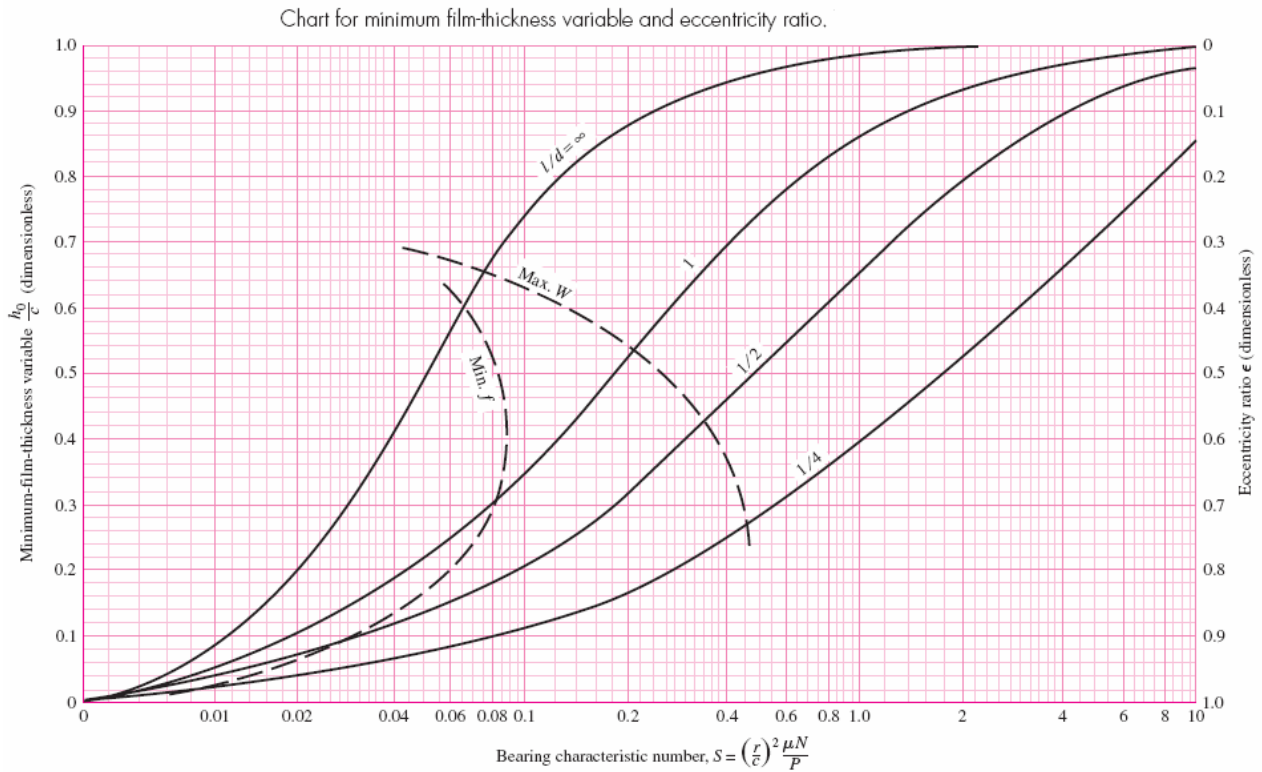
$$f = 2\pi^2 \frac{\mu N}{P} \times \frac{r}{c}$$

لتصميم الجورنال نحن بحاجة الى مجموعة من المعطيات و الفرضيات المعطيات الوزن الاجمالي الذي يتحملة الجورنال ، الأبعاد كالقطر و الطول . نبدأ التصميم بفرض نوع من الزيت و نحسب مقدار التدفق و الحد الاقصى للضغط و ضخامة الدهن في الجورنال كذلك يجب حساب درجة الحرارة القصوى لان خصائص الزيت تتغير مع ازدياد درجة الحرارة . عندما تقل ضخامة طبقة الزيت في الجورنال ربما تتمزق هذه الطبقة من الزيت و يحدث تماس بين المحور و سطح الجورنال تماس بين فلزين يؤدي الى ازدياد الحرارة و تآكل الفلز الاضعف و هذا يكبد خسائر فادحة للجهاز و لخط الانتاج. أحياناً نجر لإعادة المحاسبات لفرضيات جديدة كتغير الابعاد او تغير نوع الزيت

القيمة الدنيا لضخامة طبقة الزيت $\frac{h_0}{c}$

c الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور h_0 القيمة الدنيا لضخامة طبقة

الزيت



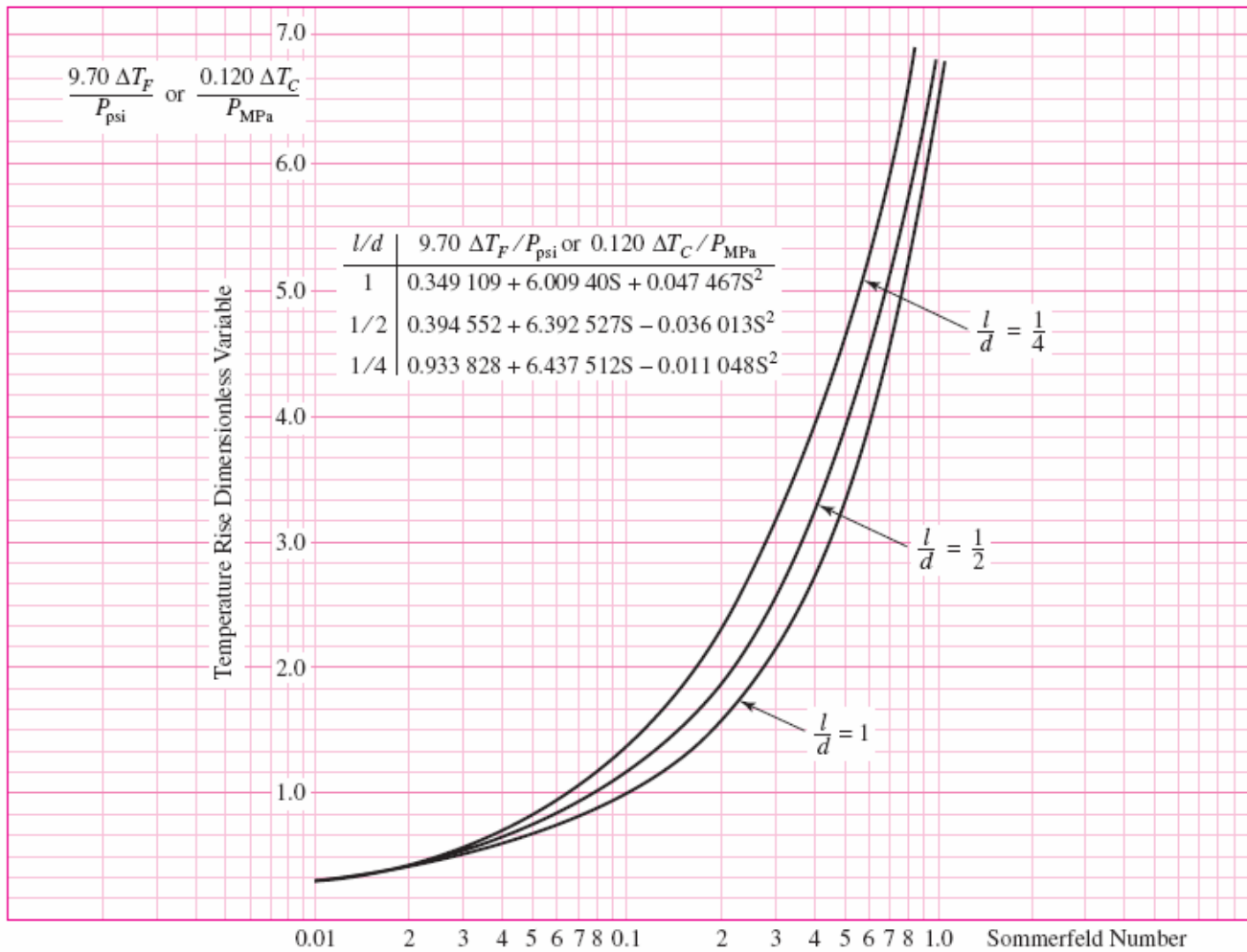
درجة حرارة الزيت في الجورنال

لتعين درجة حرارة الزيت المتوسطة نستعين بهذه الرابطة

$$T_{av} = T_1 + \frac{\Delta T}{2}$$

T_{av} درجة حرارة الزيت المتوسطة T_1 درجة حرارة الزيت البدائية ΔT تغير درجة الحرارة

نستعين بهذا الجدول لتعين تغيرات درجة الحرارة ΔT



في النظام الانشي نستعين بهذه الرابطة $\frac{9.70 \times \Delta T_F}{P_{psi}}$ الحرارة حسب الفارنهايت و الضغط حسب psi

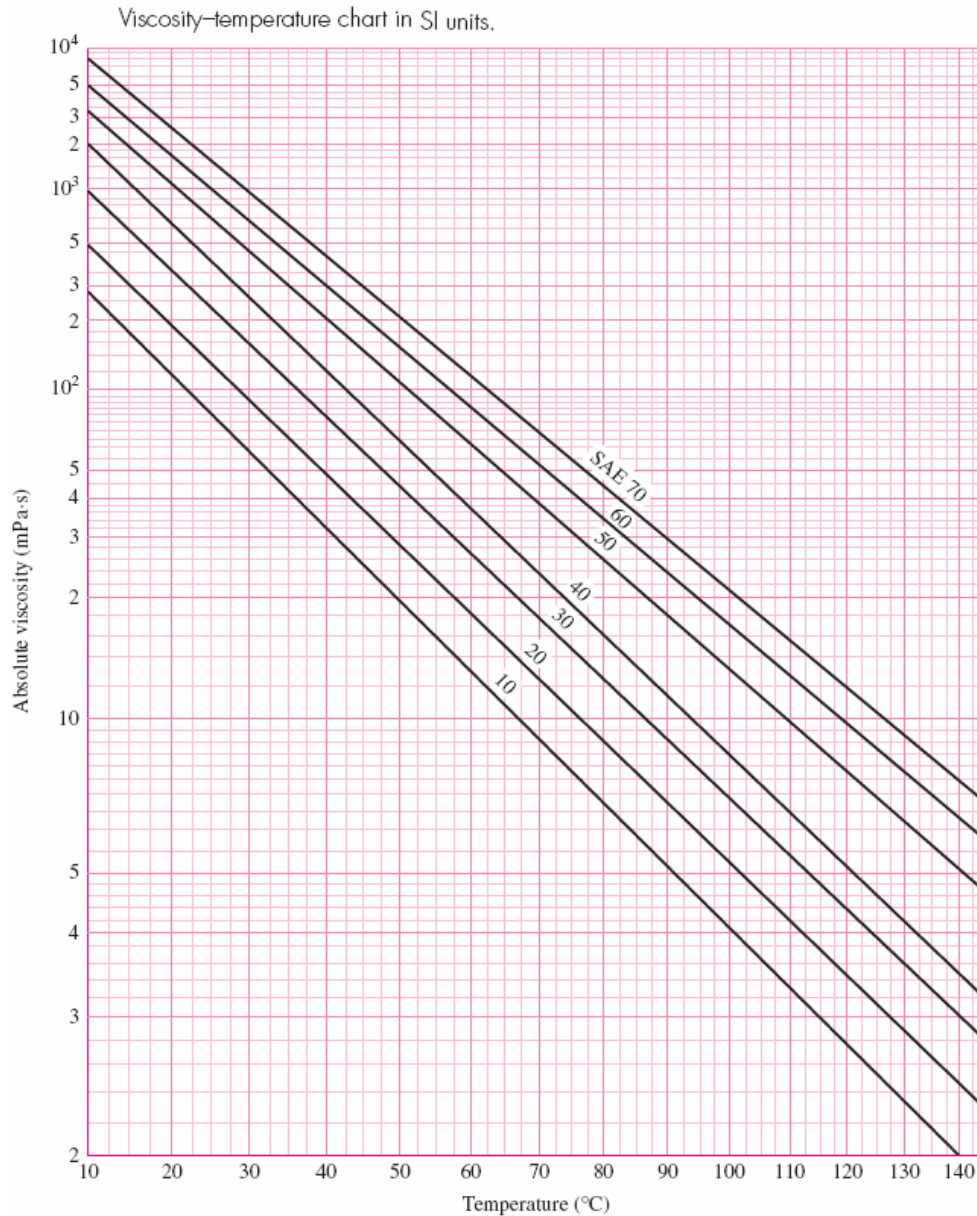
في النظام المتري نستعين بهذه الرابطة $\frac{0.120 \times \Delta T_c}{P_{Mpa}}$ الحرارة حسب السانتغراد و الضغط حسب الميغا

باسكال

العدد الذي نستخرجه من الطرف الايسر من الجدول ، نساويه مع احد هذه الرابطين ونستنتج ΔT ثم نضعها في هذه الرابطة

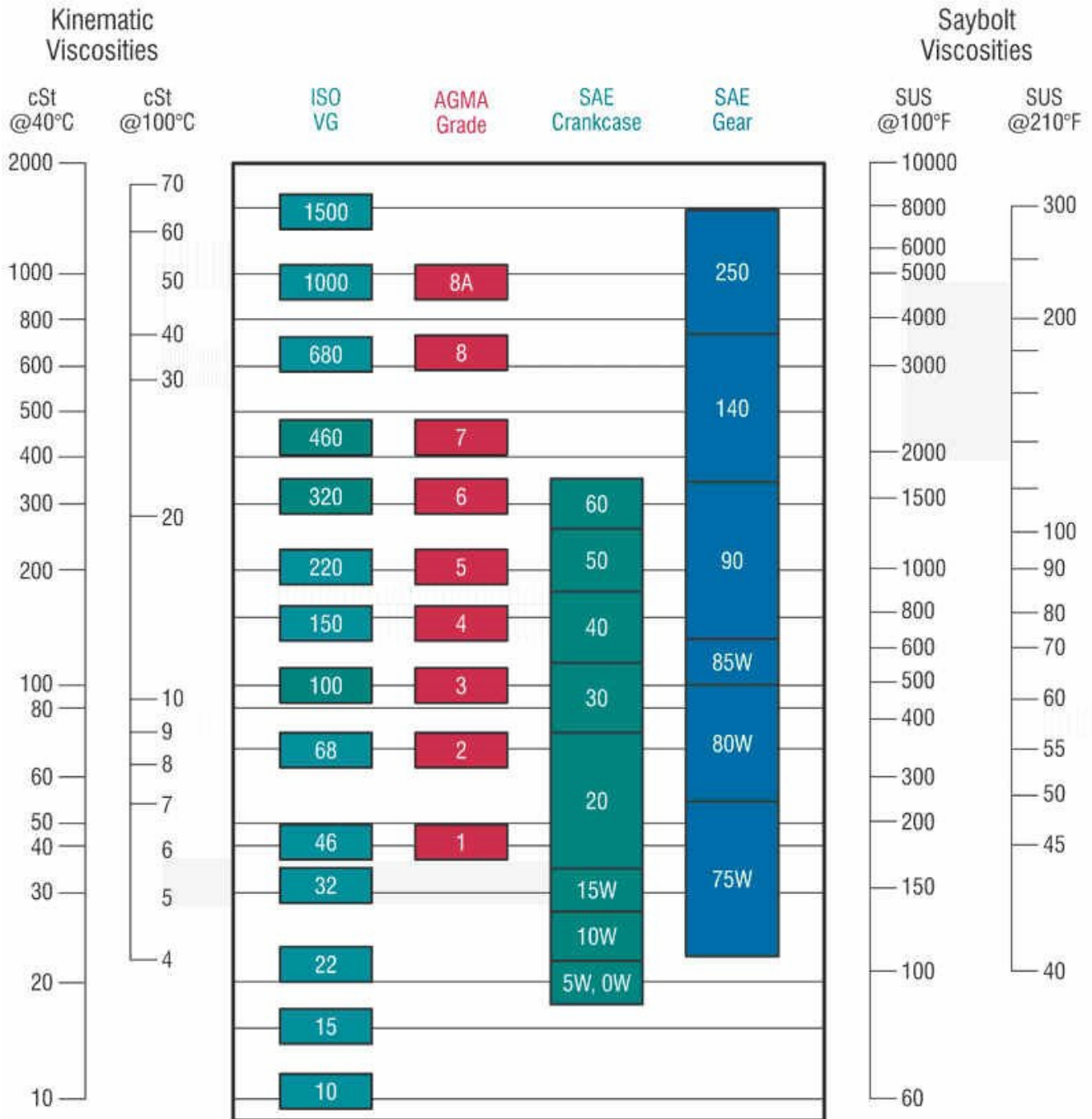
$$T_{av} = T_1 + \frac{\Delta T}{2}$$

تغيرات اللزوجة نتيجة تغيرات درجة الحرارة لانواع الزيوت في النظام المتري



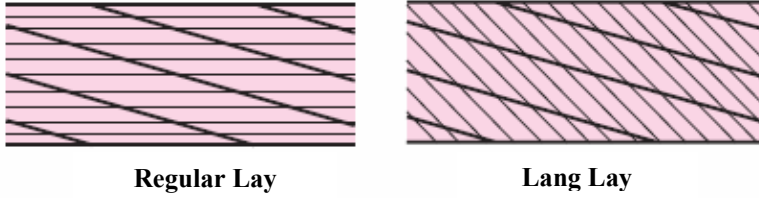
مقايسة أنواع الزيوت في النظام الأوربي و الأمريكي و تغير وحدة الزوجة

Table 2. Comparative Viscosity Classifications



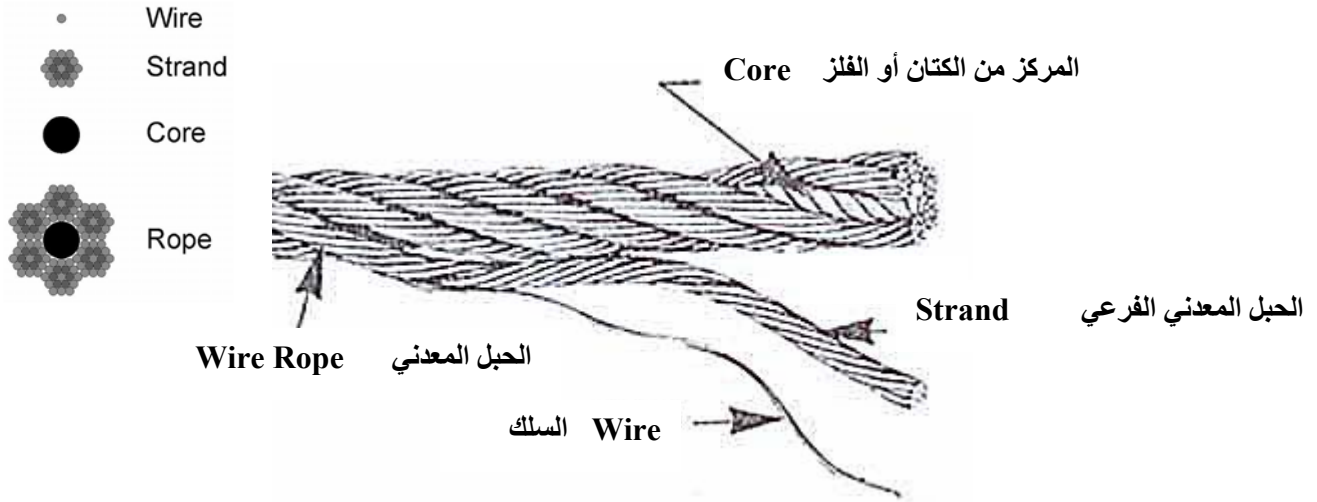
الكابل أو الحبال المعدنية - Cable or Wire Rope

قطعة ميكانيكية تستخدم في الرافعات المتنقلة و السقفيه و اليدوية و في بعض الأغراض الأخرى للسحب أو الحمل و هي على نوعين (regular lay) و (lang lay) و يختلفان هذا النوعان في طريقة فتل الحبال المعدنية لاحظ الشكل .



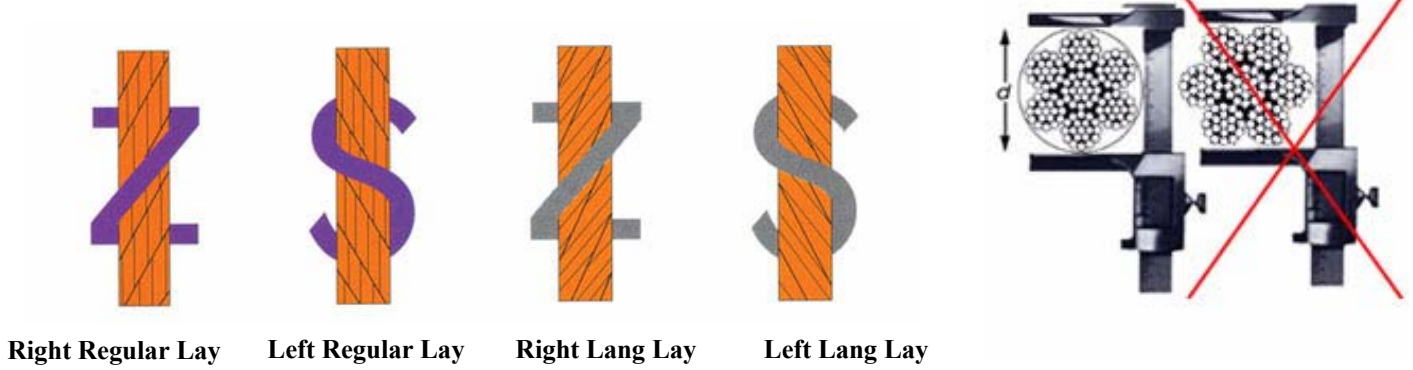
هذان النوعان هما للحبال المفتولة يميناً أو يساراً .

الحبال المعدنية متكونة من عدة أجزاء و هي كما في الشكل :



الطريقة الصحيحة لقياس قطر الحبال المعدنية

أنواع الحبال و جهتها



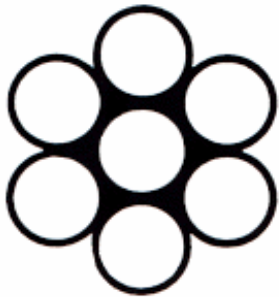
Right Regular Lay

Left Regular Lay

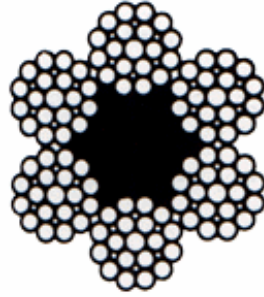
Right Lang Lay

Left Lang Lay

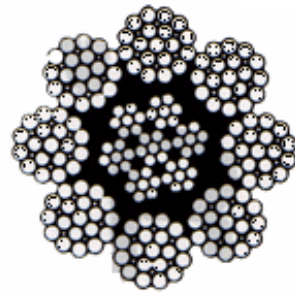
أنواع فتل الحبال المعدنية



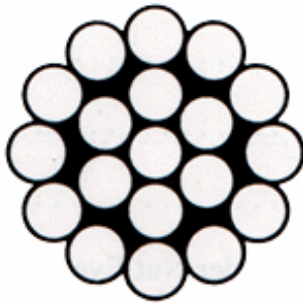
1 x 7



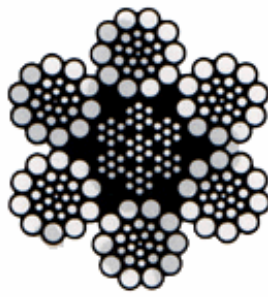
6 x 25



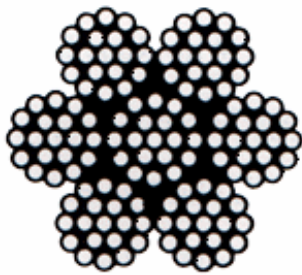
8 x 25



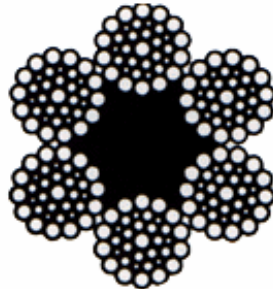
1 x 19



6 x 26



7 x 19



6 x 36

Typical Rope Damage



A wire rope which has jumped a sheave



A rope failing from fatigue after bending over small sheaves



Rope break due to excessive strain

أنواع الصدمات التي تتعرض لها الحبال المعدنية

طريقة فحص أو معاينة الحبال المعدنية

طول الحبل المعدني الواجب فحصه يساوي قطر الحبل المعدني $8 \times$ يجب أن لا يزيد عدد الأسلاك المصدومة أو المتقطعة عن 10% (عشرة في المائة) من عدد الأسلاك الموجودة في هذا الطول (أو في حبل فرعي معدني strand واحد)

مثال : لحبل معدني 6×19 قطره 25 ملي متر

عدد الحبال المعدنية الفرعية 6 في كل منها 19 سلك إذن عدد الأسلاك $6 \times 19 = 114$
 الطول الواجب فحصه $8 \times 25 = 200$
 عشرة في المائة من عدد الأسلاك $10\% \times 114 = 11.4$

إذن عدد الأسلاك المتقطعة أو المصدومة في كل 200 ملي متر من طول الحبل المعدني يجب أن لا يزيد عن 11.4 سلك ، إذا زاد عدد الأسلاك المتقطعة أو المصدومة عن هذا العدد يجب إستبدال الحبل المعدني بحبل آخر .

- إذا كانت درجة حرارة محيط العمل تزيد عن 95 درجة سانتيجراد يجب عدم إستخدام الحبال المعدنية في هذه الحرارة .
- يجب أن نتجنب لحام القطعات المرفوعة أو المتصلة بالحبال المعدنية للحيلولة دون عبور التيار الكهربائي منها و حدوث جدحة كهربائية في الحبل المعدني ، اللحام ممكن عند الإطمئنان من عدم عبور التيار الكهربائي من الحبل المعدني .
- يجب إجراء فحوصات عديدة على الحبال المعدنية للتأكد من سلامتها كفحوصات التأكسد و إلتواء الحبل المعدني حول نفسه و فحوصات أخرى .

ملاحظة : الحبال المعدنية بحاجة الى تشحيم لسهولة إنعطافها و الحيلولة دون قطع الأسلاك و من ثم ضعف الحبل و إنقطاعه .

رابطة للحبال المعدنية

$$F_b = \frac{E_r d_w A_m}{D}$$

أحد القوى المؤثرة على الحبال المعدنية

F_b أحد القوى المؤثرة على الحبل المعدني

E_r معامل المرونة يمكن إستخراجه من الجدول

d_w قطر السلك المعدني

D قطر البكرة التي يلف حولها الحبل المعدني

$$A_m = 0.38d^2$$

A_m سطح المادة الفلزية في كل الحبل المعدني و تساوي

d قطر الحبل المعدني

تبين هذه الرابطة عدد من المعامل المهمة التي تأثر على القوى المؤثرة على الحبل المعدني فعلى

سبيل المثال نستنتج من هذه الرابطة إن النسبة $\frac{d_w}{D}$ كلما كانت صغيرة القوة المؤثرة على الحبل

المعدني أقل لذلك في المصاعد و الرافعات قطر البكرة كبير جداً .

للتعرف على القوى الأخرى و مزيد من المحاسبات راجع المصدر الأصلي . في محاسبة القوى و

إنتخاب نوع و قطر الحبل المعدني نحن بحاجة إلى عامل الأمان و يمكن إستخراجه من هذا الجدول :

Minimum Factors of Safety for Wire Rope*

Track cables	3.2	Passenger elevators, ft/min:	
Guys	3.5	50	7.60
Mine shafts, ft:		300	9.20
Up to 500	8.0	800	11.25
1000-2000	7.0	1200	11.80
2000-3000	6.0	1500	11.90
Over 3000	5.0	Freight elevators, ft/min:	
Hoisting	5.0	50	6.65
Haulage	6.0	300	8.20
Cranes and derricks	6.0	800	10.00
Electric hoists	7.0	1200	10.50
Hand elevators	5.0	1500	10.55
Private elevators	7.5	Powered dumbwaiters, ft/min:	
Hand dumbwaiter	4.5	50	4.8
Grain elevators	7.5	300	6.6
		500	8.0

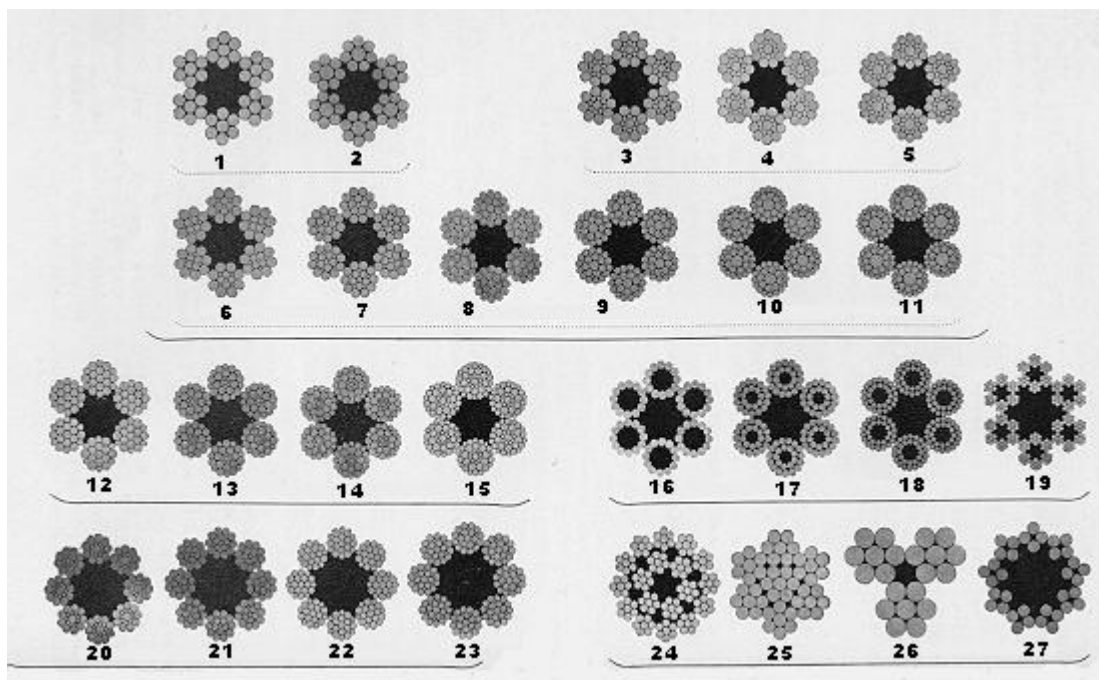
*Use of these factors does not preclude a fatigue failure.

عامل المرونة و بعض مشخصات الحبال المعدنية الأخرى

Wire-Rope Data Source: Compiled from American Steel and Wire Company Handbook.

Rope	Weight per Foot, lbf	Minimum Sheave Diameter, in	Standard Sizes d , in	Material	Size of Outer Wires	Modulus of Elasticity,* Mpsi	Strength,† kpsi
6 × 7 haulage	$1.50d^2$	$42d$	$\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$	Monitor steel	$d/9$	14	100
				Plow steel	$d/9$	14	88
				Mild plow steel	$d/9$	14	76
6 × 19 standard hoisting	$1.60d^2$	$26d-34d$	$\frac{1}{4}-2\frac{3}{4}$	Monitor steel	$d/13-d/16$	12	106
				Plow steel	$d/13-d/16$	12	93
				Mild plow steel	$d/13-d/16$	12	80
6 × 37 special flexible	$1.55d^2$	$18d$	$\frac{1}{4}-3\frac{1}{2}$	Monitor steel	$d/22$	11	100
				Plow steel	$d/22$	11	88
8 × 19 extra flexible	$1.45d^2$	$21d-26d$	$\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$	Monitor steel	$d/15-d/19$	10	92
				Plow steel	$d/15-d/19$	10	80
7 × 7 aircraft	$1.70d^2$	—	$\frac{1}{16}-\frac{3}{8}$	Corrosion-resistant steel	—	—	124
				Carbon steel	—	—	124
7 × 9 aircraft	$1.75d^2$	—	$\frac{1}{8}-1\frac{3}{8}$	Corrosion-resistant steel	—	—	135
				Carbon steel	—	—	143
				Carbon steel	—	—	143
19-wire aircraft	$2.15d^2$	—	$\frac{1}{32}-\frac{5}{16}$	Corrosion-resistant steel	—	—	165
				Carbon steel	—	—	165

*The modulus of elasticity is only approximate; it is affected by the loads on the rope and, in general, increases with the life of the rope.

†The strength is based on the nominal area of the rope. The figures given are only approximate and are based on 1-in rope sizes and $\frac{1}{4}$ -in aircraft-cable sizes.

No	Numerical Designation	Trade Name	Arrangement of Wires						Type of Center	TOTAL OUTSIDE WIRES IN ROPE	TOTAL NO. WIRES IN ROPE	RESERVE STRENGTH (PCT.)	Remarks
			CENTER WIRES	Inside Wires S* L*		SPACER WIRES	Outside Wires S L						
1	6x7	Coarse Laid Rope	1	--	--	--	--	6	Hemp	36	42	17	Coarse Laid Group
2	6x8	" " "	1	--	--	--	--	7	"	42	48	23	
3	6x17	Seale	1	--	8	--	--	8	Hemp	48	102	28	Seale Group
4	6x17	"	1	--	9	--	--	9	"	54	114	32	
5	6x19	Flexible Seale	1	--	10	--	--	10	"	60	126	36	
6	6x16 6x19 6x19 6x29 6x33 6x37	Special Seale	1	--	4	4	--	8	Hemp " " " "	48	102	28	Special Seale Group
7		Roebing	1	--	5	5	--	10		60	126	36	
8		Special Seale	1	--	6	6	--	12		72	150	44	
9		Modified Seale	1	--	7	7	--	14		84	174	49	
10		Special Seale	1	--	8	8	--	16		96	198	54	
11		" "	1	--	9	9	--	18		108	222	58	
12	6x19 6x29 6x33 6x37	Warrington	1	--	6	--	6	6	Hemp	72	114	43	Outside Wires in Two Diameters Spaced Alternately
13		Patented	1	7	7	--	7	7	"	84	174	47	
14		"	1	8	8	--	8	8	"	96	198	52	
15		"	1	9	9	--	9	9		108	222	56	
16	6x12 6x24 6x30 6x6x7	Running Rope	--	--	--	--	--	12	7-Hemp Centers " " " " " " " " "	72	72	--	Multiple Hemp Center Group
17		Mooring Line	--	--	9	--	--	15		90	144	--	
18		Galv. Hauser	--	--	12	--	--	18		108	180	--	
19		Tiller Rope	1	--	--	--	--	6		216	252	--	
20	8x19 8x19 8x19	Seale Roebing Special Seale	1	--	9	--	--	9	Hemp " "	72	152	32	Eight Strand Group

21	8x19	Warrington Modified Seale	1	--	5	5	--	10	"	80	168	36	
22			1	--	6	--	6	6		96	152	43	
23			1	--	6	6	--	12		96	200	44	
24		Non-Rotating Metallic	1	--	--	--	--	6	Hemp	72	126	--	Miscellaneous Group
25	18x7	Center	1	--	--	--	--	6	7-Wire	36	49	--	
26	7x7	Guard Rail	1	--	--	--	--	6	Strand	18	21	--	
27	3x7	Rope	1	--	--	--	--	6	None	36	36	--	
	9x4	Mast arm	--	--	--	--	--	4	Hemp				
		Rope	--	--	--	--	--	4					

<http://www.inventionfactory.com/history/rhawire/wireengn/wire/consttbl.html>

اللحام - Wilding

مقاومة اللحام القائم تحت السحب



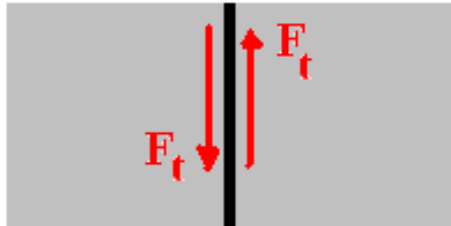
$$\sigma = \frac{F_n}{A}$$

σ جهد السحب

F_n القوة السحب المؤثرة

A مساحة مقطع اللحام

مقاومة اللحام تحت القصّ



$$\tau = \frac{F_t}{A}$$

τ جهد القصّ

F_t قوة القصّ المؤثرة

A مساحة مقطع اللحام

مقاومة اللحام المائل تحت السحب



$$\sigma = \frac{F \cos \delta}{A}$$

δ زاوية اللحام

مقاومة اللحام تحت الثني



$$\sigma = \frac{1000M}{W}$$

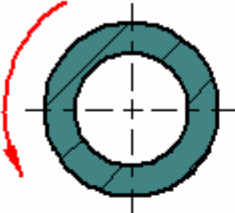
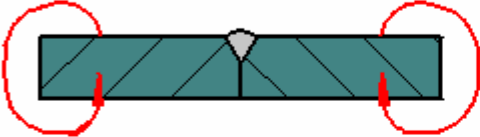


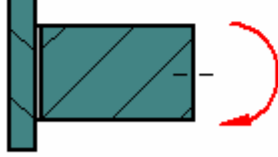
في النظام المتري (نيوتن متر)

$$\sigma = \frac{12M}{W}$$

في نظام الإنشائي (باوند فوت)

M عزم الثني (نيوتن متر أو باوند فوت) ، و W معامل مقطع سطح اللحام

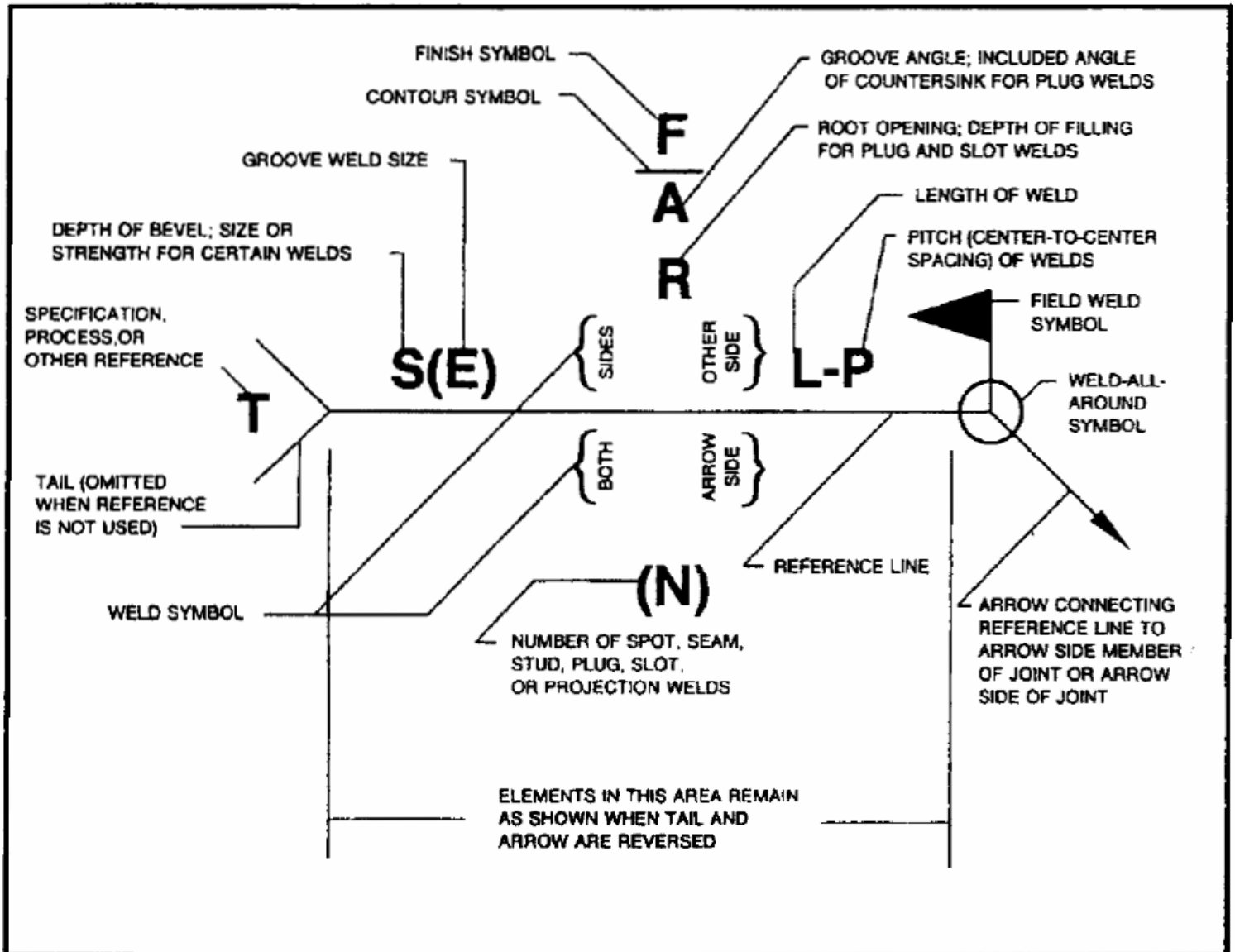
(section modulus of throat area of weld)

Weld Illustration	Section Modulus of Throat Area of Butt Weld [mm ³ , in ³]	
	Full Weld Length	Active Load-bearing Length
	$W = \frac{\pi}{2} \cdot s \cdot (D - s)^2$	$W = \frac{s \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{6}$
	$W = \frac{s^2 \cdot L^2}{3 \cdot L + 1.8 \cdot s}$	$W = \frac{s^2 \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{3 \cdot (L - 2 \cdot s) + 1.8 \cdot s}$
	$W = \frac{s^2 \cdot L}{6}$	$W = \frac{s^2 \cdot (L - 2 \cdot s)}{6}$
	$W = \frac{\pi}{2} \cdot s \cdot (D - s)^2$	$W = \frac{s \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{6}$
	$W = \frac{s \cdot L^2}{6}$	
<p>Where:</p> <p>W = Section modulus [mm³, in³] s = Plate or tube thickness [mm, in] L = Length of weld [mm, in] π = pi (3.14157)</p>		

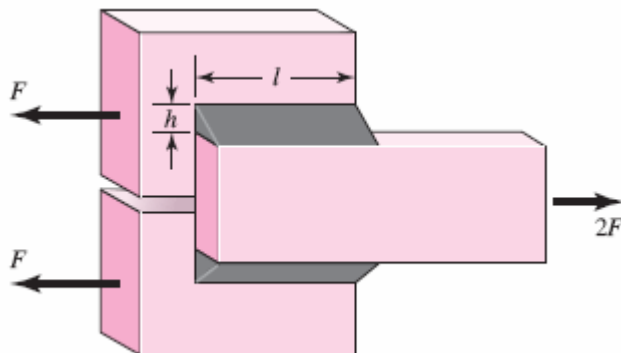
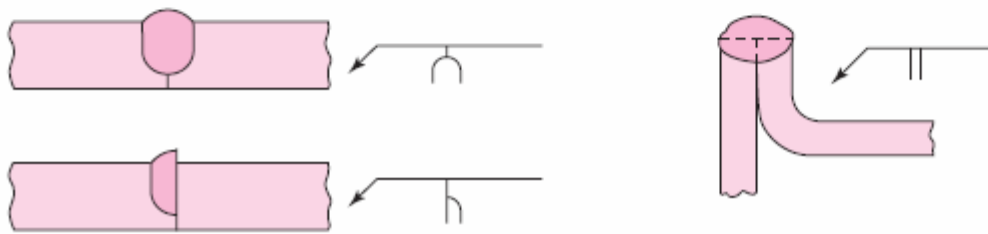
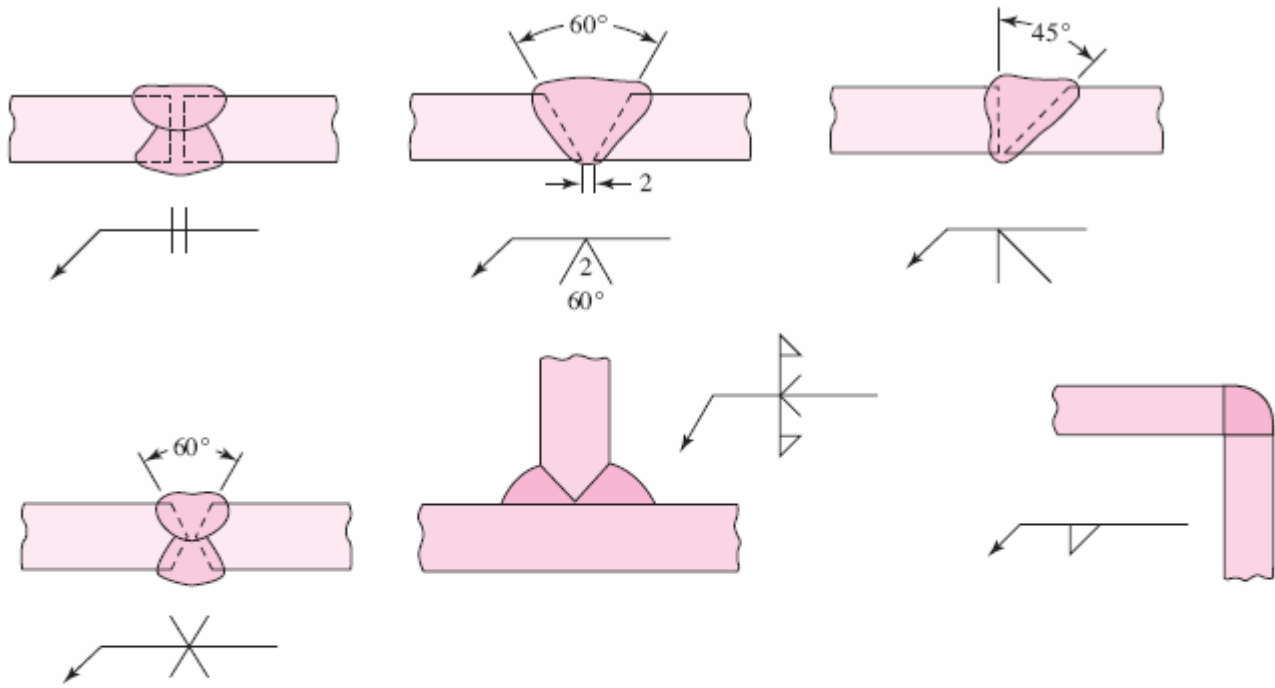
أنواع و علائم اللحام

Welding Symbols

Standard Location of Elements of a Welding Symbol



SYMBOLS FOR V-GROOVE, J-GROOVE AND U-GROOVE WELDS SYMBOLS FOR FILLET, SQUARE GROOVE, AND BEVEL GROOVE WELDS	APPLICATION	DESIRED WELD	SECTION OR END	ELEVATION	PLAN
	ARROW-SIDE FILLET WELD				
	OTHER-SIDE FILLET WELD				
	BOTH-SIDES FILLET WELD, ONE JOINT				
	BOTH-SIDES FILLET WELD, TWO JOINTS				
	ARROW-SIDE SQUARE GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES SQUARE GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE BEVEL GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES BEVEL GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE V-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES V-GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE J-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES J-GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE U-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES U-GROOVE WELD				



$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{0.707 \times h \times l}$$

$$\tau = 1.41 \frac{F}{h \times l}$$

يجب أن نحسب المقاومة الناتجة من إتصال اللحام و نقياسها مع مقاومة الخضوع أو المقاومة النهائية لمادة اللحام مع إعمال عامل أمان مناسب

جدول الحد الأدنى لخصائص اللحام

الإطالة مقاومة الخضوع مقاومة الشد نوع سلك اللحام

AWS Electrode Number*	Tensile Strength kpsi (MPa)	Yield Strength, kpsi (MPa)	Percent Elongation
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

Allowable Steady Loads and Minimum Fillet Weld Sizes

Schedule A: Allowable Load for Various Sizes of Fillet Welds

Strength Level of Weld Metal (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Allowable shear stress on throat, ksi (1000 psi) of fillet weld or partial penetration groove weld							
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Allowable Unit Force on Fillet Weld, kip/linear in							
$t_f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Leg Size h , in	Allowable Unit Force for Various Sizes of Fillet Welds kip/linear in						
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

خصائص سلك لحام من شركة ESAB

OK 48.00

Classifications	Approvals	Typical all weld metal composition, %	Typical mech. properties all weld metal
<u>SFA/AWS A5.1</u>	ABS 3H5, 3YH5	C 0,06	Yield stress, MPa 445
E7018	DB 10.039.12	Si 0,5	Tensile strength, MPa 540
<u>EN ISO 2560-A</u>	DNV 3 YH5	Mn 1,2	Elongation, % 29
E 42 4 B 42 H5	GL 3Y H5	P ³0,02	Elongation, % 29
	LR 3, 3Y H5	S 0,015	Charpy V
	VdTUV 00690		Test temps, °C Impact values, J
	CE EN 13479		-20 140
	BV 3YH5		-40 70
	PRS 3YH5		
	RS 3YH5		

	Redrving temperature, °C 350										
	Redrving time, hours 2										
	Recovery 125%										
Diameter, mm	1,6	2,0	2,5	3,2	3,2	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0
Length, mm	300	300	350	350	450	350	450	350	450	450	450
Arc voltage, V	24	22	23	22	23	24	26	23	23	23	25
Welding current, A	30-55	50-80	80-110	90-140	90-140	125-210	125-210	200-260	200-260	220-340	280-410
N. Kg weld metal/kg electrodes	0,59	0,63	0,65	0,64	0,64	0,51	0,67	0,53	0,69	0,72	0,72
B. No. of electrodes/kg weld metal	192	119	62,5	43	32,3	35,0	20,5	23,0	13,5	9,6	7,0
H. Kg weld metal/hour arc time	0,38	0,6	1,0	1,3	1,5	2,1	2,1	2,6	2,6	3,7	4,4
T. Burn-off time,s/electrode	50	50	56	66	76	64	86	78	102	102	117

<http://products.esab.com/Templates/T041.asp?id=2464>

البرغي - Screw

تعتبر فئة (grade) البرغي من العوامل المهمة في تعيين المادة المصنوع منها البرغي و هي عبارة عن عدد ثم نقطة ثم عدد مثل (5.1) و صيغتها العامة $x.y$ من هذا العدد يمكن تعيين بعض إجهادات مادة البرغي

$$S_{ut} = 100 \times x = 100Mpa$$

$$S_y = 0.yS_{ut}$$

$$S_p = 0.85S_y$$

S_{ut} المقاومة النهائية

S_y مقاومة الخضوع

مثلاً للعدد 5.1

$$S_{ut} = 100 \times 5 = 500Mpa$$

$$S_y = 0.1 \times 500 = 50Mpa$$

$$S_p = 0.8550 = 29Mpa$$

Mpa ميغا باسكال

التحميل المسبق على البرغي

$$F_i = 0.75F_p$$

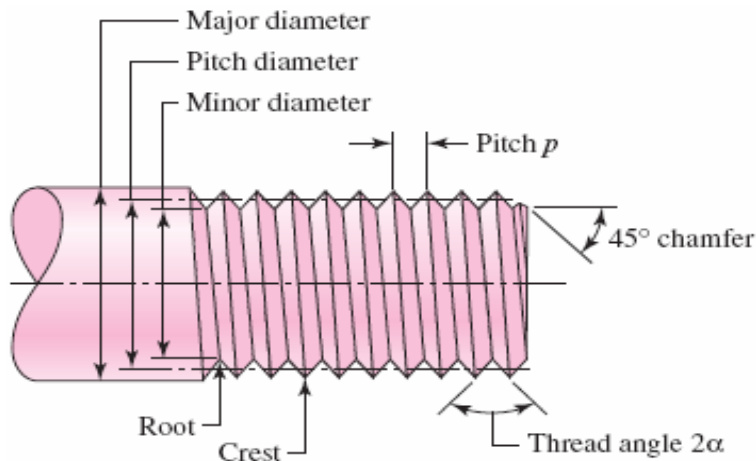
$$F_p = S_p A_t$$

A_t مساحة قوة شد أسنان البرغي

$$T = 0.2F_i \times d$$

العزم اللازم لسد البرغي

d القطر الأكبر Major diameter



$$A_t = 3.1416 \left[\frac{D_p}{2} - \frac{0.16238}{n} \right]^2$$

A_t مساحة قوة شدّ أسنان البرغي

D_p قطر دائرة خطوات البرغي (الحدّ الأقلّ)

n عدد خطوات البرغي في الإنش

خصائص البراغي في النظام الإنشائي لكل من النوع UNC و UNF

Diameters and Area of Unified Screw Threads UNC and UNF							
Size Designation	Coarse Series—UNC				Fine Series—UNF		
	Nominal Major Diameter in	Threads per Inch N	Tensile-Stress Area A_t in ²	Minor-Diameter Area A_r in ²	Threads per Inch N	Tensile-Stress Area A_t in ²	Minor-Diameter Area A_r in ²
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
$\frac{1}{4}$	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
$\frac{5}{16}$	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
$\frac{3}{8}$	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
$\frac{7}{16}$	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
$\frac{1}{2}$	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
$\frac{9}{16}$	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
$\frac{5}{8}$	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
$\frac{3}{4}$	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
$\frac{7}{8}$	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
$1\frac{1}{4}$	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
$1\frac{1}{2}$	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

خصائص البراغي في النظام المتري

Diameters and Areas of Coarse-Pitch and Fine-Pitch Metric Threads

Nominal Major Diameter d mm	Coarse-Pitch Series			Fine-Pitch Series		
	Pitch p mm	Tensile- Stress Area A_t mm^2	Minor- Diameter Area A_r mm^2	Pitch p mm	Tensile- Stress Area A_t mm^2	Minor- Diameter Area A_r mm^2
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0
10	1.5	58.0	52.3	1.25	61.2	56.3
12	1.75	84.3	76.3	1.25	92.1	86.0
14	2	115	104	1.5	125	116
16	2	157	144	1.5	167	157
20	2.5	245	225	1.5	272	259
24	3	353	324	2	384	365
30	3.5	561	519	2	621	596
36	4	817	759	2	915	884
42	4.5	1120	1050	2	1260	1230
48	5	1470	1380	2	1670	1630
56	5.5	2030	1910	2	2300	2250
64	6	2680	2520	2	3030	2980
72	6	3460	3280	2	3860	3800
80	6	4340	4140	1.5	4850	4800
90	6	5590	5360	2	6100	6020
100	6	6990	6740	2	7560	7470
110				2	9180	9080

الفرق بين **UNC** و **UNF** هو في عدد الخطوات في الإنش ، كلما كان عدد الخطوات في الإنش الواحد أكثر فذلك البرغي أظرف .

في النظام الأمريكي عدد الخطوات في اللانث في **UNC** أقل من نظائرها في **UNF**

Bolt Size No. or Inches	Threads Per Inch (TPI)	
	Coarse Thread UNC	Fine Thread UNF
#0	-	80
#1	64	72
#2	56	64
#3	48	56
#4	40	48
#5	40	44
#6	32	40
#8	32	36
#10	24	32
#12	24	28
1/4	20	28
5/16	18	24
3/8	16	24
7/16	14	20
1/2	13	20
9/16	12	18
5/8	11	18
3/4	10	16
7/8	9	14
1	8	12
1-1/8	7	12
1-1/4	7	12
1-3/8	6	12
1-1/2	6	12
1-3/4	5	
2	4-1/2	
2-1/4	4-1/2	
2-1/2	4	
2-3/4	4	
3	4	
3-1/4	4	

UNF

أسنان اللولب فيها ناعمة و تستعمل في الإتصالات التي حركتها الإهتزازية عالية .

UNC

أسنان اللولب خشنة و هذا النوع من البرغي يستعمل في الإتصالات التي حركتها الإهتزازية قليلة

تبدیل وحدات العزم

Multiply	By	To obtain
foot-pounds	1.3558	Newton-meters
foot-pounds	0.1383	kilogram-meters
foot-pounds	12.0	inch-pounds
inch-pounds	0.0115	kilogram-meters
inch-pounds	0.1130	Newton-meters
inch-pounds	0.0833	foot-pounds
kilogram-meters	7.233	foot-pounds
kilogram-meters	86.7964	inch-pounds
kilogram-meters	9.8067	Newton-meters
Newton-meters	0.7376	foot-pounds
Newton-meters	8.8508	inch-pounds
Newton-meters	0.1020	kilogram-meters

تبدیل القدرة الى عزم

$$T = \frac{63000 \times hp}{n(R.P.m)} \rightarrow lb \times in$$

قدرة الحصان الى عزم باوند إنش

$$T = \frac{7130 \times hp}{n(R.P.m)} \rightarrow N \times m$$

قدرة الحصان الى عزم نيوتن متر

$$T = \frac{9540 \times KW}{n(R.P.m)} \rightarrow N \times m$$

قدرة حسب الكيلو واط الى عزم نيوتن متر

جداول الصفحات القادمة أنواع البراغي و الواشرات و الصمولات و الدبابيس في نظام DIN




















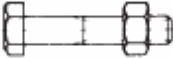




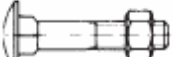
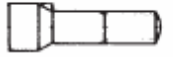
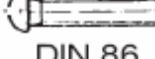
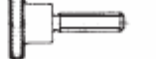
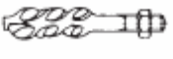
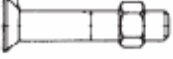




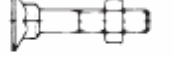

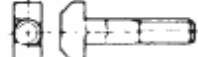


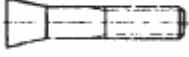




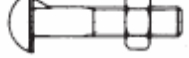
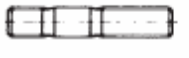





MARYLAND METRICS

Phones: (800)638-1830 (410)358-3130

FAXes: (800) USA-9-FAX = [800-872-9329] (410)358-3142

A short illustrated listing of METRIC FASTENERS showing DIN,⁽¹⁾ ISO,⁽²⁾ MDM,⁽³⁾ and other miscellaneous part numbers.

() SEE PAGE 8

SCREWS, STUDS, ANCHORS	 DIN 404	 DIN 525	 DIN 564	 DIN 610
 DIN 84	 DIN 417	 DIN 529A	 DIN 558	 DIN 609
 DIN 84Z1	 DIN 427	 DIN 529B	 DIN 580	 DIN 653
 DIN 84Z4	 DIN 438	 DIN 529C	 DIN 601 MU	 DIN 787
 DIN 85	 DIN 444	 DIN 529D	 DIN 603 MU	 DIN 792
 DIN 86 OBSOLETE	 DIN 464	 DIN 529E	 DIN 604 MU	 DIN 797
 DIN 975-103	 DIN 465	 DIN 529F	 DIN 605 MU	 DIN 833
 DIN 188	 DIN 478	 DIN 551	 DIN 606	 DIN 834
 DIN 186A	 DIN 479	 DIN 553	 DIN 607 MU	 DIN 835
 DIN 316	 DIN 480	 DIN 561B	 DIN 608	 DIN 836

URL: <http://mdmetric.com> E-mail: techinfo@mdmetric.com

page1-8--DIN slike vijci i matice MARYLAND.pdf

filename:SCVMA51.CDR

SECTION: DINPOFLYR

PAGE: 1





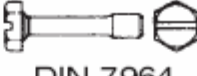

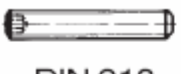

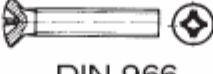
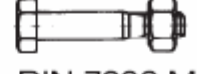
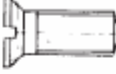
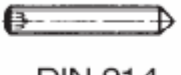
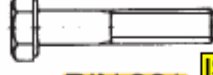
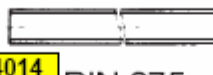


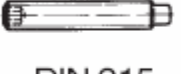
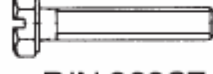

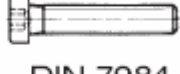
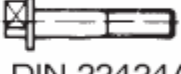
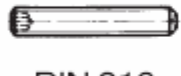
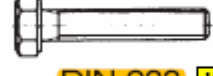
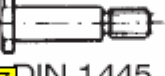
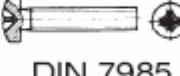

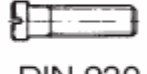
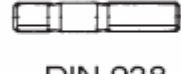
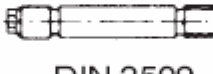

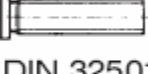

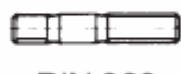
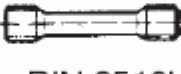
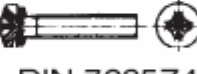
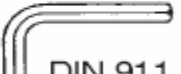
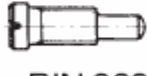
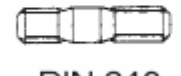


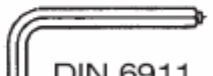
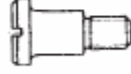

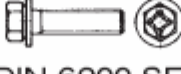
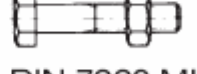
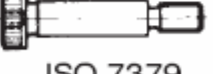




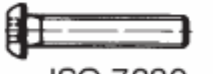
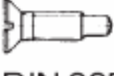

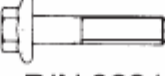

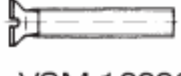
VERSION: V5C































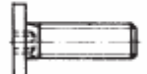





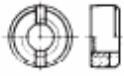




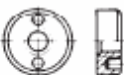












copyright 2000 maryland metrics

Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117

Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215

FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS

 MARYLAND METRICS				
Phones: (800)638-1830 (410)358-3130		FAXes: (800) USA-9-FAX=(800-872-9329)		(410)358-3142
 DIN 912	 DIN 926	 DIN 965	 DIN 7964	 DIN 8243
 DIN 913	 DIN 927	 DIN 966	 DIN 7968 MU	 DIN 8244
 DIN 914	 DIN 931	 DIN 975	 DIN 7969	 DIN 15237
 DIN 915	 DIN 933SZ	 DIN 976B	 DIN 7984	 DIN 22424A
 DIN 916	 DIN 933	 DIN 1445	 DIN 7985	 DIN 25195 MU
 DIN 920	 DIN 938	 DIN 2509	 DIN 7985Z1	 DIN 32501
 DIN 921	 DIN 939	 DIN 2510L	 DIN 7985Z4	 DIN 911
 DIN 922	 DIN 940	 DIN 3570A	 DIN 7986 OBSOLETE	 DIN 6911
 DIN 923	 DIN 960	 DIN 6900 SEMS	 DIN 7990 MU	 ISO 7379
 DIN 924	 DIN 963	 DIN 6912	 DIN 7991	 ISO 7380
 DIN 925	 DIN 964	 DIN 6921	 DIN 7992	 VSM 13328
URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com				
page1-8--DIN slike vijci i matice MARYLAND.pdf				
filename: SCWMA51.CDR	SECTION: DINPXFLYR	PAGE: 2	VERSION: V5C	copyright2000 maryland metrics
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117		Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215		
FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS				















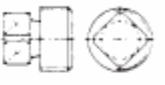




















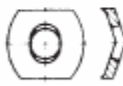




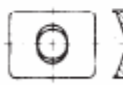
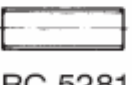












 MARYLAND METRICS				
Phones: (800)638-1830 (410)358-3130		FAXes: (800) USA-9-FAX=(800-872-9329)		(410)358-3142
 RC 73	NUTS & OTHER INTERNALLY THREADED FASTENERS	 DIN 557	 DIN 970	 DIN 1804W
 RC 265	 DIN 315	 DIN 562	 DIN 971/1	 DIN 1816
 RC 278	 DIN 431	 DIN 582	 DIN 971/2	 DIN 2510NF
 RC 309	 DIN 439A	 DIN 798	 DIN 972	 DIN 6915
 RC 354	 DIN 439B	 DIN 917	 DIN 979	 DIN 6923
 RC 1006	 DIN 466	 DIN 928	 DIN 980V	 DIN 6924
 RC 1206	 DIN 467	 DIN 929	 DIN 981	 DIN 6925
 RC 1392	 DIN 546	 DIN 934	 DIN 982	 DIN 6926
 RC 1974	 DIN 547	 DIN 935	 DIN 985	 DIN 6927
 RC 40001	 DIN 548	 DIN 936	 DIN 986	 DIN 6330
URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com	 DIN 555	 DIN 937	 DIN 1587	 DIN 6331



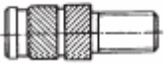







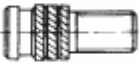




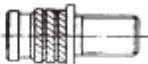




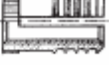










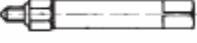



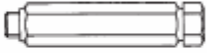









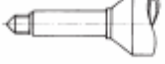






ISO 4032

"VISOKA" ISO 7040

"NISKA" ISO 7041 ISO 10511

Phones: (800)638-1830 (410)358-3130		FAXes:(800) USA-9-FAX-[800-872-9329]		(410)358-3142
DIN 6334	WASHERS RETAINING RINGS CIRCLIPS SHIMS	DIN 432	DIN 471	DIN 6797A
DIN 7965	DIN 93	DIN 433	DIN 472	DIN 6797J
DIN 7967	ISO 7089 DIN 125A	DIN 434	ZA "U" PROFIL DIN 983	DIN 6797V
DIN 16903A-S	DIN 125B	ZA "I" PRIFIL DIN 435	DIN 984	DIN 6798A
DIN 22425	DIN 126	DIN 436	DIN 988	DIN 6798J
DIN 80705	DIN 127A	DIN 440	DIN 1440	DIN 6798V
UNI 5587	DIN 127B	DIN 441	DIN 1441	DIN 6799
R361-1	DIN 128A	DIN 443A	DIN 2093A,B,C	DIN 6913
RC 190	DIN 128B	DIN 462	DIN 5406	DIN 6914
RC 194	DIN 137A	DIN 463	DIN 5417	DIN 6915
RC 197	DIN 137B	DIN 470	DIN 6796	DIN 6916
URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com				
filename: wsemasi.com	SECTION: DINPOFLYR	PAGE: 4	VERSION: V5C	copyright2000 maryland metrics
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117		Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215		
FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS				

 MARYLAND METRICS Phones: (800)638-1830 (410)358-3130 FAXes:(800) USA-9-FAX=[800-872-9329] (410)358-3142				
 DIN 7349	 DIN 73130/73123	 TYPE AL	 TYPE KS	PIPE PLUGS & CAPS
 DIN 7603A	 RC 740	 TYPE JL	 TYPE RPN-O	 DIN 906
 DIN 7980	 RC 791/792	 TYPE AV	 TYPE S	 DIN 907
 DIN 7989	 RC 816	 TYPE JV	 TYPE SB	 DIN 908
 DIN 7993A	 RC 831	 TYPE AW	 TYPE SW	 DIN 909
 DIN 7993B/9045	 RC 832	 TYPE JW	 TYPE SL	 DIN 910
 DIN 9021	 RC 839	 TYPE CRTW-O	 TYPE SPN-O	 DIN 6331
 DIN 46288A	 RC 1938 NORDLOK	 TYPE CSN-O	 TYPE ST	 DIN 7604
 DIN 46288B	 RC 5281	 TYPE CSTW-O	 TYPE UTW-O	 DIN 7605
 DIN 70952	 SN 212745	 TYPE FSPN-O	 TYPE ZA	 DIN 71022
 DIN 74361C	 TYPE D	 TYPE K-O	 TYPE ZI	URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com
filename: WSHRM62.DWG	SECTION: DINPKFLYR	PAGE: 5	VERSION: V5C	copyright 2000 maryland metrics
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117		Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215		
FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS				

















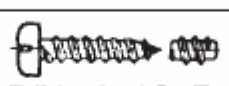









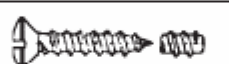
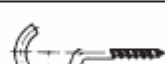

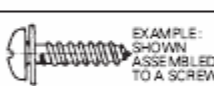

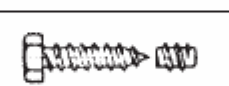
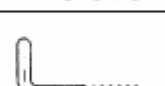

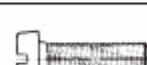

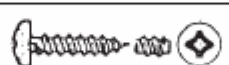

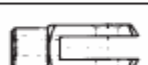
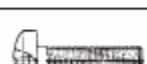
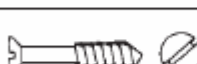
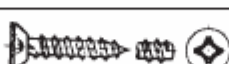


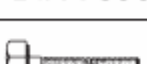

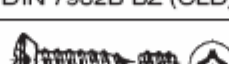
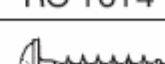

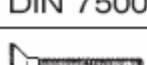
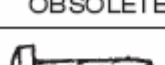
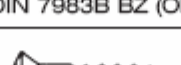

 MARYLAND METRICS Phones: (800)638-1830 (410)358-3130 FAXes:(800) USA-9-FAX=(800-872-9329) (410)358-3142				
R599 SERIES SCREW THREAD INSERTS	 R599-850	 R599-866	 R599-701/718	SCREW THREAD INSERTS & TOOLS
 R599-302	 R599-852	 R599-867	 R599-744/758	 KEENSERTS
 R599-303	 R599-856	 R599-853	 R599-970	 SAV-A-THREAD
 R599-304	 R599-857	 R599-855	 R599-890	 E-ZLOK
 R599-305	 R599-812/815	 R599-859	 R599-896	 HELICOIL/RECOIL FREE RUNNING
 R599-307/308	 R599-821/823	 R599-858	R599 SERIES INSTALLATION TOOLS	 HELICOIL/RECOIL SCREW LOCKING
 R599-309	 R599-830/831	 R599-863	 R599-610	SCREW THREAD INSERT TOOLS
 R599-317/318	 R599-841	 R599-864	 R599-619	 STI TAPS
 R599-337/338	 R599-842	 R599-501/503	 R599-620	 STI GAGES
 R599-347/348	 R599-860	 R599-506/530	 R599-621	 STI INSTALLATION TOOLS
 R599-550/560 R599-580/590	 R599-862	 R599-721/731	 R599-629	 THREAD REPAIR KITS











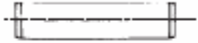














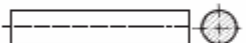
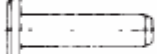

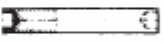

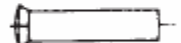



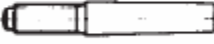
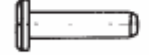
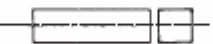





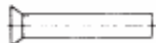

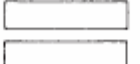





filename: R599.CDR
SECTION: DINPIXYLR
VERSION: v5c
copyright 2000 maryland metrics

URL: <http://www.marylandmetrics.com> **PAGE: 6**

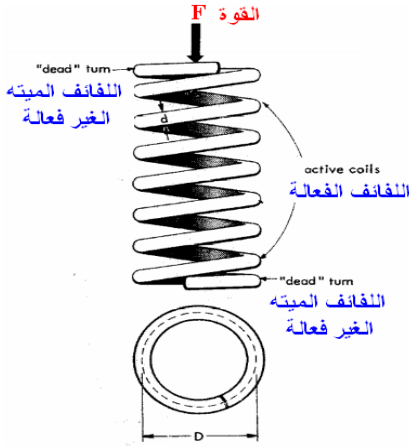
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117
Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215

FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS

 MARYLAND METRICS				
Phones: (800)638-1830 (410)358-3130		FAXes:(800) USA-9-FAX=[800-872-9329]		(410)358-3142
SELF TAPPING SCREWS THREAD CUTTING SCREWS WOOD SCREWS	 DIN 7500M	 DIN 7516D	 DIN 7996	 RC 231, RC 233
 DIN 95	 DIN 7504K	 DIN 7516E	 DIN 7997	 DIN 705
 DIN 96	 DIN 7513A	 DIN 7513G	 RC 214	 DIN 1479
 DIN 97	 DIN 7513B	 DIN 7971C F DIN 7971B BZ (OLD)	 RC 971	 DIN 1480
 DIN 570	 DIN 7513C OBSOLETE	 DIN 7972C F DIN 7972B BZ (OLD)	 RC 972	 DIN 3017
 DIN 571	 DIN 7513D	 DIN 7973C F DIN 7973B BZ (OLD)	 RC 973	 DIN 5401
 DIN 6901-6908 SEMS WASHERS	 DIN 7513E	 DIN 7976C F DIN 7976B BZ (OLD)	 RC 974	 DIN 71412A, B, C
 DIN 7500A	 DIN 7513F	 DIN 7981C F DIN 7981B BZ (OLD)	 RC 981	 DIN 71752
 DIN 7500C	 DIN 7514	 DIN 7982C F DIN 7982B BZ (OLD)	 RC 1014	 DIN 71803A, B
 DIN 7500D	 DIN 7515 OBSOLETE	 DIN 7983C F DIN 7983B BZ (OLD)	 RC 2733	 DIN 71805A/B
 DIN 7500K	 DIN 7516A	 DIN 7995	MISC. NON- CLASSIFIED ITEMS	 RC 325
URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com				
filename: SELMAS1.CDR		SECTION: DINPIXYLR	PAGE: 7	VERSION: V8C
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117		Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215		
FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS				

 MARYLAND METRICS				
Phones: (800)638-1830 (410)358-3130		FAXes: (800) USA-9-FAX = (800-872-9329)		(410)358-3142
PINS KEYS RIVETS	 DIN 674	 DIN 1472	 DIN 6888	 DIN 7978A
 DIN 1	 DIN 675	 DIN 1473	 DIN 7331A	 DIN 7979
 DIN 7	 DIN 1433	 DIN 1475	 DIN 7338A	 DIN 1151B
 DIN 94	 DIN 1434	 DIN 1476	 DIN 7339	 RC 896
 DIN 124	 DIN 1435	 DIN 1477	 DIN 7340A, B	 RC 916
 DIN 175, DIN 668	 DIN 1436	 DIN 1481	 DIN 7341A	 RC 40017
 DIN 302	 DIN 1443	 DIN 6325	 DIN 7341B	NOTES FROM PAGE 1: (1) DIN - GERMAN INSTITUTE FOR STANDARDS (2) ISO - INTERNATIONAL STANDARDS ORGANISATION (3) MDM - MARYLAND METRICS PART NUMBER
 DIN 258	 DIN 1444	 DIN 6880	 DIN 7343	
 DIN 660	 DIN 1469	 DIN 6885A	 DIN 7344	
 DIN 661	 DIN 1470	 DIN 6885B	 DIN 7346	MARYLAND METRICS ALSO OFFERS: METRIC Sized Fasteners, Hand Tools, Cutting Tools, Measuring Tools, Hydraulic & Pneumatic Fittings & Tubing, Oil Seals, O-rings, Bearings, Mechanical Power Transmission Equipment, Workholding Components, Metal Shapes, Plumbing Fittings, Electrical - Lamps, Fuses, Cords, Fittings &
 DIN 662	 DIN 1471	 DIN 6887	 DIN 7977	
URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com				
filename: PINMAS1.CDR	SECTION: DINPXYLYR	PAGE: 8	VERSION: V5C	copyright 2000 maryland metrics
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117		Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215		
FOR ALL YOUR METRIC HARDWARE NEEDS				

الزنبرك - Spring



$$k = \frac{Gd^4}{8nD^3}$$

k ثابت الزنبرك

G معامل الصلابة للمادة المصنوع منها المفتول (السلك)

d قطر المفتول (سلك) الزنبرك

n عدد حلقات اللفائف الزنبرك و هي أقل من العدد الإجمالي لكل الحلقات

$D = D_{outer} - d$ متوسط قطر لفائف الزنبرك (القطر الخارجي لللفائف ناقص قطر المفتول)

بعض الخواص الميكانيكية لأسلاك الزنبرك

المادة	قوة الشد Tensile Strength $psi \times 10^3$	معامل المرونة Modulus of Elasticity $psi \times 10^6$	معامل الإلتواء Modulus of Torsion $psi \times 10^6$	الحد الأقصى للحرارة فارنهايت
Music Wire	220 - 300	30	11.5	250
Chrome Vanadium	190 - 300	30	11.5	425
Stainless Steel 302	125 - 320	28	10	550
Stainless Steel(313)	235 - 335	29.5	11	600

كل القوة على الزنبرك

$$F_t = F_i + (\Delta L \times k)$$

k ثابت الصلابة الزنبرك ، ΔL مقدار إنعطاف الزنبرك (طول الزنبرك في الحالة الطبيعية ناقص

طول الزنبرك بعد إعمال القوة عليه) ، F_i القوة البدائية على الزنبرك ، F_t كل القوة على الزنبرك

ثابت الصلابة k_{rod} لقضيب طوله L و مساحة مقطعه A و معامل يانغ E للمادة المصنوع منها يساوي :

$$k_{rod} = \frac{EA}{L}$$

معامل يانغ للزنبرك

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

في هذه الرابطة E معامل يانغ و ν نسبة بواسون للمادة المصنوع منها السلك

الحد الأقصى لجهد القص على الزنبرك

$$\tau_{max} = \frac{8 \times WD}{\pi d^3} F_{max}$$

$D = D_{outer} - d$ متوسط قطر لفائف الزنبرك

d قطر مفتول الزنبرك

F_{max} الحد الأقصى للقوة على الزنبرك

$$W \text{ تحسب من هذه الرابطة } \quad c = \frac{D}{d} \text{ فيها} \quad W = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0.615}{c}$$

$$f = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{k \times g}{w}} \text{ توتر الزنبرك}$$

f التوتر ، k ثابت الزنبرك ، g ثابت جاذبية الأرض ، w وزن الزنبرك

المقاومة النهائية للزنبرك $S_{ut} = \frac{A}{d^m}$ في هذه الرابطة d قطر مفتول الزنبرك و A و m ثوابت

تستخرج من الجداول مثلاً Music Wire ، $A = 2170 \text{ Mpa}$ و $m = 0.146$ و منها مقاومة

$$S_y = 0.75 S_{ut} \text{ الخضوع}$$

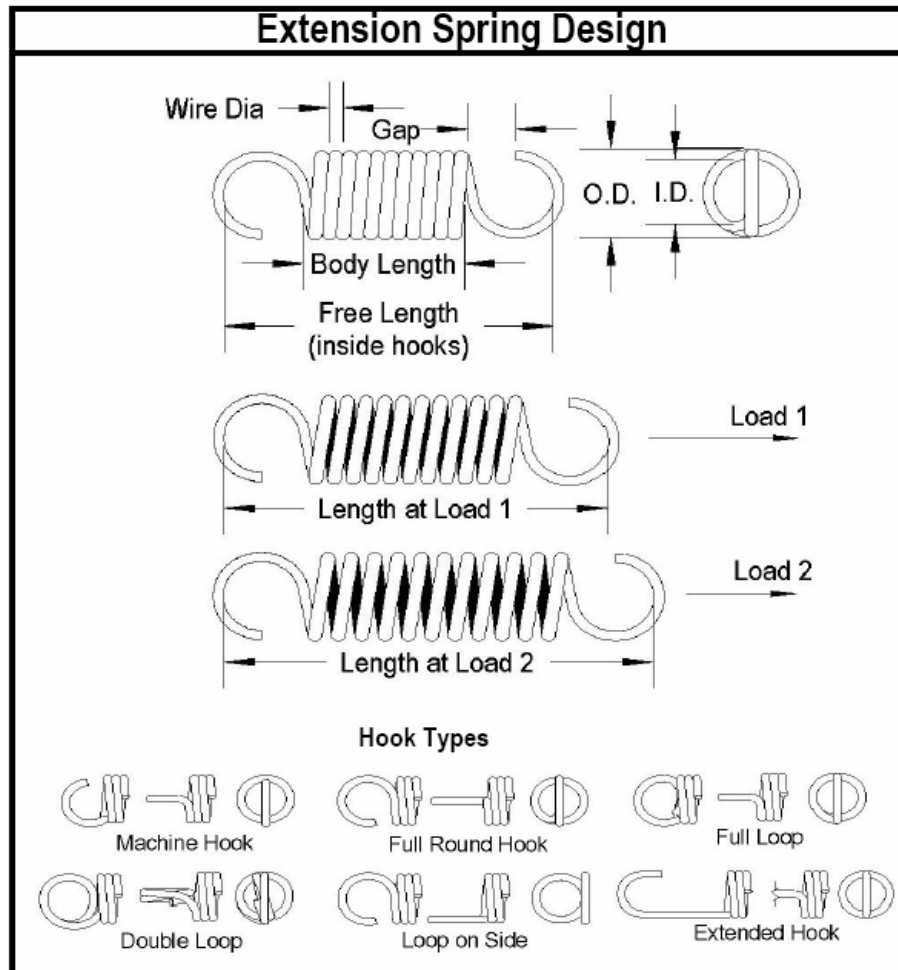
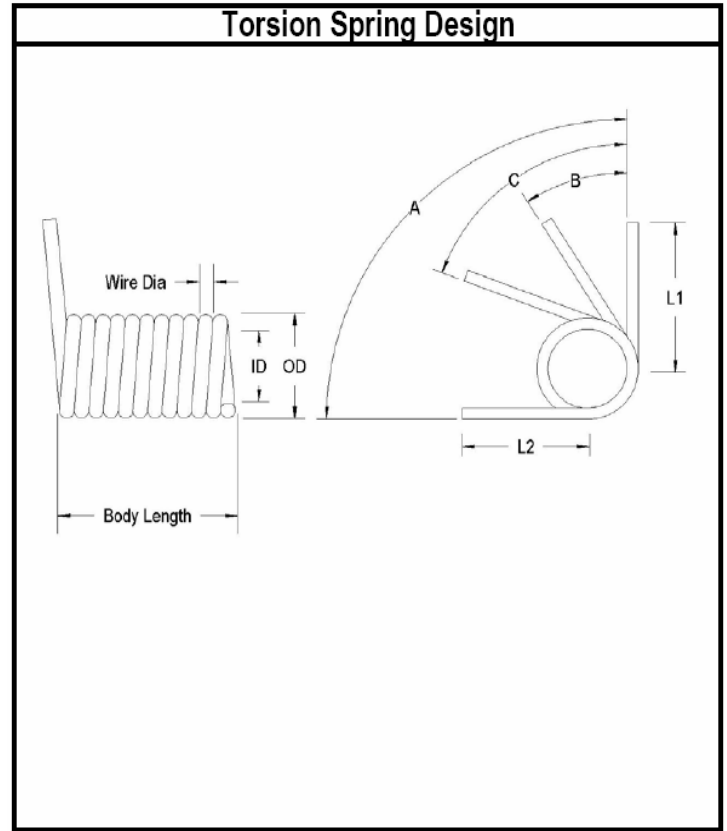
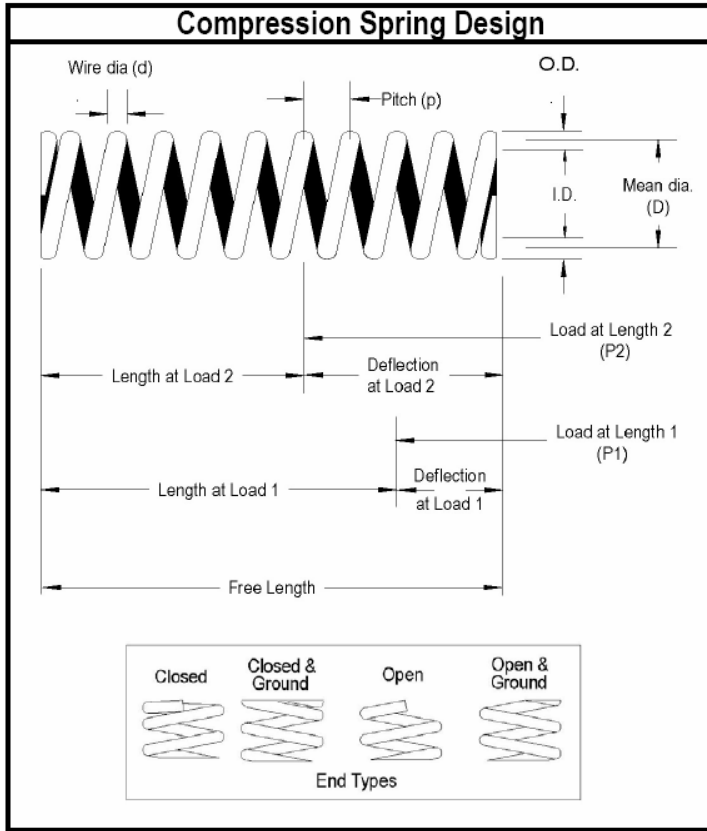
مقاومة خضوع الإلتواء (torsional yield strength)

$$S_{ys} = 0.577S_y$$

و منها :

$$0.35S_{ut} \leq S_{ys} \leq 0.52S_{ut}$$

Material	ASTM No.	Exponent m	Diameter, in	A_y , kpsi · in ^{m}	Diameter, mm	A_y , MPa · mm ^{m}	Relative Cost of wire
Music wire*	A228	0.145	0.004–0.256	201	0.10–6.5	2211	2.6
OQ&T wire†	A229	0.187	0.020–0.500	147	0.5–12.7	1855	1.3
Hard-drawn wire‡	A227	0.190	0.028–0.500	140	0.7–12.7	1783	1.0
Chrome-vanadium wire§	A232	0.168	0.032–0.437	169	0.8–11.1	2005	3.1
Chrome-silicon wire	A401	0.108	0.063–0.375	202	1.6–9.5	1974	4.0
302 Stainless wire#	A313	0.146	0.013–0.10	169	0.3–2.5	1867	7.6–11
		0.263	0.10–0.20	128	2.5–5	2065	
		0.478	0.20–0.40	90	5–10	2911	
Phosphor-bronze wire**	B159	0	0.004–0.022	145	0.1–0.6	1000	8.0
		0.028	0.022–0.075	121	0.6–2	913	
		0.064	0.075–0.30	110	2–7.5	932	



القاعدة أو الأساس - Foundation

كل ماكينة أو جهاز يتم تثبيته و تنصيبه على الأرض أو في السقف هو بحاجة الى قاعدة يستقر عليها .
تصمم و تنشأ هذه القواعد إستناداً على أبعاد الماكينة و القوى المؤثرة عليها و عادةً تكون من الأسمنت المسلح أو هيكل حديدي يثبت على الأسمنت المسلح .

يتم تثبيت الماكينة أو الجهاز بالقاعدة ببراعي كبيرة تعرف بأسم (anchor bolt) أو مصومل و هي على أنواع مختلفة يجب إنتخابها إستناداً على طريقة تثبيت الماكينة أو هيكل القاعدة و أنواعها هي :



J-bolt



L-bolt



T-bolt



U-bolt



Stud bolt

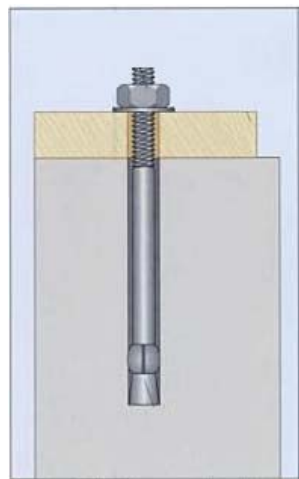
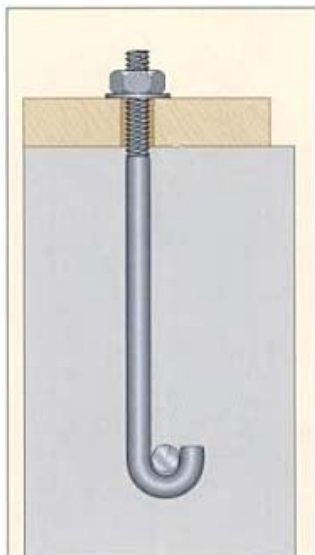
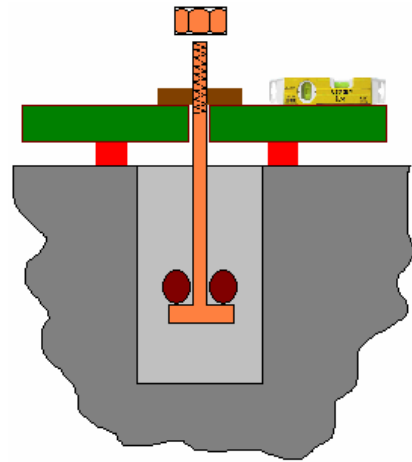
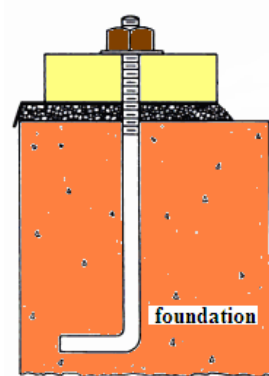


Rawl bolt

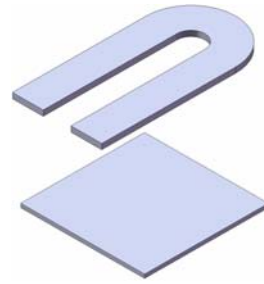
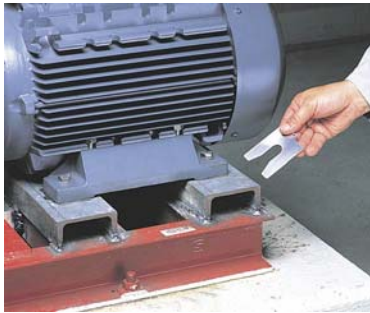
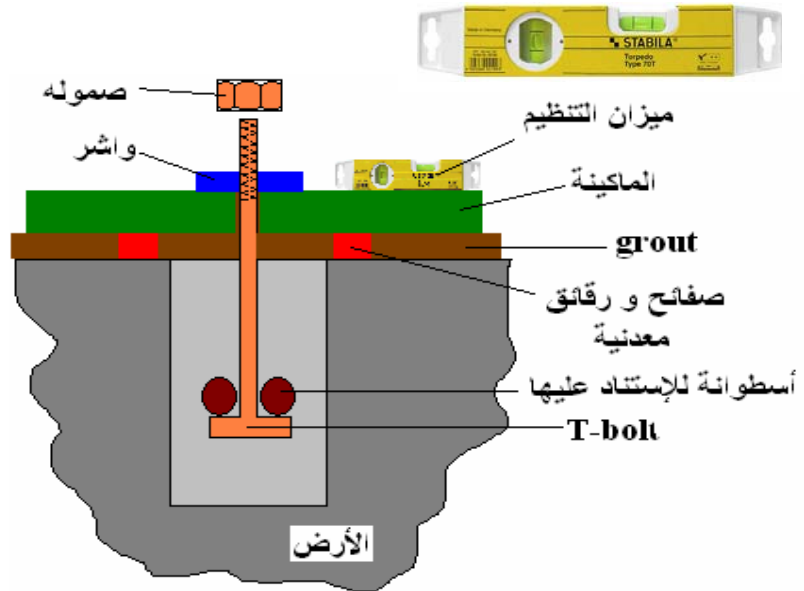
و أنواع أخرى من هذه البراغي تتنخب إستناداً على تصميم هيكل القاعدة و الأرضية التي يجب تثبيتها فيها .



طريقة تثبيت هذه البراغي بالأرض و قاعدة الماكينة بهذه الطرق :






ترفع الماكينة عن القاعدة الأسمنتية أو الحديدية بصفائح و رقائق (shim) معدنية بضخامات مختلفة و ذلك لتنظيمها و الحصول على توازن دقيق أحياناً يصل الى 0.02 ، و يملأ الفراغ بين الماكينة و الأرض أو القاعدة الحديدية و الأرض بالإسمنت أو بإسمنت خاص إنبساطي يعرف بال (grout) . يتم تنظيم و توازن الماكينة بأدوة دقيقة كميزان تنظيم السطح ، أو التيودوليت إذا كانت الماكينة كبيرة .

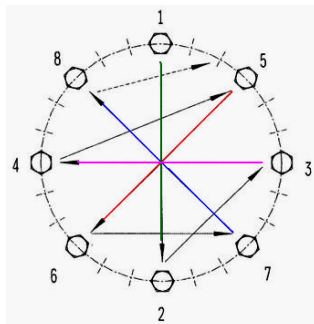


يختلف مصومل القاعدة بين ماكنة و أخرى و يتم إنتخابه على أساس قدرة الماكينة و وزنها و سرعتها و الحركات الإهتزازية الناتجة منها . إذا كانت الحركة الإهتزازية شديدة يرجح الإستفادة من صفائح مطاطية بين الماكينة و الهيكل الحديدي أو الإسمنتي للقاعدة . إذا كانت تغيرات درجة حرارة الماكينة أو الجهاز كبيرة يترك أحد أطراف الماكينة بدون تثبيت و ذلك للغلبة على تأثيرات القوى الناتجة من الإنبساط الحراري . في حالة وجود إمكانية تسرب الماء أو الزيت من الماكينة يُفضل إيجاد مجرى أو قناة لتخليه هذه السوائل لإجتناوب الخسائر التي تلحق بالماكينة أو القاعدة الإسمنتية من هذه السوائل.

العزم اللازم لشدّ البرغي (الترباس أو المصومل)

Metric Bolt Torque Table						
Estimated with clamp load as 75% of proof load as specified in ISO 898-1						
Property Class	8.8	10.9	12.9 Socket Head Cap Screw			
						
Minimum Tensile Strength MPa	M6 - M16: 800 M20 - M30: 830	1040	1220			
Nominal Size and Thread Pitch	Bolt Torque Specs in Newton Meters - Nm					
	Dry	Lubed	Dry	Lubed	Dry	Lubed
M5 x 0.80	6.1	4.6	8.8	6.7	10.3	7.7
M6 x 1.00	10.4	7.8	15	11.2	17.6	13.1
M7 x 1.00	17.6	13.1	25.1	18.9	29.4	22
M8 x 1.25	25.4	19.1	37.6	27.3	42.6	32.1
M10 x 1.50	50	38	72	54	84	64
M12 x 1.75	88	66	126	94	146	110
M14 x 2.00	141	106	201	150	235	176
M16 x 2.00	218	164	312	233	365	274
M18 x 2.50	301	226	431	323	504	378
M20 x 2.50	426	319	609	457	712	534
M22 x 2.50	580	435	831	624	971	728
M24 x 3.00	736	552	1052	789	1231	923
M27 x 3.00	1079	809	1544	1158	1805	1353
M30 x 3.50	1463	1097	2092	1570	2446	1834
M33 x 3.50	1990	1493	2849	2137	3328	2497
M36 x 4.00	2557	1918	3659	2744	4276	3208

Lubed means cleaned dry bolts lubricated with a standard medium viscosity machine oil. Lubricate all contact areas of the bolts and washers. Lubricating the bolts is the suggested method. <http://www.cncexpo.com/MetricBoltTorqueNm.aspx>



ترتيب ضبط البراغي على محيط دائرة

2 ← 1

4 ← 3

6 ← 5

8 ← 7

المحور - Shaft

يعتبر المحور من القطعات المهمة في التصميم الهندسي و ذلك لأنه القطعة التي يتركب عليها أكثر القطعات الميكانيكية كالعجلات و المحامل و البكرات و الإطارات كذلك الخابور و الدبوس و المقرنة.

من أهم مراحل تصميم المحور تحليل القوى عليه . يجب وضع جميع القوى المحورية و القطرية على المحور من ثم محاسبة و رسم عزم الدوران (torque) و عزم الثني (moment) لهذه القوى . تنتج القوى المحورية إما عن قوة محورية مباشرة و إما القوة المحورية الناتجة من العجلات المسننه عند تحليل القوى في نقطة التماس .

لتفادي القوى المحورية يجب وضع عتبة (step) على المحور تستند عليها القطعة المركبة على المحور في تلك الناحية . يجب أن يكون سطح هذه العتبة ذو تقوس ملائم و نصف قطر تقوس هذه العتبة يرمز له بالحرف r و هو أحد المعامل المهمة في تعيين حساسية المحور بالنسبة للحز و الشقوق.

تخضع المواد في التصميم الهندسي الميكانيكي لعدد من النظريات التي تبحث مقاومة المواد و إجهادات السحب (tensile stress) و القصّ (share stress) و الخضوع (yield) و الكلال (fatigue) . تبحث هذه النظريات الحدّ الأدنى لمقاومة المواد و ذلك للحصول على الإطمئنان الكافي في إنتخاب المواد ، على سبيل المثال مقاومة المواد المتأثرة بالكلال و التي نعتمد عليها بالتصميم و إنتخاب المواد هي :

$$S_{ut} < 200kpsi \Rightarrow S'_e = 0.5 \times S_{ut} \quad \text{للفولاذ}$$

$$S_{ut} > 200kpsi \Rightarrow S'_e = 100kpsi \quad \text{للفولاذ}$$

$$S_{ut} \leq 88kpsi \Rightarrow S'_e = 0.45 \times S_{ut} \quad \text{حديد الصب أو حديد الزهر}$$

$$S_{ut} > 88kpsi \Rightarrow S'_e = 40kpsi \quad \text{حديد الصب أو حديد الزهر}$$

S_{ut} الحدّ الأقصى لمقاومة المواد
 S'_e مقاومة حدّ التحمل (Endurance Limit)

العوامل المؤثرة لإصلاح مقاومة حدّ التحمل ، تظهر بشكل معامل بهذه الصورة .

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S'_e$$

هذه العوامل هي :

k_a عامل نعومة السطح و يحسب من هذه الرابطة

$$k_a = aS_{ut}^b$$

نستخرج a و b من هذا الجدول

Surface Finish	Factor a		Exponent b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Ground	1.34	1.58	-0.085
Machined or cold-drawn	2.70	4.51	-0.265
Hot-rolled	14.4	57.7	-0.718
As-forged	39.9	272.	-0.995

k_b عامل القياس

$$k_b = \begin{cases} 0.879 \times d^{-0.107}, & 0.11 \leq d < 2in \\ 0.917 \times d^{-0.157}, & 2 \leq d < 10in \\ 1.24 \times d^{-0.107}, & 2.75 \leq d \leq 51mm \\ 0.917 \times d^{-0.157}, & 51 \leq d \leq 254mm \end{cases}$$

d قطر المحور

نوع القوة

عامل الحمولة k_c

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{ثني} \\ 0.85 & \text{ضغط أو سحب} \\ 0.59 & \text{دوران} \end{cases}$$

عامل درجة الحرارة k_d

$$k_d = 0.975 + 0.432 \times 10^{-3} \times (T_F) - 0.115 \times 10^{-5} \times (T_F)^2 + 0.104 \times 10^{-8} \times (T_F)^3 - 0.595 \times 10^{-12} \times (T_F)^4$$

 $7 \leq T_F \leq 1000^\circ F$ درجة الحرارة حسب الفارنهايت شرط
عامل الوثوقية k_e

$$k_e = 1 - 0.08z_a$$

Reliability Factors k_e Corresponding to 8 Percent Standard Deviation of the Endurance Limit

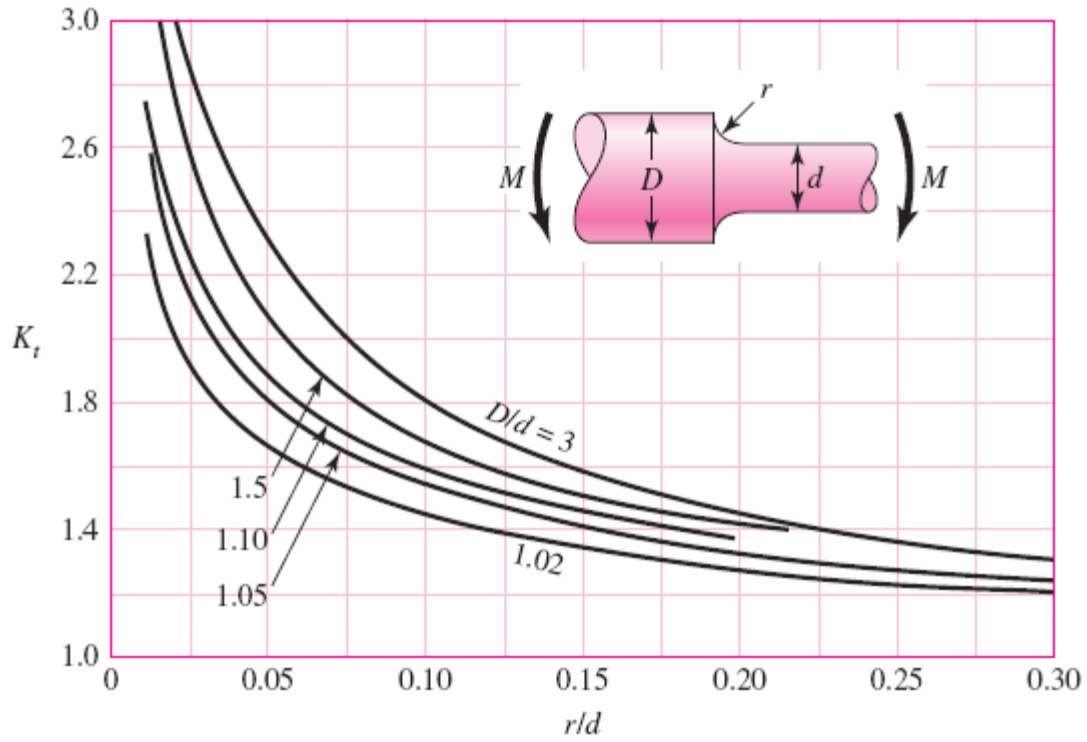
Reliability, %	Transformation Variate z_a	Reliability Factor k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

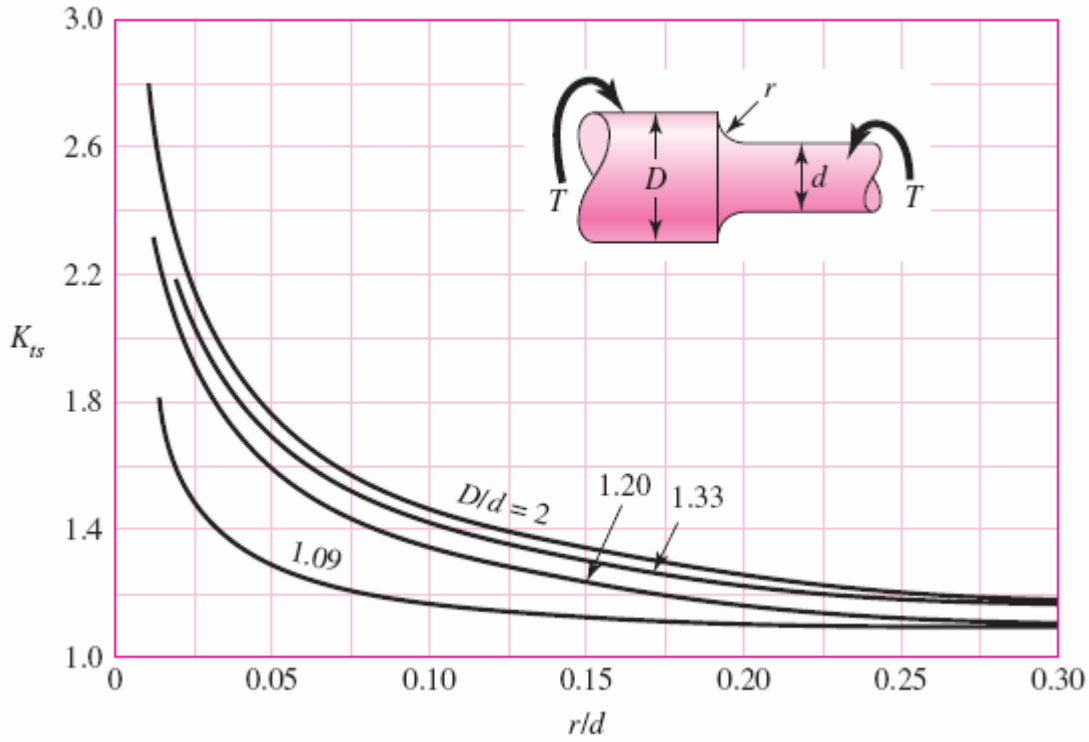
عامل تركيز الإجهاد k_f

$$k_f = 1 + q(k_t - 1)$$

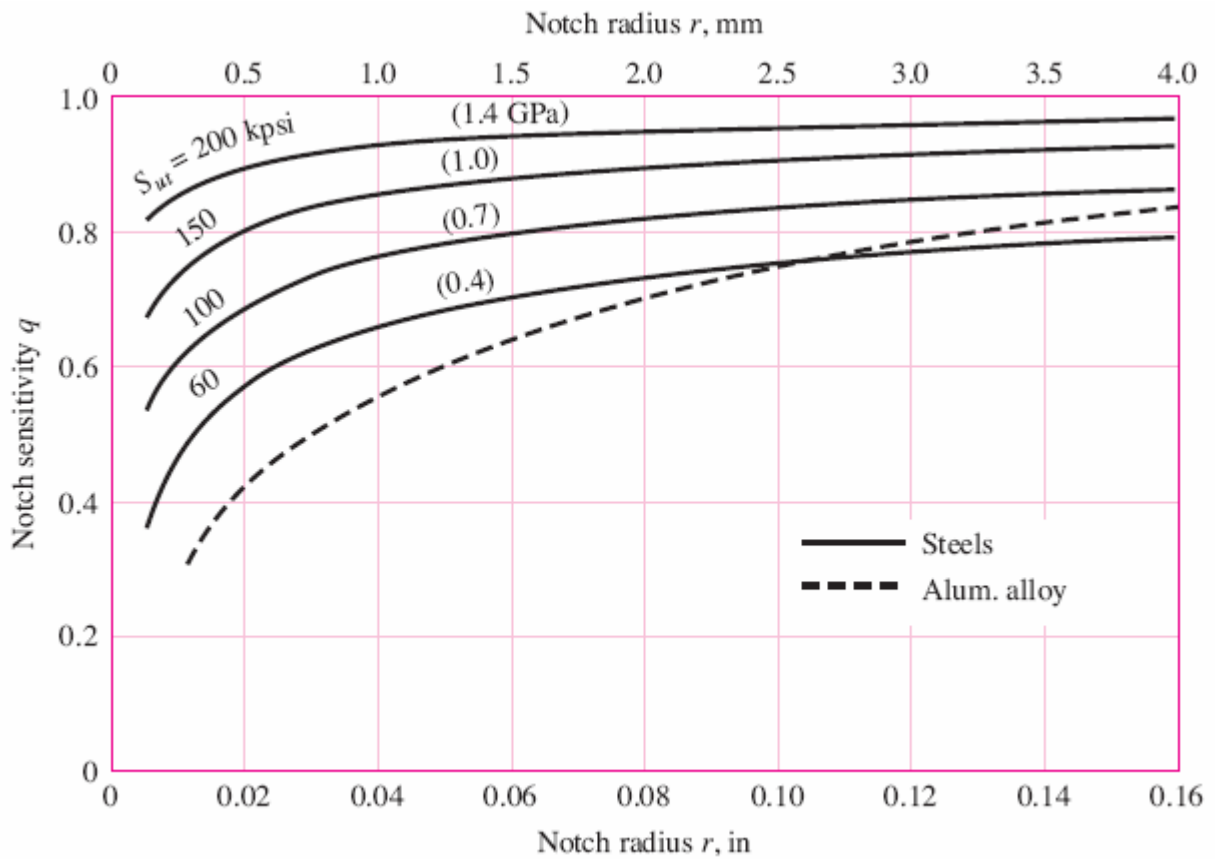
$$k_{fs} = 1 + q_{share}(k_{ts} - 1) \quad \text{للقص:}$$

نستخدم المعامل k_{fs} في تصميم المحور
و k_t و k_{ts} معامل هندسية نستخرجها من هذه المنحنيات

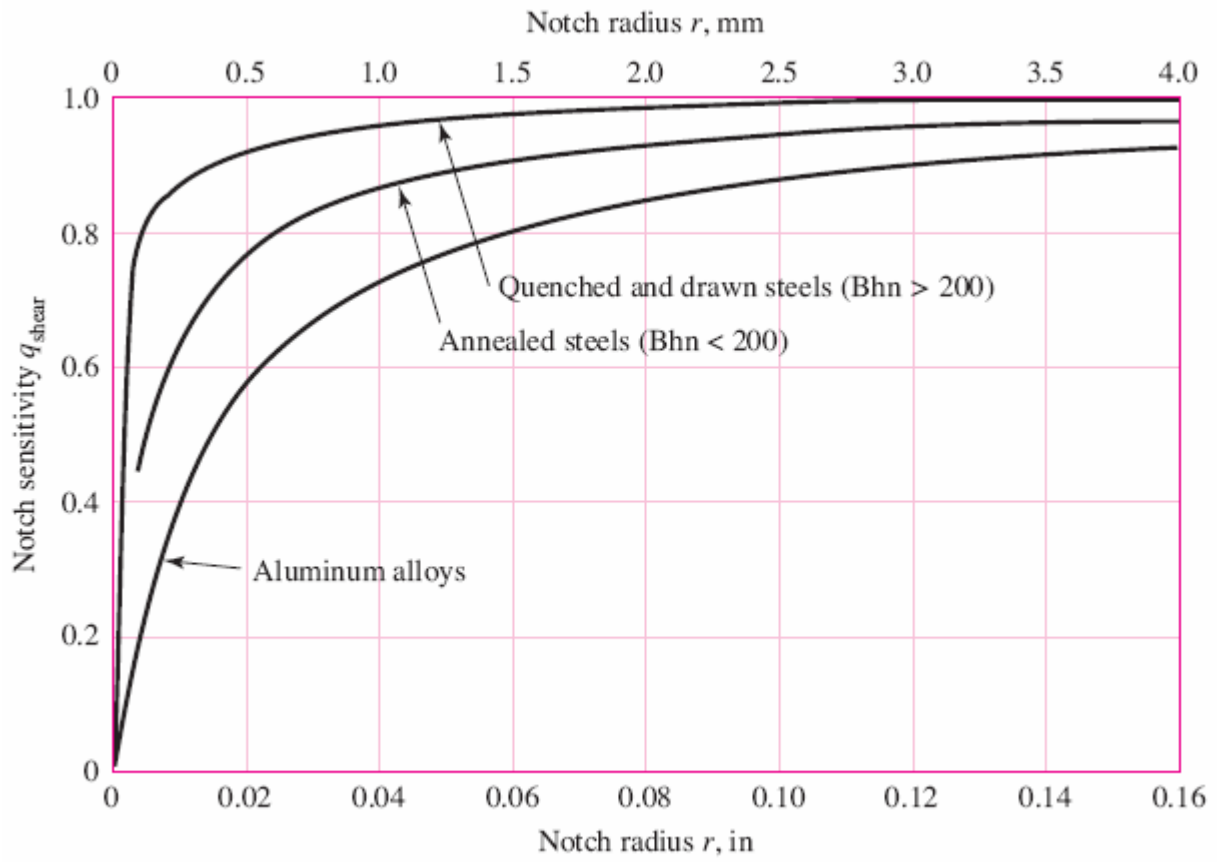




عامل حساسية المادة بالنسبة للحز و الشقوق نستخرجها من هذه المنحنيات



للقصّ



يجب أن نحسب العزم لكل من الثني و الدوران في صفحتين متعامدتين و نحصل على النتيجة النهائية من هذ الروابط :

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} \quad \text{و} \quad M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

نرسم بياني العزم لكل من M_a و T_a و M_m و T_m

نتتخب عامل أمان (n) مناسب غالباً $1 < n < 3$

نحسب قطر المحور في كل مقطع من رابطة غودمان (Goodman):

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \sqrt{4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fs} T_a)^2} + \frac{1}{S_{ut}} \sqrt{4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fs} T_m)^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

أو بهذه الصورة :

$$d = \sqrt[3]{\frac{16n}{\pi} \sqrt{\frac{1}{S_e} \sqrt{4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fs} T_a)^2} + \frac{1}{S_{ut}} \sqrt{4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fs} T_m)^2}}}$$

في هذه الرابطة :

n عامل الأمان	d قطر المحور
k_{fs} معمل تركيز إجهاد الثني	k_f معمل تركيز إجهاد القص
M_m عزم ثني القوى القطرية	M_a عزم ثني القوى المحورية
T_m عزم دوران القوى القطرية	T_a عزم دوران القوى المحورية
S_{yt} مقاومة الخضوع	S_e مقاومة حدّ التحمل
	S_{ut} مقاومة حدّ التحمل النهائية

ثم نقوم بتحويل الأقطار المستنتجة من هذه الرابطة الى أقرب أقطار معيارية (من جداول خاصة حسب الإنش أو الملي متر) بعدها نقوم بوضع القطر في أي مقطع في هذه الرابطة و نحسب عامل الأمان ، الرابطة :

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \sqrt{4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fs} T_a)^2} + \frac{1}{S_{ut}} \sqrt{4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fs} T_m)^2} \right\}$$

إذا كان عامل الأمان تقريباً يساوي عامل الأمان الذي فرضناه في هذه الحالة المحاسبات صحيح و إذا كان أكبر أو أصغر بكثير من العامل الذي فرضناه يجب إعادة المحاسبات بإنتخاب عامل أمان آخر أو إنتخاب قطر معياري آخر و هكذا حتى نصل لنتيجة مطلوبة .

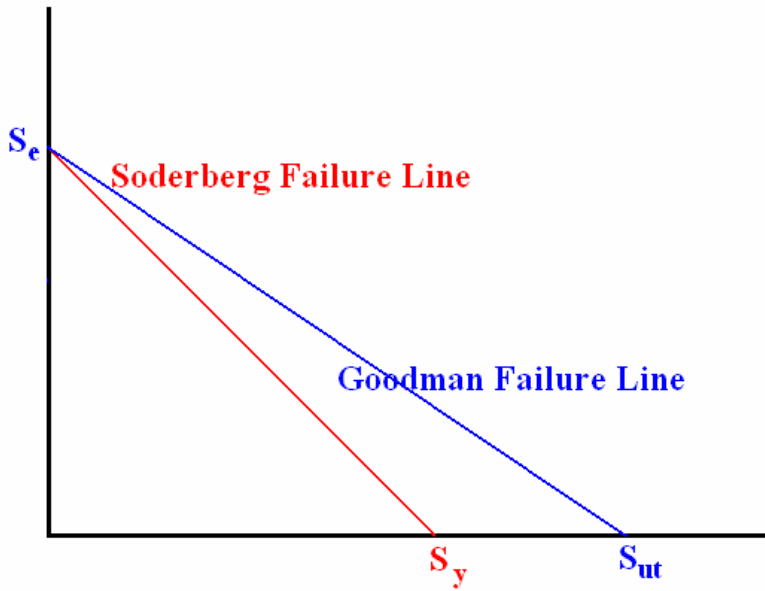
قطر المحور من نظرية سودربرغ (Soderberg) :

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \sqrt{4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fs} T_a)^2} + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fs} T_m)^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

و عامل الأمان :

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \sqrt{4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fs} T_a)^2} + \frac{1}{S_{yt}} \sqrt{4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fs} T_m)^2} \right\}$$

في كل من نظرية غودمان و سودبرغ
 المساحة تحت الخط هي ناحية التصميم
 و تعتبر نظرية غودمان تعديل لنظرية
 سودبرغ .



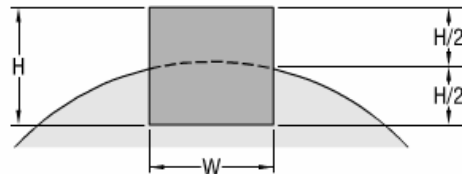
في نظرية غودمان :

$$\frac{S_a}{S_e} + \frac{S_m}{S_u} = \frac{1}{n}$$

$$S_a = \frac{S_{max} - S_{min}}{2}$$

$$S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}$$

الخابور و موضع الخابور على المحور

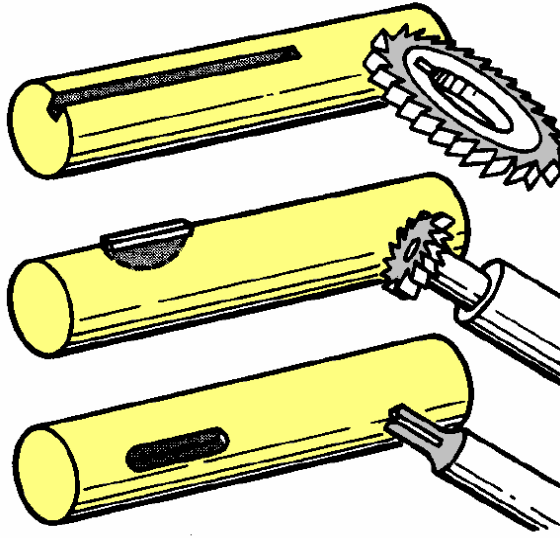


Key Size Versus Shaft Diameter

Nominal Shaft Diameter		Nominal Key Size		Nominal Keyseat Depth		
Over	To (Incl)	Width, W	Height, H		H/2	
			Square	Rectangular	Square	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32		3/64	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32	1/16	3/64
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8	3/32	1/16
7/8	1-1/4	1/4	1/4	3/16	1/8	3/32
1-1/4	1-3/8	5/16	5/16	1/4	5/32	1/8
1-3/8	1-3/4	3/8	3/8	1/4	3/16	1/8
1-3/4	2-1/4	1/2	1/2	3/8	1/4	3/16
2-1/4	2-3/4	5/8	5/8	7/16	5/16	7/32
2-3/4	3-1/4	3/4	3/4	1/2	3/8	1/4
3-1/4	3-3/4	7/8	7/8	5/8	7/16	5/16
3-3/4	4-1/2	1	1	3/4	1/2	3/8
4-1/2	5-1/2	1-1/4	1-1/4	7/8	5/8	7/16
5-1/2	6-1/2	1-1/2	1-1/2	1	3/4	1/2
6-1/2	7-1/2	1-3/4	1-3/4	1-1/2*	7/8	3/4
7-1/2	9	2	2	1-1/2	1	3/4
9	11	2-1/2	2-1/2	1-3/4	1-1/4	7/8
11	13	3	3	2	1-1/2	1
13	15	3-1/2	3-1/2	2-1/2	1-3/4	1-1/4
15	18	4		3		1-1/2
18	22	5		3-1/2		1-3/4
22	26	6		4		2
26	30	7		5		2-1/2

*Some Key Standards show 1-1/4 in. Preferred size is 1-1/2 in.

All dimensions given in inches.



طريقة و أدوات تفريز محل أنواع
الخابور على المحور .

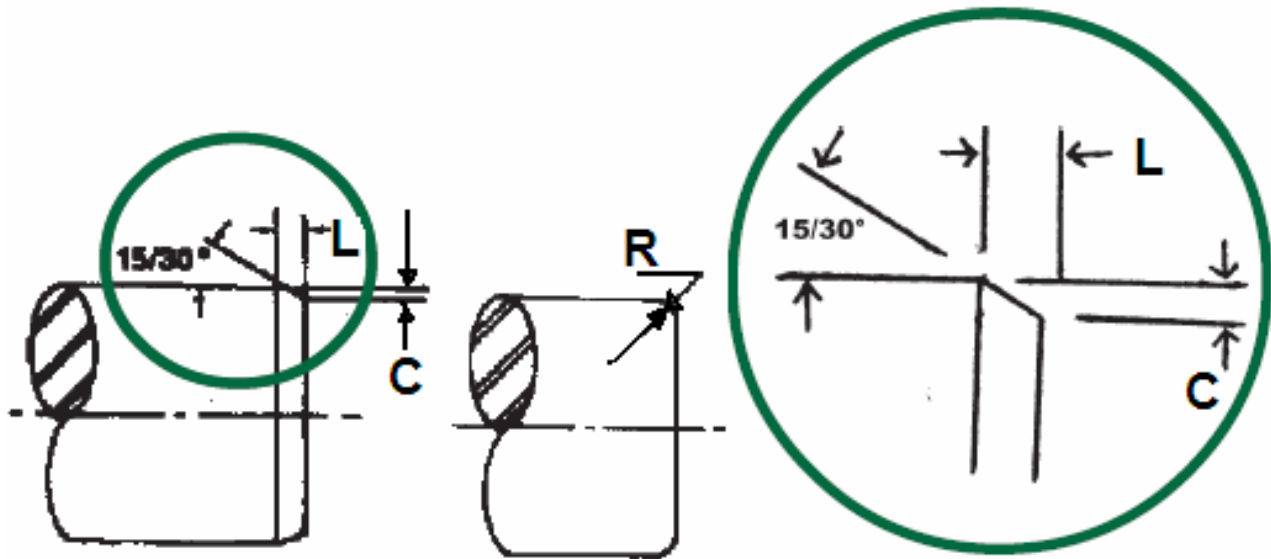
الأقطار المعيارية للمحور حسب الإنش و مقدار التسامح

Diameters of Finished Shafting (former American Standard ASA B17.1)

Diameters, Inches		Minus Tolerances, Inches ^a	Diameters, Inches		Minus Tolerances Inches ^a	Diameters, Inches		Minus Tolerances, Inches ^a
Transmission Shafting	Machinery Shafting		Transmission Shafting	Machinery Shafting		Transmission Shafting	Machinery Shafting	
	1/2	0.002		1 13/16	0.003		3 3/4	0.004
	9/16	0.002		1 7/8	0.003		3 7/8	0.004
	5/8	0.002	1 15/16	1 15/16	0.003	3 15/16	4	0.004
	11/16	0.002		2	0.003		4 1/4	0.005
	3/4	0.002		2 1/16	0.004	4 7/16	4 1/2	0.005
	13/16	0.002		2 1/8	0.004		4 3/4	0.005
	7/8	0.002	2 3/16	2 3/16	0.004	4 15/16	5	0.005
15/16	15/16	0.002		2 1/4	0.004		5 1/4	0.005
	1	0.002		2 5/16	0.004	5 7/16	5 1/2	0.005
	1 1/16	0.003		2 3/8	0.004		5 3/4	0.005
	1 1/8	0.003	2 7/16	2 7/16	0.004	5 15/16	6	0.005
1 3/16	1 3/16	0.003		2 1/2	0.004		6 1/4	0.006
	1 1/4	0.003		2 5/8	0.004	6 1/2	6 1/2	0.006
	1 5/16	0.003		2 3/4	0.004		6 3/4	0.006
	1 3/8	0.003	2 15/16	2 7/8	0.004	7	7	0.006
1 7/16	1 7/16	0.003		3	0.004		7 1/4	0.006
	1 1/2	0.003		3 1/8	0.004	7 1/2	7 1/2	0.006
	1 9/16	0.003		3 1/4	0.004		7 3/4	0.006
	1 5/8	0.003		3 3/8	0.004	8	8	0.006
1 11/16	1 11/16	0.003	3 7/16	3 1/2	0.004
	1 3/4	0.003		3 5/8	0.004

^a Note:—These tolerances are *negative* or minus and represent the maximum allowable variation *below* the exact nominal size.

القياسات المعيارية للشطب (chamfer)



Shaft Diameter (Inches)	C	R	Preferred L@15°	Optional L@30°
Up to 4.000	.093	.188	.347	.156
4.001 to 7.000	.125	.250	.466	.218
7.001 to 40.000	.188	.375	.702	.323
40.001 and larger	.250	.500	.933	.433

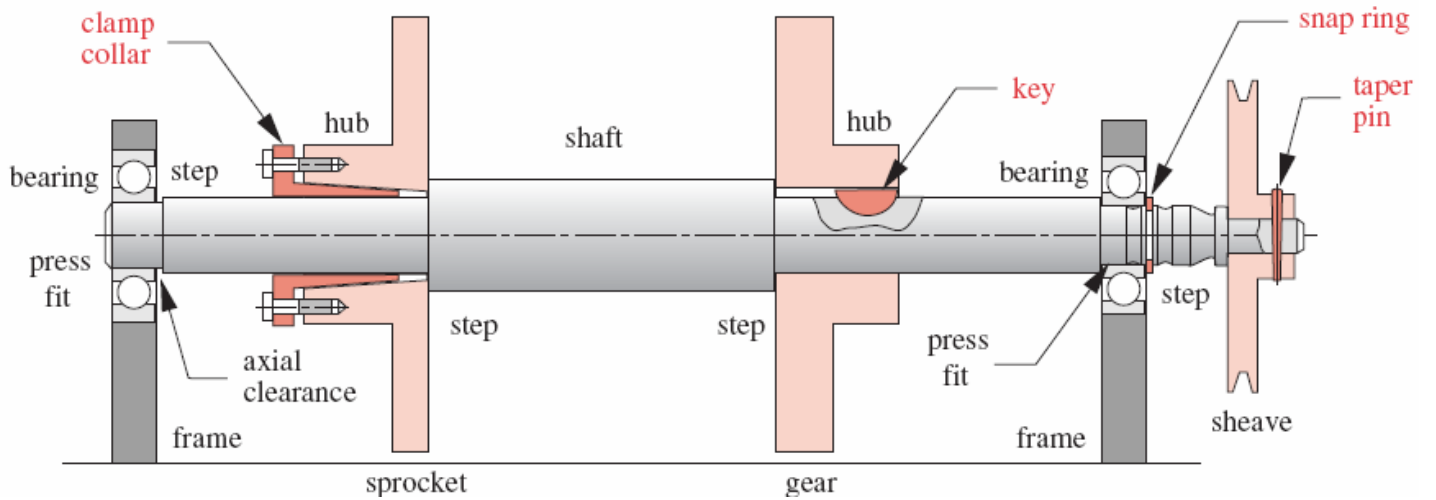
Shaft Diameter (Millimeters)	C	R	Preferred L@15°	Optional L@30°
Up to 100.0	2.5	4.5	8.5	4.0
100.1 to 180.0	3.0	6.0	11.5	5.0
180.1 to 1000.0	5.0	9.5	18.0	8.0
1000.1 and larger	6.5	12.7	24.0	11.0

العوامل المهمة في إنتخاب مانع التسرب للمحور

- 1- سرعة المحور
- 2- نعومة سطح المحور في محل تثبيت مانع التسرب
- 3- درجة حرارة محيط عمل المحور
- 4- إعوجاج و لا مركزية المحور
- 5- نوع الزيت أو المائع المطلوب عدم تسربه
- 6- شرائط محيط العمل كالأتربة و الرطوبة و الحركات الإهتزازية
- 7- مقدار ضغط المائع الواجب عدم تسربه



رسم محور مع بعض الأجزاء الميكانيكية



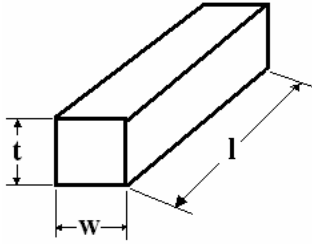
الخابور - Key

إنتخاب الخابور على أساس إجهاد القصّ

$$l = \frac{4Tn}{S_y Dw}$$

إنتخاب الخابور على أساس إجهاد الضغط

$$l = \frac{4Tn}{S_y Dt}$$



l طول الخابور

T العزم

D قطر المحور

w عرض الخابور

t ضخامة الخابور

n عامل الأمان

S_y مقاومة الخضوع للمادة المصنوع منها الخابور لإنتخاب الخابور ، أو مقاومة الخضوع للمادة

المصنوع منها المحور لإنتخاب موضع الخابور على المحور ثم ننتخب الطول الأطول للأمان .

مشخصات الخابور في النظام المتري

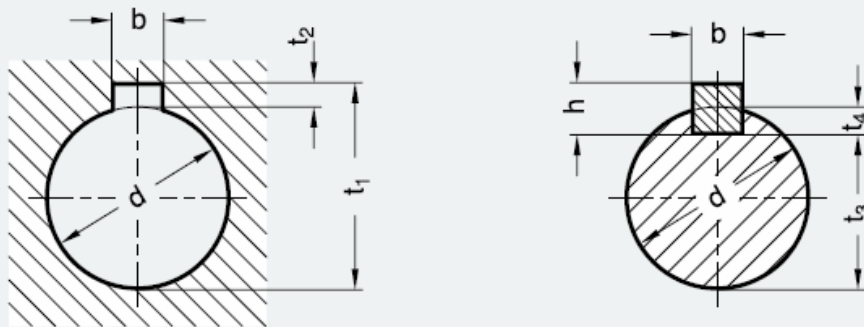


heavy type

Keyway and key details

Extract from

DIN 6885/1

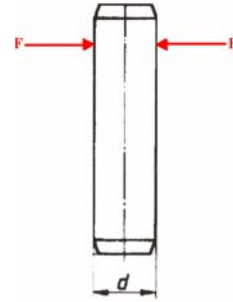
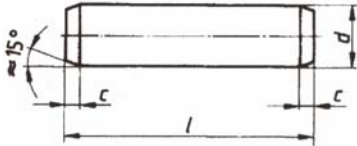


d	b P9 Hub-keyway	b P9 Shaft-keyway	h	$t_1 = d + t_2$	t_2	$t_3 = d - t_4$	t_4
7				8			
8	2	2	2	9	1 +0,1	5,8	1,2 +0,1
9	3	3	3	10,4	1,4	7,2	1,8
10	3	3	3	11,4	1,4	8,2	1,8
11	4	4	4	12,8	1,8	8,5	2,5
12				13,8	1,8	9,5	2,5
13				15,3	2,3	10	3
14	5	5	5	16,3	2,3	11	3
15				17,3	2,3	12	3
16				18,3	2,3	13	3
17	5	5	5	19,3	2,3	14	3
18	6	6	6	20,8	2,8	14,5	3,5
20				22,8	2,8	16,5	3,5
22	6	6	6	24,8	2,8	18,5	3,5
24	8	8	7	27,3	3,3 +0,2	20	4 +0,2
25				28,3	3,3	21	4
26	8	8	7	29,3	3,3	22	4
28				31,3	3,3	24	4
30	8	8	7	33,3	3,3	26	4
32				35,3	3,3	27	5
34	10	10	8	37,3	3,3	29	5
35				38,3	3,3	30	5
36	10	10	8	39,3	3,3	31	5
38				41,3	3,3	33	5
40				43,3	3,3	35	5
42	12	12	8	45,3	3,3	37	5
44				47,3	3,3	39	5

الدبوس - Pin

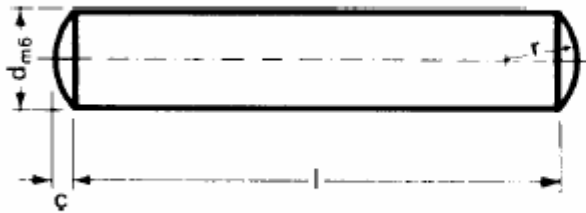
جهد القصّ على الدبوس

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



Zylinderstifte DIN 7

Toleranzfeld m6, mit Linsenkupe gedreht



Ersatz: ISO 2338

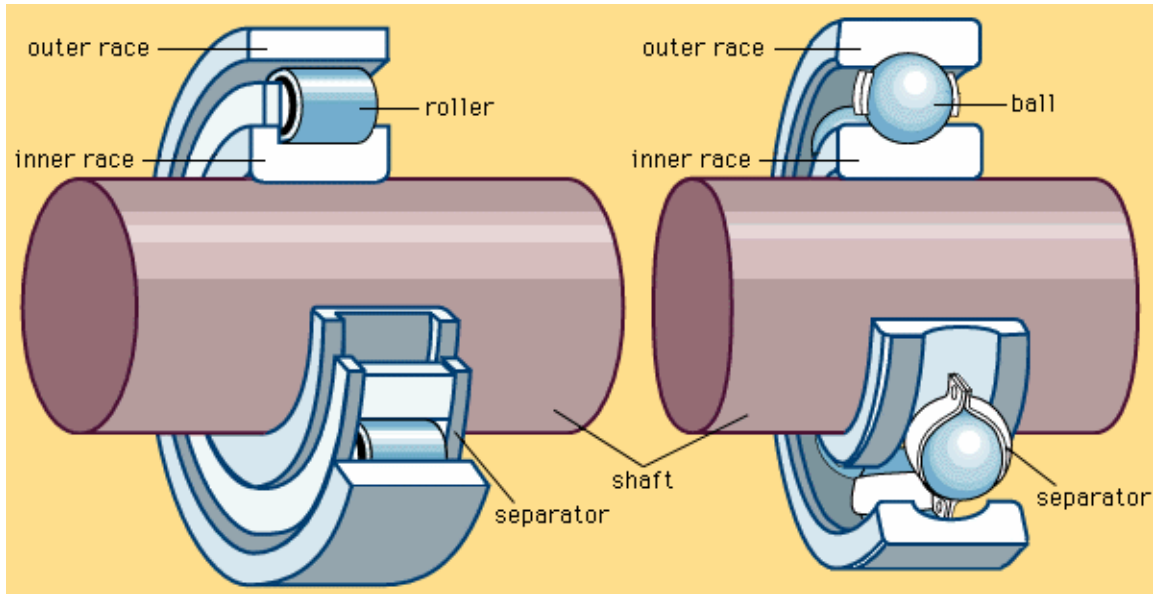
d m6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
c Größmaß	0,3	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8
r	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12

المحامل - Bearings

يتم إنتخاب المحمل على أساس تحليل القوى و شرائط محيط عمل المحمل و بعض المعامل التي سنبحثها في هذا الفصل .

السعة الديناميكية : سعة الحمل التي يتحملها المحمل ليدور مليون دورة بدون تلف و يرمز لها بالحرف C

السعة الستاتيكية : سعة الحمل التي يتحملها المحمل ليصبح مجموع تغيرات (الفواصل) للكرات و الحلقة الداخلية و الخارجية أقل من 0.0001 إنش و يرمز لها بالحرف C_0



العمر المفيد للمحمل

يحسب العمر المفيد للمحمل من هذه الرابطة :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^n$$

L العمر حسب مليون دور في الدقيقة

n معمل يساوي $n = 3$ للكرات (ball)، $n = \frac{10}{3}$ للإسطوانات (roller)

P الحمل على المحمل و يحسب من هذه الرابطة $P = x \times F_r + y \times F_a$

F_r القوة القطرية

F_a القوة المحورية

نحسب هذه النسبة $\frac{F_a}{C_0}$ و من جداول المحامل نحصل على e ثم من e و $\frac{F_a}{F_r}$ نحصل على x و y

لإنتخاب المحمل توجد حالتين :

الأولى : نوع المحمل و القوى المؤثرة على المحمل معينة و المطلوب عمر المحمل ، تعتبر هذه حالة بسيطة و يمكن حساب عمر المحمل من الروابط التي ذكرناها . يجب التذكير بأن العمر المفيد للمحمل هو لشرائط مطلوبة و قريبة للمثالية ، لكن إذا تغيرت الشرائط فسيغير عمر المحمل .

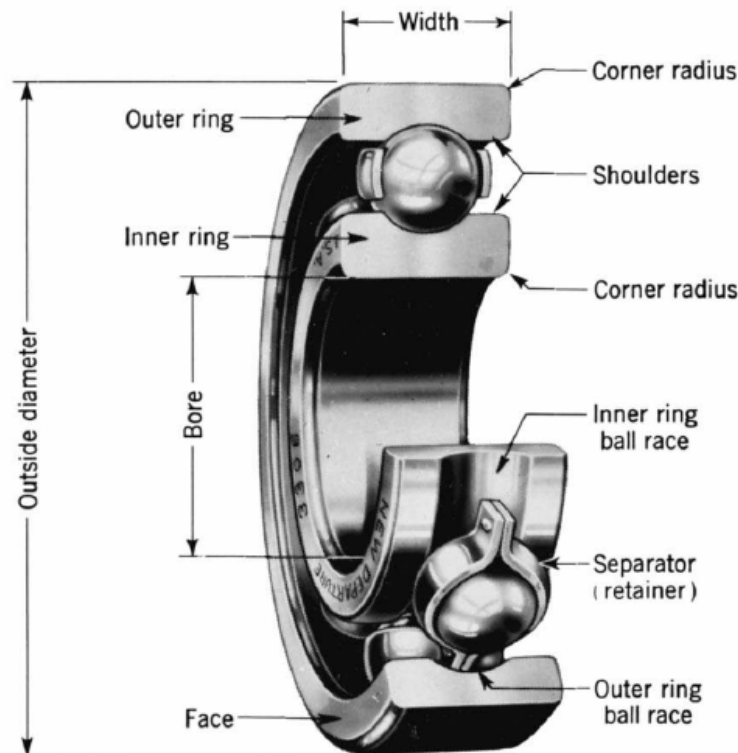
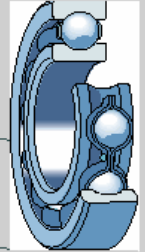
الثانية : عمر المحمل و نوع القوى المؤثرة على المحمل معينة و المطلوب نوع المحمل ، هذه الحالة أعقد من الأولى . نحسب السعة الديناميكية للمحمل C من الروابط أعلاه ، و نقايسها مع C للمحمل المُعطى إذا كانت كبيرة جداً فالمحمل هو محمل قوي و إذا كانت صغيرة فالمحمل ضعيف ، و الأفضل أن تكون C الناتجة من المحاسبات أقل بقليل من C المحمل المُعطى ، يمكن فرض معمل للأمان (safety factor)

F_a/C_0	e	$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r) > e$	
		X_1	Y_1	X_2	Y_2
0.014*	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1.00	0	0.56	1.71
0.070	0.27	1.00	0	0.56	1.63
0.084	0.28	1.00	0	0.56	1.55
0.110	0.30	1.00	0	0.56	1.45
0.17	0.34	1.00	0	0.56	1.31
0.28	0.38	1.00	0	0.56	1.15
0.42	0.42	1.00	0	0.56	1.04
0.56	0.44	1.00	0	0.56	1.00

*Use 0.014 if $F_a/C_0 < 0.014$.

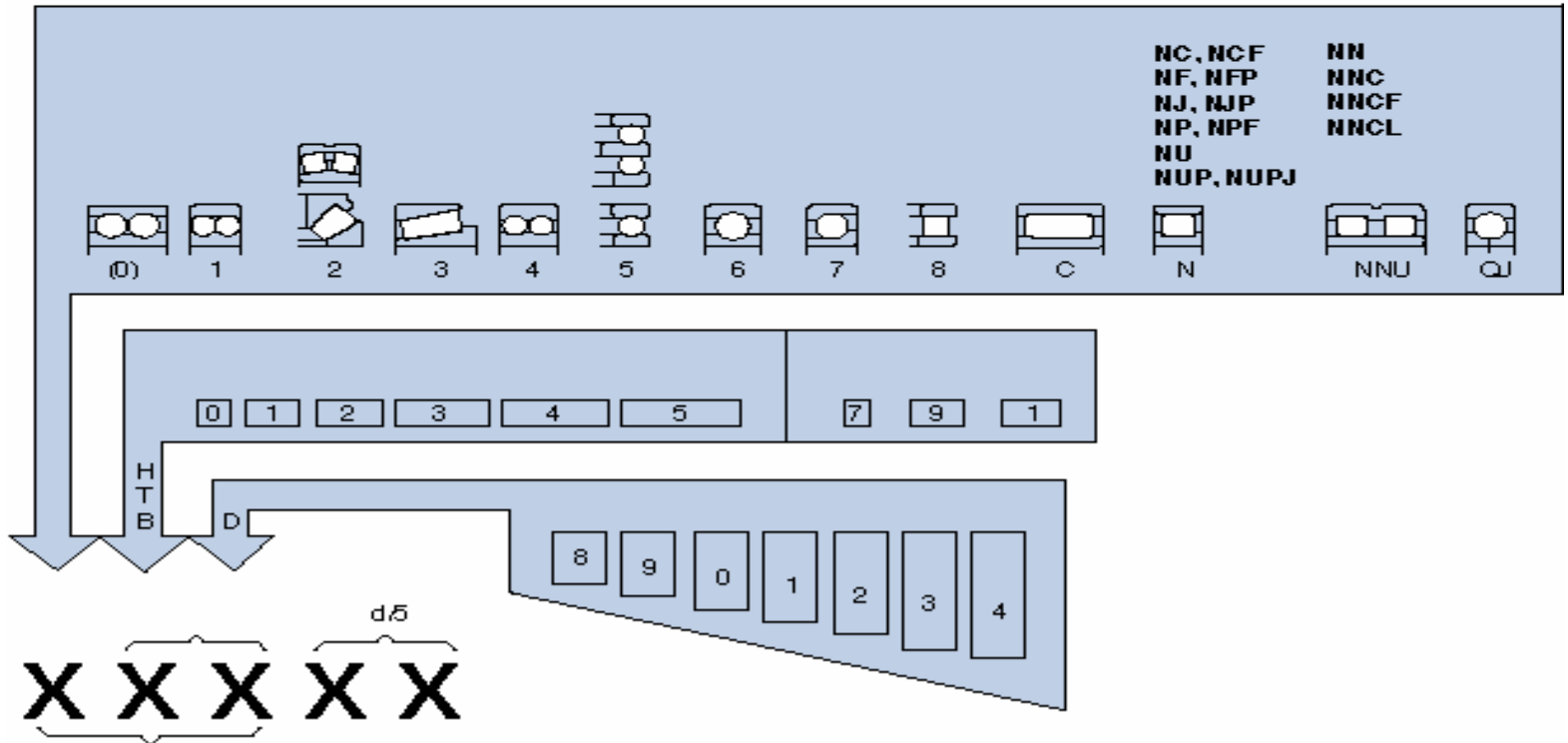
في جداول المحامل توجد الكثير من المعلومات يمكن استخدامها في إنتخاب المحمل على سبيل المثال هذا الجدول من SKF لهذا النوع من المحمل :

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	C	C_0		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN		kN	r/min		kg	-
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	80000	0,0015	623
3	10	4	0,54	0,18	0,007	-	40000	0,0015	623-2RS1
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	63000	0,0015	623-2Z
3	10	4	0,54	0,18	0,007	-	40000	0,0015	623-RS1
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	80000	0,0015	623-Z
4	9	2,5	0,54	0,18	0,007	140000	85000	0,0007	618/4
4	9	3,5	0,54	0,18	0,007	140000	70000	0,0010	628/4-2Z
4	9	4	0,54	0,18	0,007	140000	70000	0,0013	638/4-2Z
4	11	4	0,715	0,232	0,0098	130000	80000	0,0017	619/4
4	11	4	0,715	0,232	0,0098	130000	63000	0,0017	619/4-2Z
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	75000	0,0021	604
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	60000	0,0021	604-2Z
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	60000	0,0021	604-Z
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	67000	0,0031	624
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	53000	0,0031	624-2Z
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	67000	0,0031	624-Z
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634
4	16	5	1,11	0,38	0,016	-	28000	0,0054	634-2RS1
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	48000	0,0054	634-2RZ
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	48000	0,0054	634-2Z
4	16	5	1,11	0,38	0,016	-	28000	0,0054	634-RS1
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634-RZ
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634-Z
5	11	3	0,637	0,255	0,011	120000	75000	0,0012	618/5
5	11	4	0,637	0,255	0,011	120000	60000	0,0014	628/5-2Z



لكل محمل عدد خاص يمكن إستنتاج بعض المعلومات من هذا العدد مثلاً القطر الداخلي للمحمل نوع المحمل و غيرها كما هو الحال مع هذا الجدول من SKF

	223		544	6(0)4		(0)4															
	213		524	623		33															
	232		543	6(0)3		23															
	222		523	622		(0)3															
	241		542	6(0)2		22															
	231		522	630		12															
	240	323	534	6(1)0		(0)2															
	230	313	514	16(0)0		31															
	249	303	513	639		31															
	139	239	332	619		30															
	130	248	322	609		20															
	(1)23	238	302	7(0)4	814	10															
	1(0)3		331	7(0)3	894	40															
	1(0)2	294	330	7(0)2	874	30															
(0)33	1(0)2	293	320	7(1)0	813	59															
(0)32	1(1)0	292	329	510	637	38															
				4(2)3	591	28															
				4(2)2	590	39															
					607	18															
					708	48															
					811	19															



الثلاثة أعداد الأولى على اليسار تعين نوع المحامل (كروية ، أسطوانية ، مخروطية ، أحادية أو ثنائية) و طبقته المحمل (ثقل خفيف متوسط) و العددان الأخيران على اليمين عند ضربهما في 5 نحصل على القطر الداخلي للمحمل (قطر محل المحور) حسب الملي متر.

يبين هذا الجدول أنواع المحامل و إستعمالاتها (عالية ، جيدة ، رديئة) حسب أنواع القوى و الحمل المؤثر عليها :

Axial Disp. Possible in Bearing	Pure Radial Load	Pure Axial load	Combined Load	Moment Load	High Speed	High Running Accuracy	High Stiffness	Quiet Running	Low Friction	Comp. for Errors of Alignment During Operation	Comp. for Errors of Alignment (Initial)	Location Bearing Installation	Non-location Bearing Installation	Axial Disp. Possible in Bearing
Ball Single - Row	C	C	C	F	A	A	C	A	A	F	F	B	C	NR
C Ball Single Double - Row	C	C	C	C	C	C	C	C	B	NR	NR	C	C	NR
Ball Self - Aligning	C	F	F	NR	B	B	F	B	B	A	B	C	C	NR
Ball Angular Contact	C	C	B	F	B	A	C	B	B	F	F	B	NR	NR
Ball Angular Contact Back - to - Back	B	C	B	C	C	B	B	C	C	NR	NR	B	C	NR
Ball Four - Point Contact	F	C	C	C	B	C	C	C	C	NR	NR	B	F	NR
Cylindrical Roller N, NU	B	NR	NR	NR	A	B	B	B	B	F	F	NR	A	A
Cylindrical Roller NJ, NUP	B	C	C	NR	A	B	B	C	B	F	F	C	C	C
Cylindrical Roller Double Row	A	NR	NR	C	A	A	A	B	B	NR	NR	NR	A	A
Full Complement Cylinder Roller	A	C	F	NR	F	C	A	F	F	F	F	C	C	C
Full Cylinder Roller Double - Row	A	C	F	C	F	C	A	F	F	NR	NR	C	C	C
Needle Roller	B	NR	NR	NR	C	C	B	C	F	NR	NR	NR	A	A
Spherical Roller	A	C	A	NR	C	C	B	C	C	A	B	B	C	NR
Taper Roller	B	B	A	NR	C	B	B	C	C	F	F	B	NR	NR
Taper Roller (Face - to - Face)	A	B	A	F	C	C	A	C	C	F	F	A	C	NR
Thrust Ball	NR	C	NR	NR	C	B	C	F	C	NR	NR	C	NR	NR
Thrust Bal with Spherical Housing Washer	NR	C	NR	NR	C	C	C	F	C	NR	-	C	NR	NR
Thrust Cylinder Roller	NR	B	NR	NR	F	B	B	F	F	NR	NR	C	NR	NR
Thrust Needle Roller	NR	B	NR	NR	F	C	B	F	F	NR	NR	C	NR	NR
Thrust Spherical Roller	NR	A	C	NR	C	C	B	F	C	A	B	B	NR	NR

A = Excellent

B = Good

C = Satisfactory

F = Poor

NR = Inconvenient or not recommended

- = Not applicable

عالي

جيد

مقبول

ضعيف

لا يوصى به

غير عملي

بعض أنواع المحامل



deep-groove-ball-bearing



double row angular ball bearing



spherical-roller-bearing



cylindrical-roller-bearing



Self aligning ball bearings



double-row-tapered-roller-bearing



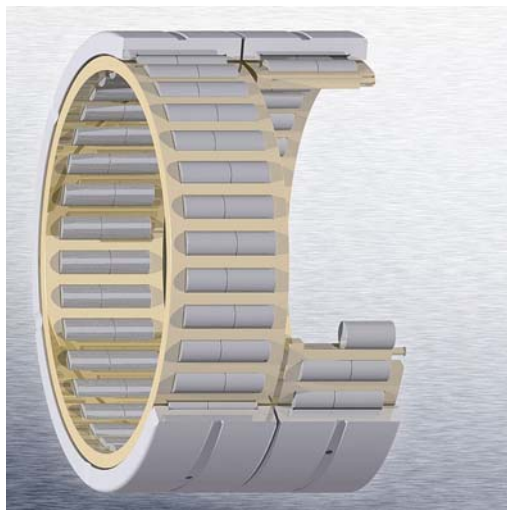
thrust-ball-bearing



spherical-roller-thrust-bearing



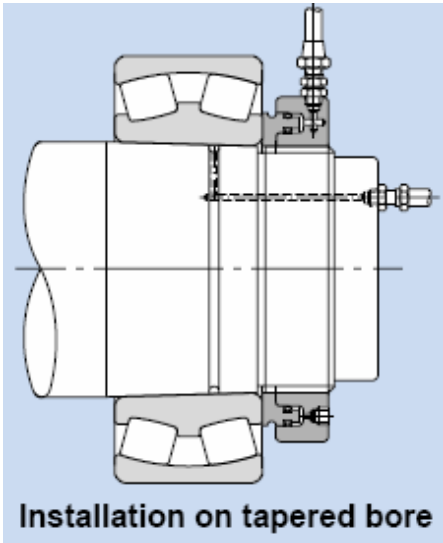
tapered-roller -bearing



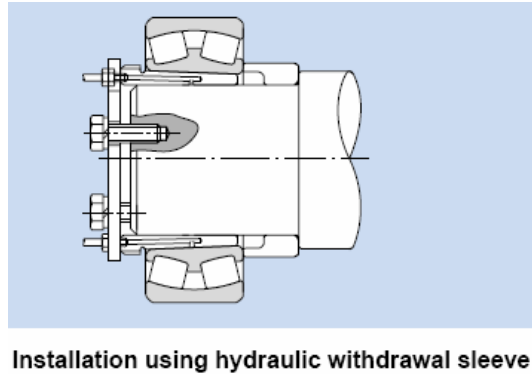
multi-row-cylindrical-roller-bearing

طرق تركيب و تنصيب المحامل على المحاور

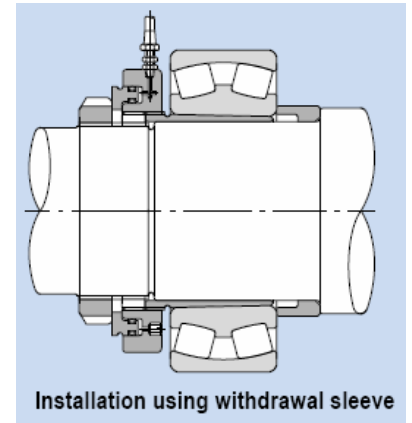
لتركيب المحامل على المحاور يجب إتباع توصيات الشركات المصنعة لتلك المحامل . بعض القطعات المساعدة للتنصيب كمضخات الزيت و البطانات المعدنية و الجلبات و المفاتيح و الصمولات الهيدروليكية ترسل مع المحامل . بعض المحامل بحاجة الى تسخينها و ذلك لسهولة تنصيبها . يجب تسخين المحمل بالزيت و الحرارة يجب أن لا تزيد عن الحرارة المذكورة في كتيبات التنصيب و الصيانة التي ترسل مع المحامل (و التي لا تزيد عن 110 درجة سانتيجراد) أو عن طريق الحث الكهربائي . أو عن طريق ضربات على الحلقة الداخلية للمحمل و في نواحي لا تؤثر على المحمل و بمواد مرنة و ناعمة كالمطاط أو الخشب أو البرنز .



تنصيب على ثقب مستدق
مع مجرى زيت للتزيت



تنصيب بمساعدة جلبة ساحبة هيدروليكية



تنصيب بمساعدة جلبة ساحبة



جلبة ساحبة (withdrawal sleeve)
بطانة معدنية مستدقة الشكل أحد طرفيها
مسنن على شكل برغي عند ضبط الصمولة
الهيدروليكية أو العادية ، تنسحب هذه
البطانة أو الجلبة لتملاً الفاصلة بين المحور
و الجلبة و الجلبة و المحمل .

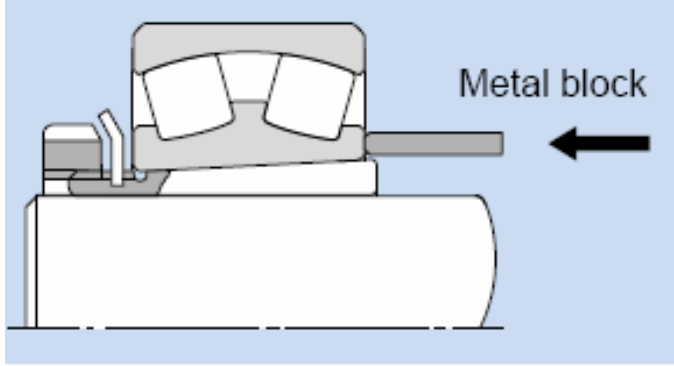


تسخين بالحث الكهربائي
(induction heater)

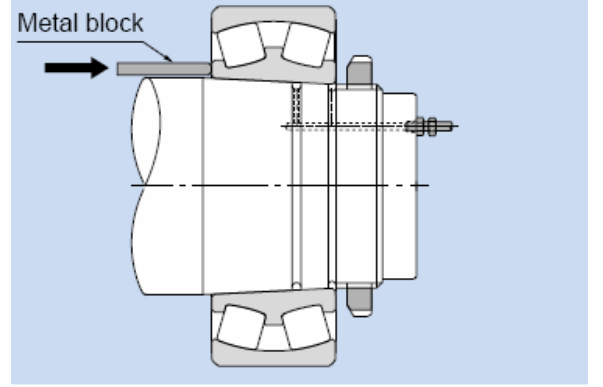


فتح و تفكيك المحمل

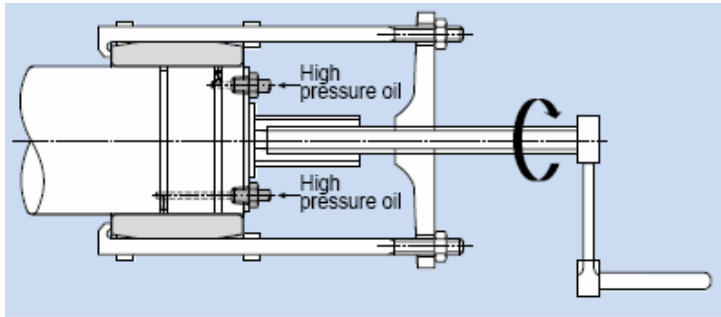
في أكثر الحالات يتم فتح و تفكيك المحامل بنفس طريقة تركيبها .



Disassembly of bearing with adapter



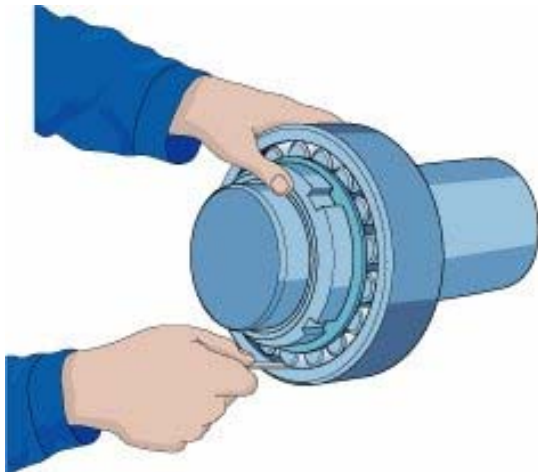
Disassembly using high pressure oil (hydraulic)



Disassembly using high pressure oil (hydraulic)



صمولة هيدروليكية (hydraulic nut)
تستعمل هذه الصمولة لتنصيب و فتح
المحمل من موضعه المستقر على جلبة
مستدقة الشكل .



يتم قياس الفسحة المجازة بين الكرات أو
الإسطوانات و الحلقة الخارجية بمقياس
الفجوات (feeler) و تستخرج قيمة الفسحة
من جداول المحامل و هي ترتبط بنوع
المحمل .

الأضرار التي تواجهها المحامل

تتعرض المحامل لأضرار و صدمات عديدة نتيجة شرائط محيط العمل الميكانيكية و البيئية فالحرارة العالية و الإهتزازات و القوى الأضافية و الأتربة و الرطوبة تقلل من عمر المحمل .

تظهر الأضرار داخل سطح الحلقات الداخلية و الخارجية و على سطح الكرات و الأسطوانات الفلزية و الحلقة القفصية للكرات و الأسطوانات الفلزية بصورة سطوح خشنة أو تصدع أو شقوق أو كسر. عندما يتعرض المحمل للرطوبة تظهر آثار التآكل على كل سطح المحمل ، و عندما يعمل المحمل تحت قوى تزيد عن القوى المسموحة له أو عندما يفقد المحمل الزيت و الشحم اللازم للتزيت و التشحيم ترتفع درجة حرارة المحمل و يتعرض المحمل لصدمات حرارية يمكن تشخيصها من خلال مشاهدة تغير لون السطوح التي تعرضت للحرارة العالية يتغير اللون الفضي الى اللون الأزرق الداكن أو اللون البنفسجي .

عدم تركيب المحمل بصورة صحيحة و عدم مراعات التسامح بين الكرات أو الأسطوانات الفلزية و السطح الداخلي للحلقة الخارجية يعرض المحمل لأضرار شديدة كأرتفاع حرارة المحمل أو حركات أهتزازية شديدة .

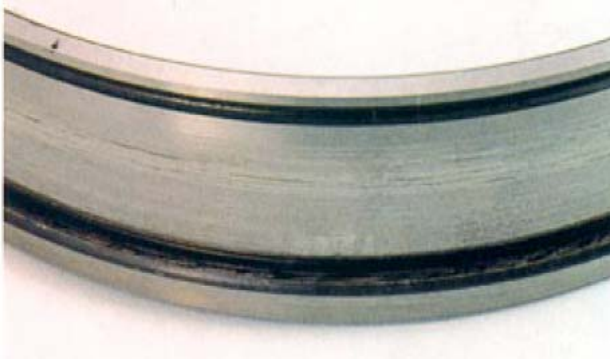
عند اللحام يجب أن لا ينتقل التيار الكهربائي من خلال المحمل و يجب تغير مسير التيار الكهربائي فالجذحات الكهربائية بين الكرات أو الأسطوانات الفلزية و الحلقات الداخلية و الخارجية أحد أسباب الأضرار التي تواجهها المحامل .



مسير حركة الكرات الحلقة الداخلية
نتيجة قوى محورية زائدة



مسير حركة الكرات الحلقة الخارجية
نتيجة قوى محوري زائدة



الحلقة الداخلية لمسير الأسطوانات
نتيجة عدم التزيت



الحلقة الداخلية لمسير الأسطوانات
نتيجة حمل أو قوة زائدة



أسطوانة لمحمل أسطواني
نتيجة عدم الخبرة عند تركيب المحمل



الحلقة القفصية للكرات
نتيجة عدم التزيت



الحلقة الخارجية
نتيجة التآكل بسبب الماء



الحلقة الداخلية
نتيجة القوى الإهتزازية

الزنجير و لإطار المسنن – Chain and Sprocket

ننتخب الزنجير في المكائن التي يتم فيها إنتقال القدرات العالية و الدوران البطئ . لتصميم و إنتخاب الزنجير و إطار الزنجير نحن بحاجة الى بعض المعطيات و الفرضيات . هذه المعطيات و الفرضيات

هي :

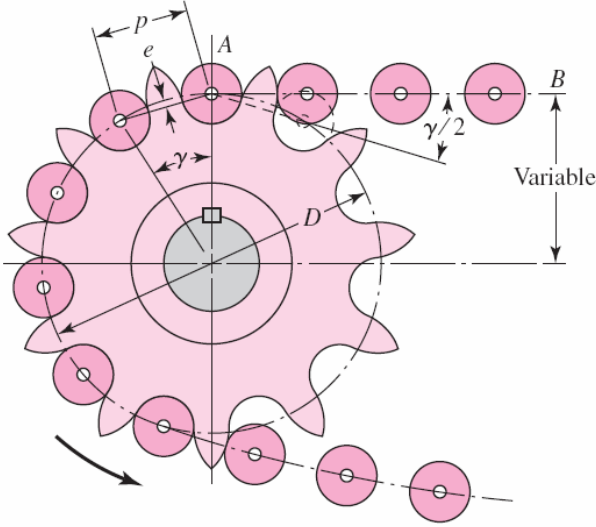
D قطر دائرة خطوات الإطار المسنن

P طول خطوات الزنجير

N عدد الأسنان في الإطار المسنن

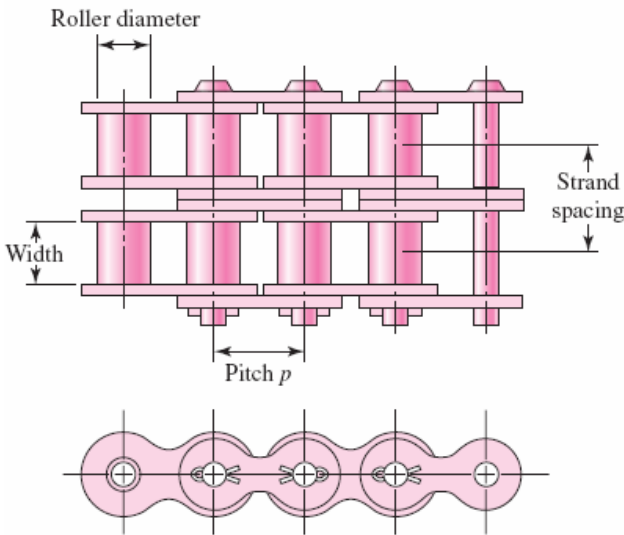
V سرعة الزنجير

n عدد دورات الإطار المسنن في الدقيقة أو الثانية



$$D = \frac{P}{\sin \frac{180}{N}} \quad D = \frac{P}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

Portion of a double-strand roller chain.



$$V = \frac{\pi D n}{12} \text{ فوت في الدقيقة أو متر في الثانية} \quad V = \frac{N P n}{12}$$

C الفاصلة المركزية من مركز الإطار المسنن الكبير

الى مركز الإطار المسنن الصغير

N_1 عدد أسنان الإطار الكبير و N_2 عدد أسنان الإطار

الصغير و L طول الزنجير .

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{L}{P}$$

$$C = \frac{P}{4} \left[-A + \sqrt{A^2 - 8 \left(\frac{N_1 - N_2}{2\pi} \right)^2} \right]$$

الطول التقريبي للزنجير :

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{P} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_1 - N_2)^2}{4\pi^2 \left(\frac{C}{P} \right)}$$

القدرة التي تنقلها أنواع الزناجير حسب قدرة الحصان

Rated Horsepower Capacity of Single- Strand Single-Pitch Roller Chain
for a 17-Tooth Sprocket

Sprocket Speed, rev/min	ANSI Chain Number					
	25	35	40	41	50	60
50	0.05	0.16	0.37	0.20	0.72	1.24
100	0.09	0.29	0.69	0.38	1.34	2.31
150	0.13*	0.41*	0.99*	0.55*	1.92*	3.32
200	0.16*	0.54*	1.29	0.71	2.50	4.30
300	0.23	0.78	1.85	1.02	3.61	6.20
400	0.30*	1.01*	2.40	1.32	4.67	8.03
500	0.37	1.24	2.93	1.61	5.71	9.81
600	0.44*	1.46*	3.45*	1.90*	6.72*	11.6
700	0.50	1.68	3.97	2.18	7.73	13.3
800	0.56*	1.89*	4.48*	2.46*	8.71*	15.0
900	0.62	2.10	4.98	2.74	9.69	16.7
1000	0.68*	2.31*	5.48	3.01	10.7	18.3
1200	0.81	2.73	6.45	3.29	12.6	21.6
1400	0.93*	3.13*	7.41	2.61	14.4	18.1
1600	1.05*	3.53*	8.36	2.14	12.8	14.8
1800	1.16	3.93	8.96	1.79	10.7	12.4
2000	1.27*	4.32*	7.72*	1.52*	9.23*	10.6
2500	1.56	5.28	5.51*	1.10*	6.58*	7.57
3000	1.84	5.64	4.17	0.83	4.98	5.76
Type A			Type B		Type C	

*Estimated from ANSI tables by linear interpolation.

Note: Type A — manual or drip lubrication; type B — bath or disk lubrication; type C — oil-stream lubrication.

Rated Horsepower Capacity of Single- Strand Single-Pitch Roller Chain for a 17-Tooth Sprocket

Sprocket Speed, rev/min		ANSI Chain Number							
		80	100	120	140	160	180	200	240
50	Type A	2.88	5.52	9.33	14.4	20.9	28.9	38.4	61.8
100		5.38	10.3	17.4	26.9	39.1	54.0	71.6	115
150		7.75	14.8	25.1	38.8	56.3	77.7	103	166
200		10.0	19.2	32.5	50.3	72.9	101	134	215
300		14.5	27.7	46.8	72.4	105	145	193	310
400		18.7	35.9	60.6	93.8	136	188	249	359
500	Type B	22.9	43.9	74.1	115	166	204	222	0
600		27.0	51.7	87.3	127	141	155	169	
700		31.0	59.4	89.0	101	112	123	0	
800		35.0	63.0	72.8	82.4	91.7	101		
900		39.9	52.8	61.0	69.1	76.8	84.4		
1000		37.7	45.0	52.1	59.0	65.6	72.1		
1200		28.7	34.3	39.6	44.9	49.9	0		
1400		22.7	27.2	31.5	35.6	0			
1600		18.6	22.3	25.8	0				
1800		15.6	18.7	21.6					
2000		13.3	15.9	0					
2500		9.56	0.40						
3000		7.25	0						

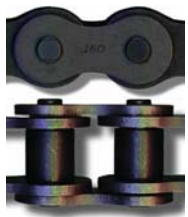
Type C

Type C'

Note: Type A — manual or drip lubrication; type B — bath or disk lubrication; type C — oil-stream lubrication; type C' — type C, but this is a galling region; submit design to manufacturer for evaluation.

هذان الجدولان لتعين قدرة الزنجير لإطار من 17 سن حسب سرعة الإطار و رقم الزنجير لنظام

ANSI لزنجر من نوع A , B , C و C' . لزنجر منفرد .



زنجر منفرد
Single Strand



زنجر مزدوج
Double Strand

القدرة المجازة التي ينقلها كل زنجير

$$H_a = K_1 \times K_2 \times H_{tab}$$

H_a القدرة المجازة التي ينقلها كل زنجير

H_{tab} القدرة التي ينقلها كل زنجير نستخرجها من الجدول حسب سرعة الإطار و رقم الزنجير

K_1 معامل تصحيح الأسنان من الجدول الأسفل

K_2 معامل الزناجير المركبة من الجدول الأسفل

Tooth Correction Factors, K_1

Number of Teeth on Driving Sprocket	K_1 Pre-extreme Horsepower	K_1 Post-extreme Horsepower
11	0.62	0.52
12	0.69	0.59
13	0.75	0.67
14	0.81	0.75
15	0.87	0.83
16	0.94	0.91
17	1.00	1.00
18	1.06	1.09
19	1.13	1.18
20	1.19	1.28
N	$(N_1/17)^{1.08}$	$(N_1/17)^{1.5}$

Multiple-Strand Factors K_2

Number of Strands	K_2
1	1.0
2	1.7
3	2.5
4	3.3
5	3.9
6	4.6
8	6.0

H_d كل القدرة التي يجب أن ينقلها الزنجير أو عدة زناجير

H_{nom} كل القدرة الاسمية التي ينقلها الزنجير حسب تصميم الماكينة

K_s عامل المساعدة (service factor) يرتبط بشرائط محيط العمل نظيفة أم غير نظيفة

n_d عامل أمان التصميم يمكن فرضه ثم تصحيحه

$$H_d = H_{nom} \times K_s \times n_d$$

عدد الأسنان المجازة في كل إطار مسنن حسب رقم الزنجير

Single-Strand Sprocket Tooth Counts Available from One Supplier*

No.	Available Sprocket Tooth Counts
25	8-30, 32, 34, 35, 36, 40, 42, 45, 48, 54, 60, 64, 65, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
35	4-45, 48, 52, 54, 60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
41	6-60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
40	8-60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
50	8-60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
60	8-60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
80	8-60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 78, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
100	8-60, 64, 65, 67, 68, 70, 72, 74, 76, 80, 84, 90, 95, 96, 102, 112, 120
120	9-45, 46, 48, 50, 52, 54, 55, 57, 60, 64, 65, 67, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 90, 96, 102, 112, 120
140	9-28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45, 48, 54, 60, 64, 65, 68, 70, 72, 76, 80, 84, 96
160	8-30, 32-36, 38, 40, 45, 46, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 72, 73, 80, 84, 96
180	13-25, 28, 35, 39, 40, 45, 54, 60
200	9-30, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 42, 44, 45, 48, 50, 51, 54, 56, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 68, 70, 72
240	9-30, 32, 35, 36, 40, 44, 45, 48, 52, 54, 60

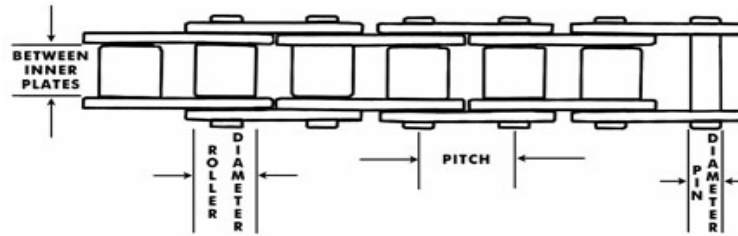
*Morse Chain Company, Ithaca, NY, Type B hub sprockets.

بعض مشخصات الزناجير في النظام الإنشائي

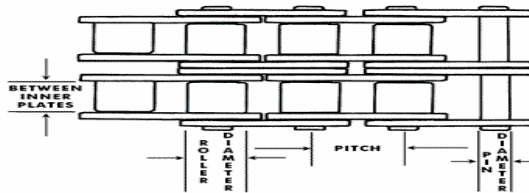
Dimensions of American Standard Roller Chains—Single Strand

ANSI Chain Number	Pitch, in (mm)	Width, in (mm)	Minimum Tensile Strength, lbf (N)	Average Weight, lbf/ft (N/m)	Roller Diameter, in (mm)	Multiple-Strand Spacing, in (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)

Source: Compiled from ANSI B29.1-1975.

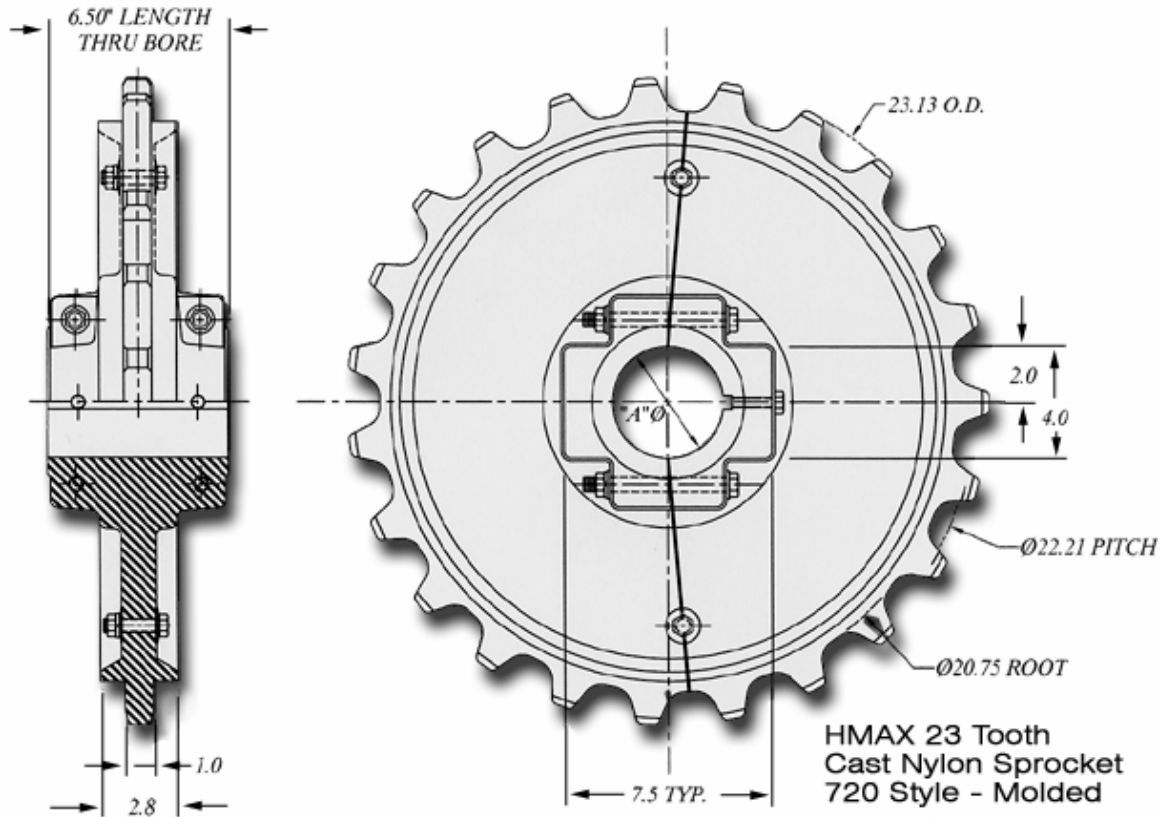


Chain Number	Pitch	Roller Diameter	Between Inner Plates	Pin Diameter	Average Tensile	Lbs. per foot (nominal)
#25	1/4	.130	1/8	.091	875	.08
#35	3/8	.200	3/16	.141	2,100	.22
#40	1/2	.312	5/16	.156	3,700	.41
#41	1/2	.306	1/4	.141	2,000	.27
#50	5/8	.400	3/8	.200	6,100	.68
#60					8,500	1.00
#60 Cottered	3/4	.468	1/2	.234	8,500	1.05
#60 Heavy					8,800	1.20
#80	1	.625	5/8	.312	14,500	1.70
#80 Cottered					14,500	1.75
#80 Heavy					15,500	2.19
#100	1-1/4	.750	3/4	.375	24,000	2.62
#100 Cottered					24,000	2.75
#100 Heavy					26,000	3.10
#120	1-1/2	.875	1	.437	34,000	3.75
#120 Cottered						4.06
#140	1-3/4	1.000	1	.500	46,000	4.66
#140 Cottered						5.25
#160	2	1.112	1-1/4	.562	58,000	6.50
#160 Cottered						6.96



Chain Number	Pitch	Roller Diameter	Between Inner Plates	Pin Diameter	Average Tensile	Lbs. per foot (nominal)
#35-2	3/8	.200	3/16	.141	4,200	.43
#40-2	1/2	.312	5/16	.156	7,400	.80
#50-2	5/8	.400	3/8	.200	12,200	1.30
#60-2	3/4	.468	1/2	.234	17,000	2.02
#80-2	1	.625	5/8	.312	29,000	3.40
#80-2 Cottered						3.50
#100-2 Cottered	1-1/4	.750	3/4	.375	48,000	5.26
#120-2 Cottered	1-1/2	.875	1	.437	68,000	7.80
#140-2 Cottered	1-3/4	1.000	1	.500	92,000	9.87

مخطط لإطار مسنن مع الفواصل و الأبعاد

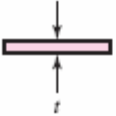

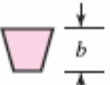
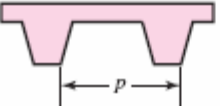


http://www.hitmax.com/epg/epgdata/hmax_23t_spkt.htm

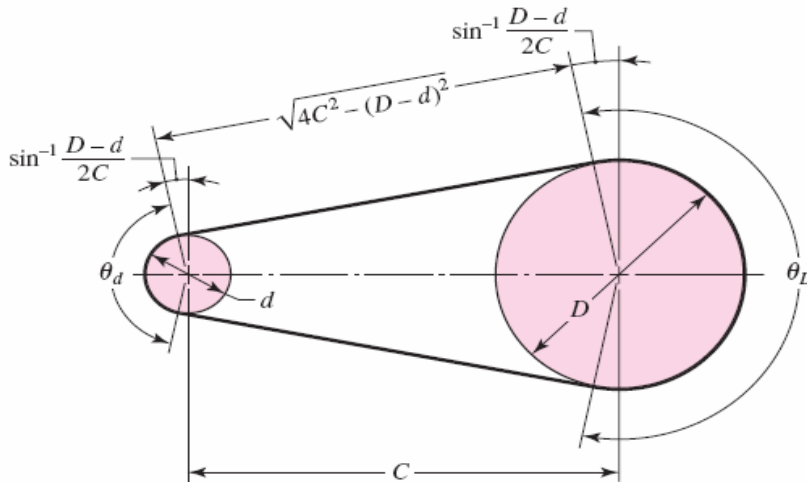
الحزام أو السير - Belt

يستعمل الحزام أو السير لنقل القدرة في الأجهزة التي فيها القدرة قليلة و السرعة عالية ، و إذا كانت القدرة عالية و السرعة قليلة يستعان بالزناجير . يصنع السير أو الحزام من الجلد أو المطاط . شكل مقطع السير مختلف دائري أو بشكل السبعة أو مسطح .

خصائص بعض أنواع الأحزمة

Belt Type	Figure	Joint	Size Range	Center Distance
Flat		Yes	$t = \begin{cases} 0.03 \text{ to } 0.20 \text{ in} \\ 0.75 \text{ to } 5 \text{ mm} \end{cases}$	No upper limit
Round		Yes	$d = \frac{1}{8} \text{ to } \frac{3}{4} \text{ in}$	No upper limit
V		None	$b = \begin{cases} 0.31 \text{ to } 0.91 \text{ in} \\ 8 \text{ to } 19 \text{ mm} \end{cases}$	Limited
Timing		None	$p = 2 \text{ mm and up}$	Limited

القوانين و الفواصل لتصميم و إنتخاب الأحزمة



D قطر البكرة الكبيرة .

d قطر البكرة الصغيرة .

C فاصلة مركز البكرة الكبيرة الى

البكرة الصغيرة .

L طول السير .

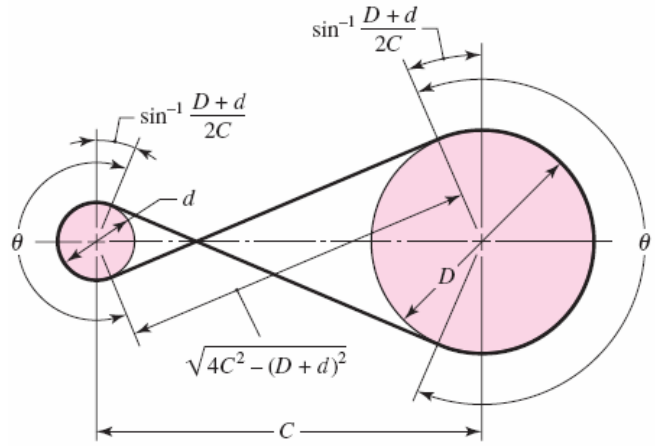
θ_D و θ_d زوايا التماس

$$\theta_d = \pi - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2C} \right)$$

$$\theta_D = \pi + 2 \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2C} \right)$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D-d)^2} + \frac{1}{2} (D \times \theta_D + d \times \theta_d)$$

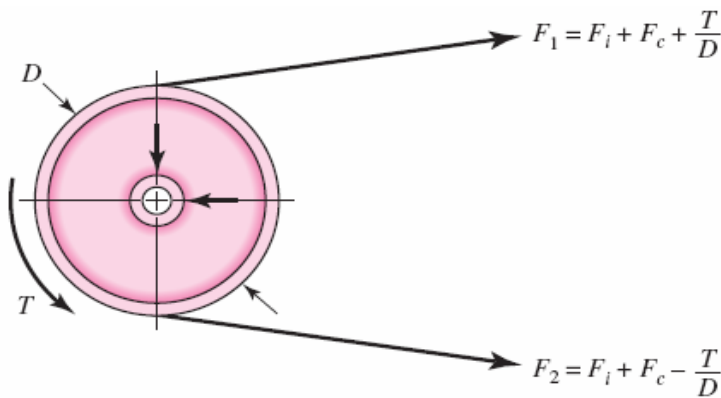
الأحزمة المتقاطعة



$$\theta = \pi + 2 \sin^{-1} \left(\frac{D+d}{2C} \right)$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D+d)^2} + \frac{1}{2} (D+d) \times \theta$$

تحليل القوى على الأحزمة



$$F_1 = F_i + F_c + \frac{T}{D}$$

$$F_2 = F_i + F_c - \frac{T}{D}$$

$$F_1 - F_2 = \frac{2T}{D}$$

سرعة الحزام : $V = \frac{\pi d n}{12}$ فوت في الدقيقة ، d قطر البكرة الصغيرة ، و n عدد دورات البكرة

الصغيرة في الدقيقة .

إذا كان وزن الحزام في الفوت الواحد w (باوند قوة في الفوت الواحد) في هذه الحالة :

$$F_c = \frac{w}{32.17} \times \left(\frac{V}{60}\right)^2$$

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = e^{\mu\theta}$$

e عدد نابير ، و θ زاوية تماس الحزام مع البكرة ، و μ عامل الإحتكاك و المقادير التقريبية له :

الكتان على الفولاذ $\mu = 0.3$

المطاط على الفولاذ $\mu = 0.35$

الجلد على الفولاذ $\mu = 0.4$

في بعض الحالات يمكن غض النظر عن F_c إذا كان وزن الحزام قليل .

القدرة التي ينقلها الحزام

$$H = \frac{(F_1 - F_2) \times V}{33000}$$

القدرة حسب قوة الحصان

$$H_d = H_{nom} \times K_s \times n_d$$

H_{nom} القدرة الأسميه

n_d عامل التصميم

H_d القدرة العملية الأسميه

K_s عامل المساعدة (service factor)

Suggested Service Factors K_s for V-Belt Drives

Driven Machinery	Source of Power	
	Normal Torque Characteristic	High or Nonuniform Torque
Uniform	1.0 to 1.2	1.1 to 1.3
Light shock	1.1 to 1.3	1.2 to 1.4
Medium shock	1.2 to 1.4	1.4 to 1.6
Heavy shock	1.3 to 1.5	1.5 to 1.8

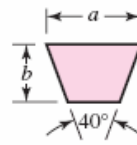
Service Factors Vee (V) Belts

Driven Equipment; V	Operating Period /day					
	< 8 h			> 16 h		
	< 8 h	< 16 h	> 16 h	< 8 h	< 16 h	> 16 h
	Driving Machine: Reasonable Smooth Starting torque 100% - 200% FL			Driving Machine: Coarse Starting torque 200%-400%		
	Electric Motors -Star Delta DC motors-shunt wound IC engines over 8 cyl'rs Turbines			DC Motors with series/mixed excitation AC Motors (DOL) Two stroke Engines IC engines under 600 rpm,		
Smooth Machine Tools-Lathes drills etc Liquid agitators, Blowers, Exhausters Light Duty conveyors Centrifugal Pumps	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Uneven Machine Tools-Milling /Gearcutting;etc Printing machines Laundry Machinery Generators Piston pumps and compressors(4+ cylinder) Fans and blowers Chain conveyors Elevators Circular saws for wood Transmissions Printing ,Paper-making machines Food-industry machines-dough mixers Heavy screens Rotary furnaces High-speed grinders Positive Displacement Rotary Pumps Revolving Vibrating screens Punches/Presses	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Planing machines Vertical shapers and wood-processing machines Piston pumps and compressors with one or two cylinders Bucket elevators Fans and blowers of heavy types Exciters Screw and drag conveyors Crushers Piston Pumps Presses heavy flywheels Weaving machines Machines for cleaning cotton Machines for pressing and pelletising fodder Positive Displacement Blowers	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,6
Hoists Excavators dredgers Heavy presses shears Mechanical hammers Mills(ball, rod, tube) Stone crushers Hammer mills Crushers (gyratory, jaw, roll) Sawmill machines Rubber Calendars, extruders, Mills	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

أحزمة ب شكل V

بعض خصائص هذا النوع من الأحزمة

Belt Section	Width a , in	Thickness b , in	Minimum Sheave Diameter, in	hp Range, One or More Belts
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{32}$	3.0	$\frac{1}{4}$ -10
B	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{16}$	5.4	1-25
C	$\frac{7}{8}$	$\frac{17}{32}$	9.0	15-100
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	13.0	50-250
E	$1\frac{1}{2}$	1	21.6	100 and up



القدرة التي ينقلها هذا النوع من الحزام (لكل حزام)

Horsepower Ratings of Standard V Belts

Belt Section	Sheave Pitch Diameter, in	Belt Speed, ft/min				
		1000	2000	3000	4000	5000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
B	5.0 and up	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
C	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
	7.0 and up	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
D	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 and up	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
E	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 and up	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
28.0 and up	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1	

القدرة التي ينقلها الحزام

$$H_a = K_1 \times K_2 \times H_{tab}$$

H_a القدرة التي ينقلها كل حزام

H_{tab} القدرة التي نستخرجها من الجدول لكل حزام من الجدول أعلاه

K_1 معامل تصحيح الزاوية

K_2 معامل تصحيح الطول

Angle of Contact Correction Factor K_1 for VV* and V-Flat Drives

$\frac{D-d}{C}$	θ , deg	K_1	
		VV	V Flat
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.89	0.84
0.80	132.8	0.87	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

*A curvefit for the VV column in terms of θ is
 $K_1 = 0.143543 + 0.007468\theta - 0.000015052\theta^2$
 in the range $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Belt-Length Correction Factor K_2^*

Length Factor	Nominal Belt Length, in				
	A Belts	B Belts	C Belts	D Belts	E Belts
0.85	Up to 35	Up to 46	Up to 75	Up to 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Up to 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 and up	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 and up	330 and up	540 and up	660

*Multiply the rated horsepower per belt by this factor to obtain the corrected horsepower.

عدد الأحزمة

عدد الأحزمة هو عدد صحيح و يساوي كل القدرة العملية تقسيم القدرة التي ينقلها كل حزام :

$$N_b \geq \frac{H_d}{H_a}$$

لتعين القوة F_c نستعين بهذا القانون $F_c = K_c \left(\frac{V}{1000}\right)^2$ و K_c نستخرها من هذا الجدول :

Some V-Belt Parameters*

Belt Section	K_b	K_c
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1098	1.217
8V	4830	3.288

*Data courtesy of Gates Rubber Co., Denver, Colo.

العمر المفيد لكل حزام

$$T_1 = F_1 + \frac{K_b}{d}$$

$$T_2 = F_1 + \frac{K_b}{D}$$

$$N_p = \left[\left(\frac{K}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1}$$

Belt Section	10^8 to 10^9 Force Peaks		10^9 to 10^{10} Force Peaks		Minimum Sheave Diameter, in
	K	b	K	b	
A	674	11.089			3.0
B	1193	10.926			5.0
C	2038	11.173			8.5
D	4208	11.105			13.0
E	6061	11.100			21.6
3V	728	12.464	1062	10.153	2.65
5V	1654	12.593	2394	10.283	7.1
8V	3638	12.629	5253	10.319	12.5

$$t = \frac{N_p L_p}{720 \times V}$$

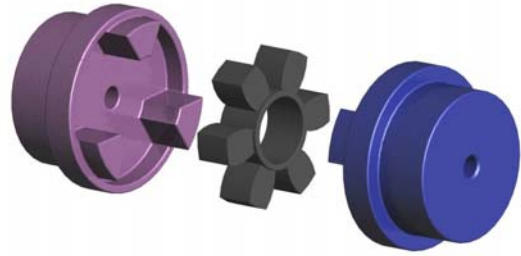
العمر المفيد للحزام حسب الساعة (عمل)

المقرنة - Coupling

المقرنة قطعة ميكانيكية تستخدم لإتصال إنتهاء محورين ببعضهما و هي على أنواع منها صلبة (solid coupling) و منها مرنة (flexible coupling). تنظيم شطريّ المقرنة ذو أهمية بالغة و عدم تنظيم المقرنة بصورة صحيحة يؤدي الى ظهور قوى قطرية و محورية إضافية تؤثر على صندوق التروس و الموتور و بالأخصّ على المحامل. نوع من أنواع المقرنة المرنة تتشكل من قطعتين فلزيتين بينهما قطعة مطاطية و هذا النوع أكثر شيوعاً في المكائن.

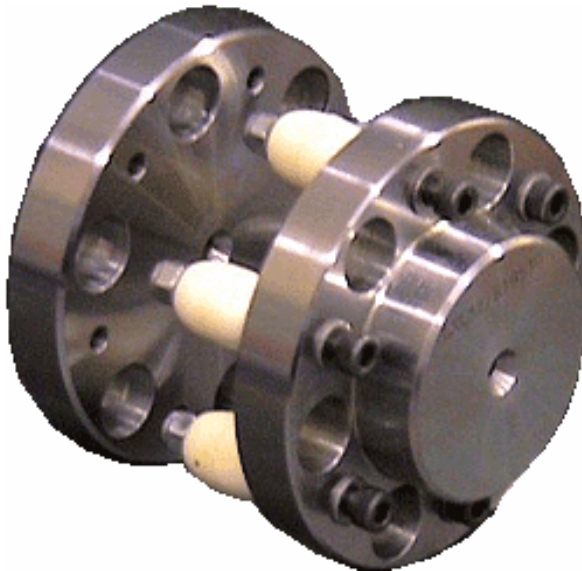


Solid coupling

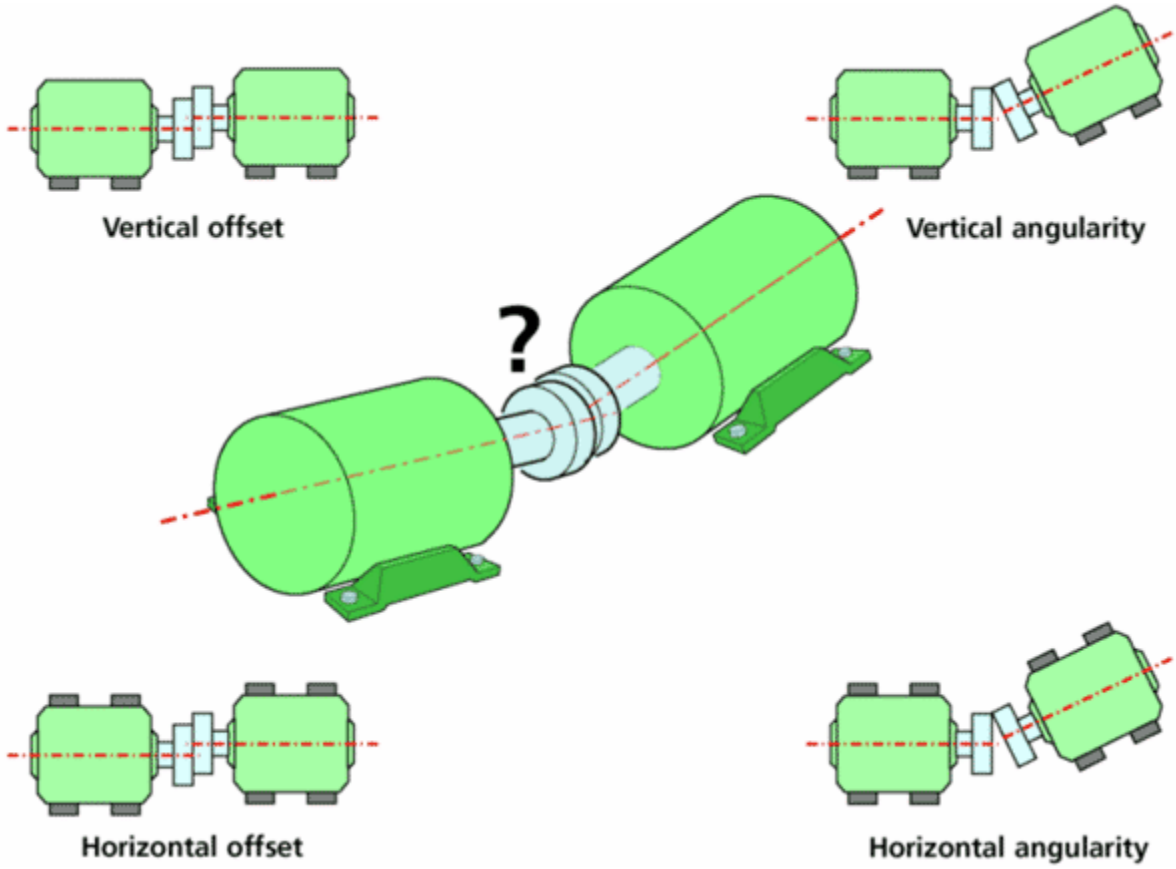


Flexible coupling

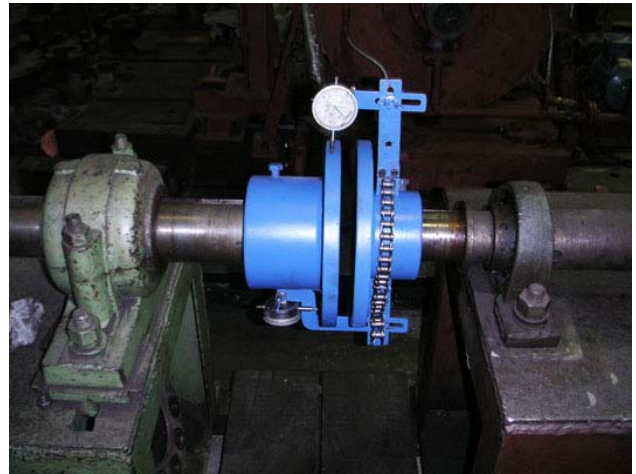
يتم ضبط المقرنة الصلبة بالبرغي و الصمولة ، و في بعض أنواع المقرنات المرنة جزء من طول البرغي مغطى بقطعة مطاطية صلبة لإمتصاص الضربات و الإهتزازات . تثبت هذه البراغي على الجزء المُحرك .



تنظيم شطري المقرنة



نستعمل ساعة القياس (dial indicator)،
و مقياس الفجوات (feeler gauge)
لتنظيم شطري المقرنة .



في الصفحة القادمة مشخاضات نوعين من أنواع المقرنات لشركة فليندر . عند تنصيب المقرنة يجب مراعاة الفاصلة بين شطريها S_1 .

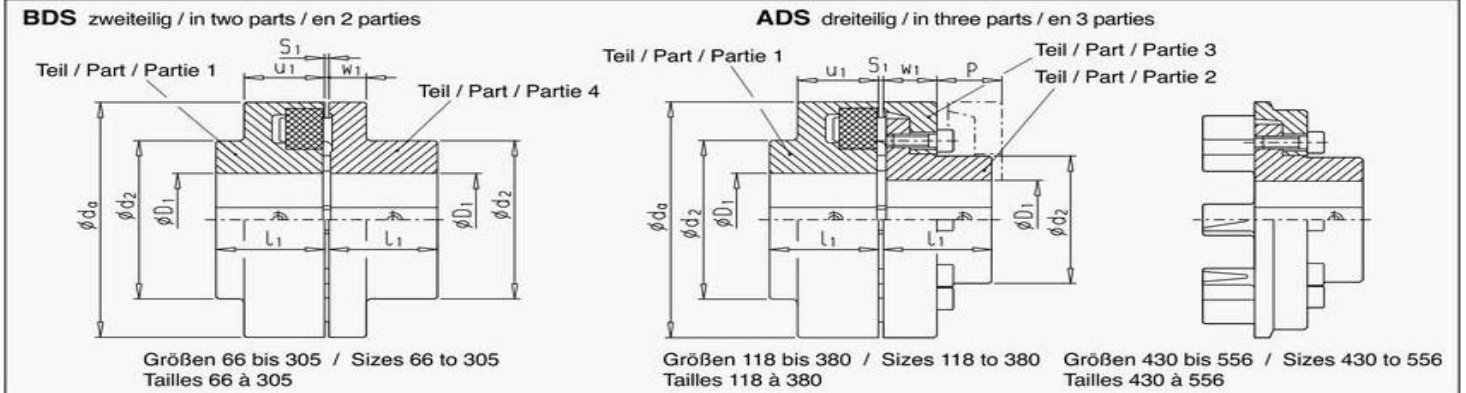
FLENDER
N-EUPEX-DS

Elastische Kupplungen
Bauarten BDS und ADS

Flexible Couplings
Types BDS and ADS

Accouplements élastiques
Types BDS et ADS

■ = ab Flender-Vorratslager lieferbar ■ = available ex Flender stock ■ = livrables du stock Flender



3.1.1 Nennwerte P _N : n, Drehmomente T _{KN} , Drehzahlen n _{max} , Maße, Massenträgheitsmomente J und Gewichte Nominal values P _N : n, torques T _{KN} , speeds n _{max} , dimensions, mass moments of inertia J and weights Caractéristiques P _N : n, couples T _{KN} , vitesses n _{max} , dimensions, moments d'inertie J et poids																					
N-EUPEX-DS Kupplung Coupling Accouplement	Nennwert Nominal value Caractéristique	Nenn- drehmoment Nom. torque Couple nomin.	Dreh- zahl Speed Vitesse	Bohrung / Bore Alésage		d ₂		Teil Part Partie		Massenträgheitsmoment Mass moment of inertia Moment d'inertie				Gewicht Weight Poids							
				Teil / Part / Partie 1	4 + 2	1	2	Teil/Part/Partie		Gesamt Total	Teil/Part/Partie		Gesamt Total								
								1	4 o. 2 + 3		1	4 o. 2 + 3									
Bauart Type	Größe Size Taille	P _N n	T _{KN} Nm	n _{max} min ⁻¹	4) bis jusqu'à	4) bis jusqu'à	d _a mm	1 mm	2 mm	l ₁ mm	P mm	S ₁ mm	u ₁ mm	w ₁ mm	1 kgm ²	4 o. 2 + 3 kgm ²	Gesamt Total kgm ²	1 kg	4 o. 2 + 3 kg	Gesamt Total kg	
BDS 66	0.002	19	5000	-	19	-	24	66	40	20	2... 4	20	8	0.0001	0.0002	0.0003	0.24	0.31	0.55		
BDS 76	0.0036	34	5000	-	24	-	28	76	50	20	2... 4	20	8	0.0002	0.0003	0.0005	0.33	0.42	0.75		
BDS 88	0.0063	60	5000	-	30	-	38	88	68	30	2... 4	30	10	0.0007	0.0006	0.0013	1	0.92	1.92		
BDS 103	0.011	100	5000	-	42	-	42	103	76	76	35	2... 4	30	12	0.0015	0.0014	0.0029	1.6	1.5	3.1	
BDS 118	0.017	160	5000	-	48	-	48	118	86	86	40	2... 4	34	14	0.003	0.0031	0.0061	1.9	2.1	4	
BDS 135	0.025	240	5000	-	55	-	55	135	100	100	50	2... 4	36	18	0.006	0.007	0.013	3.1	3.5	6.6	
BDS 152	0.038	360	4900	-	60	-	60	152	108	100	55	2... 4	36	20	0.011	0.011	0.022	4.2	4.4	8.6	
BDS 172	0.059	560	4250	-	65	-	65	172	118	108	60	2... 6	41	20	0.019	0.018	0.037	5.8	5.7	11.5	
BDS 194	0.092	880	3800	-	75	-	75	194	135	125	70	2... 6	44	20	0.037	0.032	0.069	8.8	8.2	17	
BDS 218	0.14	1340	3400	-	85	-	85	218	150	140	80	2... 6	47	24	0.062	0.059	0.121	12	12.1	24.1	
BDS 245	0.21	2000	3000	-	90	-	90	245	150	150	90	2... 6	52	18	0.09	0.082	0.172	14.5	14.6	29.1	
BDS 272	0.29	2800	2750	44	100	44	100	272	165	165	100	3... 8	60	18	0.16	0.132	0.292	20	19.1	39.1	
BDS 305	0.41	3900	2450	47	110	52	110	305	180	180	110	3... 8	65	20	0.26	0.208	0.468	27	24.3	51.3	
ADS 118	0.017	160	5000	-	48	-	38	118	86	62	40	33	2... 4	34	20	0.003	0.003	0.006	1.9	1.94	3.84
ADS 135	0.025	240	5000	-	55	-	45	135	100	75	50	38	2... 4	36	23	0.006	0.006	0.012	3.1	3.1	6.2
ADS 152	0.038	360	4900	-	60	-	50	152	108	82	55	43	2... 4	36	28	0.011	0.012	0.023	4.2	4.5	8.7
ADS 172	0.059	560	4250	-	65	-	58	172	118	95	60	47	2... 6	41	28	0.019	0.020	0.039	5.8	6	11.8
ADS 194	0.092	880	3800	-	75	-	65	194	135	108	70	50	2... 6	44	30	0.037	0.035	0.072	8.8	8.5	17.3
ADS 218	0.14	1340	3400	-	85	-	75	218	150	122	80	53	2... 6	47	32	0.062	0.062	0.124	12	12	24
ADS 245	0.21	2000	3000	-	90	-	85	245	150	138	90	61	2... 6	52	38	0.09	0.115	0.205	14.5	17.7	32.2
ADS 272	0.29	2800	2750	44	100	30	95	272	165	155	100	69	3... 8	60	42	0.16	0.2	0.36	20	24.7	44.7
ADS 305	0.41	3900	2450	47	110	52	105	305	180	172	110	73	3... 8	65	42	0.26	0.3	0.56	27	29.1	56.1
ADS 340	0.58	5500	2150	47	120	44	100	340	200	165	125	78	3... 8	70	47	0.41	0.49	0.94	38	39.3	77.3
							120			200						0.44	0.53	0.98	38	40.3	78.3
ADS 380	0.81	7700	1950	59	140	59	110	380	230	180	140	83	3... 8	74	51	0.71	0.84	1.62	54	53.5	107.5
							140			230						0.77	0.93	1.71		57.5	111.5
ADS 430	1.1	10300	1700	64	150	64	120	430	250	200	160	88	3... 8	78	56	1.2	1.26	2.69	76	69	145
							150			250						1.4	1.4	2.83		74	150
ADS 472	1.4	13500	1550	78	160	78	130	472	265	215	180	99	5...10	86	64	1.9	2	4.13	95	91	186
							160			265						2.1	2.1	4.23		97	192
ADS 514	1.7	16600	1400	88	180	88	145	514	300	240	190	104	5...10	90	65	2.8	3	6.15	119	115	234
							180			300						3.1	3.3	6.45		122	241
ADS 556	2.2	21200	1300	98	190	98	150	556	315	250	210	115	5...10	102	68	4.4	4.1	8.85	159	138	297
							190			315						4.7	4.6	9.35		152	311

- | | | |
|---|--|--|
| <p>1) Bei Ausfall der Elastikelemente laufen die Kupplungsteile frei zueinander. Es findet keine metallische Berührung statt.</p> <p>2) P_N = Nennleistung in kW
n = Drehzahl in min⁻¹</p> <p>3) Massenträgheitsmomente J und Gewichte gelten für mittlere Bohrungen.</p> <p>4) Vorbohrung</p> | <p>1) Upon failure of flexible elements the coupling parts rotate independent of each other. There is no metal-to-metal contact.</p> <p>2) P_N = Nominal power rating in kW
n = Speed in min⁻¹</p> <p>3) Mass moments of inertia J and weights refer to couplings with medium-sized bores.</p> <p>4) Pilot bore</p> | <p>1) Lors de la rupture des éléments élastiques, les deux parties de l'accouplement tournent indépendamment. Il n'y a aucun contact métallique.</p> <p>2) P_N = Puissance nominale en kW
n = Vitesse de rotation en min⁻¹</p> <p>3) Moments d'inertie J et poids correspondent à l'alésage moyen.</p> <p>4) Préalésage</p> |
|---|--|--|
- Bestellbeispiele Seite 33 Ordering examples on page 33 Exemples de commande page 33

أنواع المقرنات من شركة فليندر





ZAPEX

universal gear coupling oil or grease lubricated



ZAPEX-ZIN

universal gear coupling according to international standards



ARPEX

all-steel coupling



AUTOGARD

torque limiter



PLANOX

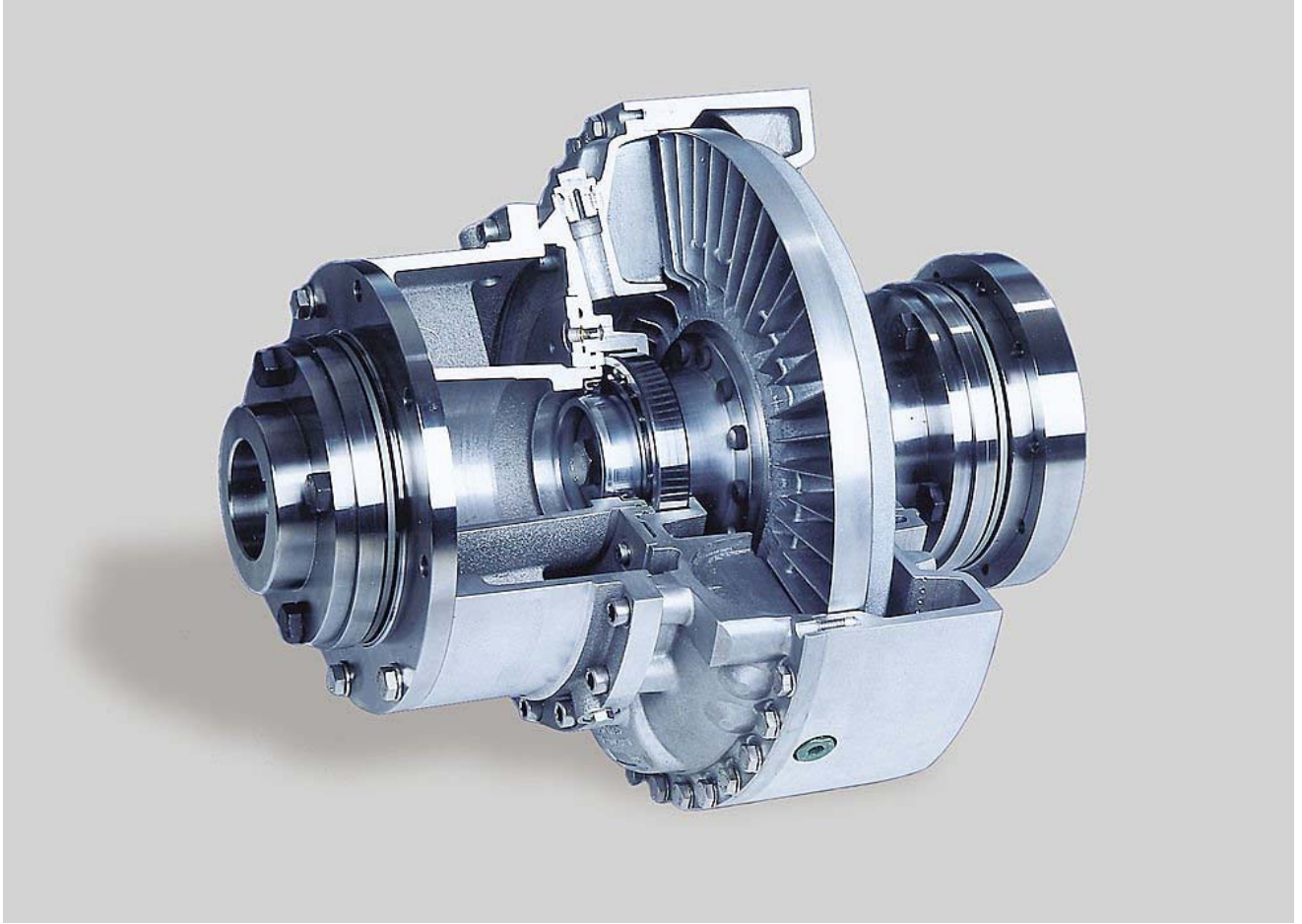
multiple disk clutch



FLUDEX

Fluid couplings

المقرنة الهيدروليكية (hydraulic coupling) أو (turbo coupling) تستعمل بكثرة في الصناعات الثقيلة . لا تنتقل الحركة أنا في هذا النوع من المقرنة من الموتور الى التروس . ينقل الزيت الحركة من الشطر المُحرك الى الشطر المتحرك . الصورة التوضيحية في الأسفل من شركة فويث (VOITH)

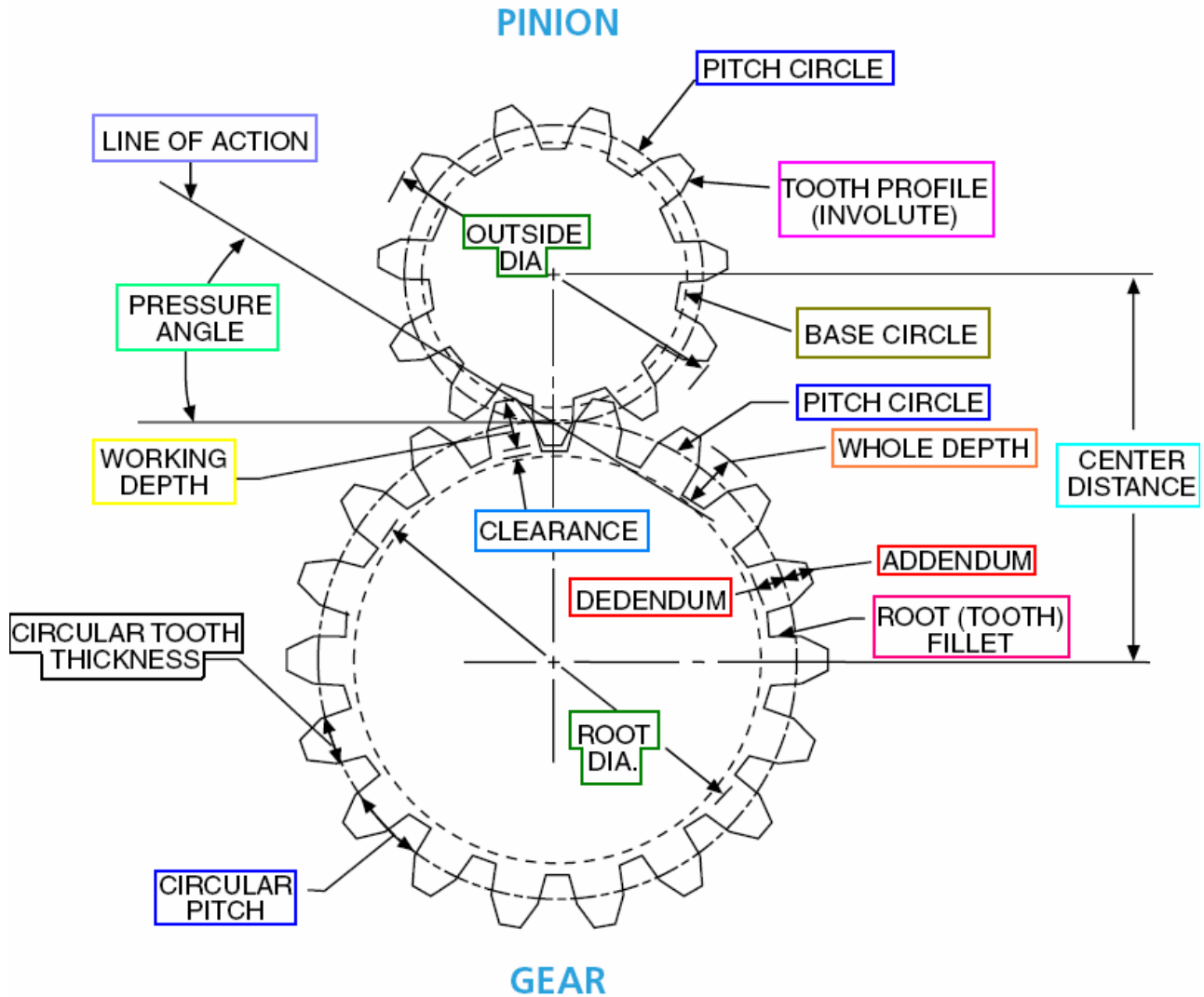


التروس - Gears

العجلات المسننة أو التروس قطعات ميكانيكية بأشكال و أبعاد مختلفة تستعمل لنقل القدرة و خفض الدوران و مضاعفة العزم من محور الى آخر .

إستناداً على قانون حفاظ الطاقة القدرة التي ينقلها صندوق التروس ثابتة ، القدرة الداخلة لصندوق التروس تساوي القدرة الخارجة بإضافة القدرة الحرارية المستهلكة داخل صندوق التروس نتيجة الإحتكاك ، لكن الرابطة بين الدوران و عزم الدوران رابطة عكسية .

أهم مفاهيم و فواصل العجلات المسننة



أنواع التروس

تروس عدلة (super gears) هي عبارة عن تروس لها أسنان موازية لمحور الدوران تستعمل لنقل الحركة الموازية من محور الى آخر و هي أبسط أنواع التروس و أكثرها إستعمالاً .



زاوية الضغط (pressure angle) 20° أو $22\frac{1}{2}^\circ$ أو 25° أو $14\frac{1}{2}^\circ$.

الزاوية 20° الأفضل . العجلة ذات زاوية 20° لا يمكن حركتها

مع عجلة زاويتها مثلاً $14\frac{1}{2}^\circ$

مشخصات التروس العدلة

Standard and Commonly Used Tooth Systems for Spur Gears

Tooth System	Pressure Angle ϕ , deg	Addendum a	Dedendum b
Full depth	20	$1/P_d$ or $1m$	$1.25/P_d$ or $1.25m$ $1.35/P_d$ or $1.35m$
	$22\frac{1}{2}$	$1/P_d$ or $1m$	$1.25/P_d$ or $1.25m$ $1.35/P_d$ or $1.35m$
	25	$1/P_d$ or $1m$	$1.25/P_d$ or $1.25m$ $1.35/P_d$ or $1.35m$
Stub	20	$0.8/P_d$ or $0.8m$	$1/P_d$ or $1m$

تروس حلزونية (helical gears) عبارة عن تروس لها أسنان مائلة بالنسبة لمحور الدوران ، لها

نفس إستعمالات التروس العدلة . الزاوية بين أسنان العجلة و

محور العجلة تعرف بإسم زاوية الحلزون (helix angle)

و يرمز لها بالحرف ψ

الأسنان مائلة بجهت اليمين أو اليسار



التناسب المعياري لأسنان التروس الحلزونية

Standard Tooth Proportions for Helical Gears

Quantity*	Formula	Quantity*	Formula
Addendum	$\frac{1.00}{P_n}$	External gears:	
Dedendum	$\frac{1.25}{P_n}$	Standard center distance	$\frac{D + d}{2}$
Pinion pitch diameter	$\frac{N_p}{P_n \cos \psi}$	Gear outside diameter	$D + 2a$
Gear pitch diameter	$\frac{N_G}{P_n \cos \psi}$	Pinion outside diameter	$d + 2a$
Normal arc tooth thickness†	$\frac{\pi}{P_n} - \frac{B_n}{2}$	Gear root diameter	$D - 2b$
Pinion base diameter	$d \cos \phi_f$	Pinion root diameter	$d - 2b$
Gear base diameter	$D \cos \phi_f$	Internal gears:	
Base helix angle	$\tan^{-1} (\tan \psi \cos \phi_f)$	Center distance	$\frac{D - d}{2}$
		Inside diameter	$D - 2a$
		Root diameter	$D + 2b$

*All dimensions are in inches, and angles are in degrees.

† B_n is the normal backlash.

التروس المخروطية (bevel gears) عبارة عن تروس لها أسنان على سطح مخروطي تستعمل

لنقل الحركة بين المحاور المتقاطعة و المتعامدة .

الأسنان إما مستقيمة و إما مائلة بجهت اليمين أو اليسار .



تروس مخروطية مائلة



تروس مخروطية مستقيمة

التناسب المعياري لأسنان التروس المخروطية – المستقيمة للزاوية 20 درجة

Tooth Proportions for 20° Straight Bevel-Gear Teeth

Item	Formula										
Working depth	$h_k = 2.0/P$										
Clearance	$c = (0.188/P) + 0.002$ in										
Addendum of gear	$a_G = \frac{0.54}{P} + \frac{0.460}{P(m_{90})^2}$										
Gear ratio	$m_G = N_G/N_P$										
Equivalent 90° ratio	$m_{90} = m_G$ when $\Gamma = 90^\circ$										
	$m_{90} = \sqrt{m_G \frac{\cos \gamma}{\cos \Gamma}}$ when $\Gamma \neq 90^\circ$										
Face width	$F = 0.3A_0$ or $F = \frac{10}{P}$, whichever is smaller										
Minimum number of teeth	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pinion</th> <th>16</th> <th>15</th> <th>14</th> <th>13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Gear</th> <td>16</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Pinion	16	15	14	13	Gear	16	17	20	30
Pinion	16	15	14	13							
Gear	16	17	20	30							

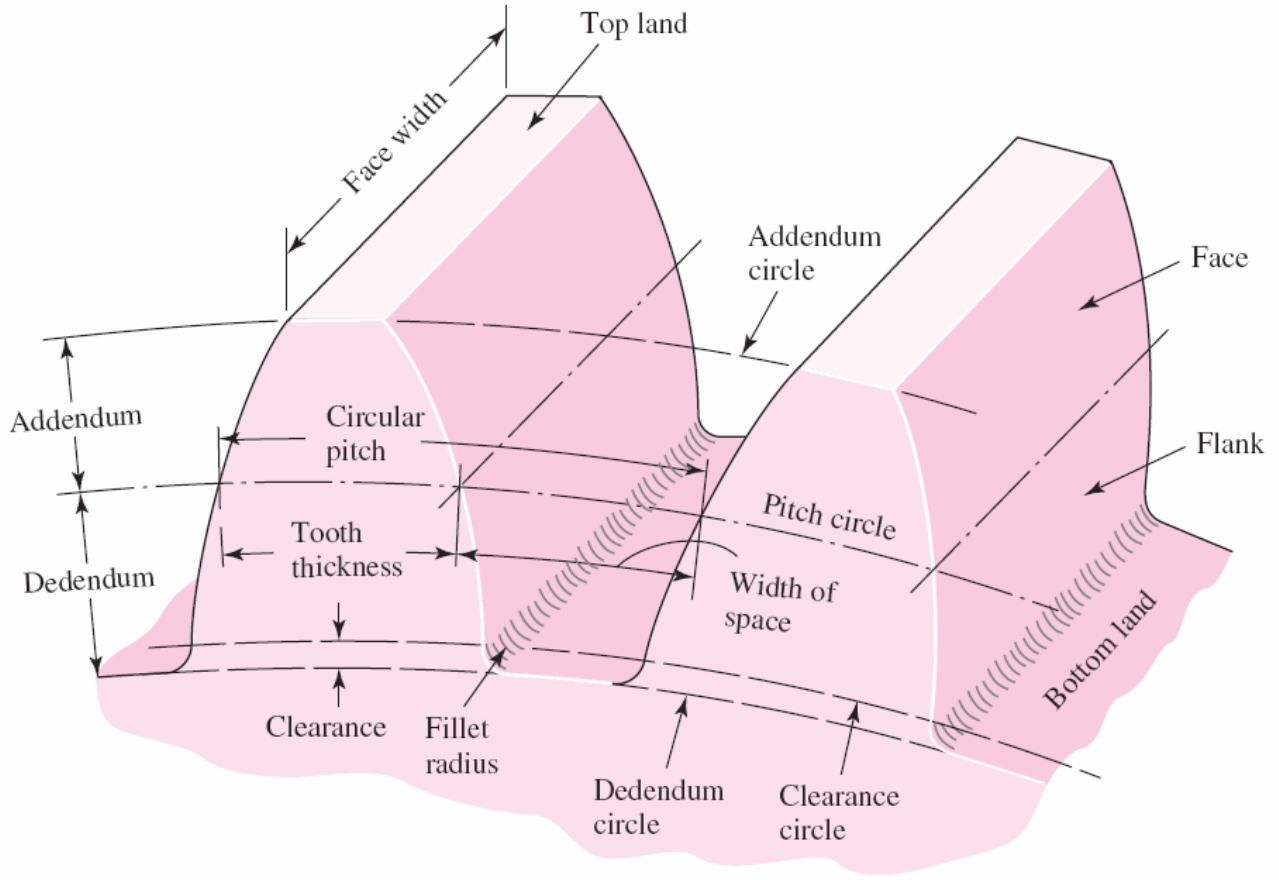
التروس الدودية (worm gears) تستعمل لنقل الحركة بين المحاور المتعامدة و نسبة إنخفاض الدور في هذه التروس عالية بالمقارنة مع باقي التروس .



زاوية الضغط و عمق أسنان التروس الدودية

Recommended Pressure Angles and Tooth Depths for Worm Gearing

Lead Angle λ , deg	Pressure Angle ϕ_n , deg	Addendum a	Dedendum b_G
0-15	$14\frac{1}{2}$	$0.3683p_x$	$0.3683p_x$
15-30	20	$0.3683p_x$	$0.3683p_x$
30-35	25	$0.2865p_x$	$0.3314p_x$
35-40	25	$0.2546p_x$	$0.2947p_x$
40-45	30	$0.2228p_x$	$0.2578p_x$



$$\cos \psi = \frac{\tan \phi_n}{\tan \phi_t}$$

ϕ_t زاوية الضغط المماسي

ϕ_n زاوية الضغط القائم

$$P = \frac{N}{d}$$

P عدد الأسنان في الإنش

$$a = \frac{1}{P}$$

a طرف سن العجلة (أدينوم)

$$b = \frac{1.25}{P}$$

b جذر سن الترس (ديدنوم)

$$t = \frac{P}{2}$$

t ضخامة سن العجلة

F عرض سن العجلة

d قطر مُشغل الترس الأصغر (البنيون)

d_p قطر الخطوة للبنيون

d_G قطر الترس الأكبر

H القدرة

J العامل الهندسي لمقاومة التقوس أو الثني

m الموديول المتري

N_p عدد أسنان الترس الأصغر

N_G عدد أسنان الترس الأكبر

n_p عدد دورات الترس الأصغر

ϕ زاوية الضغط

ψ الزاوية في التروس الحلزونية

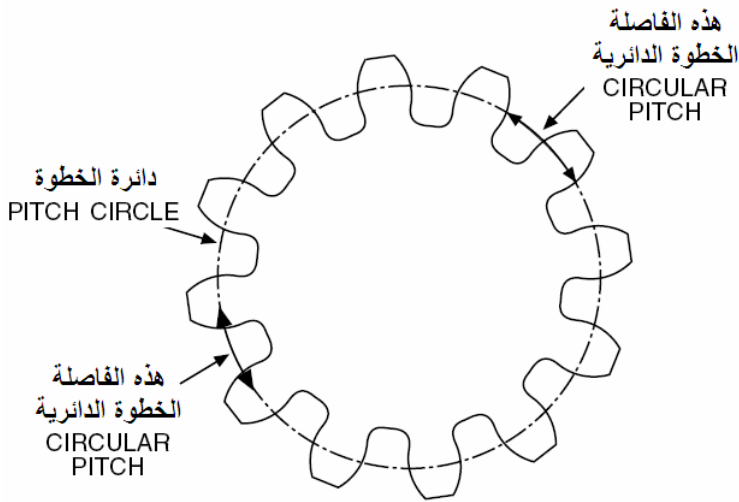
$$p = \frac{N}{d} \quad \text{في الحالة العامة}$$

p الخطوة ، عدد الأسنان في الإنش الواحد

N عدد أسنان الترس

d قطر دائرة الخطوة

$$\left. \begin{array}{l} V_p = r_p n_p \\ V_G = r_G n_G \end{array} \right\} \Rightarrow V_p = V_G \Rightarrow \frac{r_p}{r_G} = \frac{n_G}{n_p} = \frac{N_p}{N_G}$$



V_p السرعة الخطية للترس الأصغر

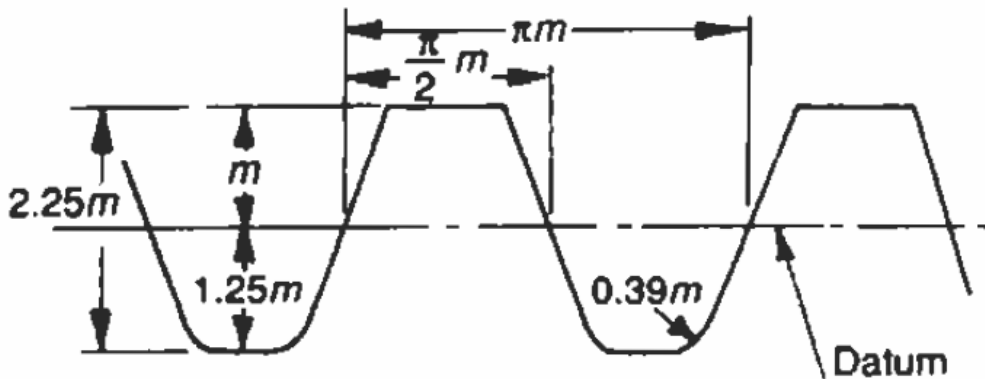
r_p نصف قطر دائرة الخطوة للترس الأصغر

n_p عدد دورات الترس الأصغر في الدقيقة

N_p عدد أسنان الترس الأصغر

الدليل الأسفل G للترس الأكبر

في النظام المتري



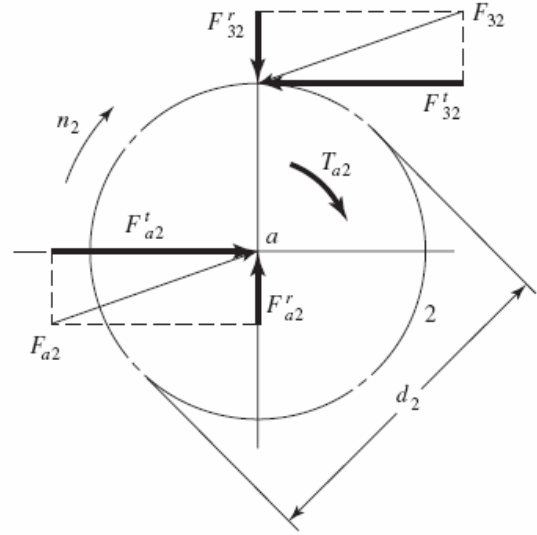
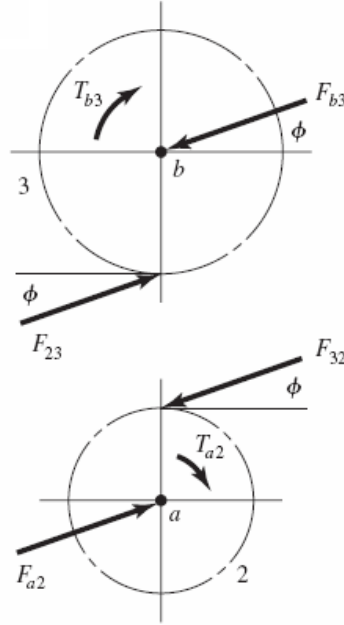
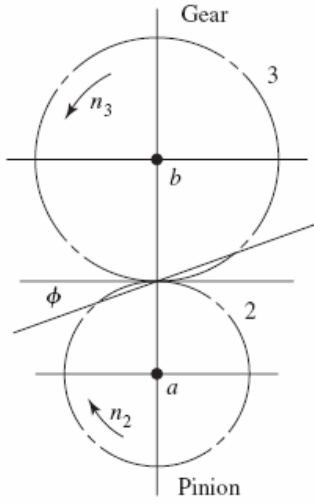
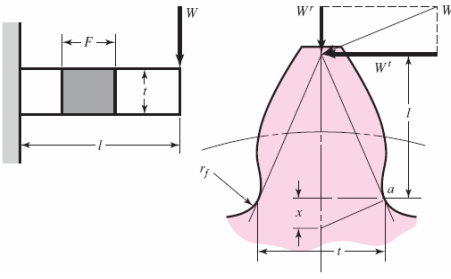
$$m = \frac{D}{T}$$

m الموديول

D القطر

T عدد الأسنان

تحليل القوى على العجلات المسننة التروس العادية



$$W_t = F_{23}^t$$

الحمولة المنقولة

(قطر العجلة)

$$T = \frac{d}{2} W_t$$

عزم الدوران

(سرعة الزاوية ω)

$$H = T \omega = \frac{d W_t}{2} \omega$$

القدرة التي تنقلها العجلة

(عدد دورات العجلة في الدقيقة)

$$V = \frac{\pi d n}{12}$$

السرعة الخطية

$$W_t = \frac{33000 \times H}{V}$$

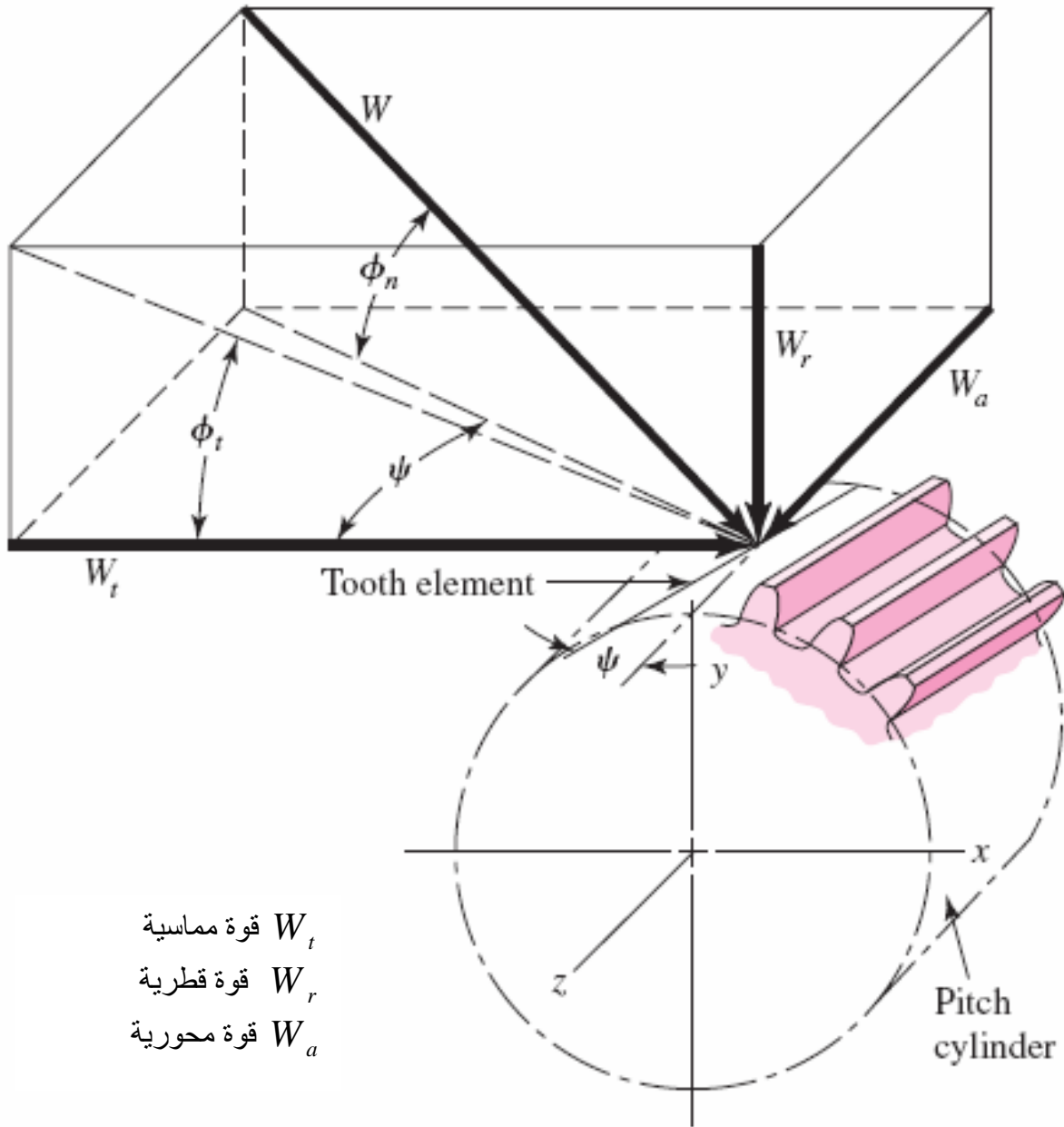
تحويل القدرة حسب (hp) الى قوة حسب (lbf)

السرعة فوت في الدقيقة

$$W_t = \frac{60000 \times H}{\pi d n}$$

تحويل القدرة حسب (kw) الى قوة حسب (kN)

التروس الحلزونية

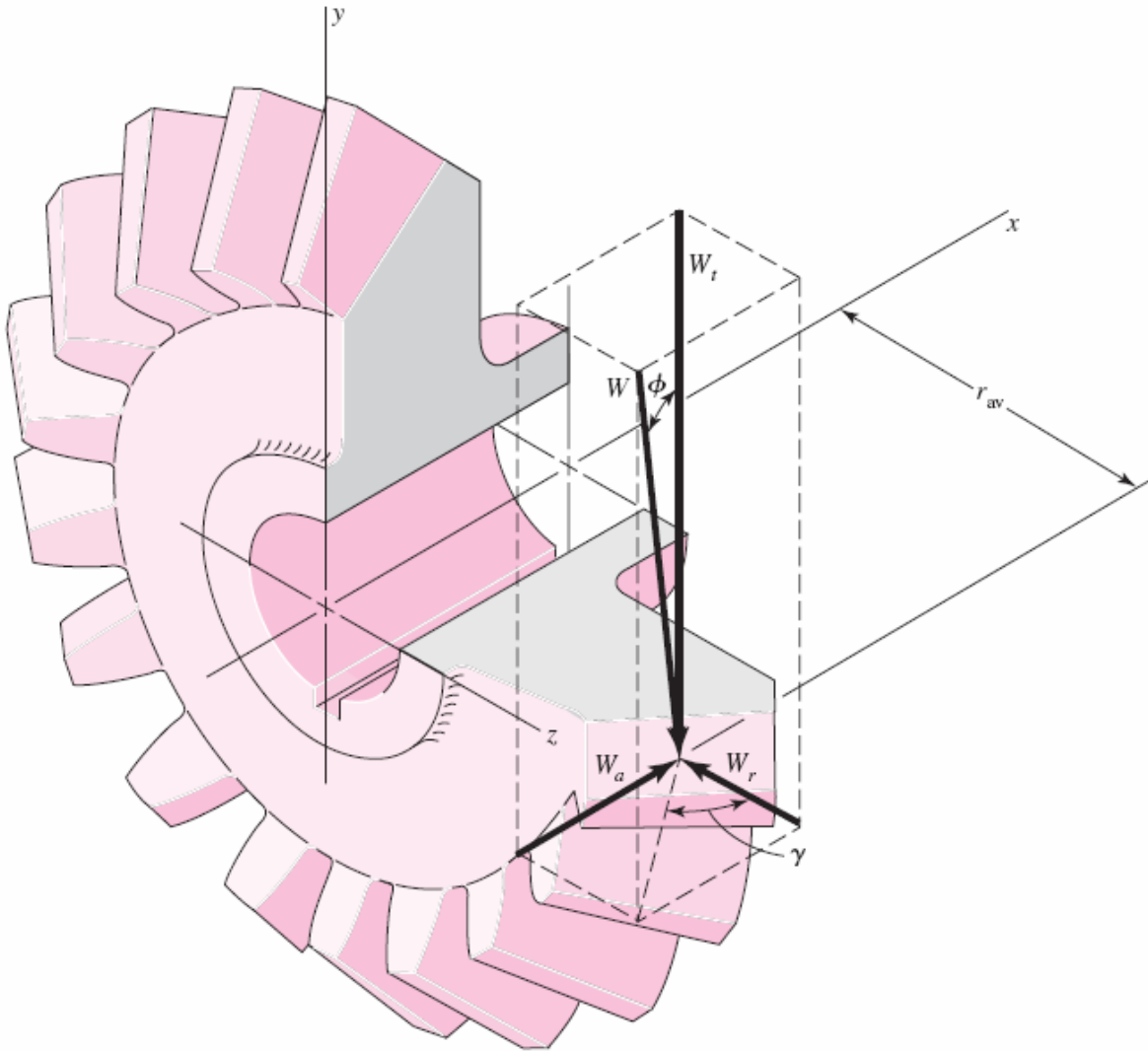


$$W_r = W_t \tan \phi_t$$

$$W_a = W_t \tan \psi$$

$$W = \frac{W_t}{\cos \phi_n \cos \psi}$$

التروس المخروطية



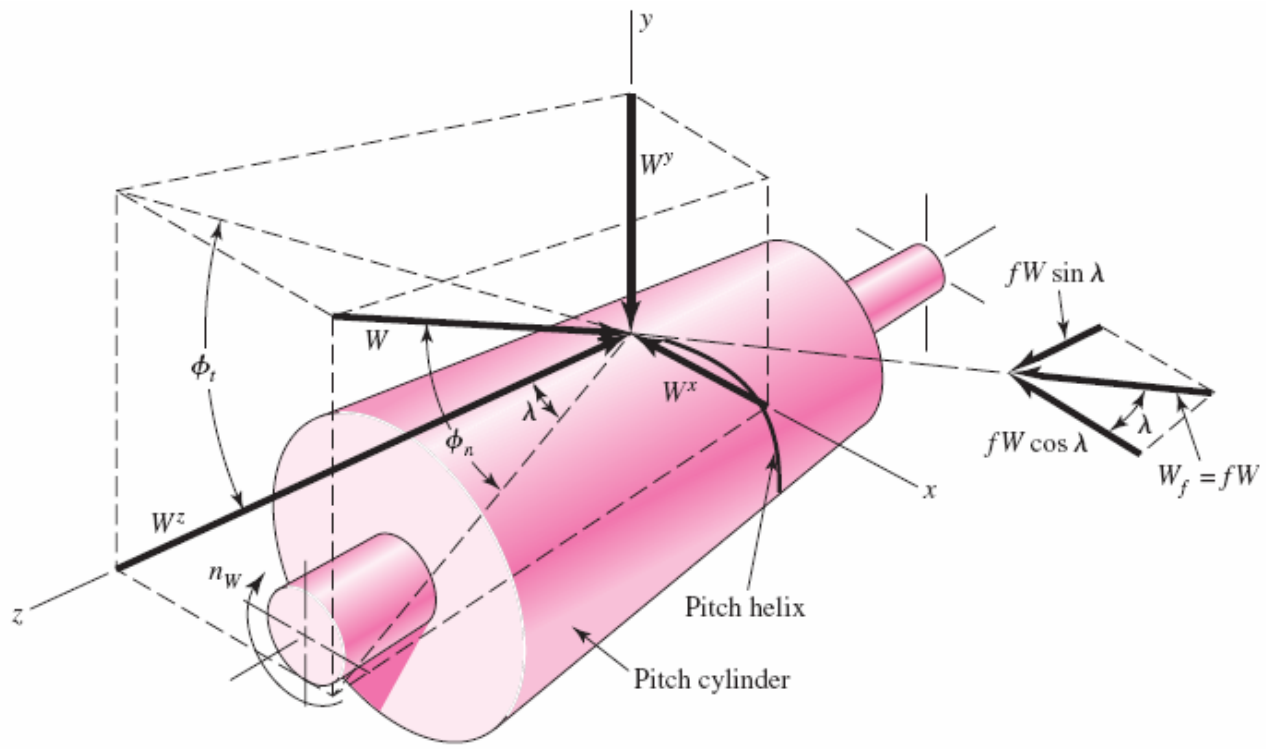
$$W_t = \frac{T}{r_{av}}$$

T عزم الدوران ، r_{av} نصف قطر دائرة الخطوة (وسط السن)

$$W_r = W_t \tan \phi \cos \gamma$$

$$W_a = W_t \tan \phi \sin \gamma$$

التروس الدودية



$$W^x = W \cos \phi_n \sin \lambda$$

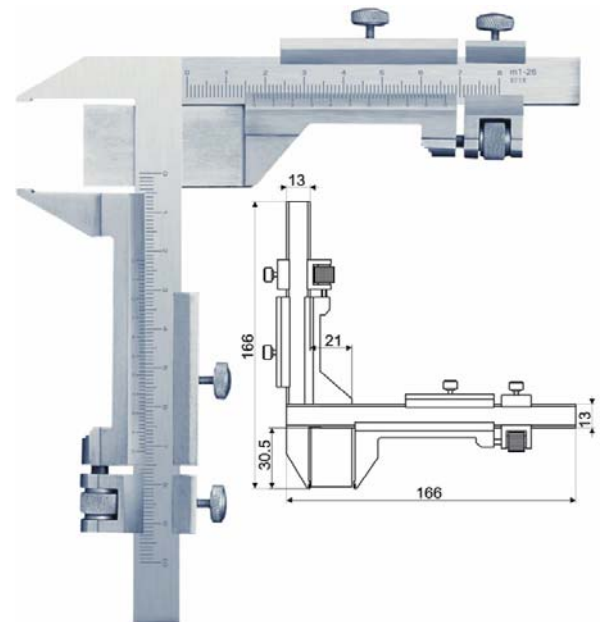
$$W^y = W \sin \phi_n$$

$$W^z = W \cos \phi_n \cos \lambda$$



WWW.UNITEDCUTTINGTOOL.COM

أداة تفريز عجلات مسننة



ورنية لقياس أبعاد العجلات المسننة

تصميم و إنتخاب التروس العادية و الحلزونية

يتم إنتخاب التروس على أساس قوانين

$$\sigma = W^t K_o K_v K_s \frac{P_d}{F} \frac{K_m K_B}{J}$$

إجهاد تقوس (ثني) العجلة

$$S_F = \frac{S_t Y_N / (K_T K_R)}{\sigma}$$

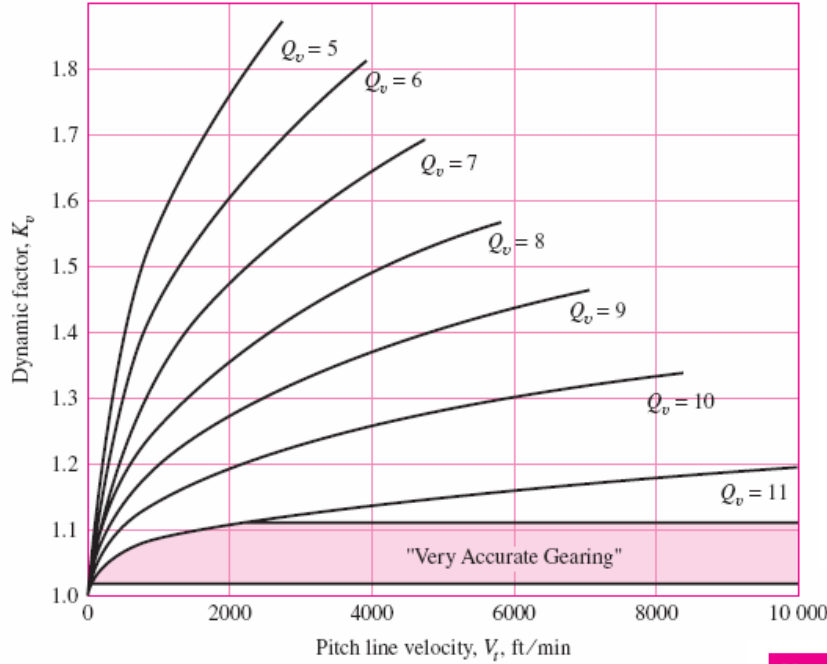
عامل الأمان على أساس التقوس

$$W^t = \frac{33000H}{V}$$

$$V = \frac{\pi d n}{12}$$

عامل الحمولة الزائدة K_o

Table of Overload Factors, K_o			
Driven Machine			
Power source	Uniform	Moderate shock	Heavy shock
Uniform	1.00	1.25	1.75
Light shock	1.25	1.50	2.00
Medium shock	1.50	1.75	2.25

العامل الديناميكي K_v

$$A = 50 + 56(1 - B)$$

$$B = 0.25(12 - Q_v)^{\frac{2}{3}}$$

$$(V_t)_{\max} \Big|_{\frac{ft}{min}} = [A + (Q_v - 3)]^2$$

$$(V_t)_{\max} \Big|_{\frac{m}{s}} = \frac{[A + (Q_v - 3)]^2}{200}$$

عدد دقة الإنتقال Q_v

$$K_s = 1.192 \left(\frac{F \sqrt{Y}}{P} \right)^{0.0535} \quad \text{عامل القياس ، غالباً يمكن فرضه واحد}$$

قطر دائرة الخطوة للعجلة الصغيرة البنيون P_d عرض سن العجلة F

$$K_m = 1 + C_{mc} (C_{pf} C_{pm} + C_{ma} C_e)$$

Number of Teeth	Y	Number of Teeth	Y
12	0.245	28	0.353
13	0.261	30	0.359
14	0.277	34	0.371
15	0.290	38	0.384
16	0.296	43	0.397
17	0.303	50	0.409
18	0.309	60	0.422
19	0.314	75	0.435
20	0.322	100	0.447
21	0.328	150	0.460
22	0.331	300	0.472
24	0.337	400	0.480
26	0.346	Rack	0.485

المعامل في هذا المعمل هي :

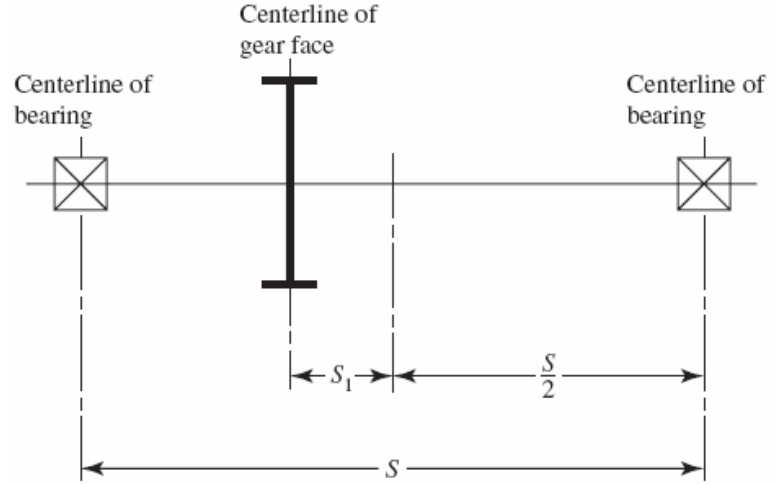
$$F \leq 1in$$

$$1 < F \leq 17in$$

$$17 < F \leq 40in$$

$$C_{pf} = \begin{cases} \frac{F}{10d} - 0.025 \\ \frac{F}{10d} - 0.037 + 0.0125F \\ \frac{F}{10d} - 0.1109 + 0.0207F - 0.000228F^2 \end{cases}$$

$$C_{pm} = \begin{cases} 1 & \frac{S_1}{S} < 0.17 \text{ نسبة جانبي العجلة} \\ 1.1 & \frac{S_1}{S} \geq 0.17 \text{ نسبة جانبي العجلة} \end{cases}$$

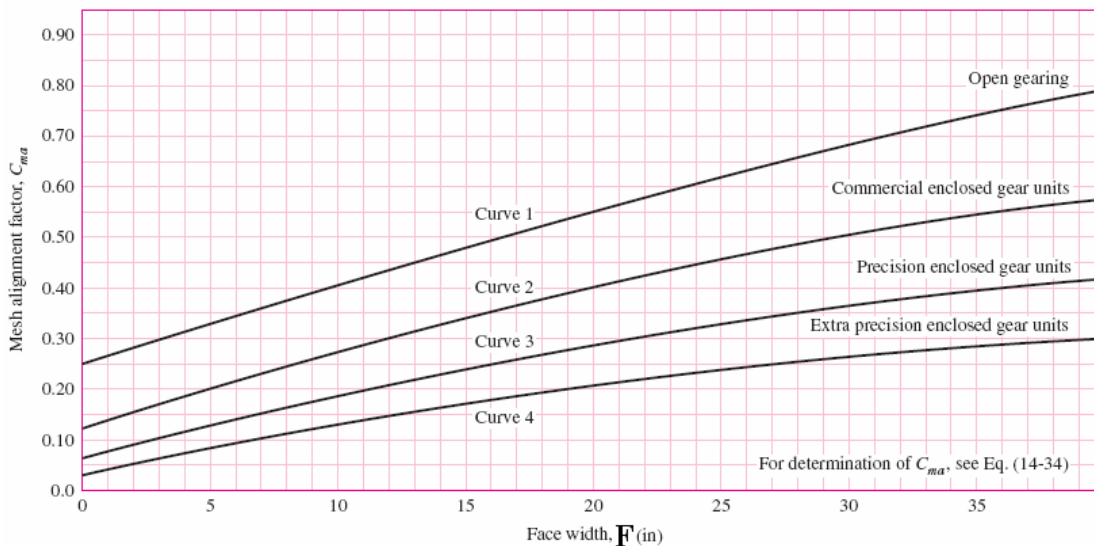


$$C_{ma} = A + BF + CF^2$$

A و B و C نستخرجهما من الجدول الأسفل

Condition	A	B	C
Open gearing	0.247	0.0167	$-0.765(10^{-4})$
Commercial, enclosed units	0.127	0.0158	$-0.930(10^{-4})$
Precision, enclosed units	0.0675	0.0128	$-0.926(10^{-4})$
Extraprecision enclosed gear units	0.00360	0.0102	$-0.822(10^{-4})$

يمكن الأستعانة بهذه المنحنيات

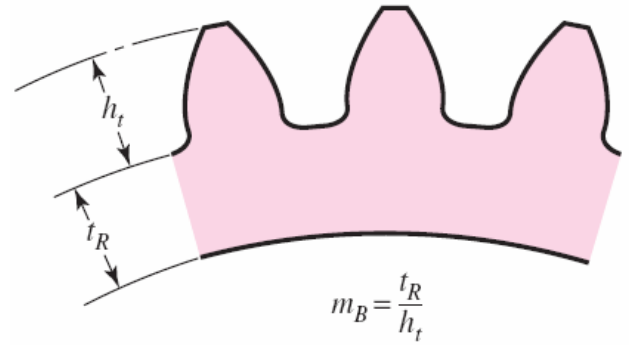


$$C_e = \begin{cases} 0.8 & \text{للتروس التي يتم تنظيمها عند تجميعها} \\ 1 & \text{لجميع الحالات الأخرى} \end{cases}$$

عامل ضخامة إطار العجلة (rim) K_B

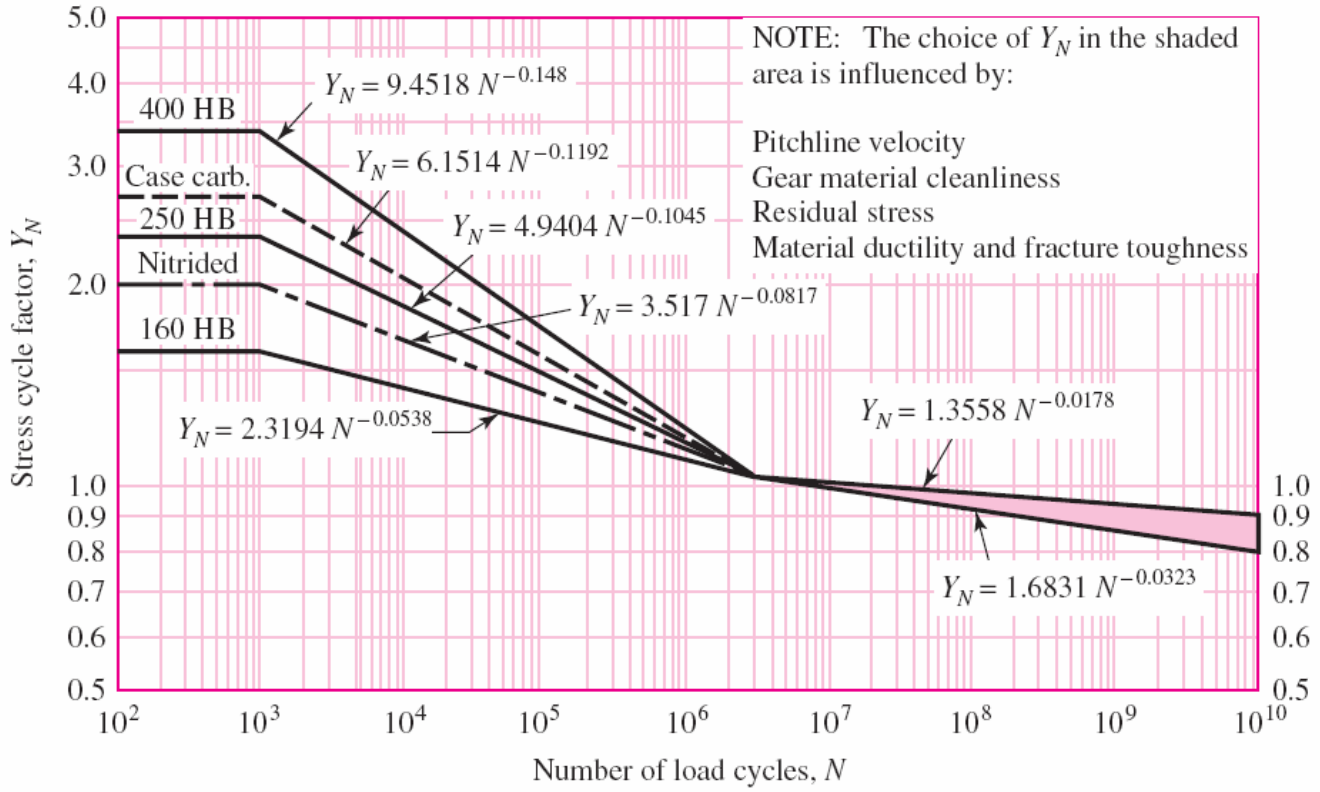
النسبة m_B هي :

$$K_B = \begin{cases} 1.6 \ln \frac{2.242}{m_B} & m_B < 1.2 \\ 1 & m_B \geq 1.2 \end{cases}$$



عامل الوثوقية K_R

Reliability	K_R (YZ)
0.99999	1.50
0.9999	1.25
0.99	1.00
0.90	0.85
0.50	0.70

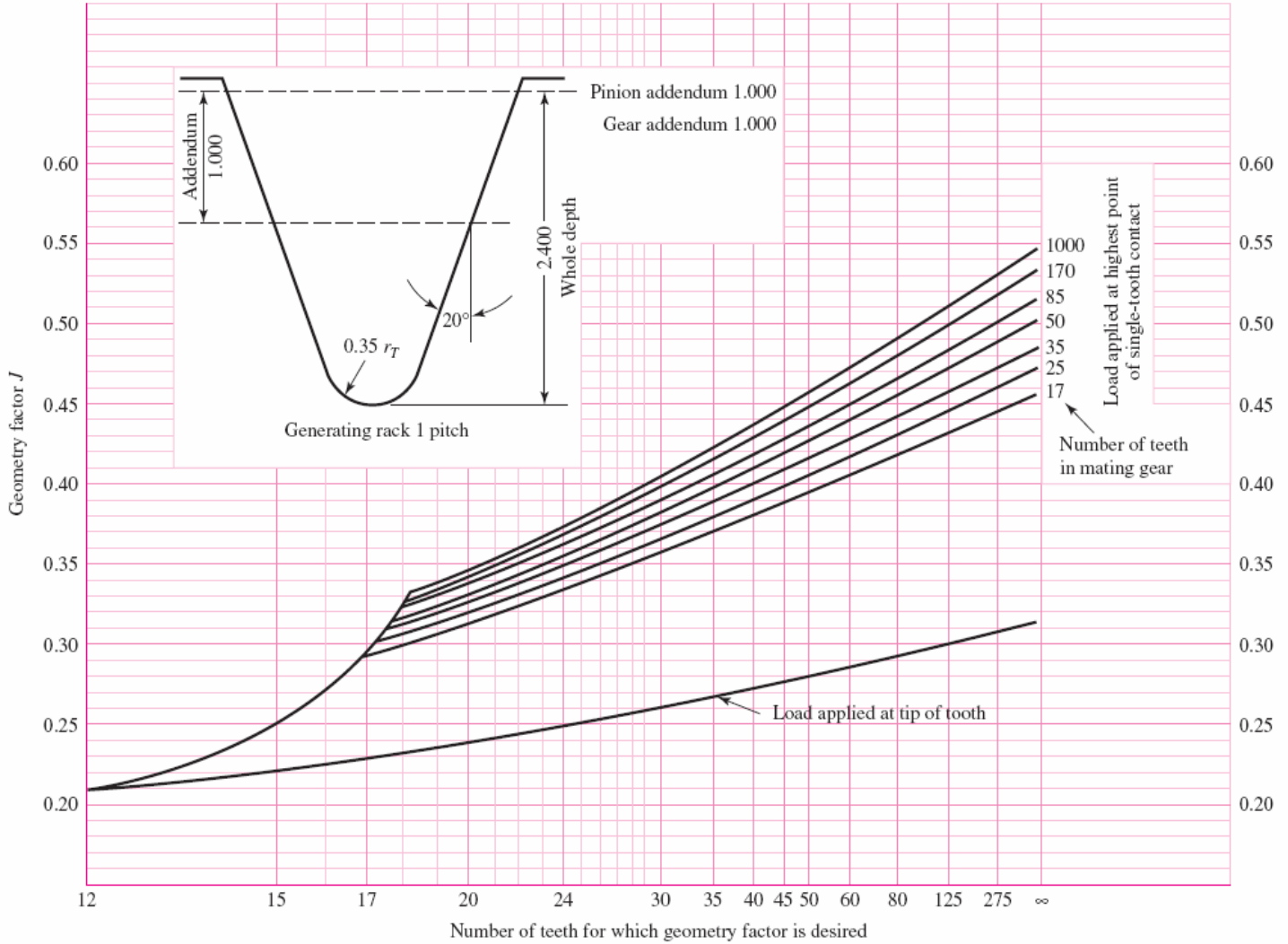
عامل دورة الإجهاد لمقاومة الشبي Y_N 

عامل درجة الحرارة K_T ، إذا كانت درجة حرارة الزيت للتزيت أكثر من 120 درجة سانتيفراد

$$K_T = 1 \text{ أستعمل}$$

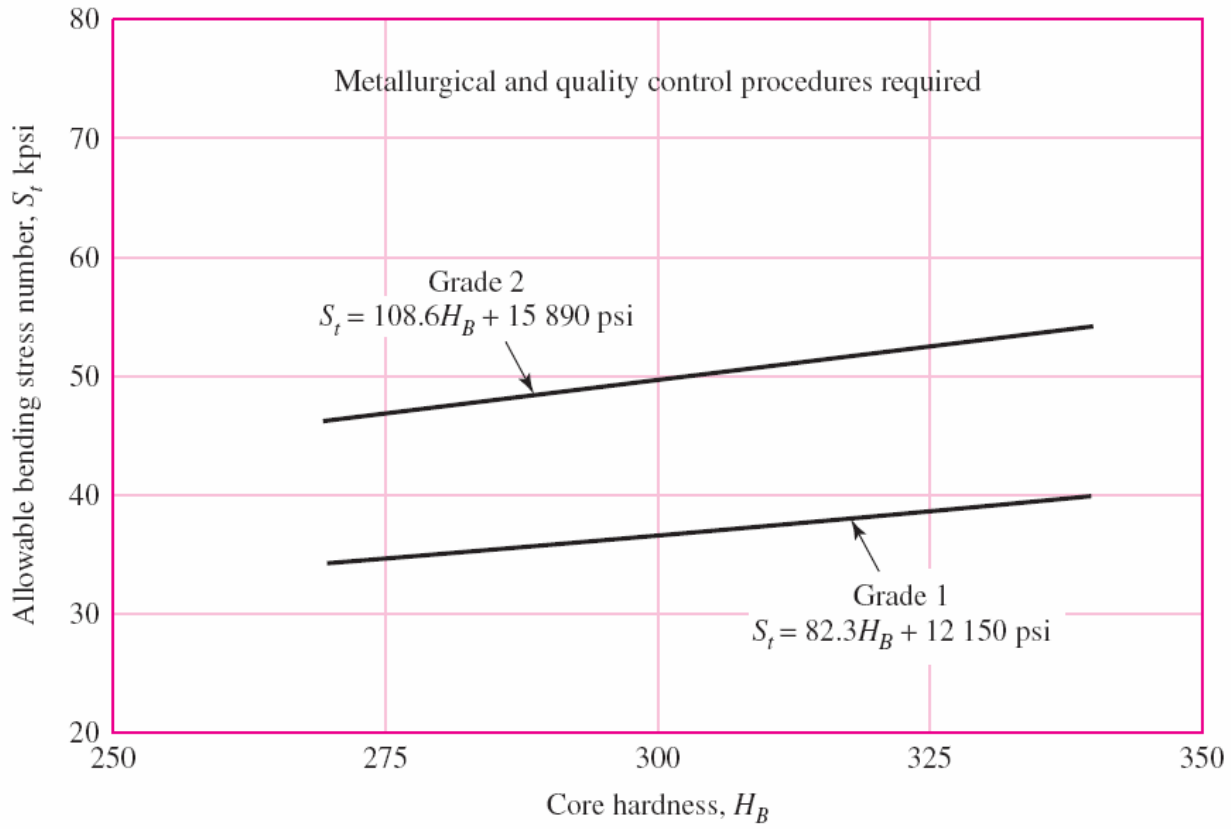
العامل الهندسي لمقاومة التني J للتروس العادية

Spur-gear geometry factors J



عدد أسنان الترس

مقاومة التقوس (الثني) المجازة S_t حسب $kpsi$



صلابة برينيل سطح سن العجلة

التصميم على أساس تآكل أسنان العجلة نتيجة الإحتكاك

$$\sigma_c = C_p (W^t K_o K_v K_s \frac{K_m C_f}{d_p F I})^{\frac{1}{2}}$$

إجهاد الإحتكاك

$$S_H = \frac{S_c Z_N C_H / (K_T K_R)}{\sigma_c}$$

عامل الأمان

المعامل التي لم نبحتها هي :

$$C_p = \left[\frac{1}{\pi \left(\frac{1 - \nu_p^2}{E_p} + \frac{1 - \nu_G^2}{E_G} \right)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

E_p معامل يانغ العجلة الصغيرة

E_G معامل يانغ العجلة الكبيرة

ν_p نسبة بواسون العجلة الصغيرة

ν_G نسبة بواسون العجلة الكبيرة

نستخرج هذه المقادير من هذا الجدول :

Elastic Coefficient C_p (Z_E), $\sqrt{\text{psi}}$ ($\sqrt{\text{MPa}}$) Source: AGMA 218.01

Pinion Material	Pinion Modulus of Elasticity E_p psi (MPa)*	Gear Material and Modulus of Elasticity E_G , lbf/in ² (MPa)*					
		Steel 30×10^6 (2×10^5)	Malleable Iron 25×10^6 (1.7×10^5)	Nodular Iron 24×10^6 (1.7×10^5)	Cast Iron 22×10^6 (1.5×10^5)	Aluminum Bronze 17.5×10^6 (1.2×10^5)	Tin Bronze 16×10^6 (1.1×10^5)
Steel	30×10^6 (2×10^5)	2300 (191)	2180 (181)	2160 (179)	2100 (174)	1950 (162)	1900 (158)
Malleable iron	25×10^6 (1.7×10^5)	2180 (181)	2090 (174)	2070 (172)	2020 (168)	1900 (158)	1850 (154)
Nodular iron	24×10^6 (1.7×10^5)	2160 (179)	2070 (172)	2050 (170)	2000 (166)	1880 (156)	1830 (152)
Cast iron	22×10^6 (1.5×10^5)	2100 (174)	2020 (168)	2000 (166)	1960 (163)	1850 (154)	1800 (149)
Aluminum bronze	17.5×10^6 (1.2×10^5)	1950 (162)	1900 (158)	1880 (156)	1850 (154)	1750 (145)	1700 (141)
Tin bronze	16×10^6 (1.1×10^5)	1900 (158)	1850 (154)	1830 (152)	1800 (149)	1700 (141)	1650 (137)

Poisson's ratio = 0.30.

*When more exact values for modulus of elasticity are obtained from roller contact tests, they may be used.

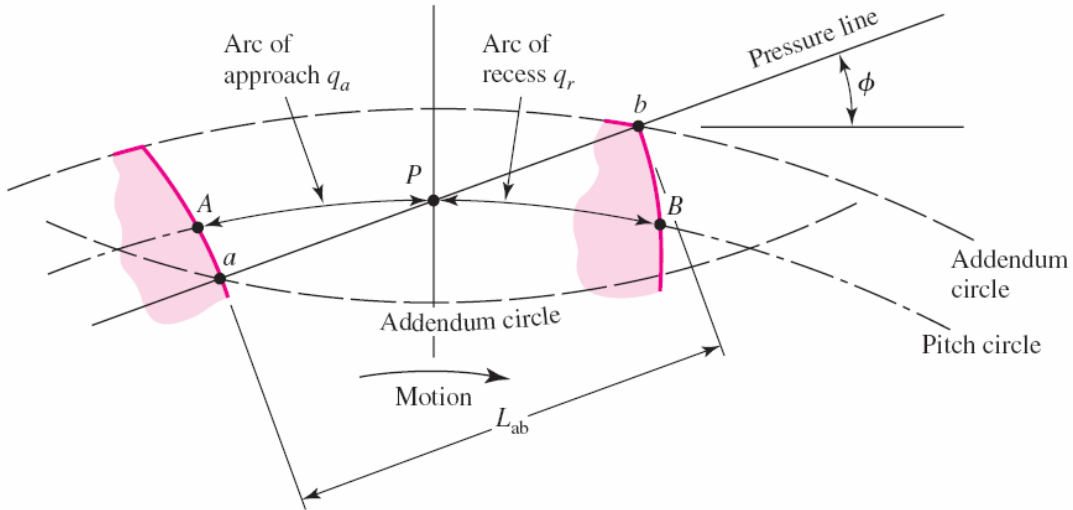
عامل حالة سطح العجلة C_f غالباً يساوي واحد أي $C_f = 1$
العامل الهندسي للتروس العادية و الحلزونية

$$I = \begin{cases} \frac{\cos \phi_t \sin \phi_t}{2m_N} \times \frac{m_G}{m_G + 1} & \text{تروس خارجية} \\ \frac{\cos \phi_t \sin \phi_t}{2m_N} \times \frac{m_G}{m_G - 1} & \text{تروس داخلية} \end{cases}$$

نسبة عدد أسنان أو قطر العجلة الكبيرة الى الصغيرة $m_G = \frac{N_G}{N_p} = \frac{d_G}{d_p}$

نسبة الحمولة للتروس العادية $m_N = 1$ و للتروس الحلزونية $m_N = \frac{PN}{0.95Z}$ فيها

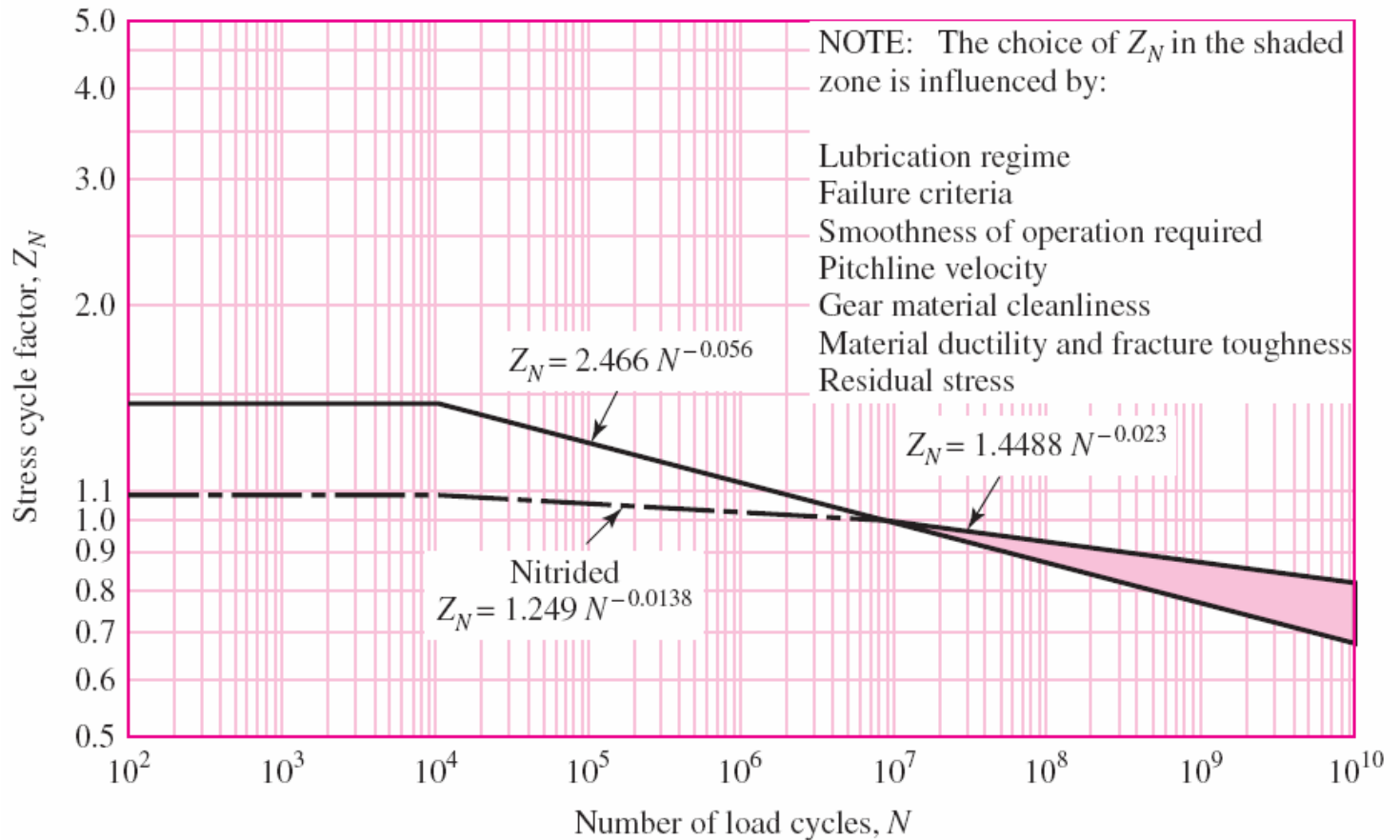
$PN = P_n \cos \phi_t$ و Z تساوي الفاصلة L_{ab} في هذا الشكل



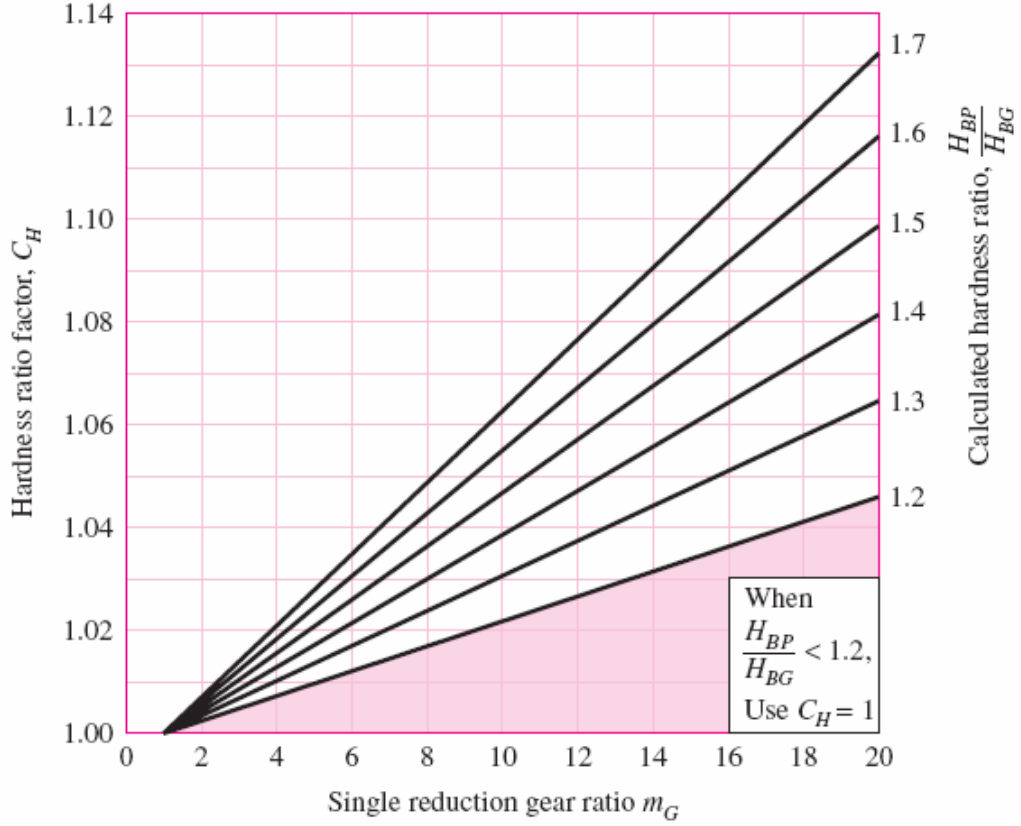
مقاومة تحمل السطح S_c لفئات مختلفة من التروس حسب psi من هذا الجدول

Material Designation	Heat Treatment	Minimum Surface Hardness ¹	Allowable Contact Stress Number, ² S_c , psi		
			Grade 1	Grade 2	Grade 3
Steel ³	Through hardened ⁴	See Fig. 14-5	See Fig. 14-5	See Fig. 14-5	—
		50 HRC	170 000	190 000	—
	Flame ⁵ or induction hardened ⁵	54 HRC	175 000	195 000	—
		See Table 9*	180 000	225 000	275 000
	Nitrided ⁵ (through hardened steels)	83.5 HR15N	150 000	163 000	175 000
2.5% chrome (no aluminum)	Nitrided ⁵	84.5 HR15N	155 000	168 000	180 000
		87.5 HR15N	155 000	172 000	189 000
Nitralloy 135M	Nitrided ⁵	90.0 HR15N	170 000	183 000	195 000
Nitralloy N	Nitrided ⁵	90.0 HR15N	172 000	188 000	205 000
2.5% chrome (no aluminum)	Nitrided ⁵	90.0 HR15N	176 000	196 000	216 000

العامل Z_N عامل دورة الإجهاد لمقاومة التآكل من هذا البياني



عامل صلابة السطح C_H للعجلة الكبيرة فقط من هذا البياني



$$m_G = \frac{N_G}{N_p} = \frac{d_G}{d_p} \text{ في هذا البياني}$$

$$S_F = \frac{S_t Y_N / (K_T K_R)}{\sigma}$$

نحسب عامل الأمان على أساس تقوس سن العجلة

$$S_H = \frac{S_c Z_N C_H / (K_T K_R)}{\sigma_c}$$

و عامل الأمان على أساس تآكل سن العجلة نتيجة الإحتكاك

لتعين أي من التقوس أو الإحتكاك يهدد العجلة المسننة يجب أن نقايس بين S_F و S_H^2 أيهما أصغر هو الأساس . غالباً محاسبات التصميم على أساس العجلة المسننة الصغيرة البنون .

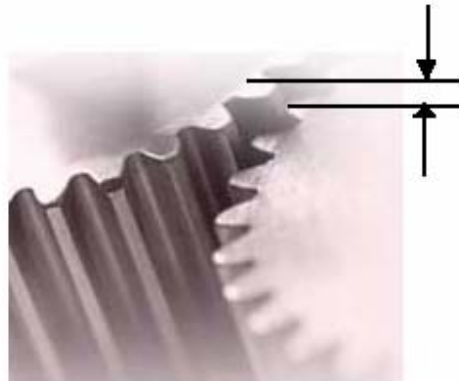
يتم تصميم التروس العادية و الحلزونية على أساس الإجهادات التي تهدد العجلات نتيجة ثني (تقوس) سن العجلة أو تآكل سن العجلة نتيجة الإحتكاك ، أي على أساس مقاومة الثني و صلابة سطح العجلة .
نقوم بالمحاسبات لكلا هاتين الحالتين لإنتخاب الحالة الأكثر أمان . كذلك يعتمد تصميم العجلات على بعض المحدوديات و المعطيات ، المعطيات كعرض سن العجلة و الفاصلة بين المحاور و المادة التي تصنع منها العجلات و عدد الأسنان و القدرة و الأقطار و الخطوات و غيرها ، غياب بعض هذه المعطيات يجبرنا على فرضها ، و وجود بعض المعطيات يضعنا أحياناً أمام محدودية كهذه الحالات :

الحالة الأولى : الفاصلة بين مراكز العجلات (center distance) معلومة و محدودة بفاصلة معينة لا يمكن تغييرها

الحالة الثانية : لا توجد محدودية بين مراكز العجلات المسننة

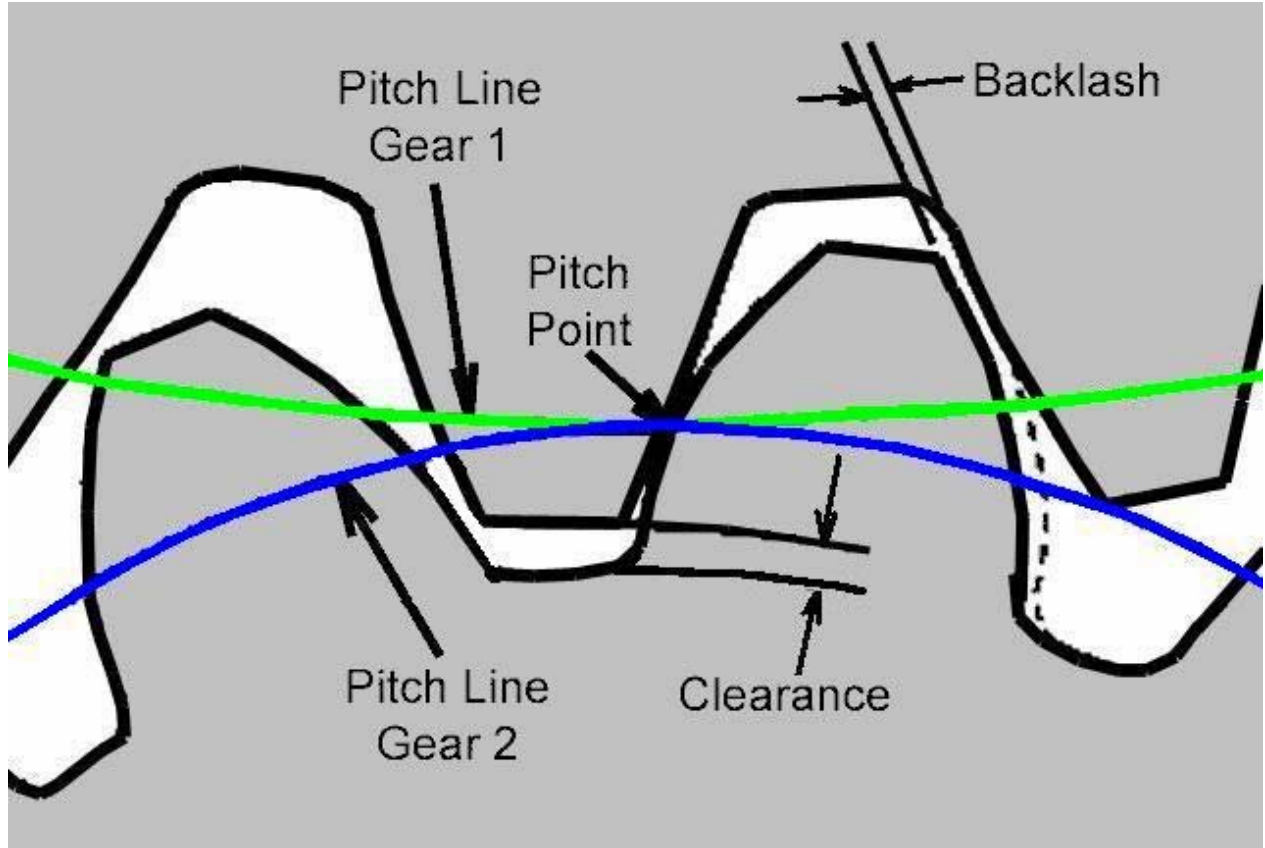
الحالة الثالثة : عرض سن العجلة F ثابت .

ملاحظة : في حالة وجود اختلاف يتم تصميم العجلات على أساس (F) عرض سن العجلة الأرفع ، و ذلك للتغلب على آثار الإنبساط الحراري و إعطاء أحد العجلات حرية الإنزلاق على العجلة الأخرى لإجتناّب التآكل في ناحية ثابتة من سن العجلة .



الفسحة و الإرتجاج في العجلات المسننة

يعتبر الإرتجاج (backlash) و الفسحة (clearance) من أهم العوامل عند تنظيم و تنصيب العجلات المسننة على بعضها . الإرتجاج عبارة عن فسحة جانبية بين أسنان العجلات في الناحية المقابلة لناحية تماس أسنان العجلة و على محيط دائرة الخطوة .



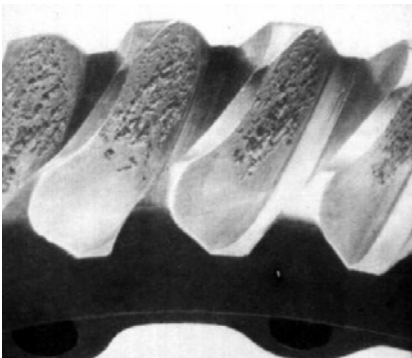
يمكن رؤية و سمع الإرتجاج ، يمكن مشاهدة الفجوة بين أسنان العجلة و يمكن سماع صوت الإرتجاج عند حركة العجلات باليد . نظرياً يجب أن يكون الإرتجاج صفر ، لكن لتفادي آثار الأضرار الناتجة من الإنبساط الحراري و كذلك لتسهيل عملية التزيت بين أسنان العجلة و التغلب على إختلال الزاوية بين التروس لابد من وجود فسحة إرتجاجية بين أسنان العجلة

آثار عدم مراعات الإرتجاج و الفسحة عند تنصيب و تنظيم العجلات هي :

- 1- أصوات شديدة و ضربات على رأس العجلة
 - 2- حركات إهتزازية
 - 3- حمولة زائدة على العجلة
 - 4- ارتفاع درجة حرارة العجلة
 - 5- تآكل أسنان العجلة نتيجة الإحتكاك
 - 6- إنكسار أسنان العجلة
 - 7- عدم دوام طبقة الزيت بين أسنان العجلة في ناحية التماس
- عدم مراعات الإرتجاج و الفسحة عبارة عن فجوة أكبر أو أصغر من الحدّ المسموح .
- الإرتجاج المسموح :**

Center Distance Between Gears (inches)	Diametrical Pitch Size				
	.5 - 1.99	2 - 3.49	3.5 - 5.99	6 - 9.99	10 - 19.99
	Normal Plane Backlash (inches)				
To 5	-	-	-	-	.005 - .015
Over 5 - 10	-	-	-	.010 - .020	.010 - .020
Over 10 - 20	-	-	.020 - .030	.015 - .025	.010 - .020
Over 20 - 30	-	.030 - .040	.025 - .030	.020 - .030	-
Over 30 - 40	.040 - .060	.035 - .045	.030 - .040	.025 - .035	-
Over 40 - 50	.050 - .070	.040 - .055	.035 - .050	.030 - .040	-
Over 50 - 80	.060 - .080	.045 - .065	.040 - .060	-	-
Over 80 - 100	.070 - .095	.050 - .080	-	-	-
Over 100 - 120	.080 - .110	-	-	-	-

نماذج من الأضرار التي تلحق بالعجلات المسننة

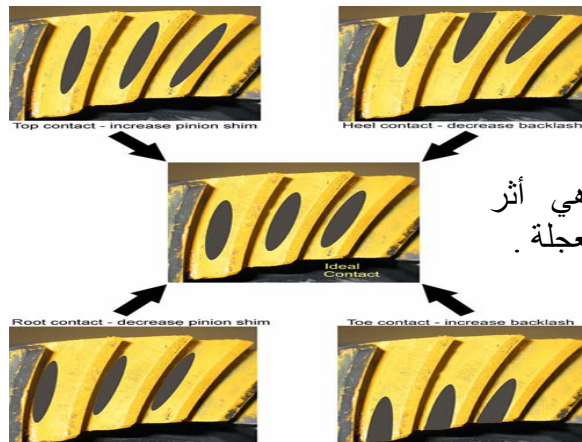


معاينة التروس و صندوق التروس

النقاط الأساسية التي يمكن الإنتباه لها عند معاينة التروس عند الحركة أو عند التوقف هي :

- i. الإرتجاج
- ii. الفسحة
- iii. تآكل أسنان العجلة نتيجة الإحتكاك
- iv. إنكسار أسنان العجلة
- v. وجود شرخ على أسنان العجلة أو على حافة العجلة
- vi. تآكل العجلة نتيجة التأكسد
- vii. ارتفاع درجة حرارة العجلة أو صندوق التروس
- viii. وجود نواحي ممتدة ذات لون داكن على أسنان العجلة
- ix. حركات إهتزازية
- x. وجود شقوق أو حفر على أسنان العجلة
- xi. معاينة الزيت المستعمل لتزيت العجلة من حيث الكمية و اللزوجة و الرطوبة أو وجود مواد صلبة فيه و عند اللزوم إرسال نموذج من الزيت للمختبر لفحصه و إختباره
- xii. معاينة الشحم المستعمل للتشحيم و كميته
- xiii. معاينة المحامل الموجودة على طرفي العجلة

أحد الطرق لتعين نوع التماس بين أسنان العجلة هل هو مناسب أو غير مناسب هو تغطية أسنان أحد العجلات بلون و عند الحركة مشاهدة آثار التماس و البحث في نوعية التماس .



الهيدروليك - Hydraulic

تستعمل الأنظمة الهيدروليكية و النيوماتيكية (pneumatic) بكثرة في الصناعات الثقيلة و الخفيفة و لكل من هذان النظامان محاسن و مساوئ و مجال إستعمال . تستعمل الأنظمة الهيدروليكية لتوليد قدرات و قوى عالية للسحب ، و الدفع ، و الدوران و للتحكم ، كذلك تستعمل الأنظمة النيوماتيكية لهذه الأغراض لكن بقدرات أقل بكثير . هذه مقارنة بين هذان النظامان :

- قوة السحب و الدفع و عزم الدوران في نظام هيدروليكي أضعاف نظيره من الأنظمة النيوماتيكية
- الأنظمة الهيدروليكية أكثر تكلفة من نظائرها النيوماتيكية و ذلك لإحتياجها لزيت الهيدروليك و مسير إعادة الزيت للمخزن بينما تستعمل الأنظمة النيوماتيكية للهواء الطبيعي و يتم تفريغه في محيط العمل.
- الأنظمة النيوماتيكية أنظف من نظائرها الهيدروليكية لذلك تستعمل هذه الأنظمة في صناعة الأغذية و الأدوية و النسيج .
- علائم الأنظمة الهيدروليكية شبيهة بنظائرها النيوماتيكية مع بعض الإختلافات الجزئية كما هو في هذه العلامة لمضخة الزيت في الأنظمة الهيدروليكية و ضاغطة الهواء في الأنظمة النيوماتيكية .


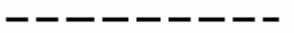


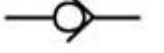
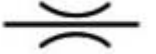



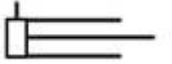

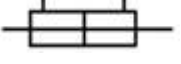





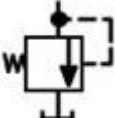
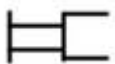
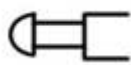
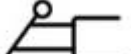









ضاغطة الهواء

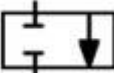




مضخة الزيت

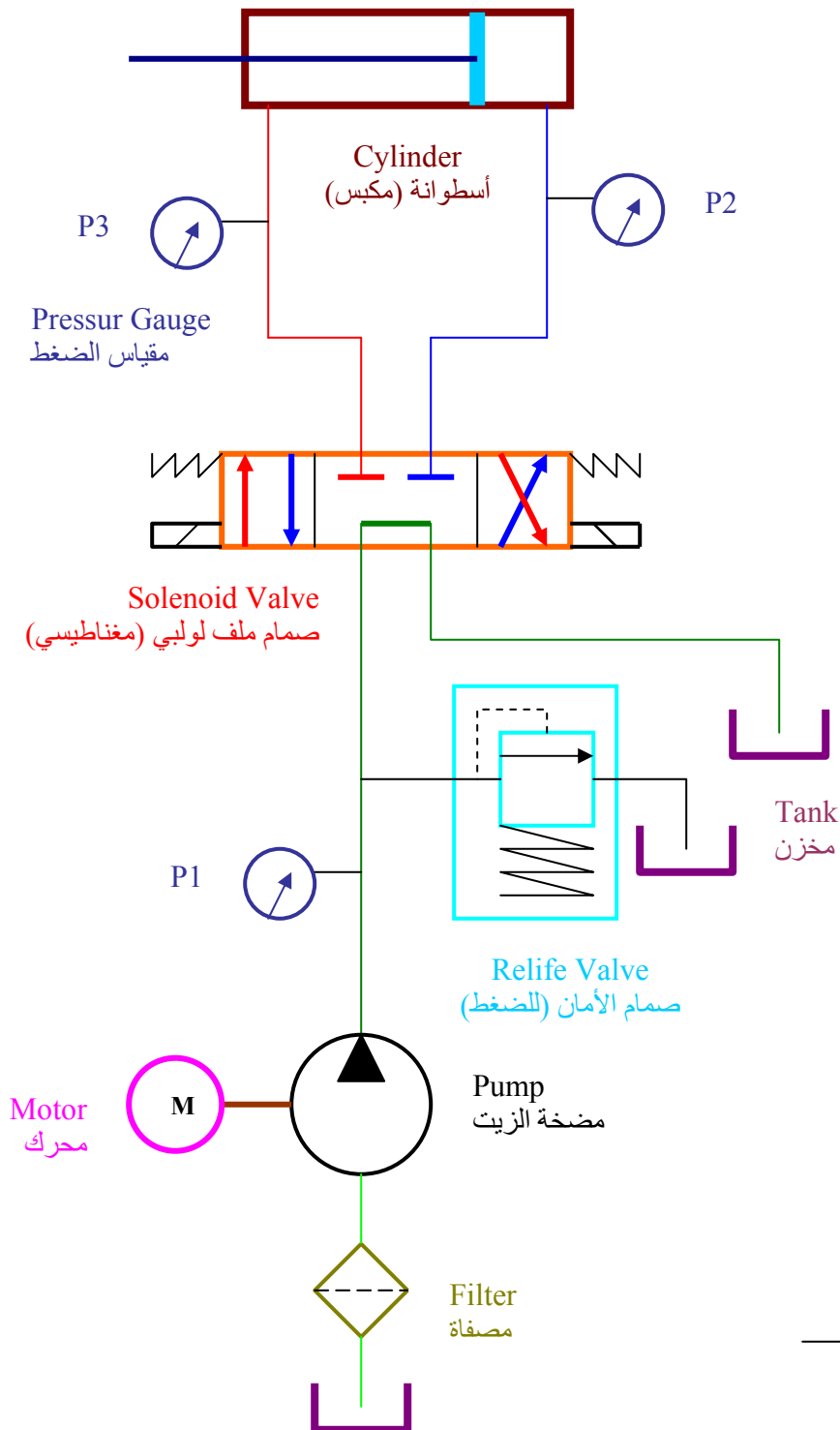
ملخص لأهم علائم الهيدروليك و الأكثر أستعمالاً

الخط الاصلى لانايبب الزيت	
خط التحكم	
خط التخلية	
خط جهة مسير الزيت	
خط جهة مسير الهواء في الدارة النيوماتيكية	
خطوط مرنة كالخراطيم	
كبح سريان الزيت من جهة واحدة	
محدد سريان الزيت	
صمام التحكم بالسريان قابل للتنظيم	
مضخة ثابتة السريان	
مضخة متغيرة السريان	
محرك ثابت الدوران	
محرك متغير الدوران	
أسطوانه او مكبس منفرد الفعل	
مكبس مزدوج الفعل	
مكبس مزدوج الفعل ذو انتهائين	

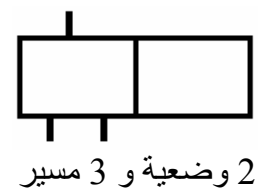
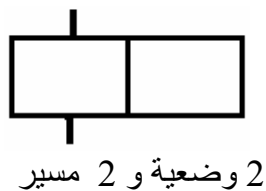
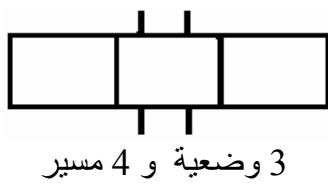
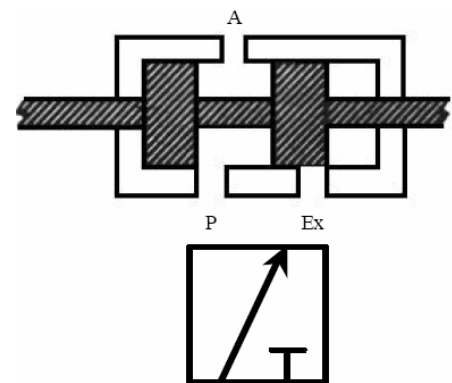
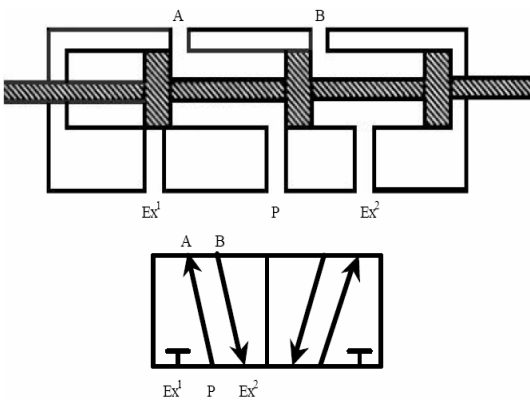
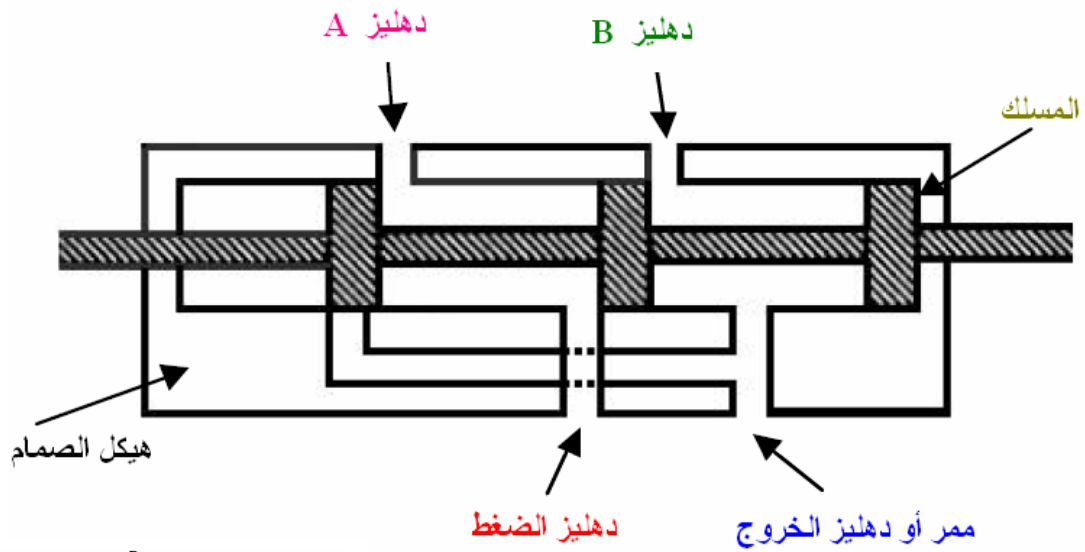
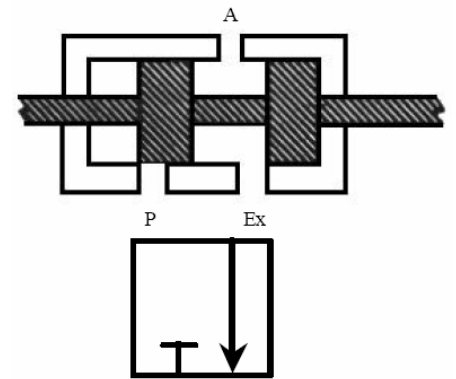
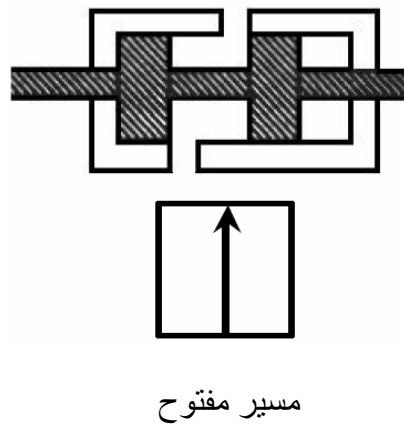
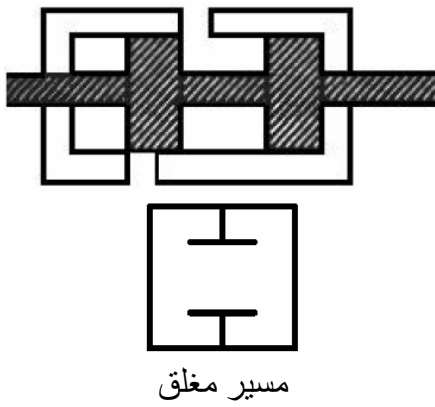
مُسَخِّن	
مُبْرَد	
مصفاة أو فيلتر	
صمام خافض الضغط	
تحكم يدوي	
زر	
عتلة للدفع و السحب	
دواسه قدميه	
تحكم من خلال ضغط الزيت على صمام	
تحكم من خلال تيار أو إشارة كهربائية أو مغناطيسيه	
مؤشر لقياس الحرارة	
مؤشر لقياس الضغط	
محرك كهربائي	
مدخرة غازية	
مدخرة زمبركية	
مخزن الزيت	

صمام وضعيتين و طريقين	
صمام وضعيتين و ثلاث طرق	
صمام ثلاث و ضعيات و أربع طرق	

مثال لدارة هيدروليكية

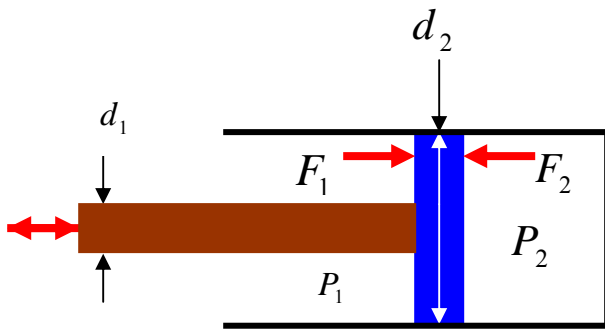


الصمامات الإتجاهية – directional valves



العوامل المهمة في تصميم الدارة الهيدروليكية

- القدرة المطلوبة من المكبس
- عزم الدوران اللازم من المحرك
- شوط (stroke) المكبس (طول ذراع المكبس في أعلى و أخفض نقطة)
- ضغط الزيت في المكبس و الأنابيب و المضخة و الخراطيم (على أساس قوة المكبس)
- تعيين قدرة المضخة و قطر الأنابيب و الخراطيم على أساس أعلى قيمة للضغط مع إعمال عامل أمان
- تعيين كمية سريان الزيت في الدقيقة
- محاسبة إنخفاض الضغط في مختلف نقاط الدارة و الإستعانة بمدخرة عند اللزوم
- الإستفادة من أدوات التحكم (كهربائية ، مغناطيسية أو هيدروليكية أو نيوماتيكية)
- الإستفادة من صمام أمان
- الإستفادة من مقياس الضغط و الحرارة و كمية سريان الزيت
- إنتخاب نوع زيت هيدروليكي مناسب
- يجب أن يكون الضغط في جميع نقاط الدارة أقل بكثير من ضغط تبخير الزيت
- الإستفادة من وسائل جانبية أخرى مثل مُبرد أو مُسخن الزيت
- الإستفادة من مصفاة قبل المضخة
- الإستفادة من صمام كبج سريان الزيت من جهة واحدة



$$F_1 = \frac{\pi}{4(d_2^2 - d_1^2)} P_1$$

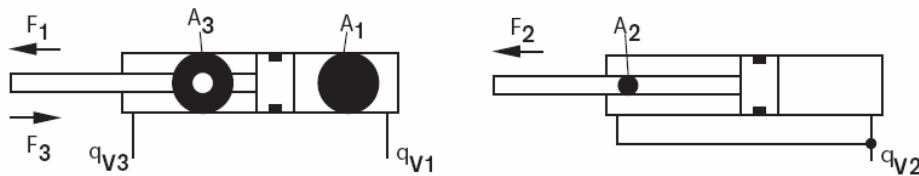
$$F_2 = \frac{\pi}{4(d_2^2)} P_2$$

- d_2 قطر المكبس
- d_1 قطر ذراع المكبس
- P_1 الضغط جهة الذراع
- P_2 الضغط القاعدة (جهة خلف الذراع)
- F_1 القوة على الذراع
- F_2 القوة على القاعدة

مشخصات نوع من أنواع المكابس الهيدروليكية من شركة Rexroth

Areas, forces, flow

Piston Ø mm	Piston rod Ø mm	Area ratio φ A_1/A_3	Areas			Force at 160 bar ¹⁾			Flow at 0.1 m/s ²⁾							
			Piston A_1 cm ²	Rod A_2 cm ²	Annulus A_3 cm ²	Pushing F_1 kN	Diff. F_2 kN	Pulling F_3 kN	Out q_{V1} L/min	Diff. q_{V2} L/min	In q_{V3} L/min					
25	12	1.30	4.91	1.13	3.78	7.85	1.81	6.04	2.9	0.7	2.3					
	18	2.08		2.54								2.37	4.07	3.78	1.5	1.4
32	14	1.25	8.04	1.54	6.50	12.87	2.46	10.40	4.8	0.9	3.9					
	22	1.90		3.80								4.24	6.08	6.79	2.3	2.5
40	18	1.25	12.56	2.54	10.02	20.11	4.07	16.03	7.5	1.5	6.0					
	22 ¹²⁾	1.43		3.80								8.77	6.08	14.02	2.3	5.3
	28	1.96		6.16								6.40	9.85	10.25	3.7	3.8
50	22	1.25	19.63	3.80	15.83	31.42	6.08	25.33	11.8	2.3	9.5					
	28 ¹²⁾	1.46		6.16								13.48	9.85	21.56	3.7	8.1
	36	2.08		10.18								9.45	16.29	15.13	6.1	5.7
63	28	1.25	31.17	6.16	25.01	49.88	9.85	40.02	18.7	3.7	15.0					
	36 ¹²⁾	1.48		10.18								20.99	16.29	33.59	6.1	12.6
	45	2.04		15.90								15.27	25.45	24.43	9.5	9.2
80	36	1.25	50.26	10.18	40.08	80.42	16.29	64.14	30.2	6.1	24.0					
	45 ¹²⁾	1.46		15.90								34.36	25.45	54.98	9.5	20.6
	56	1.96		24.63								25.63	39.41	41.02	14.8	15.4
100	45	1.25	78.54	15.90	62.64	125.66	25.45	100.21	47.1	9.5	37.6					
	56 ¹²⁾	1.46		24.63								53.91	39.41	86.26	14.8	32.3
	70	1.96		38.48								40.06	61.58	64.09	23.1	24.0
125	56	1.25	122.72	24.63	98.09	196.35	39.41	156.94	73.6	14.8	58.9					
	70 ¹²⁾	1.46		38.48								84.23	61.58	134.77	23.1	50.5
	90	2.08		63.62								59.10	101.79	94.56	38.2	35.5
160	70	1.25	201.06	38.48	162.58	321.70	61.58	260.12	120.6	23.1	97.5					
	110	1.90		95.03								106.03	152.05	169.64	57.0	63.6
200	90	1.25	314.16	63.62	250.54	502.65	101.79	400.86	188.5	38.2	150.3					
	140	1.96		153.94								160.22	246.30	256.35	92.4	96.1



Remarks

- ¹⁾ Theoretical force (without consideration of efficiency)
- ²⁾ Stroke velocity
- ¹²⁾ Piston rod Ø not standardised

المصادر

الكتب

- Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition, McGraw-Hill
- Machinery's Handbook, Twenty-Eighth Edition
- MECHANICAL ENGINEERS DATA HANDBOOK, JAMES CARVILL

➤ معجم هندسة الميكانيك المصوّر ، جلال الحاج عبد ، موجود على الموقع الرابط

<http://www.jalalalhajabed.com/mechanic-Eng-Arab-dic.pdf>

المواقع

- <http://www.engineersedge.com/>
- <http://www.engineershandbook.com/Tables/carbonsteelalloys.htm>
- http://www.voithturbo.com/fluid-couplings_literature.php3?id=746
- http://www.boschrexroth.com/country_units/america/united_states/en/products/brp/Products_&_Solutions/U.S._Product_Offering/Air_&_Hydraulic_Cylinders/index.jsp
- <http://www.skf.com/portal/skf/home>
- <http://www.ntn.co.jp/english/index.html>
- http://www.flender.com/content_manager/page.php?ID=1720405&dbc=807a89cb001dc57beb364b9dfa7a5f4d
- http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

فهرس موضوعي

الموضوع	الصفحة
المعاير و السلامة و الوحدات	6
الأنظمة العالمية	7
الوحدات	19
التسامح	26
علائم التسامح	27
مفاهيم و إصطلاحات التسامح	28
التسامح حسب الثقب أساس أو المحور أساس	31
تطبيقات عملية للتسامح	35
التلائم	36
خشونة السطح	38
المواد	40
طريقة ترقيم المواد في النظام الأوربي	41
الترقيم في نظام DIN	41
أنواع الفولاذ و تأثير نسبة الكربون على صلابته	43
أثر العناصر الكيميائية على الخواص الميكانيكية للفولاذ	44
بعض أنواع الفولاذ و إستخداماته	45

47 -----التزيت و الجورنال

48 -----ضخامة طبقة الزيت

50 -----منحنيات تدفق الزيت

53 -----درجة حرارة الزيت

55 -----مقايسة أنواع الزيوت

56 -----الكابل أو الحبال المعدنية

57 -----أنواع قتل الحبال المعدنية

58 -----طريقة فحص أو معاينة الحبال المعدنية

59 -----رابطة للحبال المعدنية

60 -----مشخصات الحبال المعدنية

63 -----اللحام

65 -----أنواع و علائم اللحام

68 -----خصائص سلك الحام

70 -----البرغي

70 -----العزم اللازم لسدّ البرغي

71 -----خصائص البراغي في النظام الإنشائي

72 -----خصائص البراغي في النظام الأوربي

74 -----تبديل وحدات العزم

74 -----تبديل القدرة الى عزم

74 -----أنواع البراغي و الواشرات في نظام DIN

83	الزنبرك
84	الحد الأقصى لجهد القص على الزنبرك
87	القاعدة و الأساس
90	العزم اللازم لسد البرغي
91	المحور
99	الخابور و موضع الخابور على المحور
100	الأقطار المعيارية للمحور
101	القياسات المعيارية للشطب
102	العوامل المهمة في إنتخاب مانع التسرب
103	الخابور
104	مشخصات الخابور في النظام المتري
106	المحامل
106	العمر المفيد للمحمل
107	إنتخاب المحمل
111	أنواع المحامل
113	طرق تركيب المحمل على المحور
114	فتح و تفكيك المحمل
115	الأضرار التي تواجهها المحامل
118	الزنجير و الإطار المسنن
119	القدرة التي تنقلها أنواع الزناجير
123	بعض أنواع الزناجير في النظام الإنشي

126	السير أو الحزام
126	القوانين و الفواصل لإنتخاب الأحزمة
127	تحليل القوى على الأحزمة
128	القدرة التي ينقلها الحزام
132	العمر المفيد لكل حزام
133	المقرنة
134	تنظيم شطري المقرنة
136	أنواع المقرنات
139	التروس
140	أنواع التروس
145	تحليل القوى على العجلات المسننة
149	تصميم و إنتخاب التروس العادية و الحلزونية
161	الفسحة و الإرتجاج في العجلات المسننة
163	معاينة التروس و صندوق التروس
164	الهيدروليكية
165	أهم علائم الهيدروليكية
167	مثال لدارة هيدروليكية
168	الصمامات الإتجاهية
169	العوامل المهمة في تصميم الدارة الهيدروليكية
171	المصادر



موقع جلال الحاج عبد

www.jalalalhajabed.com

البريد الإلكتروني :

jalal.alhajabed@hotmail.com

jalal.alhajabed@yahoo.com