# التصميم و الصيانة و التنصيب

في

## الهندسة الميكانيكية

جلال الحاج عبد

## بســـم الله الرحمـــن الرحيـــم

ليس من السهل أن نجمع تصميم (design) و تنصيب (installation) و صيانة (maintenance) المكائن و القطعات الميكانيكية في كتاب واحد و إذا أردنا أن نجمعها فستصبح كتب لا كتاب واحد ، لذلك أنتخبت أهم القطعات و المواضيع الميكانيكية و جمعتها في هذا الكتاب ، قطعات يمكن مشاهدتها في كثير من المكائن 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 تعين القوى المؤثرة على هذه القطعات ثم تعين أبعادها ثم إنتخابها من الجداول لشرائها من الأسواق أو طلبها من المخازن .

على أي مهندس بالأخصّ مهندس الميكانيك الخبرة النظرية و العملية بالمواد و خصائصها الكيميائية و الميكانيكية كأنواع الفولاذ المقاوم للتأكسد ، الحرارة ، التآكل و فولاذ البناء وحديد الصب كذلك الخشب و البلاستك 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 الأعتماد على القوى النظرية الناتجة من تحليل القوى و لا على الخصائص الميكانيكية للمواد المستخرجة من الجداول لذلك لابد 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 يُعرّضها 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 الأيروديناميكية 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 القطعات الميكانيكية يمكن العثور عليها في الأسواق بكلا النظامين ، بعض الدول تعتمد النظام الأمريكي و بعضها النظام العالمي و أحياناً نلاحظ أزدواجية المعاير 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

6- 12 - 2009

## المعاير و السلامة و الوحدات - Standards, Safety and Units

تخضع أكثر المقايس و المواد وبعض العمليات في هندسة الميكانيك لمعاير 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 لمعاير ثابتة كعمليات لحام مخازن الضغط العالي و السفن . الفائدة من هذه المعاير هي توحيد المقايس و الأبعاد و الخصائص عالمياً و سهولة العثور عليها في الأسواق و المخازن ، كذلك للحصول على نسبة عالية من الأمان و الإطمئنان للمنتوجات و من ثم سهولة تسويقها عالمياً .

بعض مؤسسات معاير هندسة الميكانيك

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

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

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

**الأنظمه العالمية**

International System of Units (**SI**)
International Organization for Standardization (**ISO**)
Deutsches Institut für Normung (**DIN**)
American National Standards Institute (**ANSI**)
British Standards Intuition (**BSI**)
Japanese Standards Association (**JSA**)

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

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 washers 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 | **Washer**s; medium type, primarily for hexagon bolts |
| DIN 125-1 | Product grade A **washer**s - with a hardness up to 250 HV designed for use with hexagon head bolts and nuts |
| DIN 125-2 | Product grade A **washer**s - with a hardness up to 300 HV designed for use with hexagon head bolts and nuts |
| DIN 126 | Product grade C **washer**s - designed for use with hexagon head bolts and nut |
| DIN 127 | Spring lock **washer**s with square ends or tang ends |
| DIN 128 | Curved and wave spring lock **washer**s |
| DIN 137 | Spring **washer**s, 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 **Screw**ed-on Blades |
| DIN 267-1 | Fasteners - Part 1: Technical delivery conditions; General requirements |
| DIN 267-2 | Fasteners - Part 2: Technical delivery conditions; Bolts, **Screw**s, 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 **screw**s; 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 **screw**s |
| 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 **screw**s |
| 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 **screw**s |
| 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 **screw**s, bolts and studs with adhesive coating |
| DIN 267-28 | Fasteners - Part 28: Technical specifications; Steel **screw**s, 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 **screw**s 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 |

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

## DIN 6000 to DIN 6999

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

## تبديل 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_l | 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 | Iluminance |
| 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 Mpa (Newton per square millimeter) = 145.0377 psi (pound per square inch)

1 kpsi = 6.894759 Mpa

1 N = 0.224809024 lbf

1 lbf = 4.44822 N

1 N.m = 8.850745 in.lbf

1 lbf = 0.11298483 N.m

1mm (millimeter) = 0.03937 in (inches)

1 in = 25.4000508 mm

1 kg = 2.2045855 lb (pound mass)

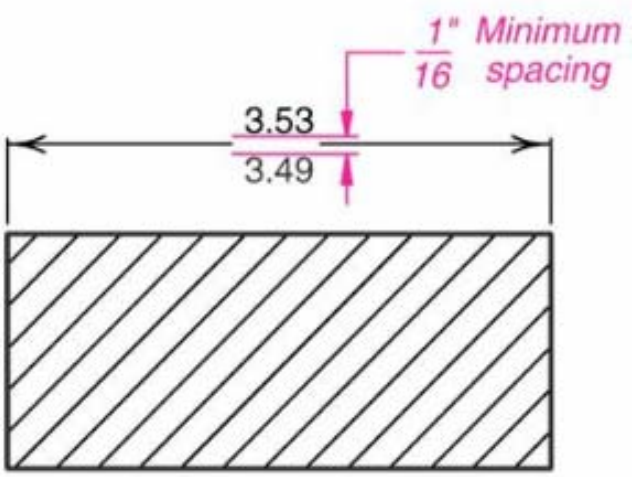
1 lb = 0.4536 kg

## التسامح - Tolerance

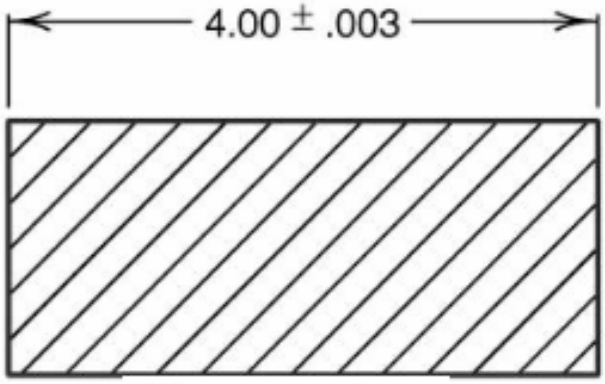
عملياً لا يمكن تطبيق القياسات النظرية المستنتجة من المحاسبات النظرية . توجد فاصلة مسموح فيها تغير القياسات النظرية بمقدار قليل جداً لإيجاد أمكانية تصنيع القطعات تعرف هذه التغيرات المسموح بها بالتسامح (tolerance) . يعبر عن التسامح بعدة طرق منها :

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

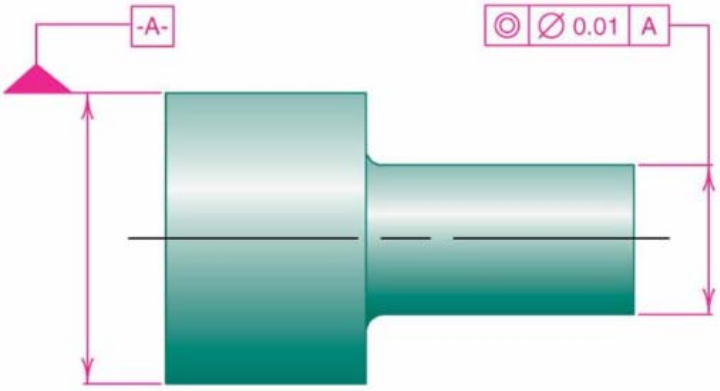
**التسامح الهندسي** (geometry tolerance) : في هذه الطريقة يشار الى التسامح بعلائم خاصة مرتبطة بسطح القطعة .




Direct limits

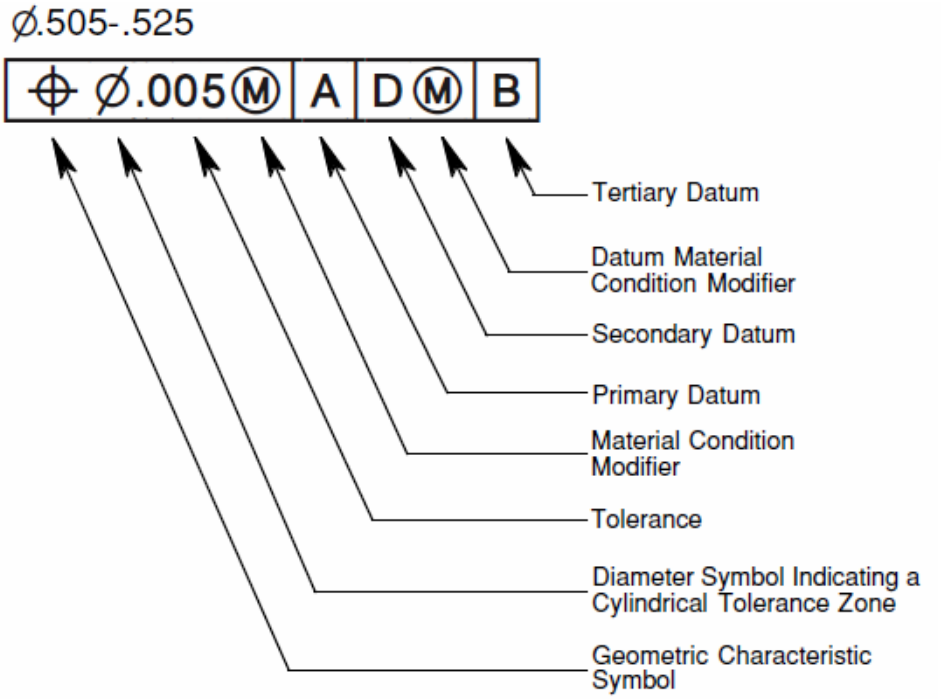



Tolerance values



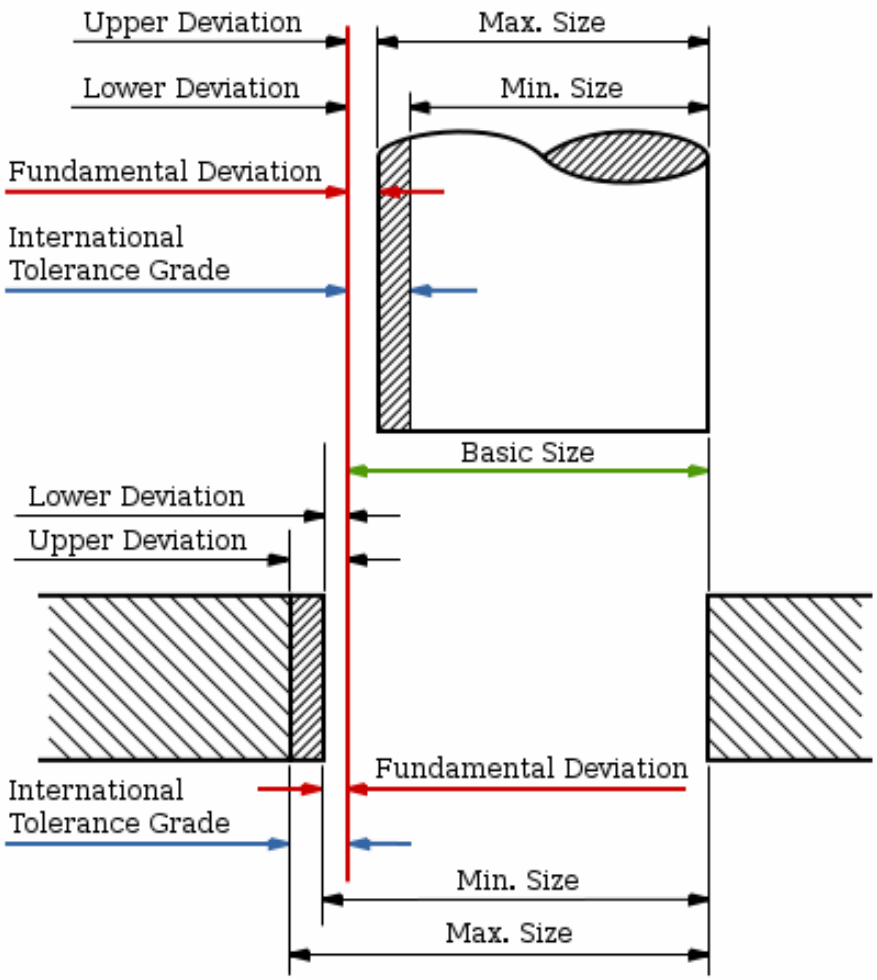

Geometry tolerance

## علائم التسامح :




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

## مفاهيم و إصطلاحات التسامح




**Max. Size**
الحد الأقصى للقياس

**Min. Size**
الحد الأدني للقياس

**Basic Size**
القياس الأساسي

**Upper Deviation**
الإنحراف العلوي

**Lower Deviation**
الإنحراف السفلي

**Fundamental Deviation**
الإنحراف الأساسي

**Tolerance Grade**
الدرجه القياسيه

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

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

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

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

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

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

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

**الفسحة – clearance :** الفاصلة الخالية بين قطعتين متداخلتين .

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

**التلائم – fit :** هو درجة الضيق بين قطعتين متداخلتين

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

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

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

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

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

و القانون الذي نستنتج منه التسامح هو :

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

$T$ التسامح حسب الميكرون $\mu m$ (الميكرون يساوي واحد على الف من الملي متر)

$D$ القطر الهندسي المتوسط حسب الملي متر $mm$

ITG عدد صحيح مثبت و هو العدد الأزرق في الجدول أعلاه

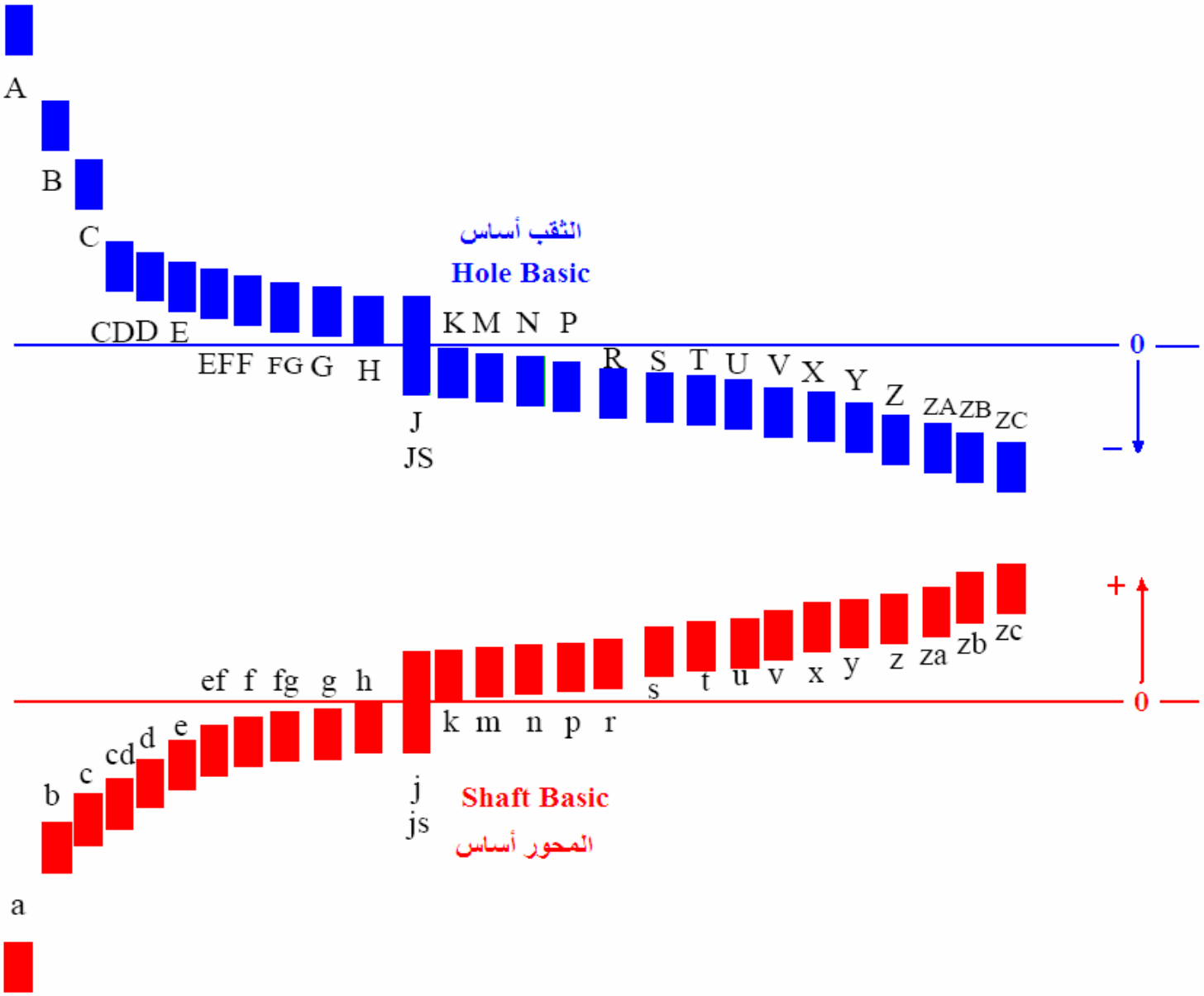
**درجة التسامح العالمية لكل من هذه العمليات الميكانيكية**

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

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

## التسامح حسب الثقب أساس ، أو المحور أساس

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



## ISO Tolerances for Holes (ISO 286-2)

**Nominal hole sizes (mm)**

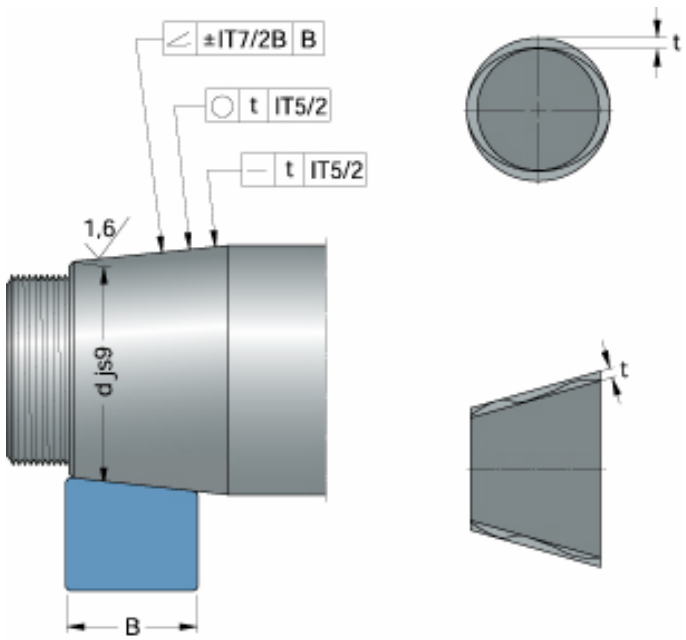
| over | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 280 | 315 | 355 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| inc. | 6 | 10 | 18 | 30 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 280 | 315 | 355 | 400 |

**micrometres**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E6 | +28<br>+20 | +34<br>+25 | +43<br>+32 | +53<br>+40 | +66<br>+50 | +79<br>+ 60 | +94<br>+72 | +110<br>+85 | +129<br>+100 | +142<br>+110 | +161<br>+125 | | | | | | | | | |
| E7 | +32<br>+20 | +40<br>+25 | +50<br>+32 | +61<br>+40 | +75<br>+50 | +90<br>+ 60 | +107<br>+72 | +125<br>+85 | +146<br>+100 | +162<br>+110 | +185<br>+125 | | | | | | | | | |
| E11 | +95<br>+20 | +115<br>+25 | +142<br>+32 | +170<br>+40 | +210<br>+50 | +250<br>+ 60 | +292<br>+72 | +335<br>+85 | +390<br>+100 | +430<br>+110 | +485<br>+125 | | | | | | | | | |
| E12 | +140<br>+20 | +175<br>+25 | +212<br>+32 | +250<br>+40 | +300<br>+50 | +360<br>+ 60 | +422<br>+72 | +485<br>+85 | +560<br>+100 | +630<br>+110 | +695<br>+125 | | | | | | | | | |
| E13 | +200<br>+20 | +245<br>+25 | +302<br>+32 | +370<br>+40 | +440<br>+50 | +520<br>+ 60 | +612<br>+72 | +715<br>+85 | +820<br>+100 | +920<br>+110 | +1 015<br>+125 | | | | | | | | | |
| F6 | +18<br>+10 | +22<br>+13 | +27<br>+16 | +33<br>+20 | +41<br>+2 | +49<br>+ 30 | +58<br>+36 | +68<br>43 | +79<br>+50 | +88<br>+56 | +98<br>+62 | | | | | | | | | |
| F7 | +22<br>+10 | +28<br>+13 | +34<br>+16 | +41<br>+20 | +50<br>+25 | +60<br>+ 30 | +71<br>+36 | +83<br>43 | +96<br>+50 | +108<br>+56 | +119<br>+62 | | | | | | | | | |
| F8 | +28<br>+10 | +35<br>+13 | +43<br>+16 | +53<br>+20 | +64<br>+25 | +76<br>+ 30 | +90<br>+36 | +106<br>43 | +122<br>+50 | +137<br>+56 | +151<br>+62 | | | | | | | | | |
| G6 | +12<br>+4 | +14<br>+5 | +17<br>+6 | +20<br>+7 | +25<br>+9 | +29<br>+10 | +34<br>+ 12 | +39<br>+14 | +44<br>+15 | +49<br>+17 | +54<br>+18 | | | | | | | | | |
| G7 | +16<br>+4 | +20<br>+5 | +24<br>+6 | +28<br>+7 | +34<br>+9 | +40<br>+10 | +47<br>+ 12 | +54<br>+14 | +61<br>+15 | +69<br>+17 | +75<br>+18 | | | | | | | | | |
| G8 | +22<br>+4 | +27<br>+5 | +33<br>+6 | +40<br>+7 | +48<br>+9 | +56<br>+10 | +66<br>+ 12 | +77<br>+14 | +87<br>+15 | +98<br>+17 | +107<br>+18 | | | | | | | | | |
| H6 | +8<br>0 | +9<br>0 | +11<br>0 | +13<br>0 | +16<br>0 | +19<br>0 | +22<br>0 | +25<br>0 | +29<br>0 | +32<br>0 | +36<br>0 | | | | | | | | | |
| H7 | +12<br>0 | +15<br>0 | +18<br>0 | +21<br>0 | +25<br>0 | +30<br>0 | +35<br>0 | +40<br>0 | +46<br>0 | +52<br>0 | +57<br>0 | | | | | | | | | |
| H8 | +18<br>0 | +22<br>0 | +27<br>0 | +33<br>0 | +39<br>0 | +46<br>0 | +54<br>0 | +63<br>0 | +72<br>0 | +81<br>0 | +89<br>0 | | | | | | | | | |
| H9 | +30<br>0 | +36<br>0 | +43<br>0 | +52<br>0 | +62<br>0 | +74<br>0 | +87<br>0 | +100<br>0 | +115<br>0 | +130<br>0 | +140<br>0 | | | | | | | | | |
| H10 | +48<br>0 | +58<br>0 | +70<br>0 | +84<br>0 | +100<br>0 | +120<br>0 | +140<br>0 | +160<br>0 | +185<br>0 | +210<br>0 | +230<br>0 | | | | | | | | | |
| H11 | +75<br>0 | +90<br>0 | +110<br>0 | +130<br>0 | +160<br>0 | +190<br>0 | +220<br>0 | +250<br>0 | +290<br>0 | +320<br>0 | +360<br>0 | | | | | | | | | |
| J6 | +5<br>-3 | +5<br>-4 | +6<br>-5 | +8<br>-5 | +10<br>-6 | +13<br>-6 | +16<br>-6 | +18<br>-7 | +22<br>-7 | +25<br>-7 | +29<br>-7 | | | | | | | | | |
| J7 | +6<br>-6 | +8<br>-7 | +10<br>-8 | +12<br>-9 | +14<br>-11 | +18<br>-12 | +22<br>-13 | +26<br>-14 | +30<br>-16 | +36<br>-16 | +39<br>-18 | | | | | | | | | |
| J8 | +10<br>-8 | +12<br>-10 | +15<br>-12 | +20<br>-13 | +24<br>-15 | +28<br>-18 | +34<br>-20 | +41<br>-22 | +47<br>-25 | +55<br>-26 | +60<br>-29 | | | | | | | | | |
| JS6 | +4<br>-4 | +4.5<br>-4.5 | +5.5<br>-5.5 | +6.5<br>-6.5 | +8<br>-8 | +9.5<br>-9.5 | +11<br>-11 | +12.5<br>-12.5 | +14.5<br>-14.5 | +16<br>-16 | +18<br>-18 | | | | | | | | | |

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

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



## ISO Tolerances for Shafts (ISO 286-2)

### Nominal Shaft Sizes (mm)

| over | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 280 | 315 | 355 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| inc. | 6 | 10 | 18 | 30 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 280 | 315 | 355 | 400 |

### micrometres

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a12 | -270<br>-390 | -280<br>-430 | -290<br>-470 | -300<br>-510 | -310<br>-560 | -320<br>-570 | -340<br>-640 | -360<br>-660 | -380<br>-730 | -410<br>-760 | -460<br>-860 | -520<br>-920 | -580<br>-980 | -660<br>-1120 | -740<br>-1200 | -820<br>-1280 | -920<br>-1440 | -1050<br>-1570 | -1200<br>-1770 | -1350<br>-1920 |
| d6 | -30<br>-38 | -40<br>-49 | -50<br>-61 | -65<br>-78 | -80<br>-96 | | -100<br>-119 | | -120<br>-142 | | -145<br>-170 | | | -170<br>-199 | | | -190<br>-222 | | -210<br>-246 | |
| e6 | -20<br>-28 | -25<br>-34 | -32<br>-43 | -40<br>-53 | -50<br>-66 | | -60<br>-79 | | -72<br>-94 | | -85<br>-110 | | | -100<br>-129 | | | -110<br>-142 | | -125<br>-161 | |
| e13 | -20 -200 | -25 -<br>245 | -32 -<br>302 | -40 -<br>370 | -50<br>-440 | | -60<br>-520 | | -72<br>-612 | | -85<br>-715 | | | -100<br>-820 | | | -110<br>-920 | | -125<br>-1015 | |
| f5 | -10 -15 | -13 -<br>19 | -16 -<br>24 | -20 -29 | -25<br>-36 | | -30<br>-43 | | -36<br>-51 | | -43<br>-61 | | | -50<br>-70 | | | -56<br>-79 | | -62<br>-87 | |
| f6 | -10<br>-18 | -13<br>-22 | -16<br>-27 | -20<br>-33 | -25<br>-41 | | -30<br>-49 | | -36<br>-58 | | -43<br>-68 | | | -50<br>-79 | | | -56<br>-88 | | -62<br>-98 | |
| f7 | -10<br>-22 | -13<br>-28 | -16<br>-34 | -20<br>-41 | -25<br>-50 | | -30<br>-60 | | -36<br>-71 | | -43<br>-83 | | | -50<br>-96 | | | -56<br>-108 | | -62<br>-119 | |
| g5 | -4<br>-9 | -5<br>-11 | -6<br>-14 | -7<br>-16 | -9<br>-20 | | -10<br>-23 | | -12<br>-27 | | -14<br>-32 | | | -15<br>-35 | | | -17<br>-40 | | -18<br>-43 | |
| g6 | -4<br>-12 | -5<br>-14 | -6<br>-17 | -7<br>-20 | -9<br>-25 | | -10<br>-29 | | -12<br>-34 | | -14<br>-39 | | | -15<br>-44 | | | -17<br>-49 | | -18<br>-54 | |
| g7 | -4<br>-16 | -5<br>-20 | -6<br>-24 | -7<br>-28 | -9<br>-34 | | -10<br>-40 | | -12<br>-47 | | -14<br>-54 | | | -15<br>-61 | | | -17<br>-69 | | -18<br>-75 | |
| h4 | -0<br>-4 | -0<br>-4 | -0<br>-5 | -0<br>-6 | -0<br>-7 | | -0<br>-8 | | -0<br>-10 | | -0<br>-12 | | | -0<br>-14 | | | -0<br>-16 | | -0<br>-18 | |
| h5 | -0<br>-5 | -0<br>-6 | -0<br>-8 | -0<br>-9 | -0<br>-11 | | -0<br>-13 | | -0<br>-15 | | -0<br>-18 | | | -0<br>-20 | | | -0<br>-23 | | -0<br>-25 | |
| h6 | -0<br>-8 | -0<br>-9 | -0<br>-11 | -0<br>-13 | -0<br>-16 | | -0<br>-19 | | -0<br>-22 | | -0<br>-25 | | | -0<br>-29 | | | -0<br>-32 | | -0<br>-36 | |
| h7 | -0<br>-12 | -0<br>-15 | -0<br>-18 | -0<br>-21 | -0<br>-25 | | -0<br>-30 | | -0<br>-35 | | -0<br>-40 | | | -0<br>-46 | | | -0<br>-52 | | -0<br>-57 | |
| h8 | -0<br>-18 | -0<br>-22 | -0<br>-27 | -0<br>-33 | -0<br>-39 | | -0<br>-46 | | -0<br>-54 | | -0<br>-63 | | | -0<br>-72 | | | -0<br>-81 | | -0<br>-89 | |
| h9 | -0<br>-30 | -0<br>-36 | -0<br>-43 | -0<br>-52 | -0<br>-62 | | -0<br>-74 | | -0<br>-87 | | -0<br>-100 | | | -0<br>-115 | | | -0<br>-130 | | -0<br>-140 | |
| h10 | -0<br>-48 | -0<br>-58 | -0<br>-70 | -0<br>-84 | -0<br>-100 | | -0<br>-120 | | -0<br>-140 | | -0<br>-160 | | | -0<br>-185 | | | -0<br>-210 | | -0<br>-230 | |
| h11 | -0<br>-75 | -0<br>-90 | -0<br>-110 | -0<br>-130 | -0<br>-160 | | -0<br>-190 | | -0<br>-220 | | -0<br>-250 | | | -0<br>-290 | | | -0<br>-320 | | -0<br>-360 | |
| h12 | -0<br>-120 | -0<br>-150 | -0<br>-180 | -0<br>-210 | -0<br>-250 | | -0<br>-300 | | -0<br>-350 | | -0<br>-400 | | | -0<br>-460 | | | -0<br>-520 | | -0<br>-570 | |
| j5 | +3<br>-2 | +4<br>-2 | +5<br>-3 | +5<br>-4 | +6<br>-5 | | +6<br>-7 | | +6<br>-9 | | +7<br>-11 | | | +7<br>-13 | | | +7<br>-16 | | +7<br>-18 | |
| j6 | +6<br>-2 | +7<br>-2 | +8<br>-3 | +9<br>-4 | +11<br>-5 | | +12<br>-7 | | +13<br>-9 | | +14<br>-11 | | | +16<br>-13 | | | +16<br>-16 | | +18<br>-18 | |
| j7 | +8<br>-4 | +10<br>-5 | +12<br>-6 | +13<br>-8 | +15<br>-10 | | +18<br>-12 | | +20<br>-15 | | +22<br>-18 | | | +25<br>-21 | | | +26<br>-26 | | +29<br>-28 | |
| js5 | +2.5<br>-2.5 | +3<br>-3 | +4<br>-4 | +4.5<br>-4.5 | +5.5<br>-5.5 | | +6.5<br>-6.5 | | +7.5<br>-7.5 | | +9<br>-9 | | | +10<br>-10 | | | +11.5<br>-11.5 | | +12.5<br>-12.5 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **js6** | +4<br>-4 | +4.5<br>-4.5 | +5.5<br>-5.5 | +6.5<br>-6.5 | +8<br>-8 | +9.5<br>-9.5 | | +11<br>-11 | | +12.5<br>-12.5 | | | +14.5<br>-14.5 | | | +16<br>-16 | | +18<br>-18 | |
| **js7** | +6<br>-6 | +7.5<br>-7.5 | +9<br>-9 | +10.5<br>-10.5 | +12.5<br>-12.5 | +15<br>-15 | | +17.5<br>-17.5 | | +20<br>-20 | | | +23<br>-23 | | | +26<br>-26 | | +28.5<br>-28.5 | |
| **k5** | +6<br>+1 | +7<br>+1 | +9<br>+1 | +11<br>+2 | +13<br>+2 | +15<br>+2 | | +18<br>+3 | | +21<br>+3 | | | +24<br>+4 | | | +27<br>+4 | | +29<br>+4 | |
| **k6** | +9<br>+1 | +10<br>+1 | +12<br>+1 | +15<br>+2 | +18<br>+2 | +21<br>+2 | | +25<br>+3 | | +28<br>+3 | | | +33<br>+4 | | | +36<br>+4 | | +40<br>+4 | |
| **k7** | +13<br>+1 | +16<br>+1 | +19<br>+1 | +23<br>+2 | +27<br>+2 | +32<br>+2 | | +38<br>+3 | | +43<br>+3 | | | +50<br>+4 | | | +56<br>+4 | | +61<br>+4 | |
| **m5** | +9<br>+4 | +12<br>+6 | +15<br>+7 | +17<br>+8 | +20<br>+9 | +24<br>+11 | | +28<br>+13 | | +33<br>+15 | | | +37<br>+17 | | | +43<br>+20 | | +46<br>+21 | |
| **m6** | +12<br>+4 | +15<br>+6 | +18<br>+7 | +21<br>+8 | +25<br>+9 | +30<br>+11 | | +35<br>+13 | | +40<br>+15 | | | +46<br>+17 | | | +52<br>+20 | | +57<br>+21 | |
| **m7** | +16<br>+4 | +21<br>+6 | +25<br>+7 | +29<br>+8 | +34<br>+9 | +41<br>+11 | | +48<br>+13 | | +55<br>+15 | | | +63<br>+17 | | | +72<br>+20 | | +78<br>+21 | |
| **n5** | +13<br>+8 | +16<br>+10 | +20<br>+12 | +24<br>+15 | +28<br>+17 | +33<br>+20 | | +38<br>+23 | | +45<br>+27 | | | +51<br>+31 | | | +57<br>+34 | | +62<br>+37 | |
| **n6** | +16<br>+8 | +19<br>+10 | +23<br>+12 | +28<br>+15 | +33<br>+17 | +39<br>+20 | | +45<br>+23 | | +52<br>+27 | | | +60<br>+31 | | | +66<br>+34 | | +73<br>+37 | |
| **n7** | +20<br>+8 | +25<br>+10 | +30<br>+12 | +36<br>+15 | +42<br>+17 | +50<br>+20 | | +58<br>+23 | | +67<br>+27 | | | +77<br>+31 | | | +86<br>+34 | | +94<br>+37 | |
| **p5** | +17<br>+12 | +21<br>+15 | +26<br>+18 | +31<br>+22 | +37<br>+26 | +45<br>+32 | | +52<br>+37 | | +61<br>+43 | | | +70<br>+50 | | | +79<br>+56 | | +87<br>+62 | |
| **p6** | +20<br>+12 | +24<br>+15 | +29<br>+18 | +35<br>+22 | +42<br>+26 | +51<br>+32 | | +59<br>+37 | | +68<br>+43 | | | +79<br>+50 | | | +88<br>+56 | | +98<br>+62 | |
| **r6** | +23<br>+15 | +28<br>+19 | +34<br>+23 | +41<br>+28 | +50<br>+34 | +60<br>+41 | +62<br>+43 | +73<br>+51 | +76<br>+54 | +88<br>+63 | +90<br>+65 | +93<br>+68 | +106<br>+77 | +109<br>+80 | +113<br>+84 | +126<br>+94 | +130<br>+98 | +144<br>+108 | +150<br>+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 |
| عتلات 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 فضفاض** 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 | | | | | | | | | | |
| | | | d9 | e9 | | | | | | | | | | | | | |
| H9 | | | d8 | e8 | | | h8 | | | | | | | | | | |
| | | c9 | d9 | e9 | | | h9 | | | | | | | | | | |
| H10 | b9 | c9 | d9 | | | | | | | | | | | | | | |

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

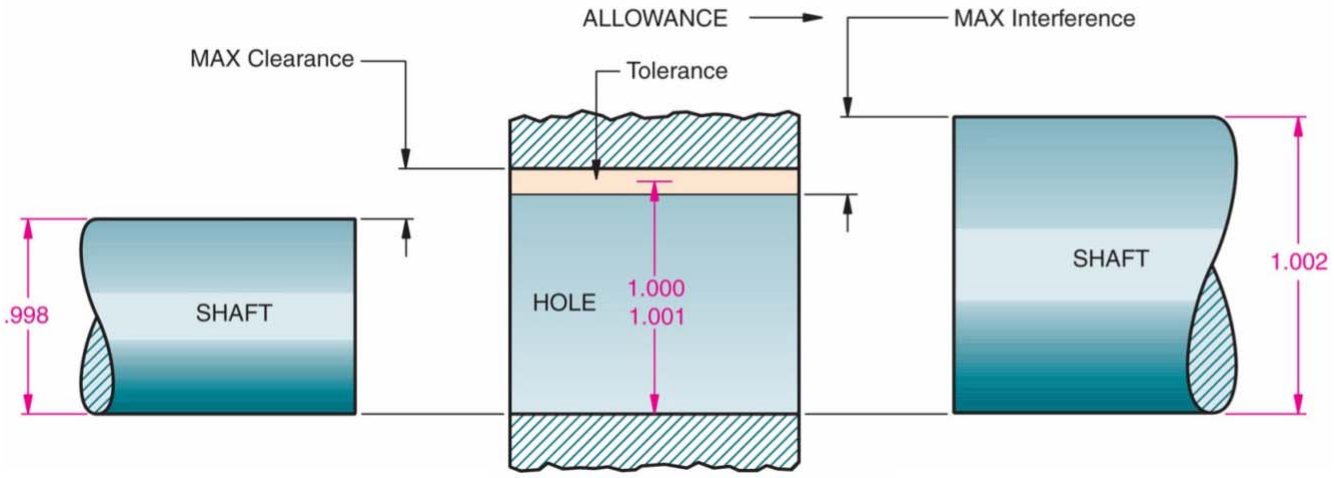
JIS B0401

**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 | X7 |
| 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 أكبر من قطر الثقب
تلائم تداخلي - interference

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

**مثال :**

القطر الأسمي $20mm$

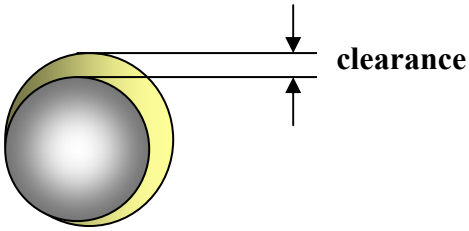
التلائم فضفاض أكثر من المثال الأسفل $H\,8/f\,7$

$f\,7$ : المحور يساوي 19.980 الى 19.959

$H\,8$ : الثقب يساوي 20.000 الى 20.033

الفسحة (clearance) تساوي 20 الى 74 ميكرون

$\phi 20.00H\,8/f\,7$




**مثال :**

القطر الأسمي $20mm$

التلائم فضفاض 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

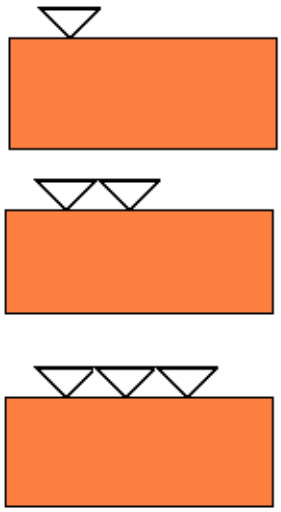
الفسحة (clearance) تساوي 7 الى 28 ميكرون

$\phi 20.00H\,7/g\,6$

## خشونة السطح – Surface Roughness

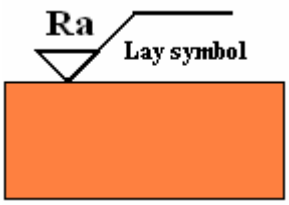
خشونة سطح القطعات من العوامل المهمة في التصميم و التصنيع الميكانيكي . لخشونة السطح و نعومته تأثير شديد على تسرب الزيت و الغاز و الموائع الأخرى ، كذلك القطعات التي هي تحت إجهادات ميكانيكية شديدة أو حركات إهتزازية خشونة السطح أو بعض الشقوق تؤدي الى تمركز الإجهادات في تلك النواحي و تكون السبب في كسر القطعة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

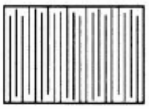
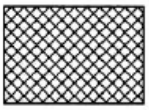
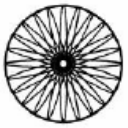
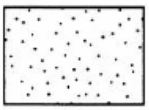
علامة خشونة السطح و نعومته هي مثلث صغير على سطح القطعة كلما كان عدد المثلثات أكثر سطح القطعة أكثر نعومة .

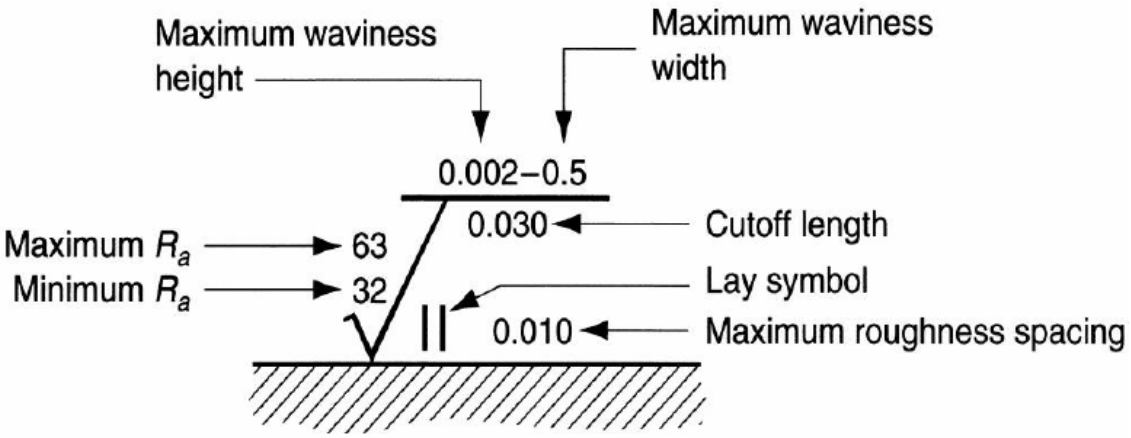



كذلك يستعان بهذه الطريقة للتعبير و تعين خشونة و نعومة السطوح . Ra عدد يبين مقدار نعومة السطح حسب الميكرون كلما كان هذا العدد أقلّ السطح أكثر نعومة .

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 :

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

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

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

$S_{ut} > 88kpsi \Rightarrow S'_e = 40kpsi$ 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

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

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**

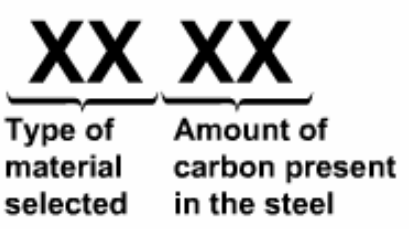
| | |
|---|---|
| **00** | Base Steel |
| **01** | General Structural Steels with Rm < 500N/mm2 |
| **03** | Steels with average carbon<br>C < 0.12% Or<br>Rm < 400N/mm2 |
| **04** | Steels with average carbon<br>C > 0.12%< 0.25% Or<br>Rm > 400 < 500N/mm2 |
| **05** | Steels with average carbon<br>C > 0.25%< 0.55% Or<br>Rm > 500 < 700N/mm2 |
| **43** | Stainless Steel Ni > 2.5% |
| **44** | Stainless Steel Ni > 2.5%<br>+ 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 أختلاف هذا الفولاذان المنتميان لفئة واحدة .

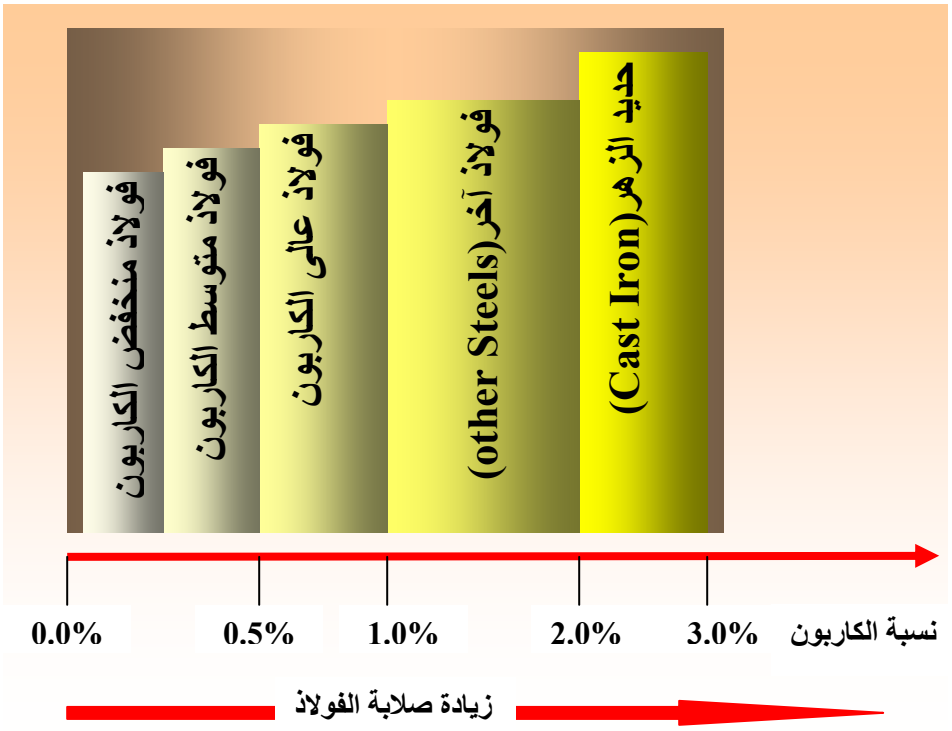
## الترقيم في نظام AISI / SAE

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



| AISI/SAE Steel Numbering System<br>AISI/SAE الترقيم في نظا م | | |
|---|---|---|
| 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 الكاربون على صلابته



# أثر العناصر على الخواص الميكانيكية للفولاذ

| العناصر | الصلابه Hardness | المقاومه Strength | نقطة الخضوع Yield Point | الإطاله Elongation | كفاءة الخراطة Machinability | كفاءة الحدادة Forgeability | المقاومة ضد الإحتكاك Resistance to Wear | المقاومة ضد التآكل Resistance to Corrosion |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السيليكون Si | ↑ | ↑ | ↑↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓↓↓ | – |
| المنجنز Mn , for perlitic steels | ↑ | ↑ | ↑ | ↔ | ↓ | ↑ | ↓↓ | – |
| المنجنز Mn, for austenitic Steels | ↓↓↓ | ↑ | ↓ | ↑↑↑ | ↓↓↓ | ↓↓↓ | – | – |
| الكروم Cr | ↑↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↓ | – | ↓ | ↑ | ↑↑↑ |
| النيكل Ni, for perlitic steels | ↑ | ↑ | ↑ | ↔ | ↓ | ↓ | ↓↓ | – |
| النيكل Ni, for austenitic steels | ↓↓ | ↑ | ↓ | ↑↑↑ | ↓↓↓ | ↓↓↓ | – | ↑↑ |
| الألومنيوم Al | – | – | – | – | – | ↓↓ | – | – |
| التنجستن W | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓↓ | ↓↓ | ↑↑↑ | – |
| فانديوم V | ↑ | ↑ | ↑ | ↔ | – | ↑ | ↑↑ | ↑ |
| كوبالت Co | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↔ | ↓ | ↑↑↑ | – |
| موليبيدنيوم Mo | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑↑ | – |
| نحاس Cu | ↑ | ↑ | ↑↑ | ↔ | ↔ | ↓↓↓ | – | ↑ |
| كبريت S | – | – | – | ↓ | ↑↑↑ | ↓↓↓ | – | ↓ |
| فوسفور P | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑↑ | ↓ | – | – |

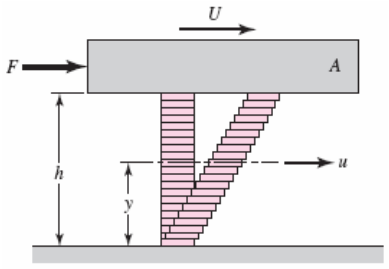
↑زيادة , ↓نقصان , ↔بدون تأثير , –غير معينة . كلما كان عدد الأسهم أكثر فالزيادة أو النقصان أكثر

## بعض أنواع الفولاذ و إستخداماته

| رقم الفولاذ | إستخدامـــه |
|---|---|
| 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 الآنية 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 كفك 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 الصيقلة |
| 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 |

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

## التزيت و الجورنال - Lubrication and Journal

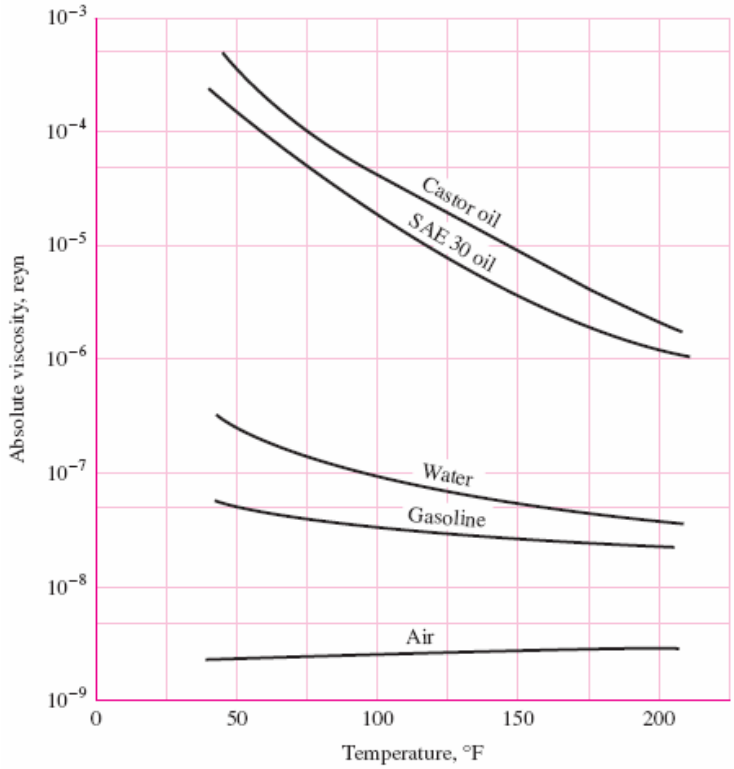



الجورنال (journal) جزء من المحور الذي يستند على المحمل و يرفع بضغط الزيت .

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

$du$ تغيرات السرعة $dy$ تغيرات الفاصلة $\mu$ اللزوجه $F$ القوة $A$ السطح

جدول مقايسة لزوجة بعض السوائل في درجات حرارة مختلفه

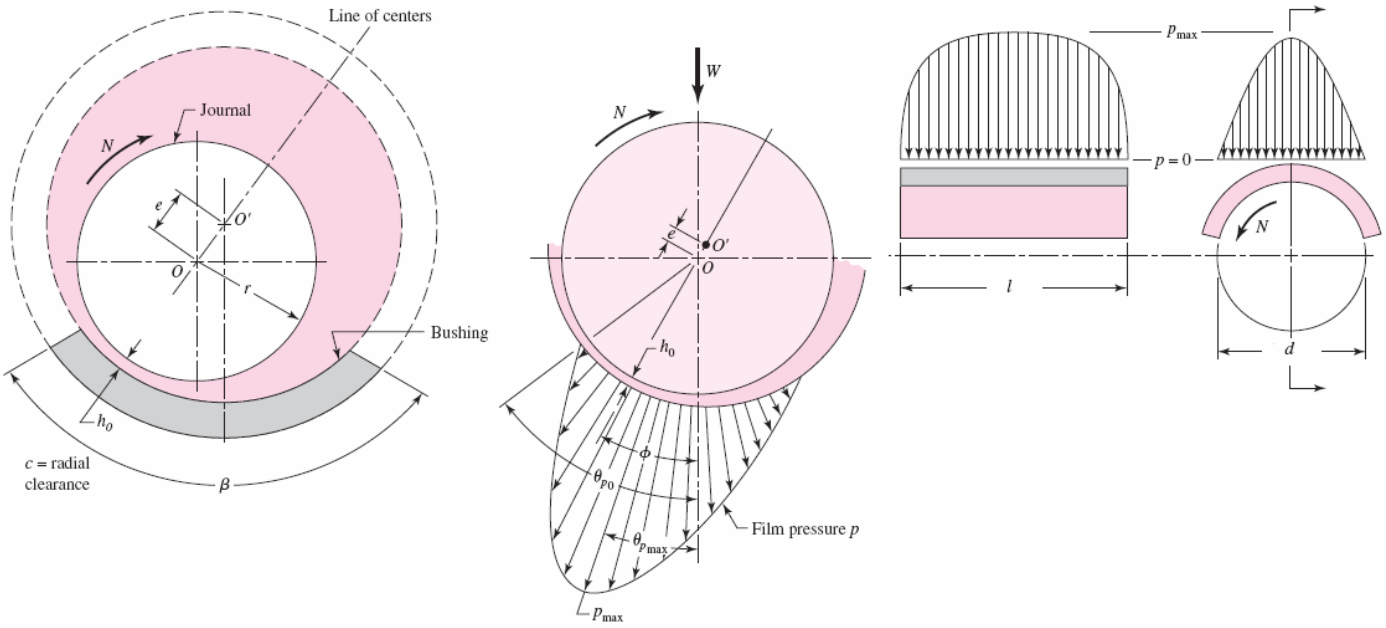



عدد سومرفيلد (sommerfeld) اللا بعدي من المعامل المهمة في تصميم المحمل و الجورنال و العدد هو

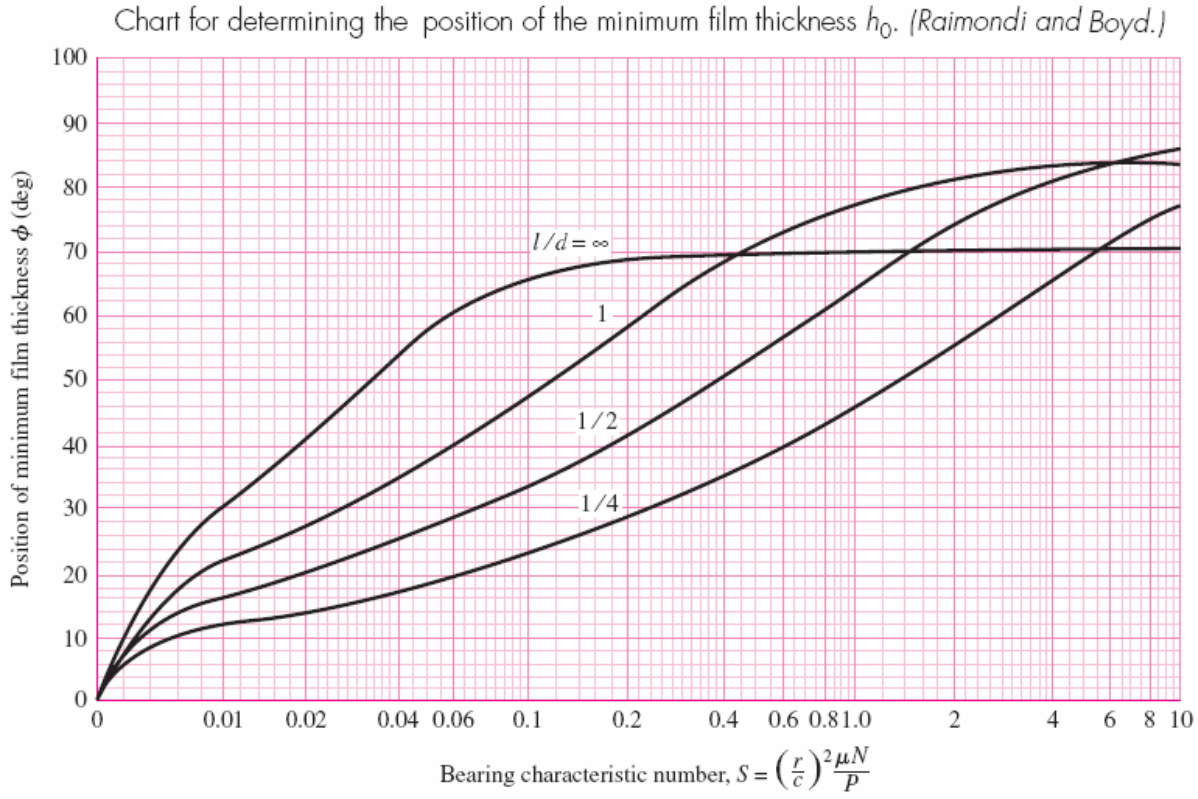
$$S = (\frac{r}{c})^2 \frac{\mu N}{P}$$

$S$ عدد سومرفيلد $r$ نصف قطر الجورنال $\mu$ اللزوجه $N$ 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 سومرفيلد يمكن من خلالهما استنتاج بعض المعلومات من الجداول المربوطة بهما

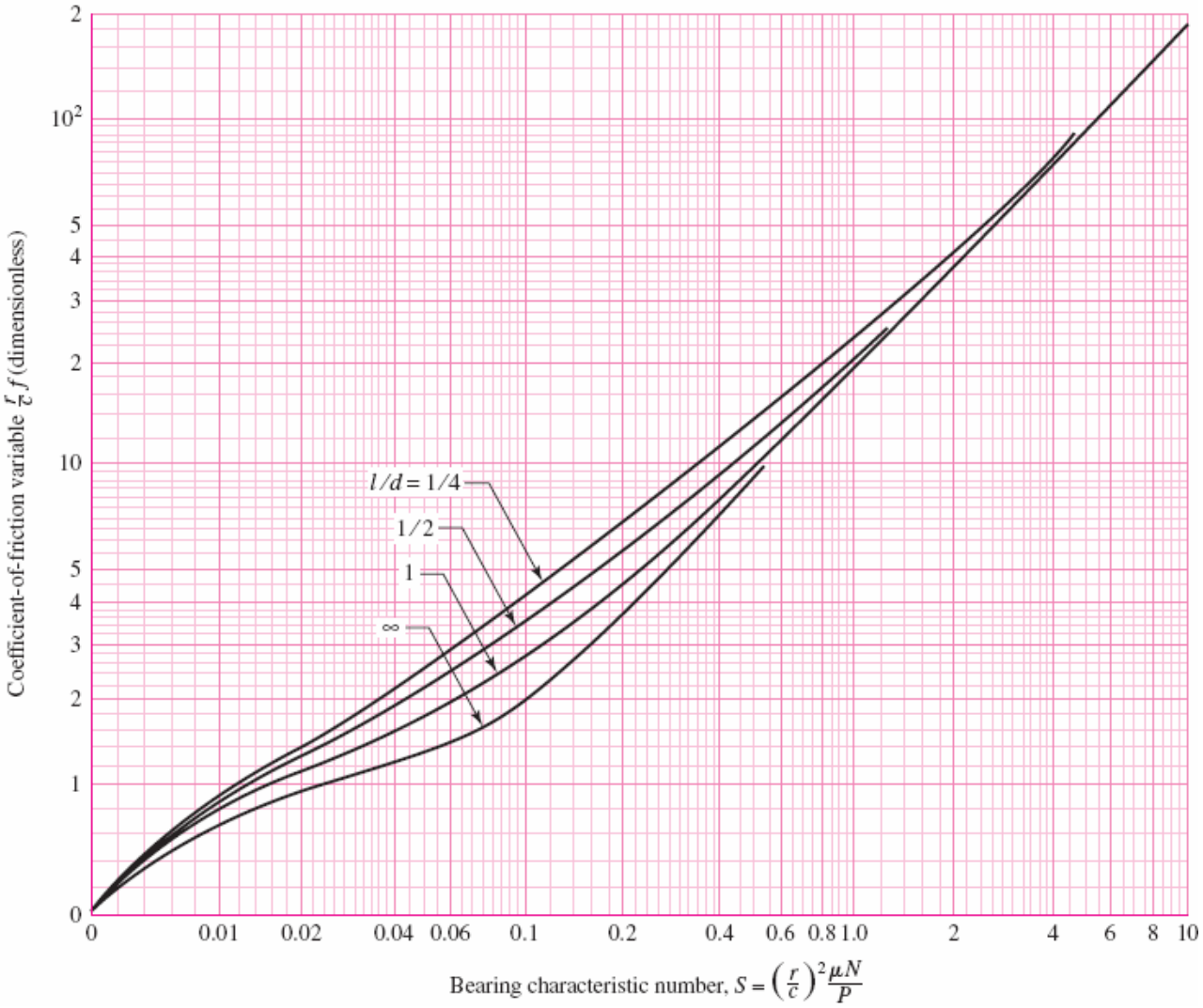



**تعين الزاويه التي يقع فيها اقل فاصلة لضخامة طبقة الزيت**



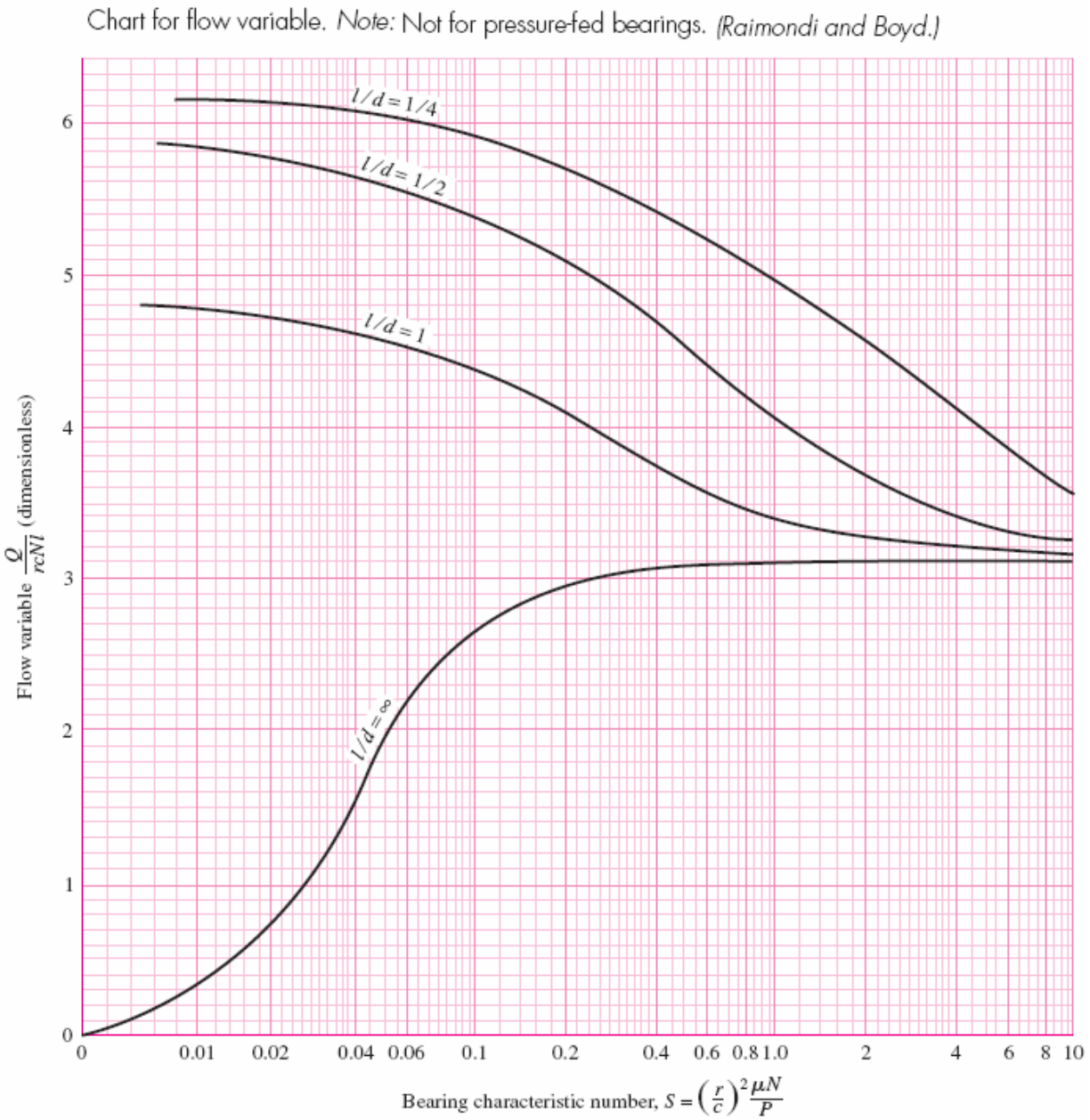
تعين النسبة $\frac{r}{c} f$ و هي عدد لا بعدي فيها $c$ الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور $r$ نصف قطر الجورنال $f$ عامل الأحتكاك. المنحنيات التي تعطي هذه النسبة هي :

Chart for coefficient-of-friction variable; note that Petroff's equation is the asymptote. *(Raimondi and Boyd.)*



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

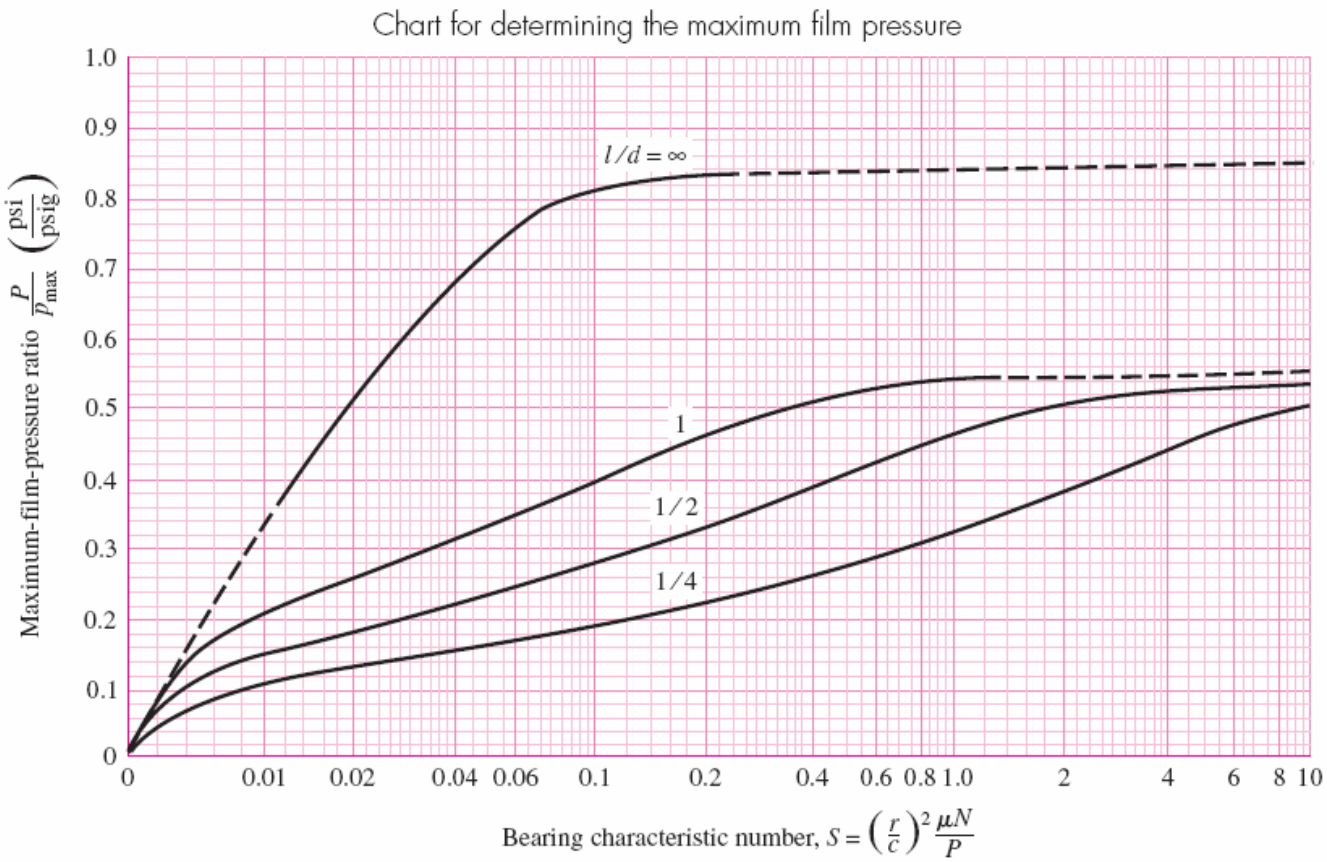
$Q$ تدفق الزيت $r$ نصف قطر الجورنال $N$ عدد الدورات $c$ الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور



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

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

$W$ الوزن الاجمالى على الجورنال




## توضيح حول عامل الأحتكاك

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

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

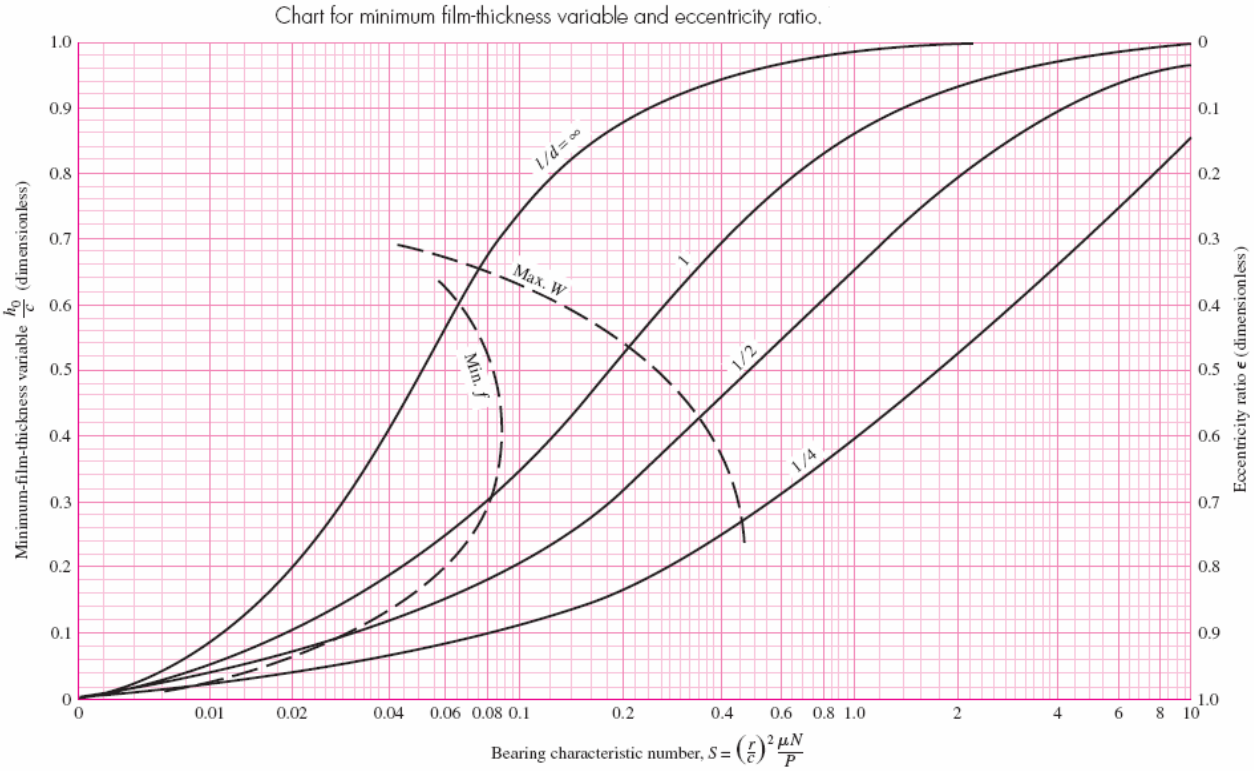
كذلك يمكن استنتاج العزم من قانون اللزوجه بهذه الصورة $T = \mu \frac{U}{h} = \frac{2\pi r^3 l \mu N}{c}$ إذن

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

لتصميم الجورنال نحن بحاجة الى مجموعة من المعطيات و الفرضيات المعطيات الوزن الاجمالي الذي يتحمله 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 الطبقه من الزيت و يحدث تماس بين المحور و سطح الجورنال تماس بين فلزين يؤدي الى ازدياد الحرارة و تأكل الفلز الاضعف و هذا يكبد خسائر فادحه للجهاز و لخط الانتاج. أحياناً نجبر لإعادة المحاسبات لفرضيات جديدة كتغير الابعاد او تغير نوع الزيت

## القيمه الدنيا لضخامة طبقة الزيت $\frac{h_0}{c}$

$c$ الفاصله القطريه وهي الفرق بين نصف قطر الجورنال و المحور $h_0$ القيمه الدنيا لضخامة طبقة الزيت



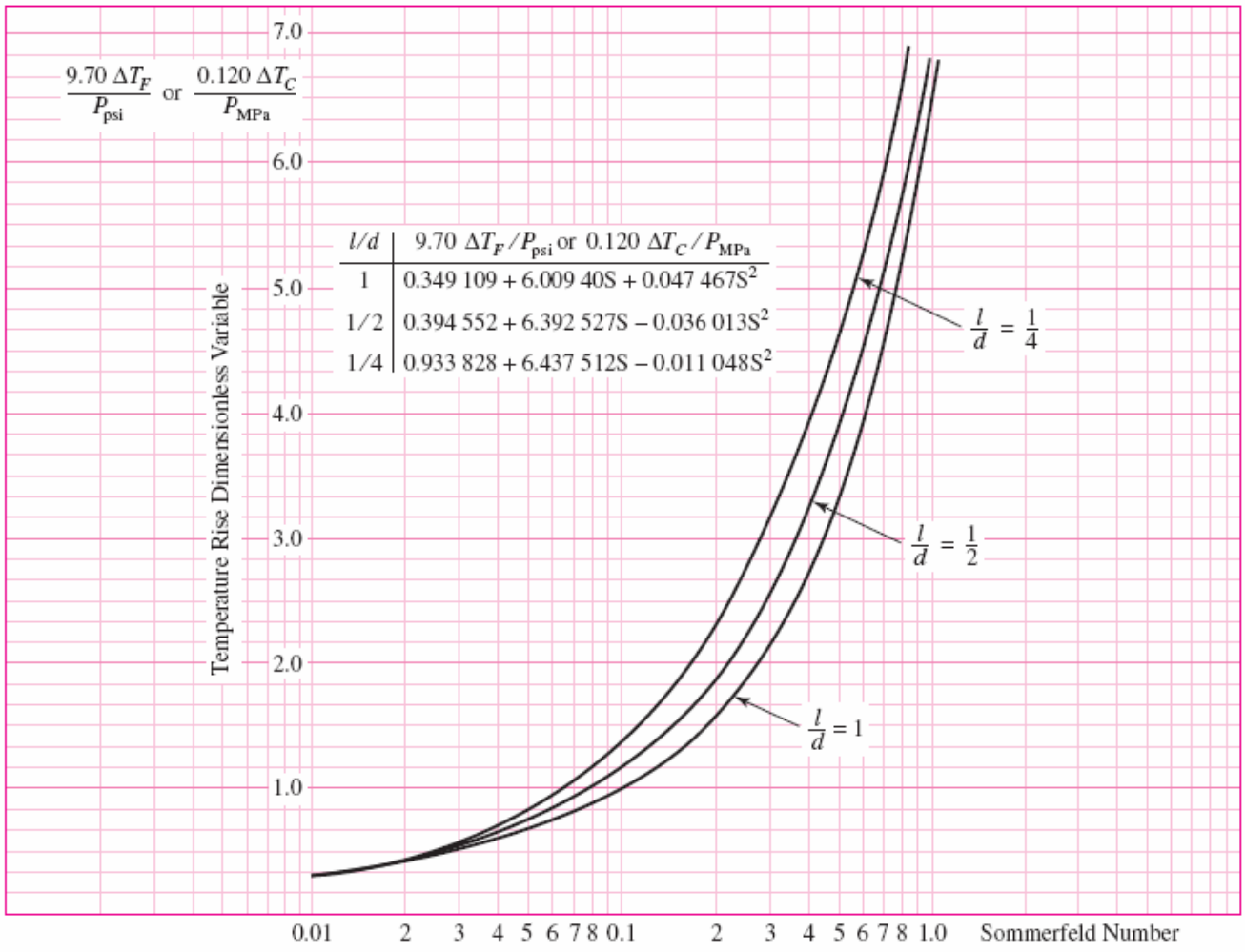
## درجة حرارة الزيت في الجورنال

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 $\Delta T$ تغير درجة الحرارة

نستعين بهذا الجدول لتعين تغيرات درجة الحرارة $\Delta T$




| $l/d$ | $9.70\ \Delta T_F/P_{psi}$ or $0.120\ \Delta T_C/P_{MPa}$ |
|---|---|
| 1 | $0.349\ 109 + 6.009\ 40S + 0.047\ 467S^2$ |
| 1/2 | $0.394\ 552 + 6.392\ 527S - 0.036\ 013S^2$ |
| 1/4 | $0.933\ 828 + 6.437\ 512S - 0.011\ 048S^2$ |

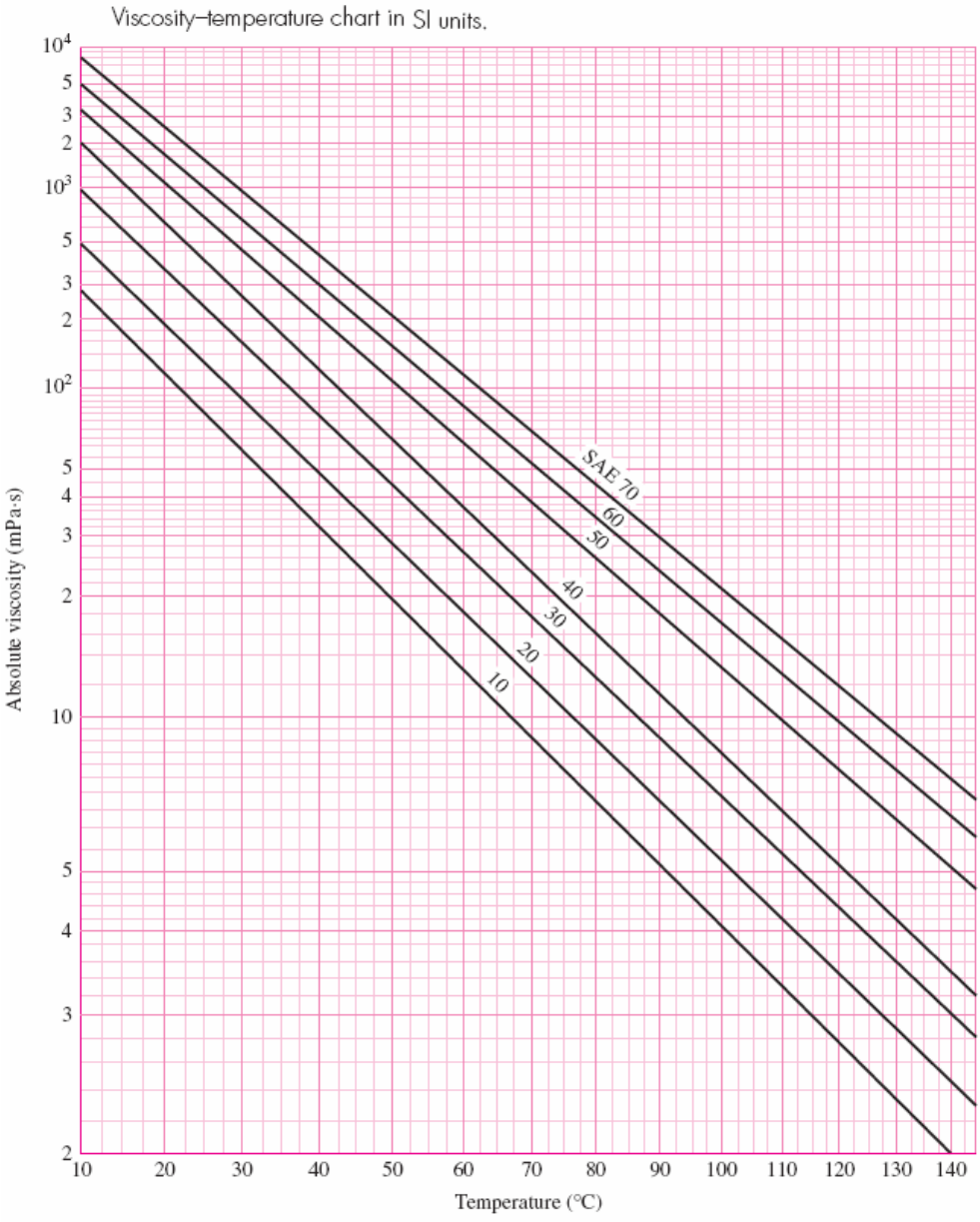
في النظام الانشي نستعين بهذه الرابطه $\frac{9.70 \times \Delta T_F}{P_{psi}}$ الحرارة حسب الفارنهايت و الضغط حسبpsi

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

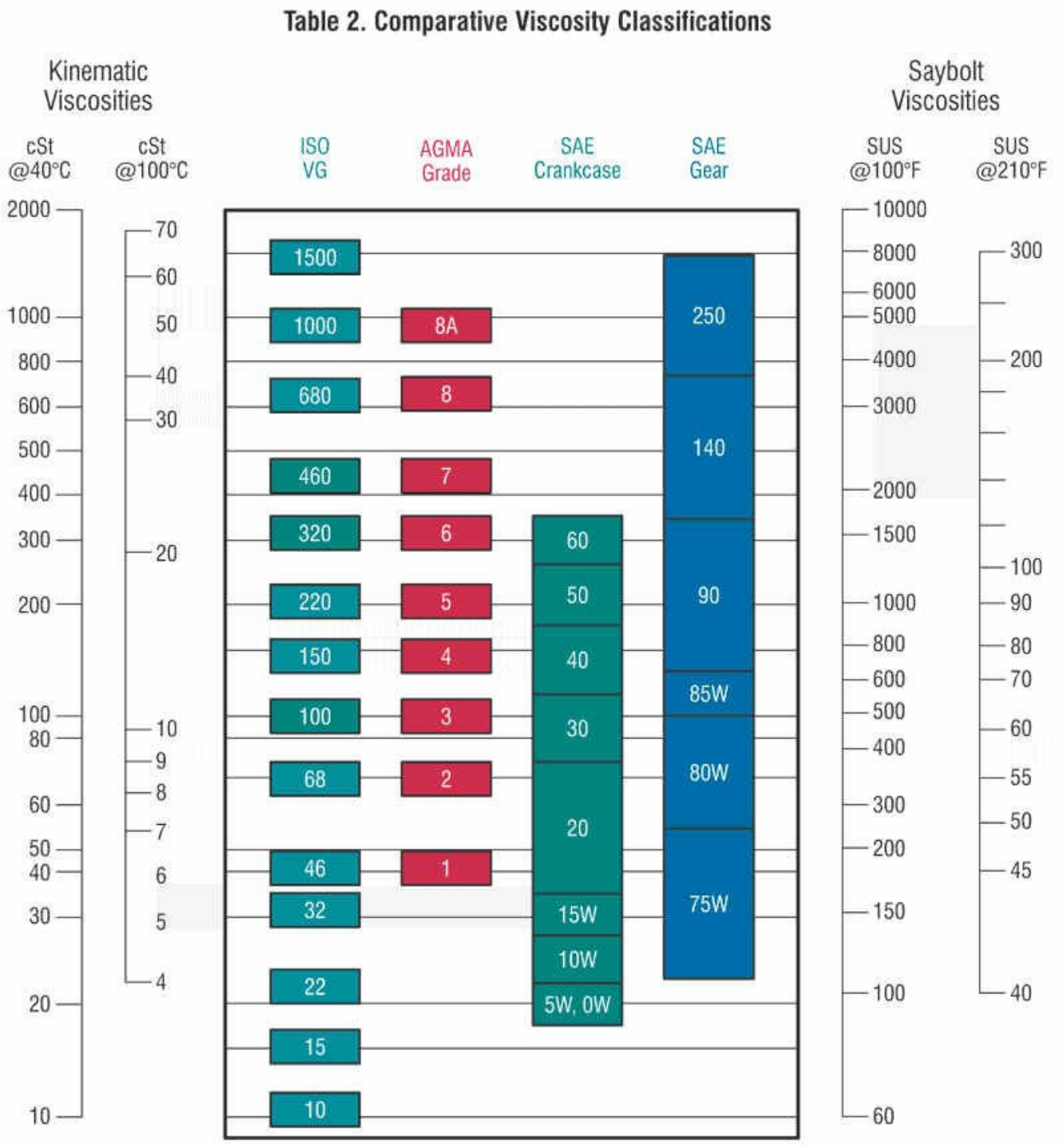
العدد الذي نستخرجه من الطرف الايسر من الجدول ، نساويه مع احد هذه الرابطتين ونستنتج $\Delta T$ ثم نضعها في هذه الرابطة

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

تغيرات اللزوجه نتيجة تغيرات درجة الحرارة لانواع الزيوت في النظام المتري

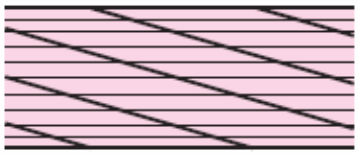


## مقايسة أنواع الزيوت في النظام الأوربي و الأمريكي و تغير وحدة اللزوجة

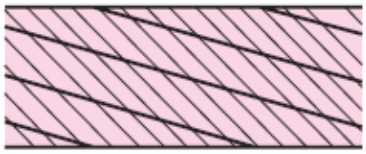


## الكابل أو الحبال المعدنية - Cable or Wire Rope

قطعة ميكانيكية تستخم 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 .



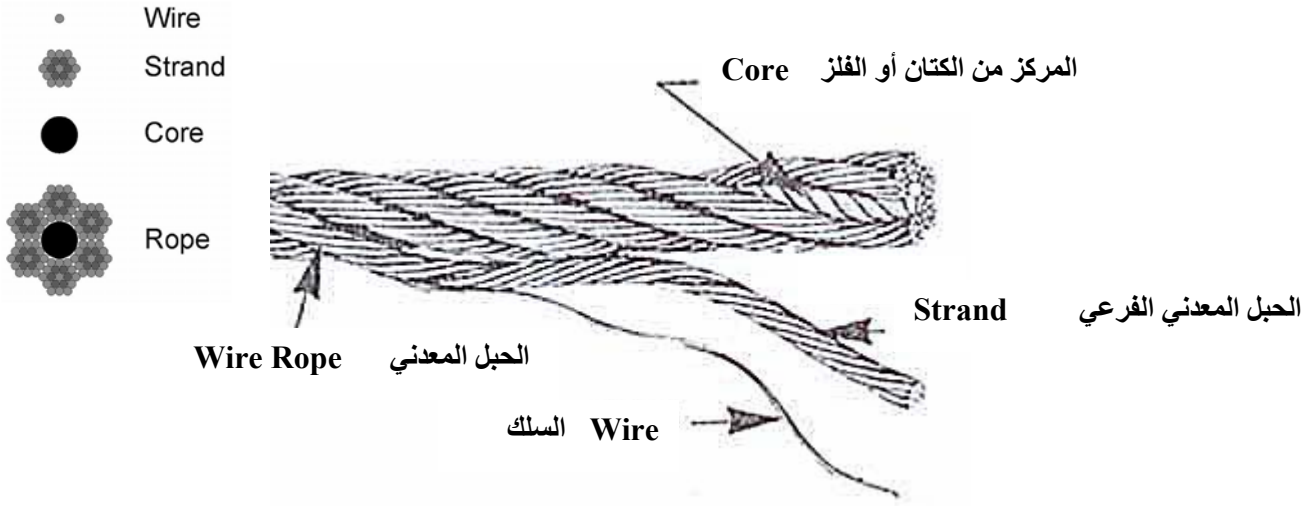
Regular Lay



Lang Lay

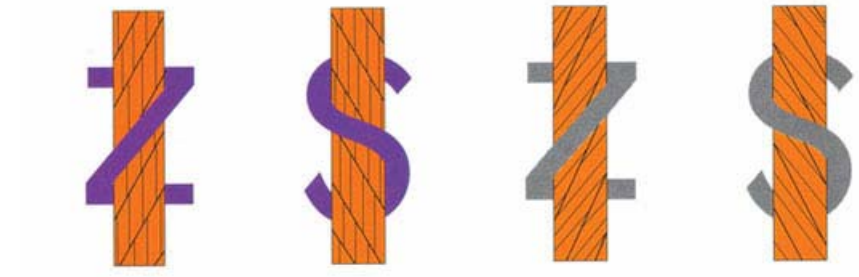
هذان النوعان هما للحبال المفتولة يميناً أو يساراً .

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



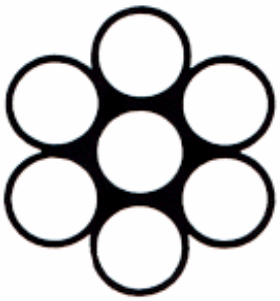

**الطريقه الصحيحة لقياس قطر الحبال المعدنية**

### أنوع الحبال و جهتها

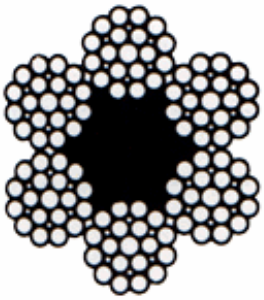


Right Regular Lay Left Regular Lay Right Lang Lay Left Lang Lay

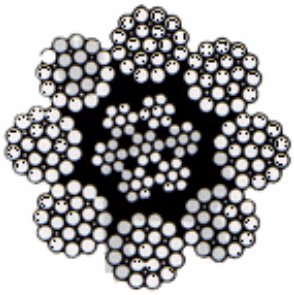
## أنواع فتل الحبال المعدنية



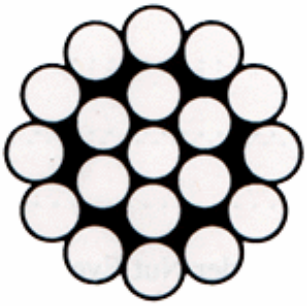
1 x 7



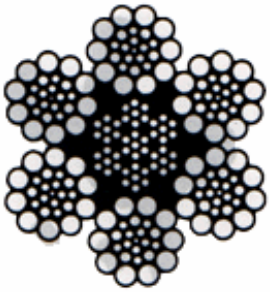
6 x 25



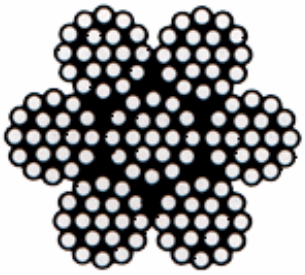
8 x 25



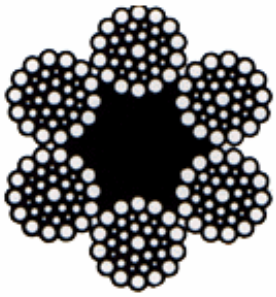
1 x 19



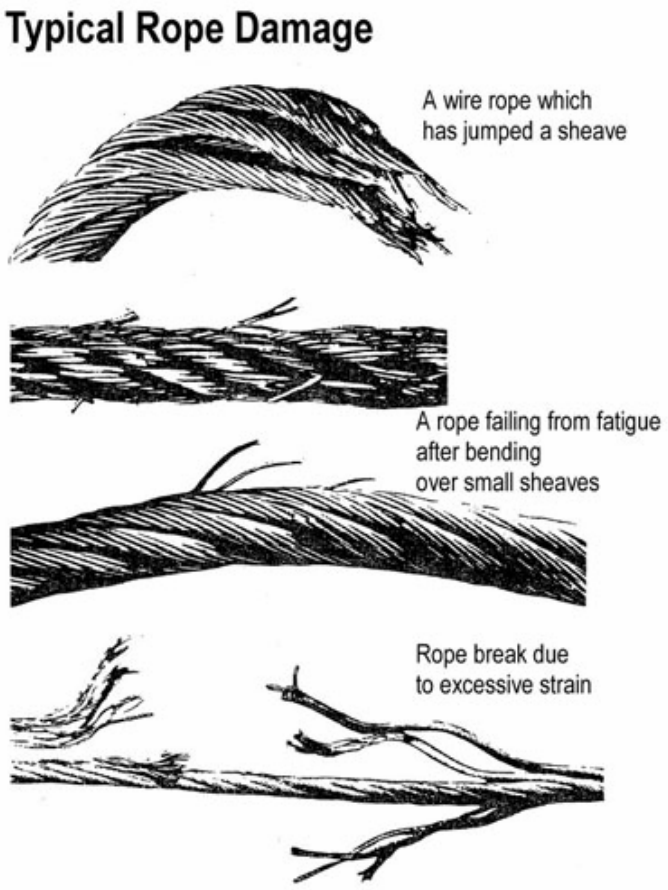
6 x 26



7 x 19



6 x 36




أنواع الصدمات التي تتعرض لها الحبال المعدنية

## طريقة فحص أو معاينة الحبال المعدنية

طول الحبل المعدني الواجب فحصه يساوي قطر الحبل المعدني × 8

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 19×6 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 سانتيغراد يجب عدم إستخدم 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 عدديدة 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

أحد القوى المؤثرة على الحبال المعدنية $F_b = \frac{E_r d_w A_m}{D}$

$F_b$ 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

$A_m$ سطح المادة الفلزية في كل الحبل المعدني و تساوي $A_m = 0.38d^2$

$d$ 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.

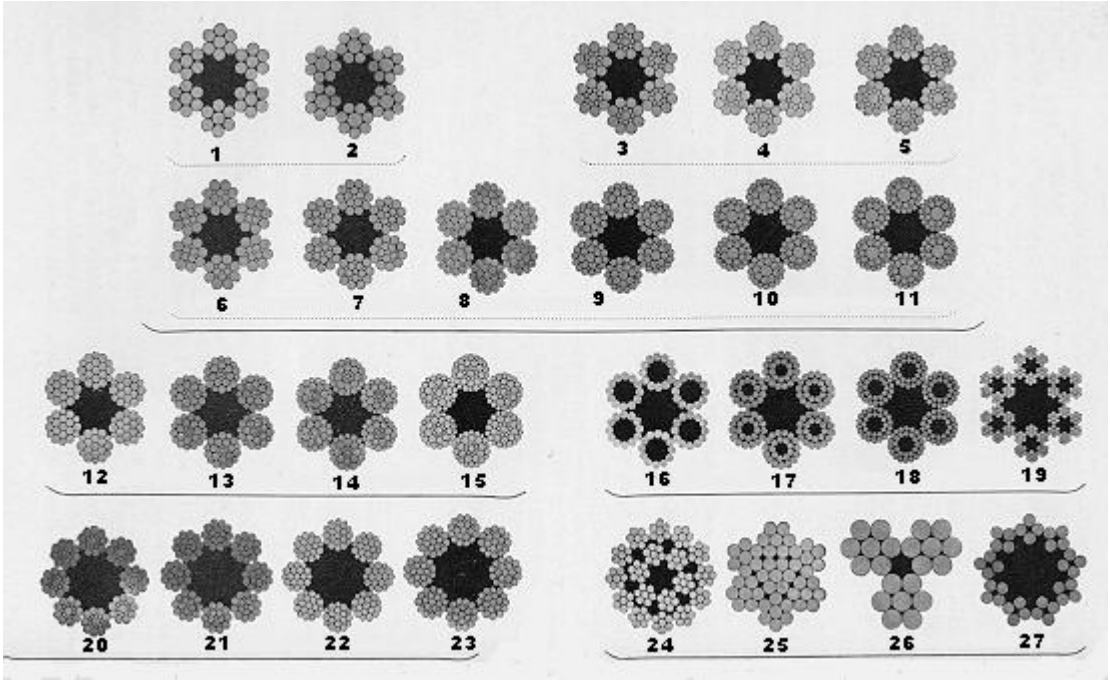
## عامل المرونة و بعض مشخصات الحبال المعدنية الأخرى

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 |
| 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: Center Wires | Inside Wires S* | Inside Wires L* | Spacer Wires | Outside Wires S | Outside Wires L | Type of Center | Total Outside Wires in Rope | Total No. Wires in Rope | Reserve Strength (pct.) | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | | | 1 | -- | 4 | 4 | -- | 8 | | 48 | 102 | 28 | Special Seale Group |
| 7 | 6x16 | Special Seale Roebling | 1 | -- | 5 | 5 | -- | 10 | Hemp | 60 | 126 | 36 | |
| 8 | 6x19 | Special Seale Modified | 1 | -- | 6 | 6 | -- | 12 | " | 72 | 150 | 44 | |
| 9 | 6x29 | Seale | 1 | -- | 7 | 7 | -- | 14 | " | 84 | 174 | 49 | |
| 10 | 6x33 | Special Seale " " | 1 | -- | 8 | 8 | -- | 16 | " | 96 | 198 | 54 | |
| 11 | 6x37 | " " | 1 | -- | 9 | 9 | -- | 18 | " | 108 | 222 | 58 | |
| 12 | | | 1 | -- | 6 | -- | 6 | 6 | | 72 | 114 | 43 | Outside Wires in Two Diameters Spaced Alternately |
| 13 | 6x19 | Warrington Patented | 1 | 7 | 7 | -- | 7 | 7 | Hemp | 84 | 174 | 47 | |
| 14 | 6x29 6x33 | " | 1 | 8 | 8 | -- | 8 | 8 | " | 96 | 198 | 52 | |
| 15 | 6x37 | " | 1 | 9 | 9 | -- | 9 | 9 | " | 108 | 222 | 56 | |
| 16 | | | -- | -- | -- | -- | -- | 12 | | 72 | 72 | -- | Multiple Hemp Center Group |
| 17 | 6x12 6x24 | Running Rope Mooring Line | -- | -- | 9 | -- | -- | 15 | 7-Hemp Centers " " " | 90 | 144 | -- | |
| 18 | 6x30 | Galv. Hauser | -- | -- | 12 | -- | -- | 18 | " " " | 108 | 180 | -- | |
| 19 | 6x6x7 | Tiller Rope | 1 | -- | -- | -- | -- | 6 | " " " | 216 | 252 | -- | |
| 20 | 8x19 8x19 8x19 | Seale Roebling 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 | 18x7 7x7 3x7 9x4 | Non-Rotating Metallic Center Guard Rail Rope Mast arm Rope | 1 | -- | -- | -- | -- | 6 | Hemp 7-Wire Strand None Hemp | 72 | 126 | -- | Miscellaneous Group |
| 25 | | | 1 | -- | -- | -- | -- | 6 | | 36 | 49 | -- | |
| 26 | | | 1 | -- | -- | -- | -- | 6 | | 18 | 21 | -- | |
| 27 | | | -- | -- | -- | -- | -- | 4 | | 36 | 36 | -- | |

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

# اللحام - Wilding

## مقاومة اللحام القائم تحت السحب

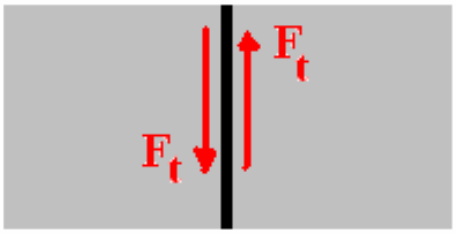
$$\sigma = \frac{F_n}{A}$$

$\sigma$ جهد السحب

$F_n$ القوة السحب المؤثرة

$A$ مساحة مقطع اللحام

## مقاومة اللحام تحت القصّ




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

$\tau$ جهد القصّ

$F_t$ قوة القصّ المؤثرة

$A$ مساحة مقطع اللحام

## مقاومة اللحام المائل تحت السحب

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

$\delta$ زاوية اللحام

## مقاومة اللحام تحت الثني

في النظام المتري (نيوتن متر)

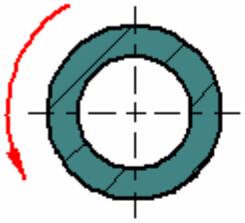
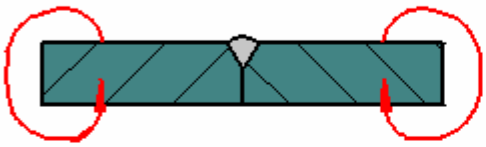
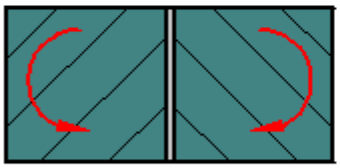
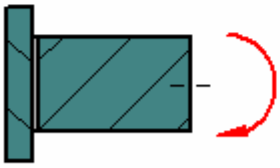
$$\sigma = \frac{1000M}{W}$$

في نظام الإنشي (باوند فوت)

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

$M$ 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 |
|  | $W = \frac{\pi}{2} \cdot s \cdot (D - s)^2$ | $W = \frac{s \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{6}$ |
|  | $W = \frac{s^2 \cdot L^2}{3 \cdot L + 1.8 \cdot s}$ | $W = \frac{s^2 \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{3 \cdot (L - 2 \cdot s) + 1.8 \cdot s}$ |
| | $W = \frac{s^2 \cdot L}{6}$ | $W = \frac{s^2 \cdot (L - 2 \cdot s)}{6}$ |
|  | $W = \frac{\pi}{2} \cdot s \cdot (D - s)^2$ | $W = \frac{s \cdot (L - 2 \cdot s)^2}{6}$ |
|  | $W = \frac{s \cdot L^2}{6}$ | |

**Where:**

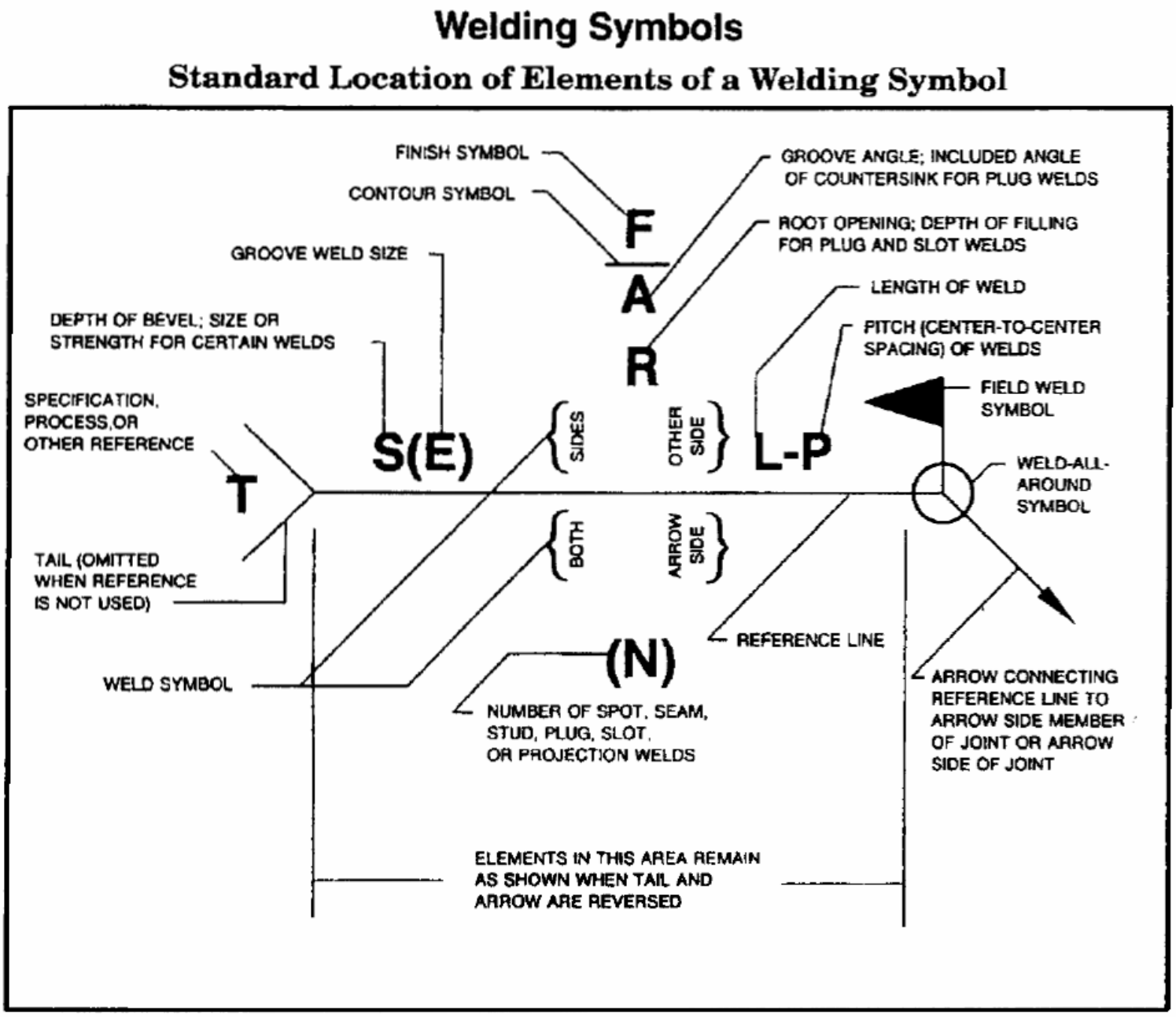
W = Section modulus [$mm^3$, $in^3$]

s = Plate or tube thickness [mm, in]

L = Length of weld [mm, in]

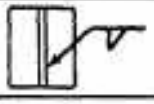
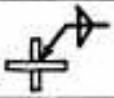
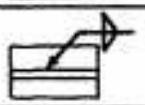
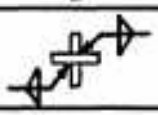
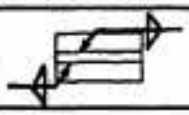
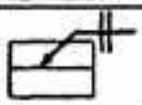
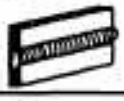
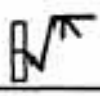
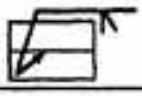
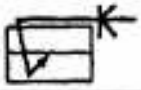
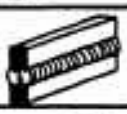
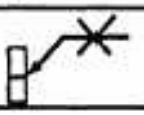
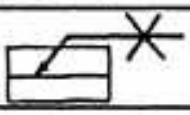
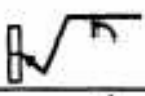
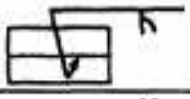
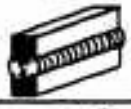
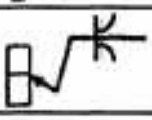
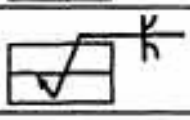
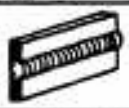
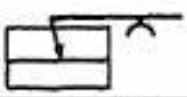
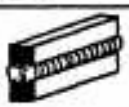
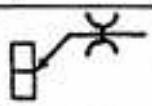
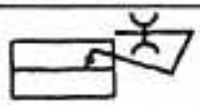
$\pi$ = pi (3.14157)

## أنواع و علائم اللحام

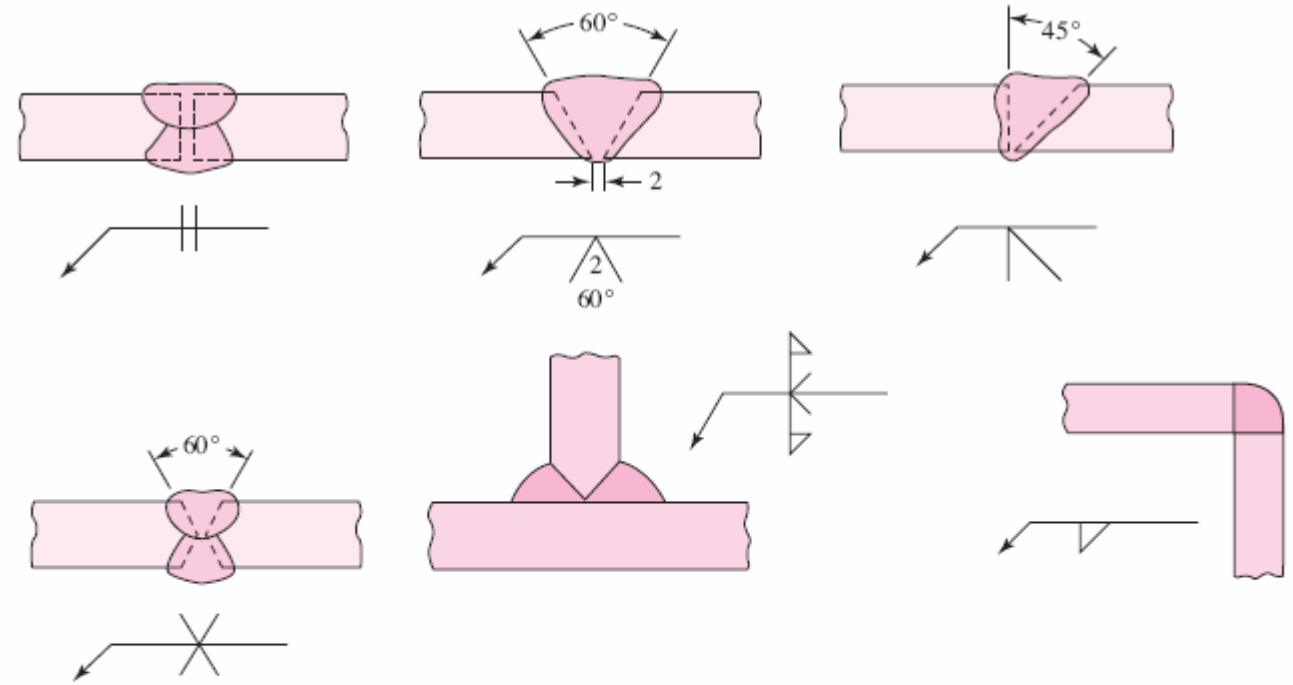


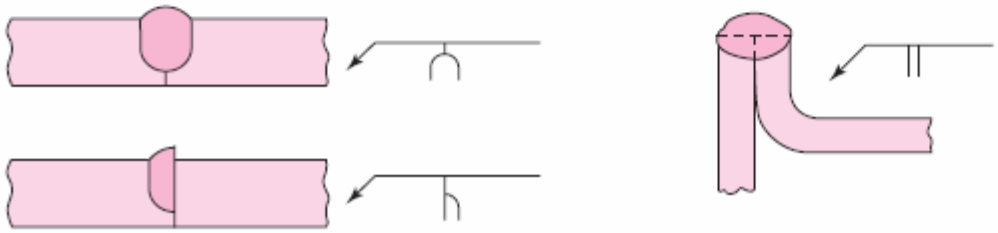
SYMBOLS FOR FILLET, SQUARE GROOVE, AND BEVEL GROOVE WELDS

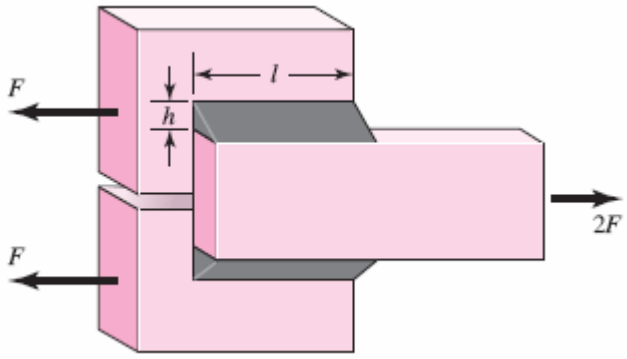
SYMBOLS FOR V-GROOVE, J-GROOVE AND U-GROOVE WELDS

| 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 |  |  |  | |

DMV2Ch04f18






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

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

يجب أن نحسب المقاومة الناتجة من إتصال

اللحام و نقايسها مع مقاومة الخضوع أو المقاومة النهائية لمادة اللحام مع إعمال عامل أمان مناسب

## جدول الحدّ الأدنى لخصائص اللحام

| نوع سلك اللحام | مقاومة الشدّ | مقاومة الخضوع | الإطالة |
|---|---|---|---|

| 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 | | | | | | |
| †$f =$ | 12.73$h$ | 14.85$h$ | 16.97$h$ | 19.09$h$ | 21.21$h$ | 23.33$h$ | 25.45$h$ |
| 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| SFA/AWS A5.1 | ABS | 3H5, 3YH5 | C | 0,06 | Yield stress, MPa |
| E7018 | DB | 10.039.12 | Si | 0,5 | 445 |
| EN ISO 2560-A | DNV | 3 YH5 | Mn | 1,2 | Tensile strength, MPa |
| E 42 4 B 42 H5 | GL | 3Y H5 | P | ³0,02 | 540 |
| | LR | 3, 3Y H5 | S | 0,015 | Elongation, % |
| | VdTÜV | 00690 | | | 29 |
| | CE | EN 13479 | | | Elongation, % |
| | BV | 3YH5 | | | 29 |
| | PRS | 3YH5 | | | Charpy V |
| | RS | 3YH5 | | | Test temps, °C / Impact values, J |
| | | | | | -20 / 140 |
| | | | | | -40 / 70 |

**Redrying temperature, °C**
**350**
**Redrying 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 تعين 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 تعين 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

$Mpa$ ميغا باسكال

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

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

$$S_p = 0.8550 = 29Mpa$$

التحميل المسبق على البرغي

$$F_i = 0.75F_p$$

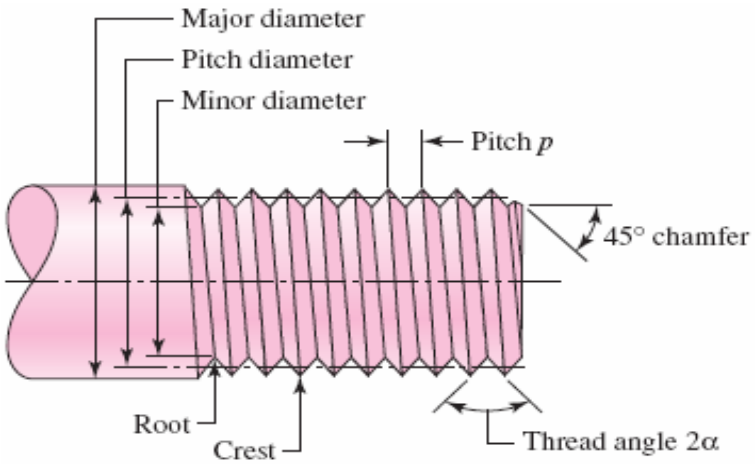
$A_t$ مساحة قوة شدّ أسنان البرغي

$$F_p = S_p A_t$$

### العزم اللازم لسدّ البرغي

$$T = 0.2F_i \times d$$

$d$ 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 الإنشي لكل من النوع UNC و UNF

Diameters and Area of Unified Screw Threads UNC and UNF

| Size Designation | Nominal Major Diameter in | Coarse Series—UNC Threads per Inch N | Coarse Series—UNC Tensile-Stress Area $A_t$ in$^2$ | Coarse Series—UNC Minor-Diameter Area $A_r$ in$^2$ | Fine Series—UNF Threads per Inch N | Fine Series—UNF Tensile-Stress Area $A_t$ in$^2$ | Fine Series—UNF 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 اللإنش 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 | |

**UNC**
أسنان اللولب خشنة و هذا النوع من البرغي يستعمل في الإتصالات التي حركتها الإهتزلزلية قليلة

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

## تبديل 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 |

## تبديل 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

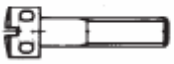
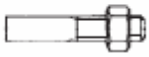
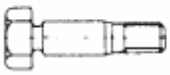
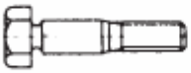
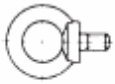
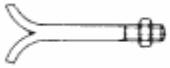
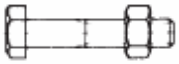
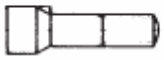
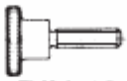
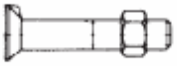
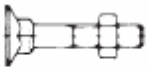
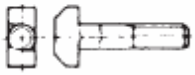
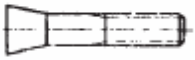
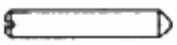
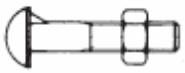
## جداول الصفحات القادمة أنواع البراغي و الواشرات و الصمولات و الدبابيس في نظام DIN

# 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 | DIN836 |

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

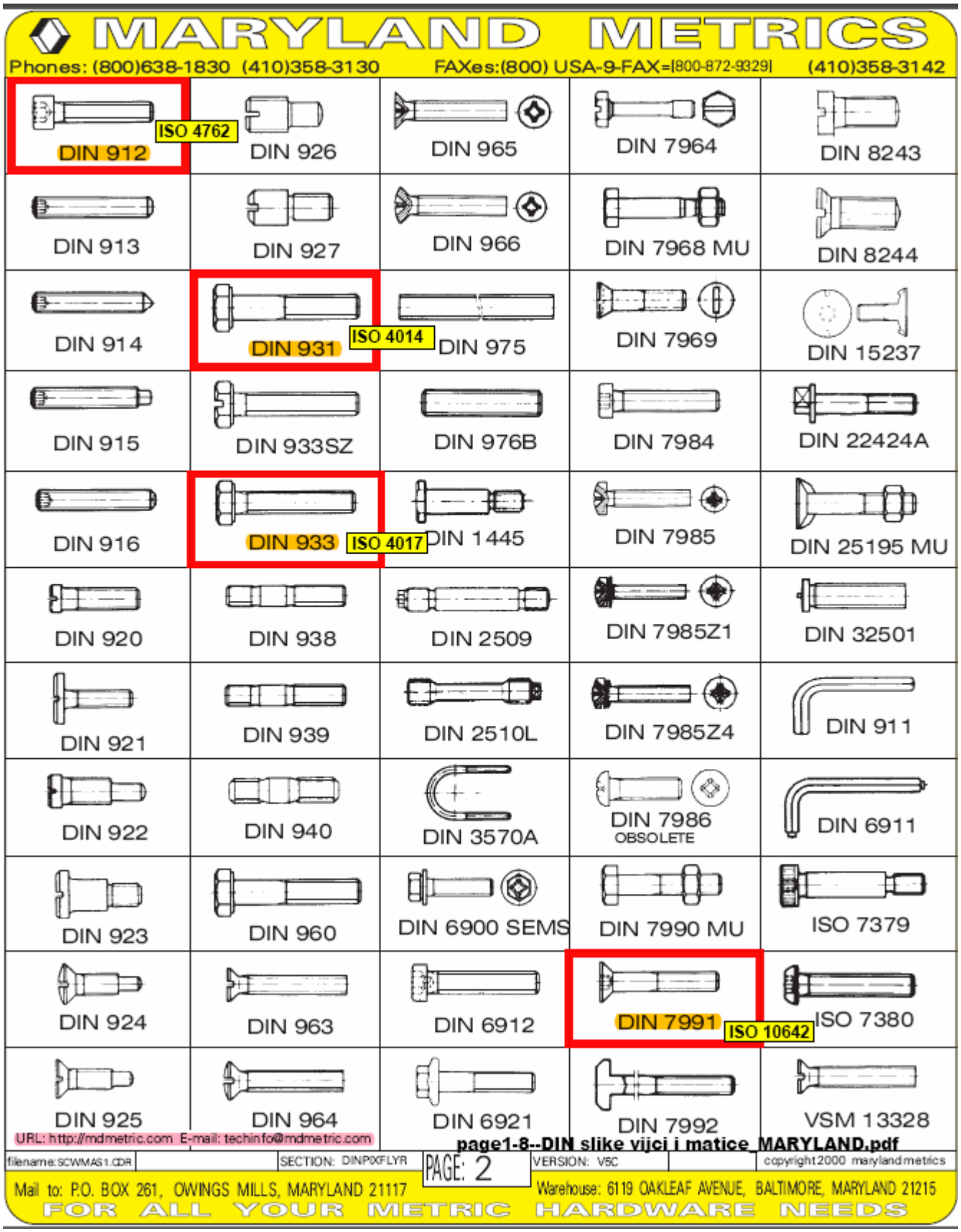
page1-8--DIN slike vijci i matice MARYLAND.pdf

filename:SCWMAS1.CDR SECTION: DINPIXFLYR PAGE: 1 VERSION: V5C

copyright 2000 marylandmetrics

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
ISO 4762
DIN 926
DIN 965
DIN 7964
DIN 8243
DIN 913
DIN 927
DIN 966
DIN 7968 MU
DIN 8244
DIN 914
DIN 931
ISO 4014
DIN 975
DIN 7969
DIN 15237
DIN 915
DIN 933SZ
DIN 976B
DIN 7984
DIN 22424A
DIN 916
DIN 933
ISO 4017
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 10642
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:SCWMAS1.CDR
SECTION: DINPIXFLYR
PAGE: 2
VERSION: V5C
copyright2000 marylandmetrics
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 ISO 4032 | DIN 934 | DIN 982 "VISOKA" ISO 7040 | DIN 6926 |
| RC 1974 | DIN 547 | DIN 935 | DIN 985 "NISKA" ISO 7041 ISO 10511 | 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 |

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

filename: NUTMAS1.CDR | SECTION: DINPGXFLYR | PAGE: 3 | VERSION: V5C | copyright 2000 maryland metrics

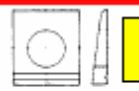
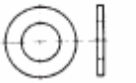
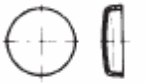
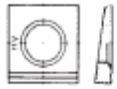
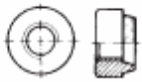
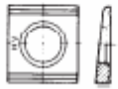
Mail to: P.O. BOX 261, OWINGS MILLS, MARYLAND 21117 Warehouse: 6119 OAKLEAF AVENUE, BALTIMORE, MARYLAND 21215

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

**WASHERS RETAINING RINGS CIRCLIPS SHIMS**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DIN 6334 | | 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 |  DIN 435 | ZA "I PRIFIL 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

page1-8--DIN slike vijci I matice_MARYLAND.pdf

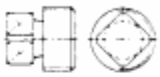
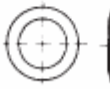
| filename: WSHRMAST.CDR | SECTION: DINPIXFLYR | PAGE: 4 | VERSION: V5C | copyright2000 marylandmetrics |
|---|---|---|---|---|

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 ISO 7093 | RC 839 | TYPE CRTW-O | TYPE SPN-0 | DIN 6331 |
| DIN 46288A | RC 1938 NORDLOK | TYPE CSN-0 | TYPE ST | DIN 7604 |
| DIN 46288B | RC 5281 | TYPE CSTW-0 | TYPE UTW-O | DIN 7605 |
| DIN 70952 |  SN 212745 | TYPE FSPN-O | TYPE ZA | DIN 71022 |
| DIN 74361C | TYPE D | TYPE K-O | TYPE ZJ | URL: http://mdmetric.com E-mail: techinfo@mdmetric.com |

page1-8--DIN slike vijci i matice_MARYLAND.pdf

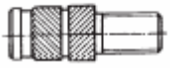
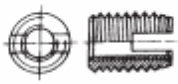
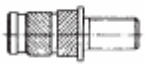
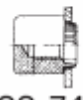
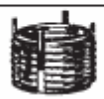
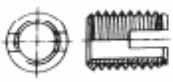
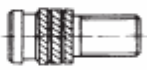
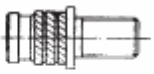
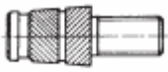
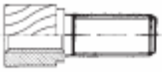
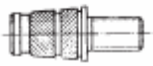
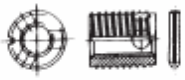
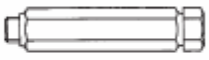
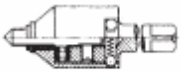
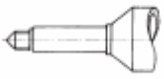
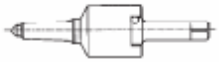

copyright 2000 maryland metrics

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* |

URL: http... page1-8-DIN-slike-vijci-matice-MARYLAND.pdf



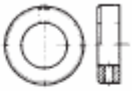
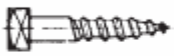
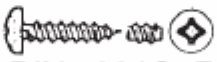
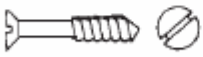
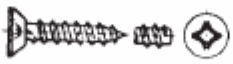
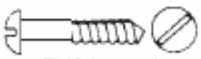
copyright 2000 maryland metrics

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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |
| EXAMPLE: SHOWN ASSEMBLED TO A SCREW DIN 6901-6908 SEMS WASHERS | DIN 7513E | DIN 7976C F DIN 7976B BZ (OLD) | RC 974 | A B C 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

page1-8--DIN slike vijci i matice_MARYLAND.pdf

filename: SELRMAS1.COR | SECTION: DINPIXFLYR | PAGE: 7 | VERSION: V5C

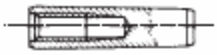
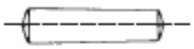
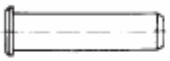
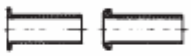
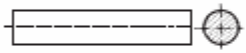
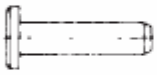
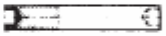
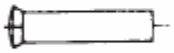
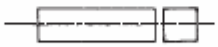
copyright 2000 maryland metrics

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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **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 | **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, Conduit Fittings & |
| DIN 661 | DIN 1470 | DIN 6885B | DIN 7346 | |
| DIN 662 | DIN 1471 | DIN 6887 | DIN 7977 | |

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

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

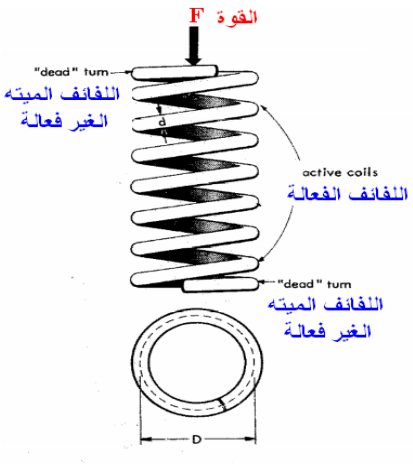
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| filename: PINMAS1.CDR | | SECTION: DINPIXFLYR | PAGE: 8 | VERSION: V5C |

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 الفائف الزنبرك و هي أقل من العدد الإجمالي لكل الحلقات

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

بعض الخواص الميكانيكية لأسلاك الزنبرك

| المادة | قوة الشدّ Tensile Strength $psi \times 10^3$ | معامل المرونة Modulus of Elasticity $psi \times 10^6$ | معامل الإلتواء Modulus of Torsion $psi \times 10^6$ | الحدّ 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 ، $\Delta L$ 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**

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

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

**الحدّ الأقصى لجهد القصّ 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

$F_{\max}$ الحدّ الأقصى للقوة على الزنبرك

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

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

$f$ 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 ، $A = 2170Mpa$ و $m = 0.146$ و منها مقاومة الخضوع $S_y = 0.75S_{ut}$

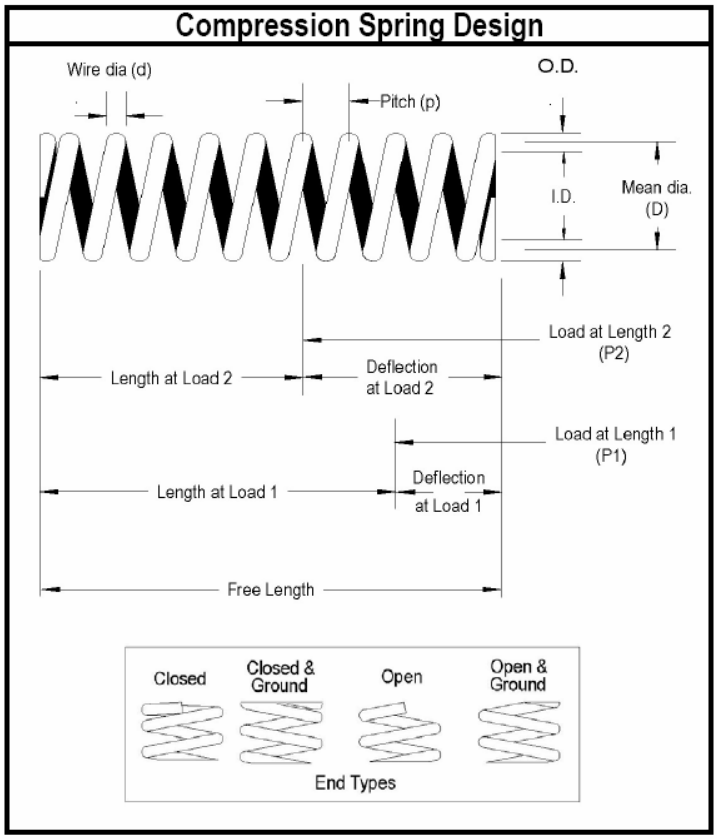
مقاومة خضوع الإلتواء (torsional yield strength)

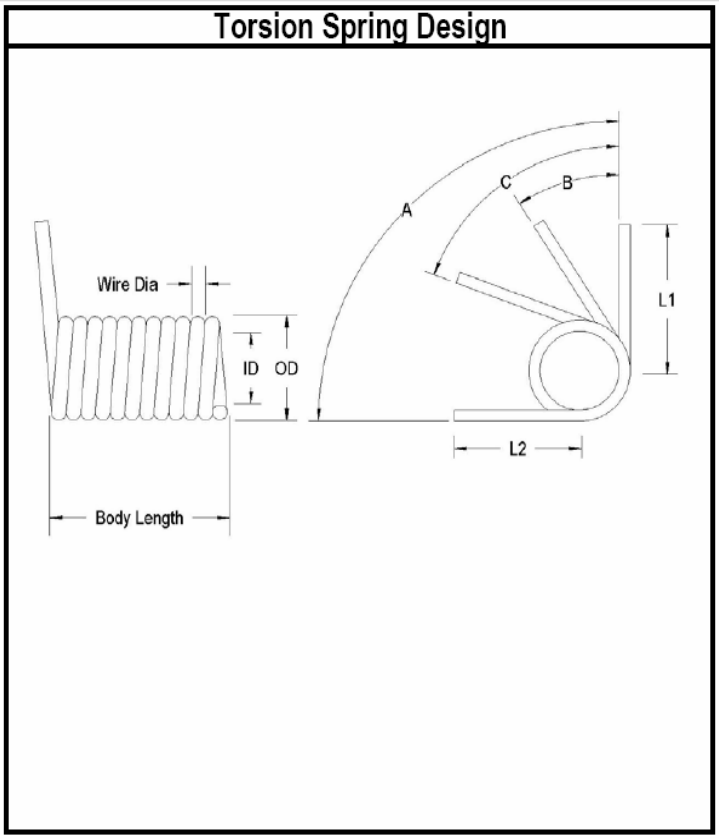
$$S_{ys} = 0.577 S_y$$

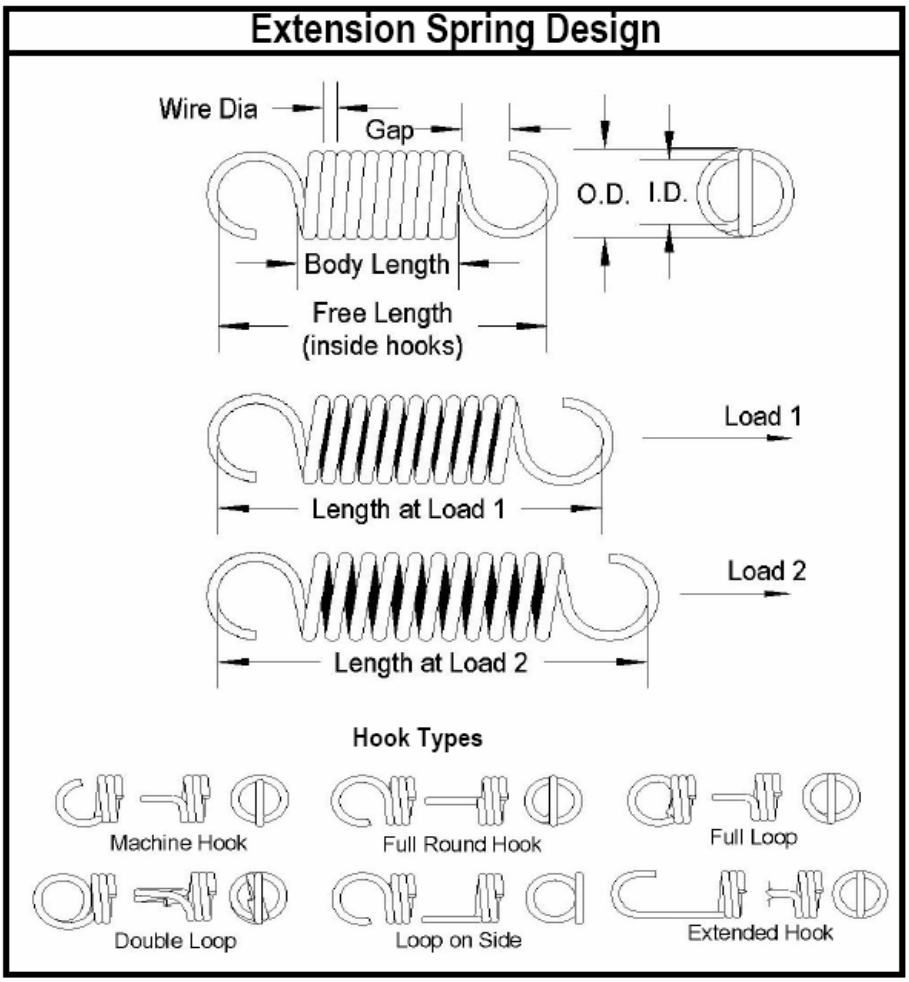
و منها :

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

| Material | ASTM No. | Exponent $m$ | Diameter, in | $A$, kpsi · in$^m$ | Diameter, mm | $A$, 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 | |


Compression Spring Design
Wire dia (d)
Pitch (p)
O.D.
I.D.
Mean dia. (D)
Load at Length 2 (P2)
Length at Load 2
Deflection at Load 2
Load at Length 1 (P1)
Length at Load 1
Deflection at Load 1
Free Length
Closed
Closed & Ground
Open
Open & Ground
End Types


Torsion Spring Design
Wire Dia
ID
OD
A
B
C
L1
L2
Body Length


Extension Spring Design
Wire Dia
Gap
O.D.
I.D.
Body Length
Free Length (inside hooks)
Load 1
Length at Load 1
Load 2
Length at Load 2
Hook Types
Machine Hook
Full Round Hook
Full Loop
Double Loop
Loop on Side
Extended Hook

## 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 ببراغي 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

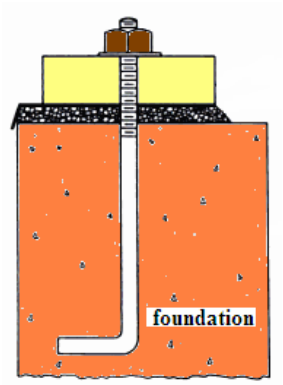
U-bolt

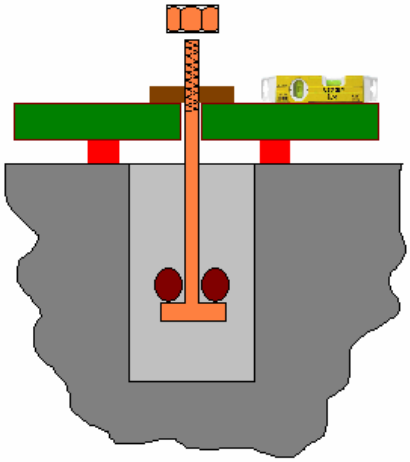
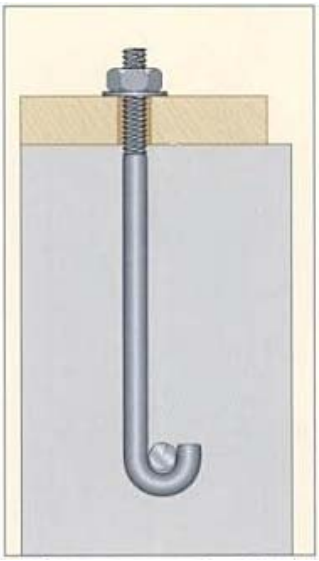
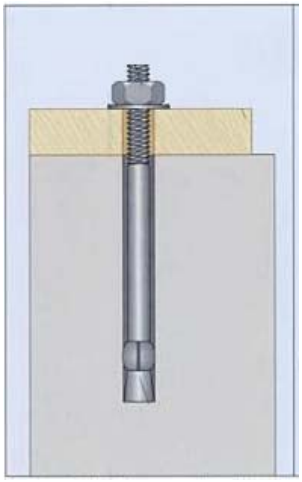
Stud bolt

Rawl bolt

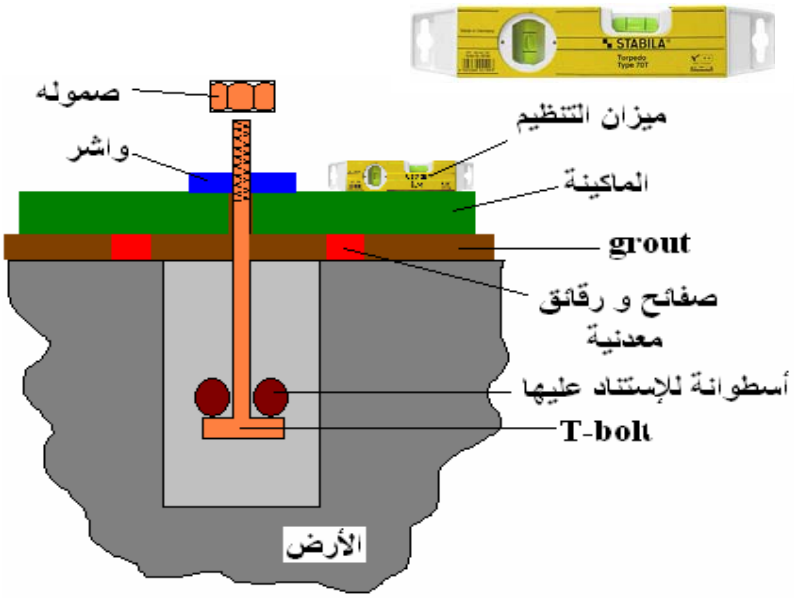
و أنواع أخرى من هذه البراغي تنتخب إستناداً على تصميم هيكل القاعدة و الأرضية التي يجب تثبيتها فيها .

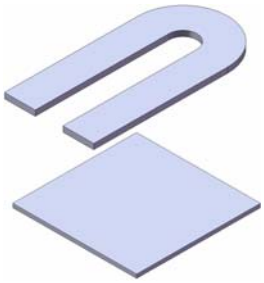
طريقة تثبيت هذه البراغي بالأرض و قاعدة الماكينة بهذه الطرق :



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

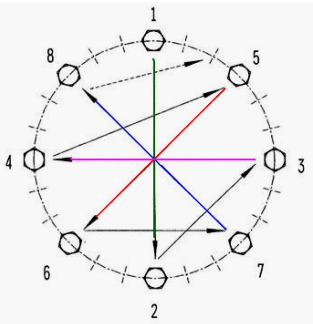




يختلف مصومل القاعدة بين ماكنة و أخرى و يتم إنتخابه على أساس قدرة الماكينة و وزنها و سرعتها و الحركات الإهتزازية الناتجة منها . إذا كانت الحركة الإهتزازية شديدة يرجح الإستفادة من صفائح مطاطية بين الماكينة و الهيكل الحديدي أو الإسمنتي للقاعدة . إذا كانت تغيرات درجة حرارة الماكينة أو الجهاز كبيرة يترك أحد 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 لتخلية هذه السوائل لإجتناب الخسائر التي تلحق بالماكينة أو القاعدة الإسمنتية من هذه السوائل.

## العزم اللازم لشدّ البرغي (التراس أو المصومل)

| Metric Bolt Torque Table<br>Estimated with clamp load as 75% of proof load<br>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<br>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 تعين 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 :

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

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

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

$S_{ut} > 88kpsi \Rightarrow S'_e = 40kpsi$ 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 $S_{ut}$, kpsi | Factor a $S_{ut}$, MPa | Exponent b |
|---|---|---|---|
| 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

$$k_b = \begin{cases} 0.879 \times d^{-0.107}, 0.11 \le d < 2in \\ 0.917 \times d^{-0.157}, 2 \le d < 10in \end{cases}$$

$$k_b = \begin{cases} 1.24 \times d^{-0.107}, 2.75 \le d \le 51mm \\ 0.917 \times d^{-0.157}, 51 \le d \le 254mm \end{cases}$$

d قطر المحور

عامل الحمولة $k_c$

نوع القوة

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

عامل درجة الحرارة $k_d$

$$k_d = 0.975 + 0.432\times10^{-3}\times(T_F) - 0.115\times10^{-5}\times(T_F)^2 + 0.104\times10^{-8}\times(T_F)^3 - 0.595\times10^{-12}\times(T_F)^4$$

$T_F$ درجة الحرارة حسب الفارنهايت شرط $7 \le T_F \le 1000^\circ F$

عامل الوثوقية $k_e$

$$k_e = 1 - 0.08 z_a$$

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 |

$k_f$ عامل تركيز الإجهاد

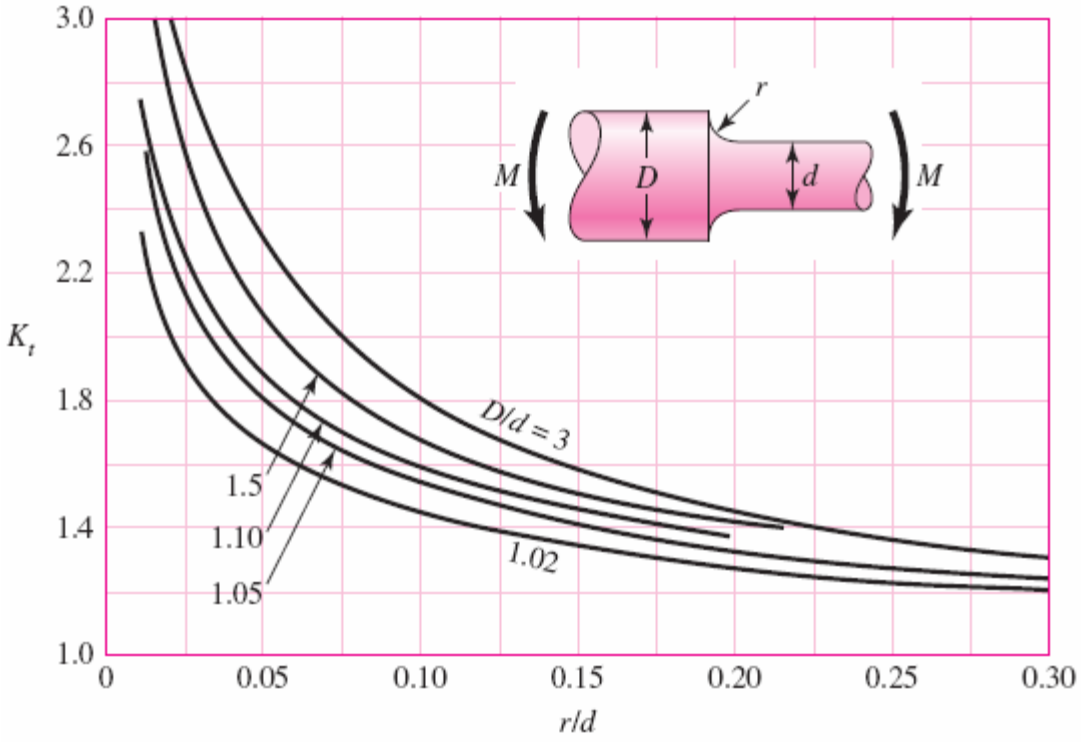
$$k_f = 1 + q(k_t - 1)$$

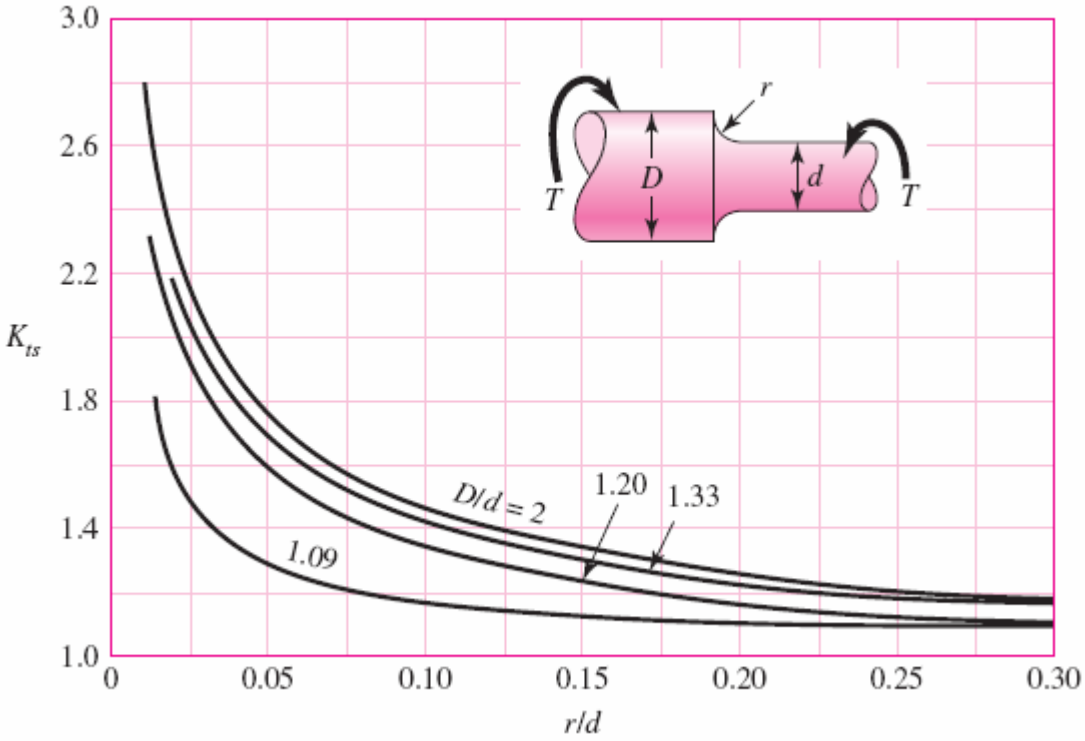
للقصّ:

$$k_{fs} = 1 + q_{share}(k_{ts} - 1)$$

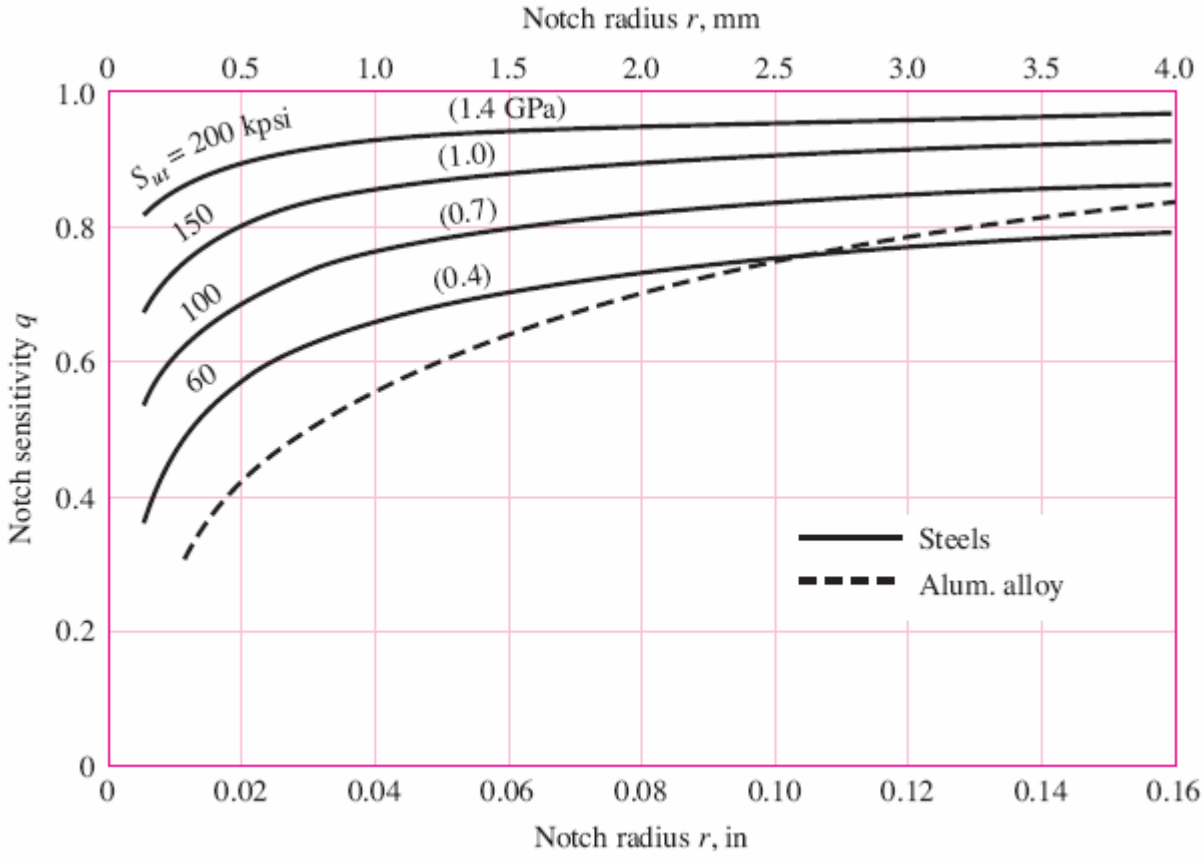
نستخدم المعمل $k_{fs}$ في تصميم المحور

$k_t$ و $k_{ts}$ معامل هندسية نستخرجها من هذه المنحنيات

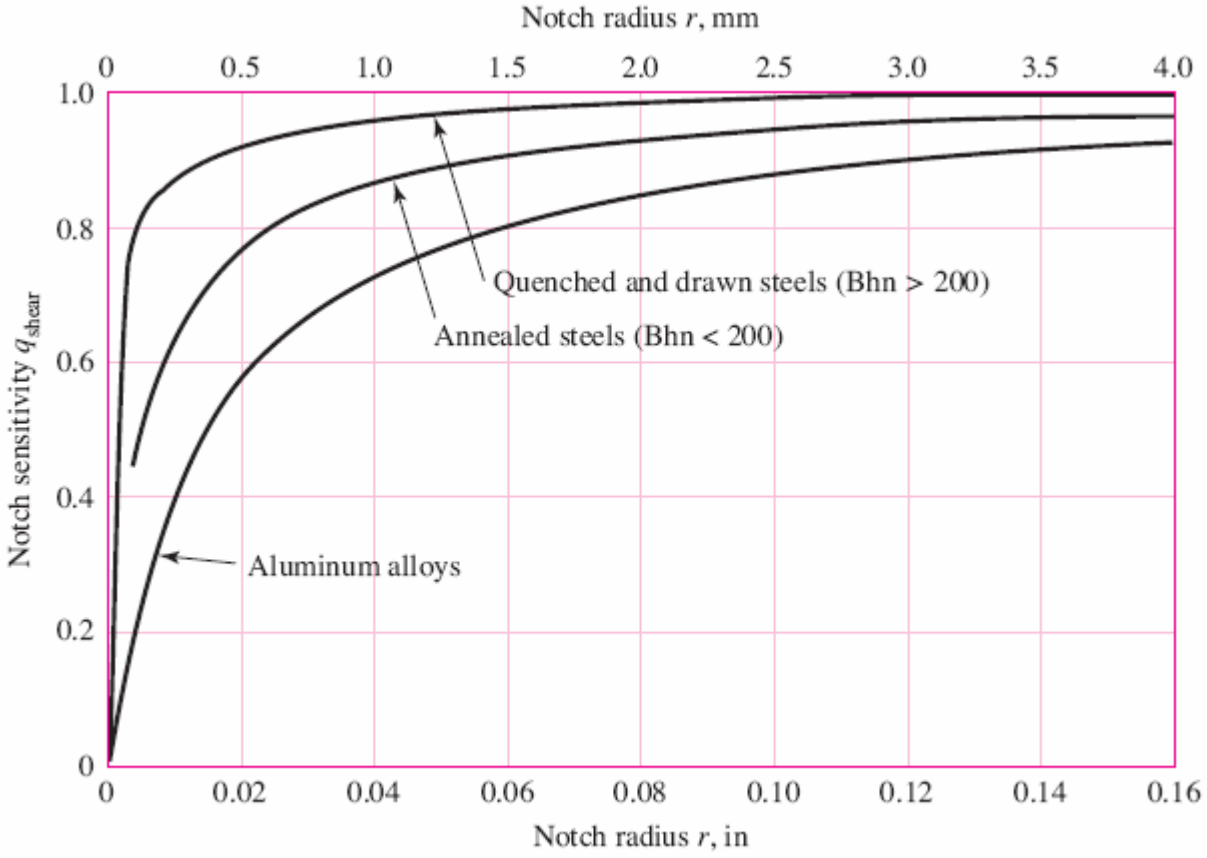





q عامل حساسية المادة بالنسبة للحز و الشقوق نستخرجها من هذه المنحنيات



للقصّ


Notch radius r, mm
0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Notch sensitivity $q_{shear}$
Quenched and drawn steels (Bhn > 200)
Annealed steels (Bhn < 200)
Aluminum alloys
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
Notch radius r, in

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

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

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 :

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

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 :

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

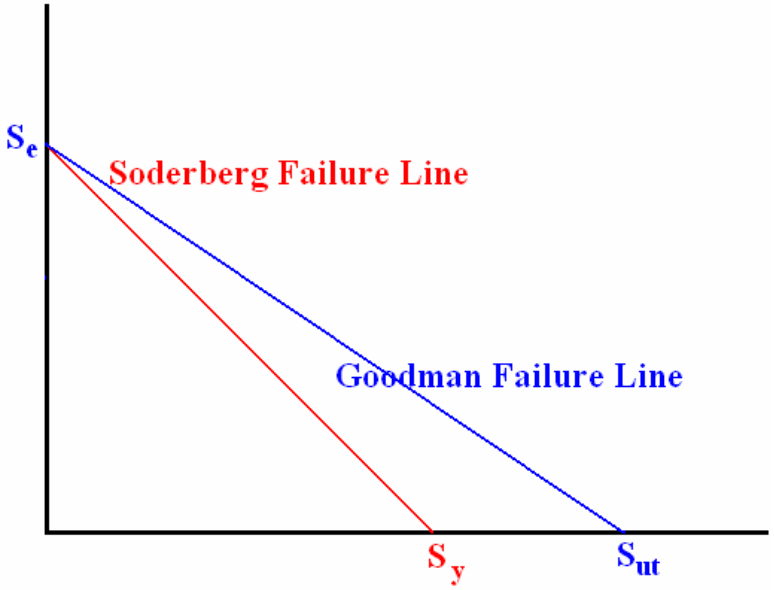
في كل من نظرية غودمان و سودربرغ المساحة تحت الخط هي ناحية التصميم و تعتبر نظرية غودمان تعديل لنظرية سودبرغ .

في نظرية غودمان :

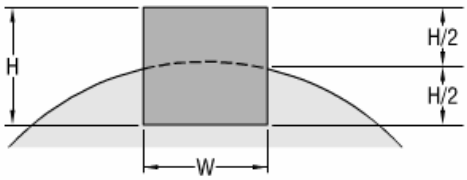
$$\frac{S_a}{S_e}+\frac{S_m}{S_u}=\frac{1}{n}$$

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

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




## الخابور و موضع الخابور على المحور

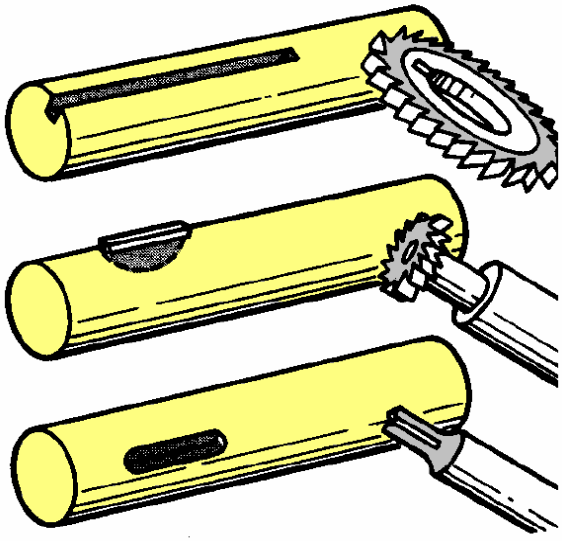



Key Size Versus Shaft Diameter

| Nominal Shaft Diameter | | Nominal Key Size | | | Nominal Keyseat Depth | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Height, H | | H/2 | |
| Over | To (Incl) | Width, W | Square | Rectangular | Square | Rectangular |
| 5/16 | 7/16 | 3/32 | 3/32 | 3/32 | 3/64 | 3/64 |
| 7/16 | 9/16 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 1/16 | 1/16 |
| 9/16 | 7/8 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 3/32 | 3/32 |
| 7/8 | 1-1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/8 | 1/8 |
| 1-1/4 | 1-3/8 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 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 أدواة تفريز محل أنواع الخابور على المحور .

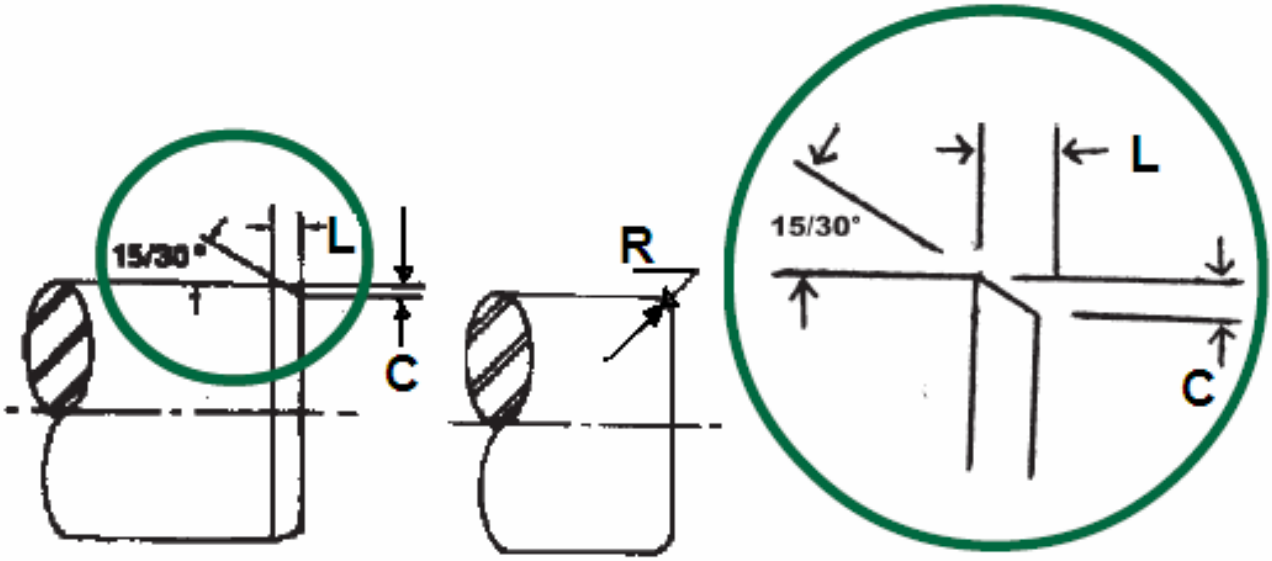
## الأقطار المعيارية للمحور حسب الإنش و مقدار التسامح

**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)



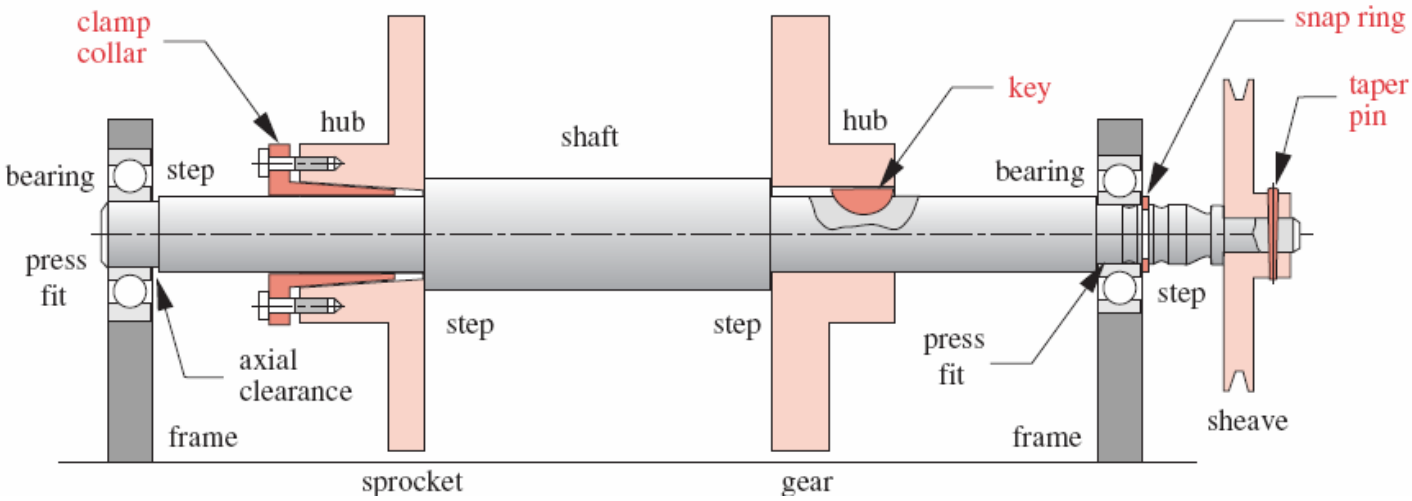

| Shaft Diameter (Inches) | C | R | Preferred L@15° | Optional L@30° |
|---|---|---|---|---|
| Up to 4.000 | .093 | .188 | .347 | .156 |
| 4.001 to 7.000 | .125 | .250 | .466 | .218 |
| 7.001 to 40.000 | .188 | .375 | .702 | .323 |
| 40.001 and larger | .250 | .500 | .933 | .433 |

| 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



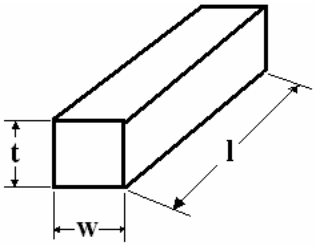
## الخابور - Key

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

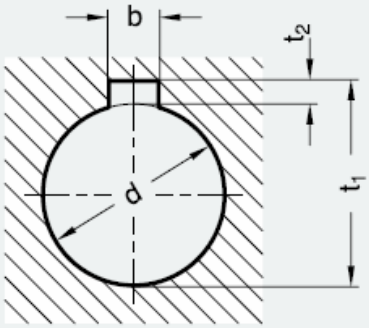
GANTER GRIFF

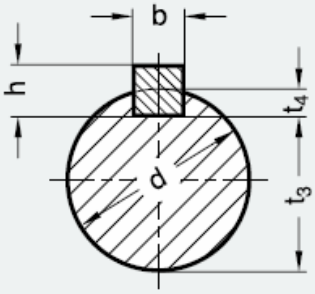
heavy type

## Keyway and key details

Extract from

## DIN 6885/1



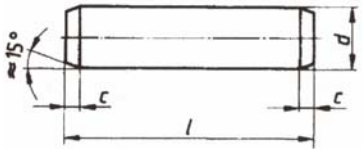

| d | b P9 Hub-keyway | b P9 Shaft-keyway | h | $t_1 = d + t_2$ | $t_2$ | $t_3 = d - t_4$ | $t_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | | | | 8 | 1 +0,1 | 5,8 | 1,2 +0,1 |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 9 | 1 | 6,8 | 1,2 |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 10,4 | 1,4 | 7,2 | 1,8 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 11,4 | 1,4 | 8,2 | 1,8 |
| 11 | | | | 12,8 | 1,8 | 8,5 | 2,5 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 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 | 6 | 6 | 6 | 22,8 | 2,8 | 16,5 | 3,5 |
| 22 | | | | 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 |

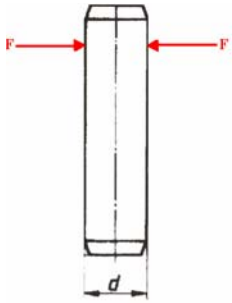
*Key DIN 6885 page 546 / 547*

## الدبوس - Pin

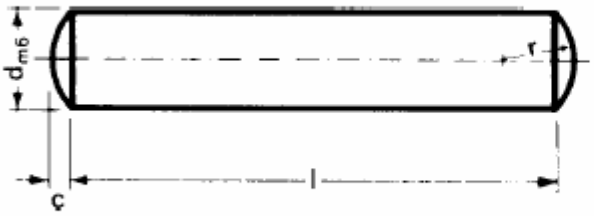
جهد القصّ على الدبوس

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




**Zylinderstifte DIN 7**
Toleranzfeld m6, mit Linsenkuppe gedreht




Ersatz: ISO 2338

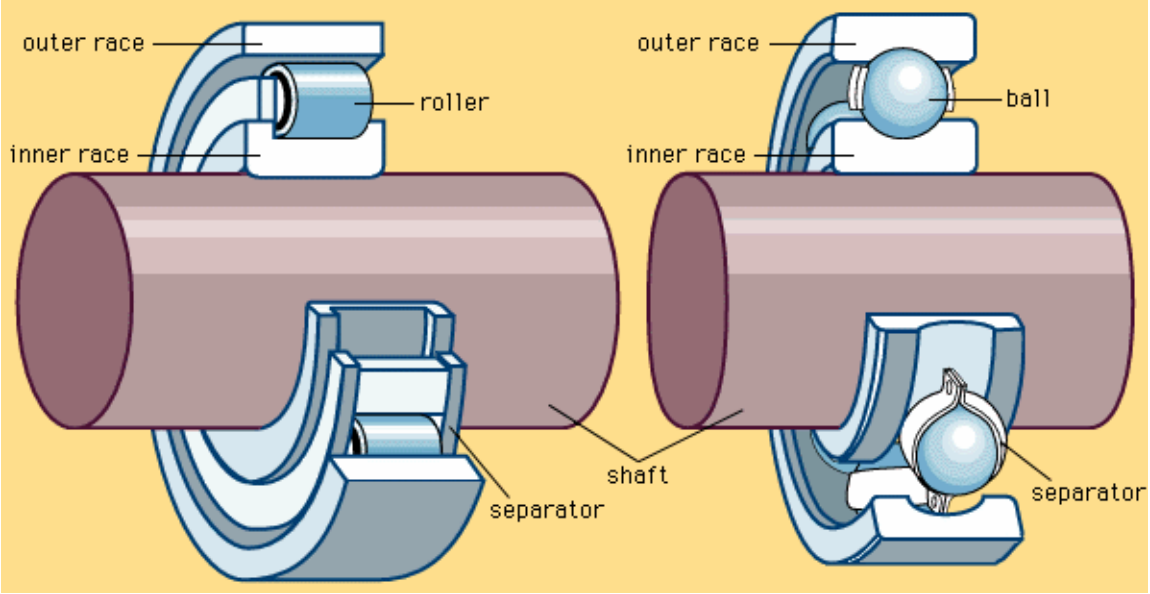
| d m6 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| c Größtmaß | 0,3 | 0,4 | 0,45 | 0,6 | 0,75 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 |
| r ~ | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |

## 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 الستاتيكيه :** 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 الدقيقه

$n$ 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 فسيتغير 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)

| | | $F_a/(VF_r) \le e$ | | $F_a/(VF_r) > e$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| $F_a/C_0$ | $e$ | $X_1$ | $Y_1$ | $X_2$ | $Y_2$ |
| 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 |

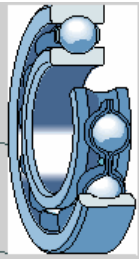
*Use 0.014 if $F_a/C_0 < 0.014$.

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

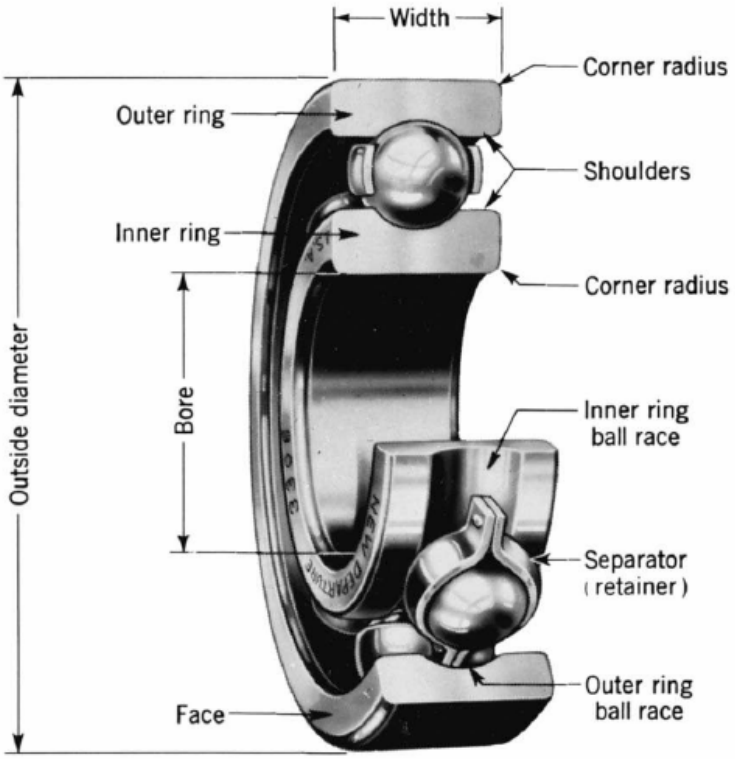
**Deep groove ball bearings, single row**

Product information

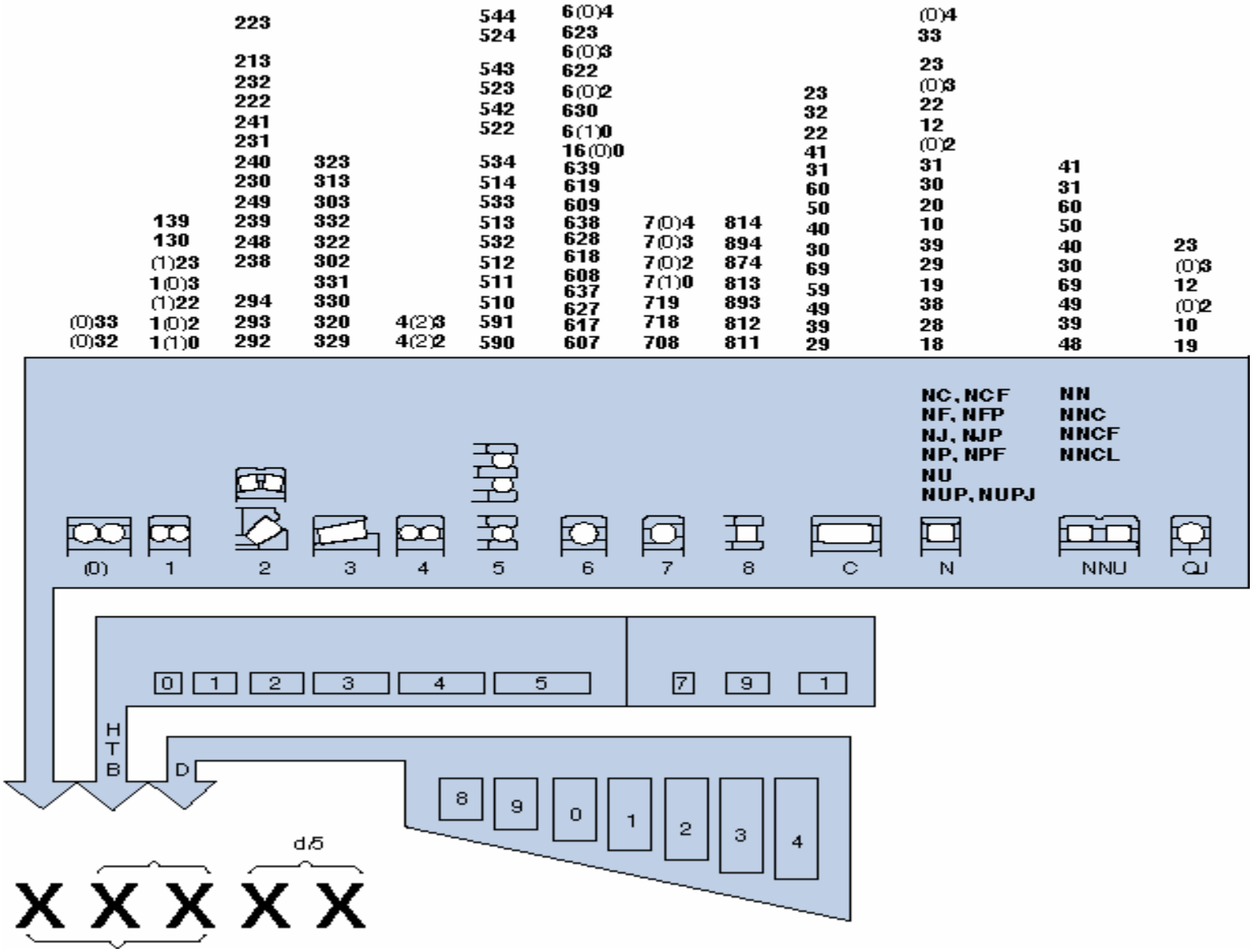
Tolerances , see also text
Radial internal clearance , see also text
Recommended fits
Shaft and housing tolerances



| Principal dimensions | | | Basic load ratings dynamic | static | Fatigue load limit | Speed ratings Reference speed | Limiting speed | Mass | Designation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | D | B | C | $C_0$ | $P_u$ | | | | * - SKF Explorer bearing |
| 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




الثلاثة أعداد الأولى على اليسار تعين نوع المحامل (كروية ، أسطوانية ، مخروطية ، أحادية أو ثنائية) و طبقته المحمل (ثقيل 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 **عالي**
**B** = Good **جيد**
**C** = Satisfactory **مقبول**
**F** = Poor **ضعيف**
**NR** = Inconvenient or not recommended **لا يوصى به**
**-** = Not applicable **غير عملي**

## بعض أنواع المحامل

deep-groove-ball-bearing

double row angular ball bearing

spherical-roller-bearing

cylindrical-roller-bearing

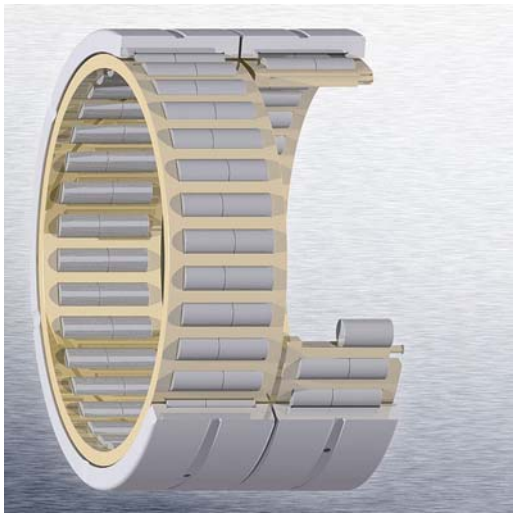
Self aligning ball bearings

**double-row-tapered-roller-bearing**

**thrust-ball-bearing**

**spherical-roller-thrust-bearing**

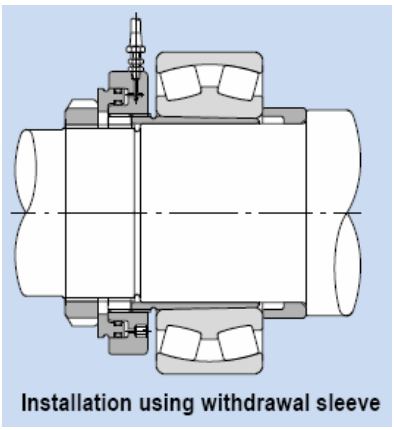
**tapered-roller -bearing**



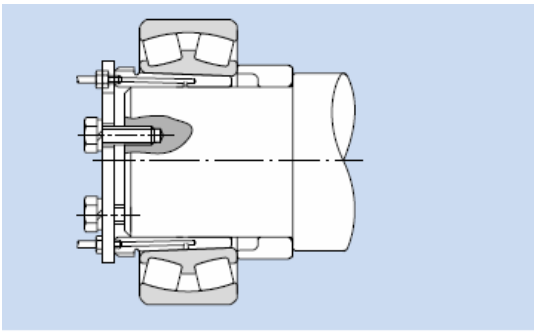
**multi-row-cylindrical-roller-bearing**

## طرق تركيب و تنصيب المحامل على المحاور

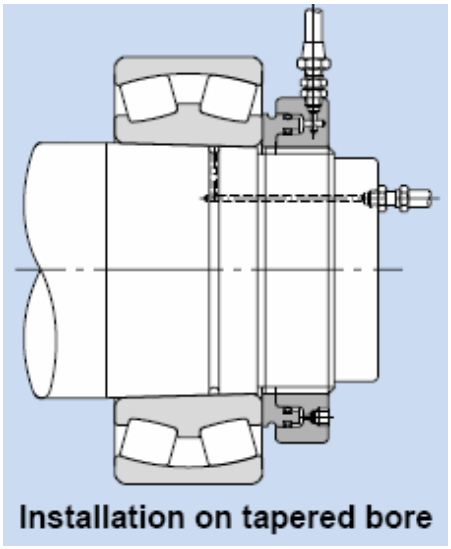
لتركيب المحامل على المحاور يجب إتباع توصيات الشركات المصنعة لتلك المحامل . بعض القطعات المساعدة للتنصيب كمضخات الزيت و البطانات المعدنية و الجلبات و المفاتيح و الصمولات الهيدروليكية ترسل مع المحامل . بعض المحامل بحاجة الى تسخينها و ذلك لسهولة تنيصبها . يجب تسخين المحمل بالزيت و الحرارة يجب أن لا تزيد عن الحرارة المذكورة في كتيبات التنصيب و الصيانة التي ترسل مع المحامل (و التي لا تزيد عن 110 درجة سانتيغراد ) 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 بمساعدة جلبة ساحبة




تنصيب بمساعدة جلبة ساحبة هيدروليكية



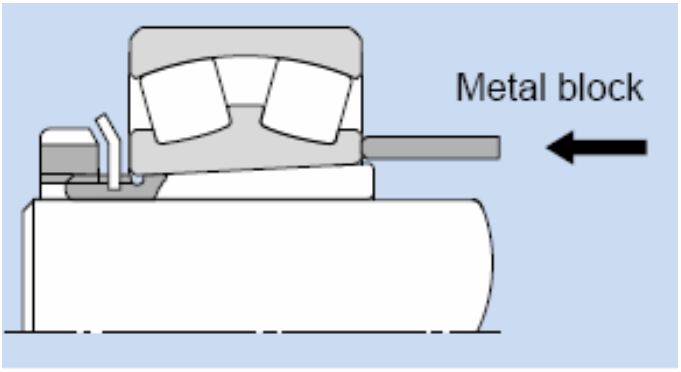

تنصيب على ثقب مستدق
مع مجرى زيت للتزيت

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 لتملأ الفاصلة بين المحور و الجلبة و الجبلة و المحمل .

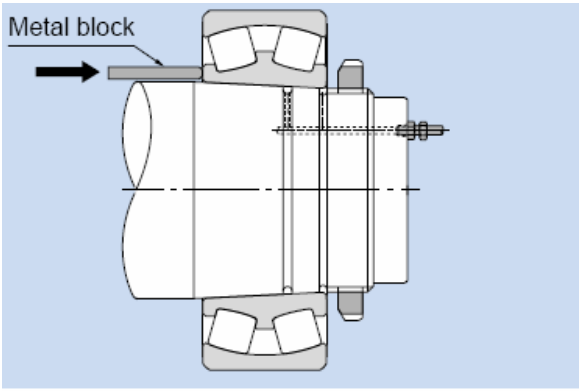
تسخين بالحث الكهربائي
(induction heater)

## فتح و تفكيك المحمل

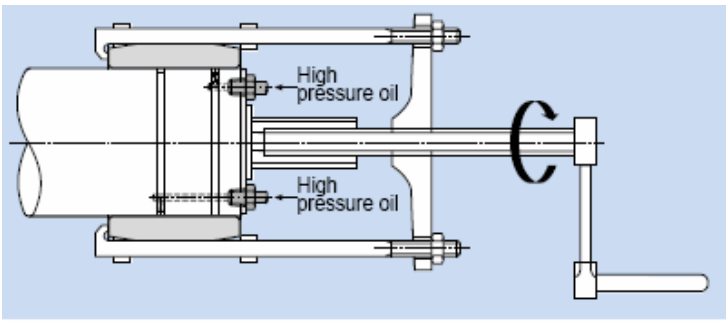
في أكثر الحالات يتم فتح و تفكيك المحامل بنفس طريقة تركيبها .




Disassembly of bearing with adapter

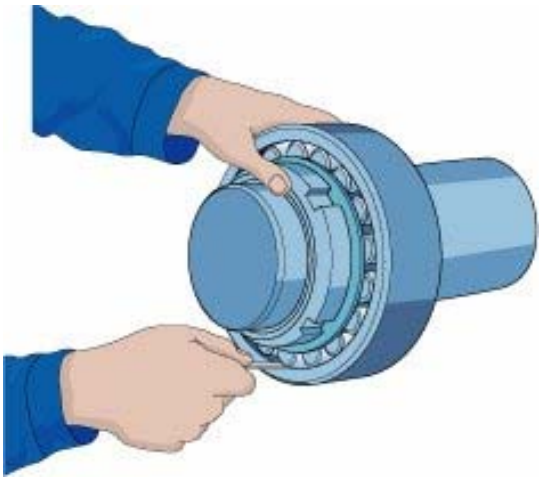



Disassembly using high pressure oil (hydraulic)




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

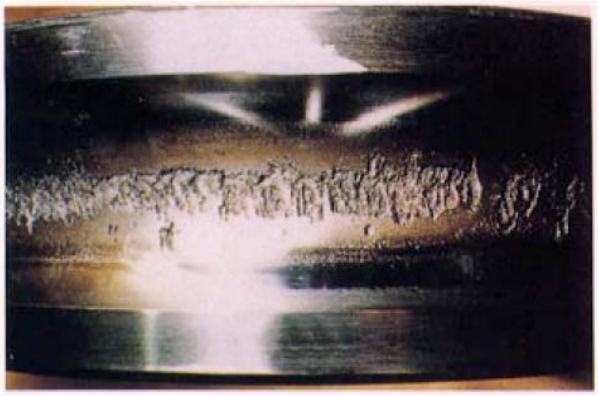
تتعرض المحامل لأضرار و صدمات عديدة نتيجة شرائط محيط العمل الميكانيكية و البيئية فالحرارة العالية و الإهتزازات و القوى الأضافية و الأتربة و الرطوبة تقلل من عمر المحمل .

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 االسطوح 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 .

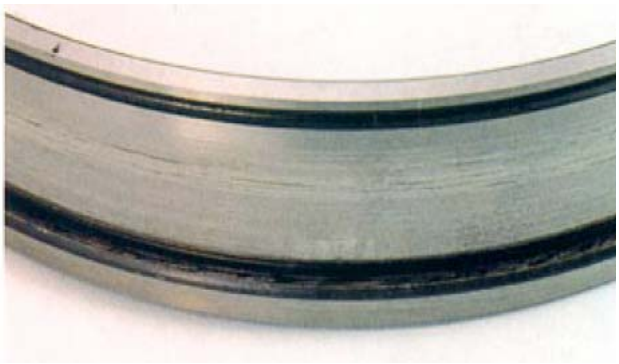
عند اللحام يجب أن لا ينتقل التيار الكهربائي من خلال المحمل و يجب تغير مسير التيار الكهربائي فالجدحات الكهربائية بين الكرات أو الأسطوانات الفلزية و الحلقات الداخلية و الخارجية أحد أسباب الأضرار التي تواجهها المحامل .

مسير حركة الكرات الحلقة الخارجية
نتيجة قوى محوري زائدة



مسير حركة الكرات الحلقة الداخلية
نتيجة قوى محورية زائدة

الحلقة الداخلية لمسير الأسطوانات
نتيجة حمل أو قوة زائدة



الحلقة الداخلية لمسير الأسطوانات
نتيجة عدم التزيت

الحلقة القفصية للكرات
نتيجة عدم التزيت

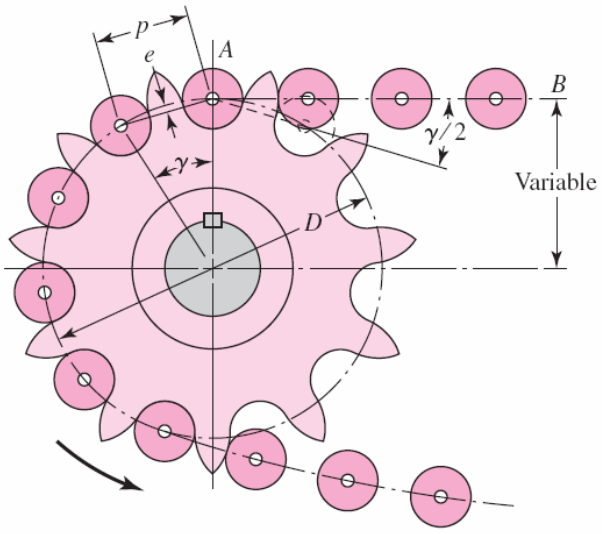
أسطوانة لمحمل أسطواني
نتيجة عدم الخبرة عند تركيب المحمل

الحلقة الداخلية
نتيجة القوى الإهتزازية

الحلقة الخارجة
نتيجة التآكل بسبب الماء

## الزنجير و إطار 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 المسسن

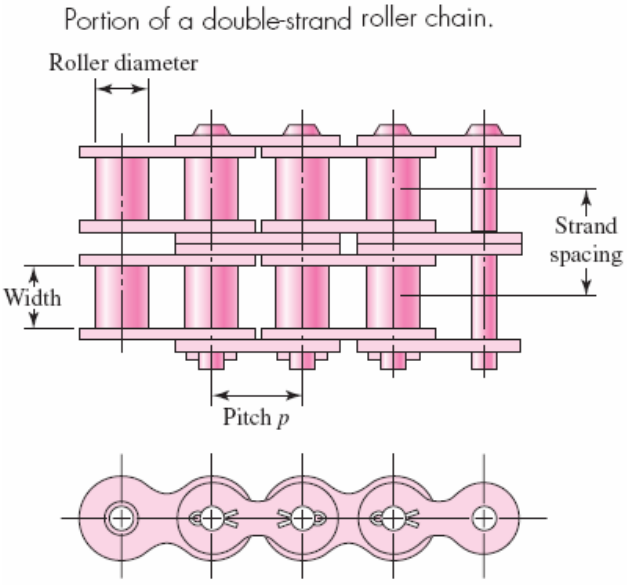
P طول خطوات الزنجير

N عدد الأسنان في الإطار المسنن

V سرعة الزنجير

n عدد دورات الإطار المسنن في الدقيقه أو الثانية

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




$V = \frac{NPn}{12}$ ، $V = \frac{\pi Dn}{12}$ فوت في الدقيقه أو متر في الثانية

C الفاصلة المركزية من مركزالإطار 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.

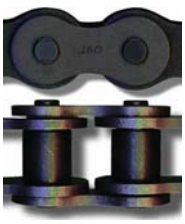
*Note:* Type A—manual or drip lubrication; type B—bath or disk lubrication; type C—oil-stream lubrication.

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 لزنجير من نوع A , B , C و C′ . لزنجير منفرد .



زنجير منفرد
Single Strand

زنجير 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 الأسمية 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 |

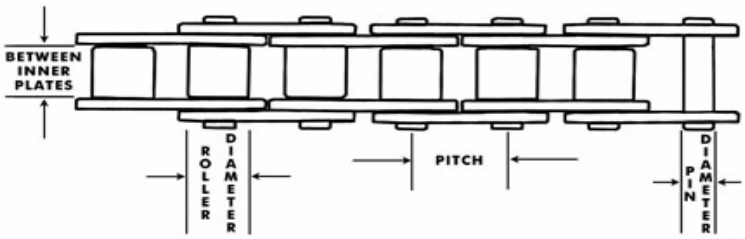
*Morse Chain Company, Ithaca, NY, Type B hub sprockets.

## بعض مشخصات الزناجير في النظام الإنشي

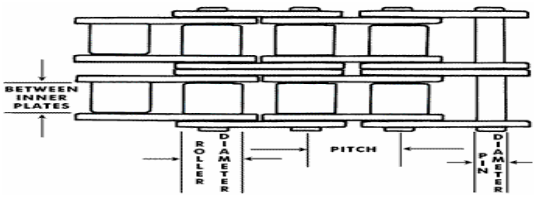
Dimensions of American Standard Roller Chains—Single Strand

| 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.

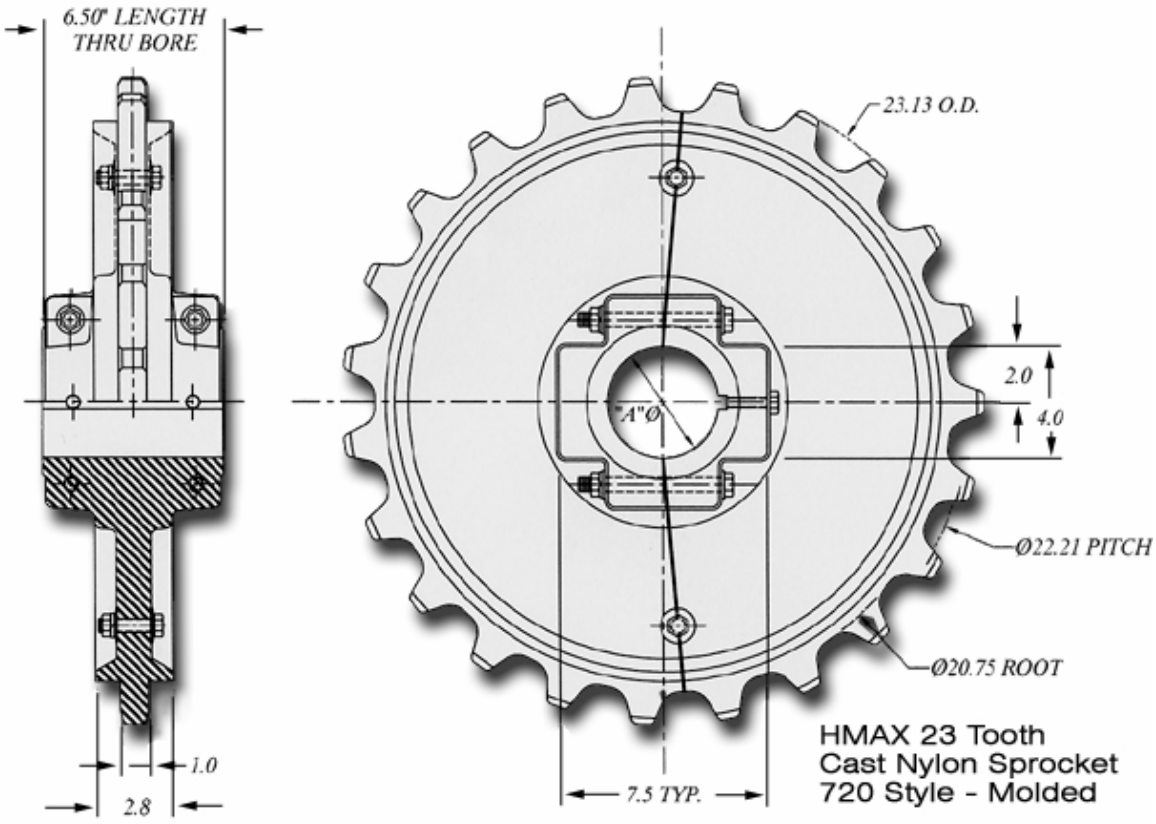



| Chain Number | Pitch | Roller Diameter | Betwwen Inner Plates | Pin Diameter | Average Tensile | Lbs. per foot (nominal) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #25 | 1/4 | .130 | 1/8 | .091 | 875 | .08 |
| #35 | 3/8 | .200 | 3/16 | .141 | 2,100 | .22 |
| #40 | 1/2 | .312 | 5/16 | .156 | 3,700 | .41 |
| #41 | 1/2 | .306 | 1/4 | .141 | 2,000 | .27 |
| #50 | 5/8 | .400 | 3/8 | .200 | 6,100 | .68 |
| #60 | 3/4 | .468 | 1/2 | .234 | 8,500 | 1.00 |
| #60 Cottered | | | | | 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 | Betwwen 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

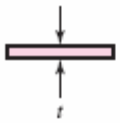
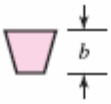
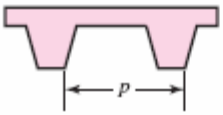



http://www.hitmax.com/epg/epgdata/hmax_23t_spkt.htm

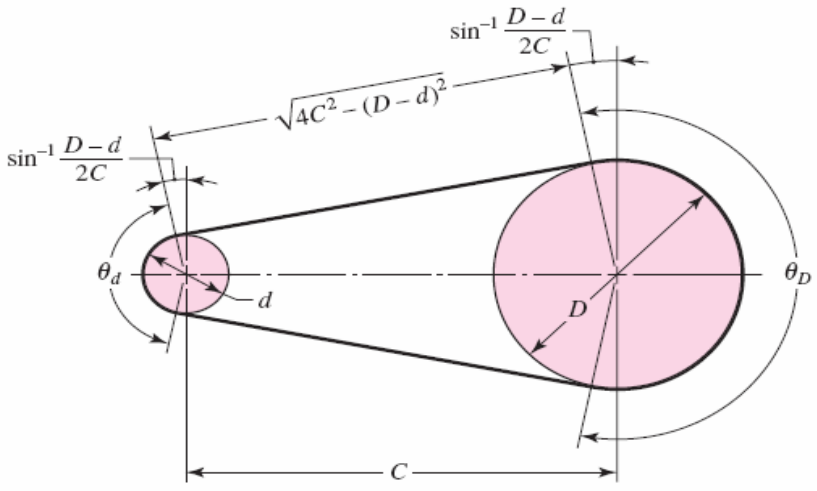
## الحزام أو السير - Belt

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 | $d = \frac{1}{8}$ to $\frac{3}{4}$ 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 | $p = 2$ 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 .

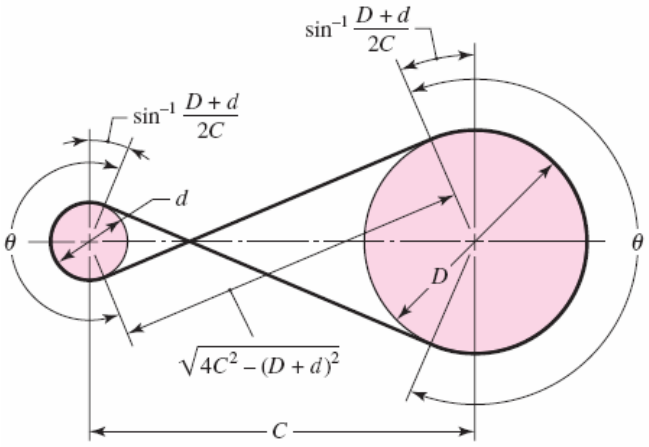
$\theta_d$ و $\theta_D$ زوايا التماس

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

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

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

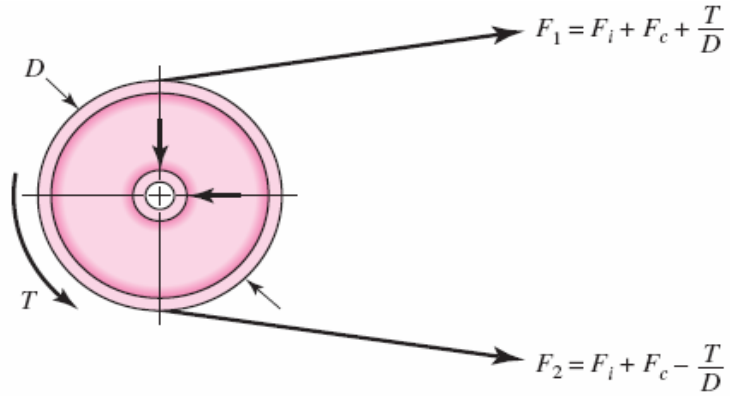
## الأحزمة المتقاطعة




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

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

## 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 :** $V = \frac{\pi dn}{12}$ فوت في الدقيقه ، 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 :

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

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

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

القدرة حسب قوة الحصان

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

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

$H_{nom}$ 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 | Source of Power: 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

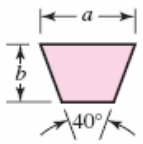
| Driven Equipment; | Operating Period /day | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | < 8 h | < 16 h | > 16 h | < 8 h | < 16 h | >16 h |
| | Driving Machine: Reasonable Smooth Starting torque 100% - 200% FL | | | Driving Machine: Coarse Starting torque 200%-400% | | |
| | Electic Motors -Star Delta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

http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Drive/Service_Factors.html

## أحزمة بشكل 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 |
| | 5.0 and up | 1.17 | 2.03 | 2.64 | 2.96 | 2.89 |
| B | 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 |
| | 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 |
| C | 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 |
| | 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 |
| D | 10.0 | 4.14 | 6.13 | 6.55 | 5.09 | 1.35 |
| | 11.0 | 5.00 | 7.83 | 9.11 | 8.50 | 5.62 |
| | 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

| $\frac{D-d}{C}$ | $\theta$, deg | $K_1$ VV | $K_1$ 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 $\theta$ is
$K_1 = 0.143\,543 + 0.007\,46\,8\,\theta - 0.000\,015\,052\,\theta^2$
in the range $90° \le \theta \le 180°$.

Belt-Length Correction Factor $K_2$*

| | Nominal Belt Length, in | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Length Factor | 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 :

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

لتعين القوة $F_c$ نستعين بهذا القانون $F_c = K_c(\frac{V}{1000})^2$ 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

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

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

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

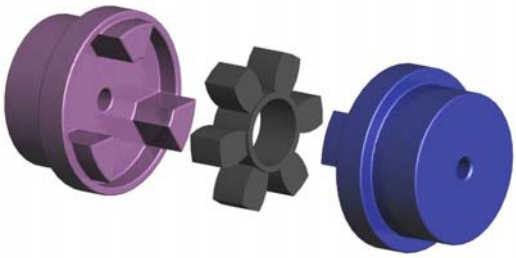
| Belt Section | $10^8$ to $10^9$ Force Peaks K | b | $10^9$ to $10^{10}$ Force Peaks K | b | Minimum Sheave Diameter, in |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 674 | 11.089 | | | 3.0 |
| B | 1193 | 10.926 | | | 5.0 |
| C | 2038 | 11.173 | | | 8.5 |
| D | 4208 | 11.105 | | | 13.0 |
| E | 6061 | 11.100 | | | 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 |

العمر المفيد للحزام حسب الساعة (عمل) $t = \frac{N_p L_p}{720 \times V}$

## المقرنة - Coupling

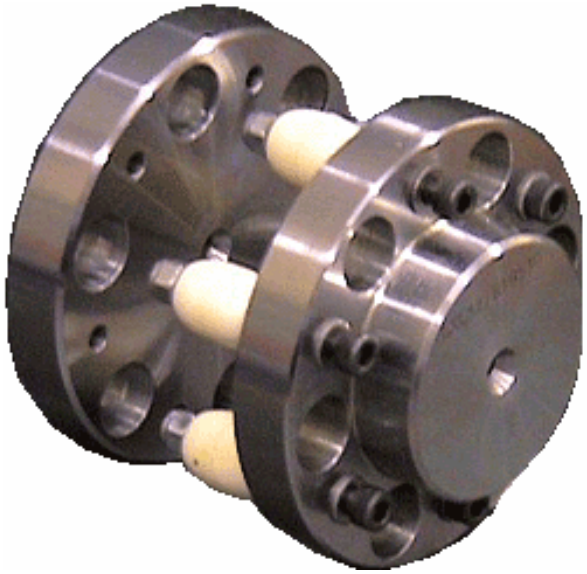
المقرنة قطعة ميكانيكية تستخدم لإتصال إنتهاء محورين ببعضهما و هي على أنواع منها صلبة (solid coupling) و منها مرنة (flexible coupling) . تنظيم شطريّ المقرنة ذو أهمية بالغة و عدم تنظيم المقرنة بصورة صحيحة يؤدي الى ظهور قوى قطرية و محورية أضافية تؤثر على صندوق التروس و الموتور و بالأخصّ على المحامل . نوع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

**Solid coupling**

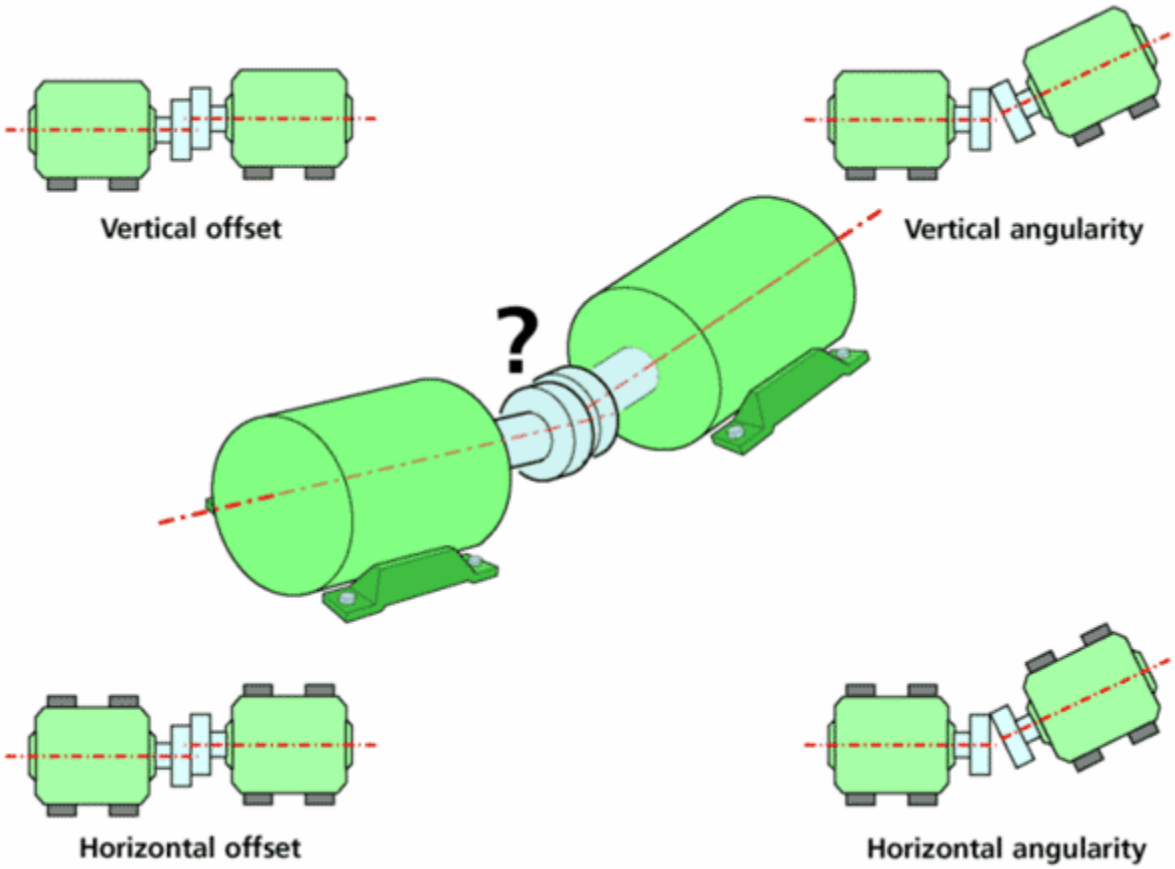


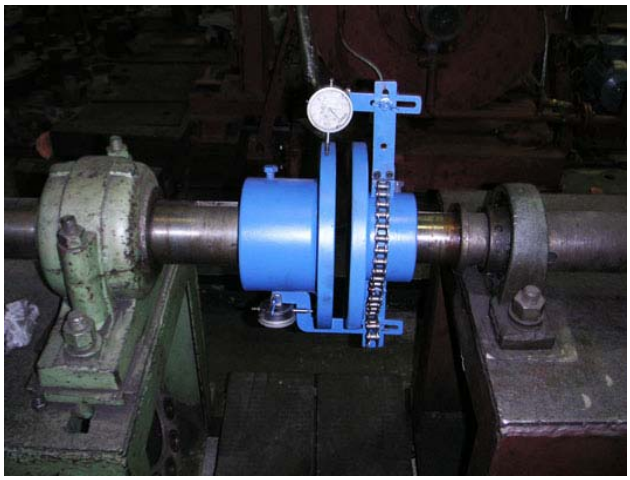
**Flexible coupling**

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 مشخاصات نوعين من أنواع المقرنات لشركة فليندر . عند تنصيب المقرنة يجب مراعاة الفاصلة بين شطريها $S_1$ .

# FLENDER

## N-EUPEX-DS

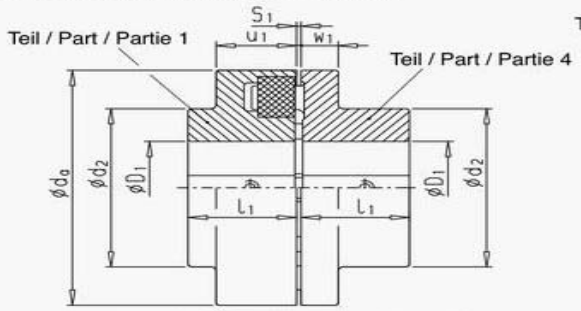
**Elastische Kupplungen**
**Bauarten BDS und ADS**

**Flexible Couplings**
**Types BDS and ADS**

**Accouplements élastiques**
**Types BDS et ADS**

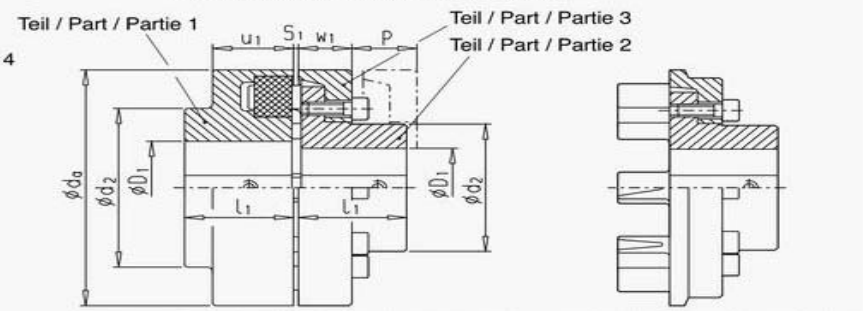
= ab Flender-Vorratslager lieferbar = available ex Flender stock = livrables du stock Flender

**BDS** zweiteilig / in two parts / en 2 parties




Größen 66 bis 305 / Sizes 66 to 305
Tailles 66 à 305

**ADS** dreiteilig / in three parts / en 3 parties




Größen 118 bis 380 / Sizes 118 to 380
Tailles 118 à 380

Größen 430 bis 556 / Sizes 430 to 556
Tailles 430 à 556

**31.I 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 1) Bauart Type | Größe Size Taille | Nennwert Nominal value Caractéristique 2) $\frac{P_N}{n}$ | Nenndrehmoment Nom. torque Couple nomin. $T_{KN}$ Nm | Drehzahl Speed Vitesse $n_{max}$ min$^{-1}$ | Bohrung / Bore Alésage $D_1$ Teil / Part / Partie 1 4) bis to jusqu'à mm | | Bohrung / Bore Alésage $D_1$ Teil / Part / Partie 4+2 4) bis to jusqu'à mm | | $d_a$ mm | $d_2$ Teil Part Partie 1 mm | $d_2$ Teil Part Partie 4 2 mm | $l_1$ mm | P mm | $S_1$ mm | $u_1$ mm | $w_1$ mm | Massenträgheitsmoment Mass moment of inertia Moment d'inertie J 3) Teil/Part/Partie 1 kgm$^2$ | Massenträgheitsmoment Mass moment of inertia Moment d'inertie J 3) Teil/Part/Partie 4 o. 2+3 kgm$^2$ | Massenträgheitsmoment Mass moment of inertia Moment d'inertie J 3) Gesamt Total kgm$^2$ | Gewicht Weight Poids 3) Teil/Part/Partie 1 kg | Gewicht Weight Poids 3) Teil/Part/Partie 4 o. 2+3 kg | Gewicht Weight Poids 3) 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<br>88 | 100<br>120 | 340 | 200 | 165<br>200 | 125 | 78 | 3... 8 | 70 | 47 | 0.41<br>0.44 | 0.49<br>0.53 | 0.94<br>0.98 | 38 | 39.3<br>40.3 | 77.3<br>78.3 |
| **ADS 380** | | 0.81 | 7700 | 1950 | 59 | 140 | 59<br>88 | 110<br>140 | 380 | 230 | 180<br>230 | 140 | 83 | 3... 8 | 74 | 51 | 0.71<br>0.77 | 0.84<br>0.93 | 1.62<br>1.71 | 54 | 53.5<br>57.5 | 107.5<br>111.5 |
| **ADS 430** | | 1.1 | 10300 | 1700 | 64 | 150 | 64<br>98 | 120<br>150 | 430 | 250 | 200<br>250 | 160 | 88 | 3... 8 | 78 | 56 | 1.2<br>1.4 | 1.26<br>1.4 | 2.69<br>2.83 | 76 | 69<br>74 | 145<br>150 |
| **ADS 472** | | 1.4 | 13500 | 1550 | 78 | 160 | 78<br>118 | 130<br>160 | 472 | 265 | 215<br>265 | 180 | 99 | 5...10 | 86 | 64 | 1.9<br>2.1 | 2<br>2.1 | 4.13<br>4.23 | 95 | 91<br>97 | 186<br>192 |
| **ADS 514** | | 1.7 | 16600 | 1400 | 88 | 180 | 88<br>134 | 145<br>180 | 514 | 300 | 240<br>300 | 190 | 104 | 5...10 | 90 | 65 | 2.8<br>3.1 | 3<br>3.3 | 6.15<br>6.45 | 119 | 115<br>122 | 234<br>241 |
| **ADS 556** | | 2.2 | 21200 | 1300 | 98 | 190 | 98<br>138 | 150<br>190 | 556 | 315 | 250<br>315 | 210 | 115 | 5...10 | 102 | 68 | 4.4<br>4.7 | 4.1<br>4.6 | 8.85<br>9.35 | 159 | 138<br>152 | 297<br>311 |

1) Bei Ausfall der Elastikelemente laufen die Kupplungsteile frei zueinander. Es findet keine metallische Berührung statt.
2) $P_N$ = Nennleistung in kW
n = Drehzahl in min$^{-1}$
3) Massenträgheitsmomente J und Gewichte gelten für mittlere Bohrungen.
4) Vorbohrung

Bestellbeispiele Seite 33

1) Upon failure of flexible elements the coupling parts rotate independent of each other. There is no metal-to-metal contact.
2) $P_N$ = Nominal power rating in kW
n = Speed in min$^{-1}$
3) Mass moments of inertia J and weights refer to couplings with medium-sized bores.
4) Pilot bore

Ordering examples on page 33

1) Lors de la rupture des éléments élastiques, les deux parties de l'accouplement tournent indépendamment. Il n'y a aucun contact métallique.
2) $P_N$ = Puissance nominale en kW
n = Vitesse de rotation en min$^{-1}$
3) Moments d'inertie J et poids correspondent à l'alésage moyen.
4) Préalésage

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

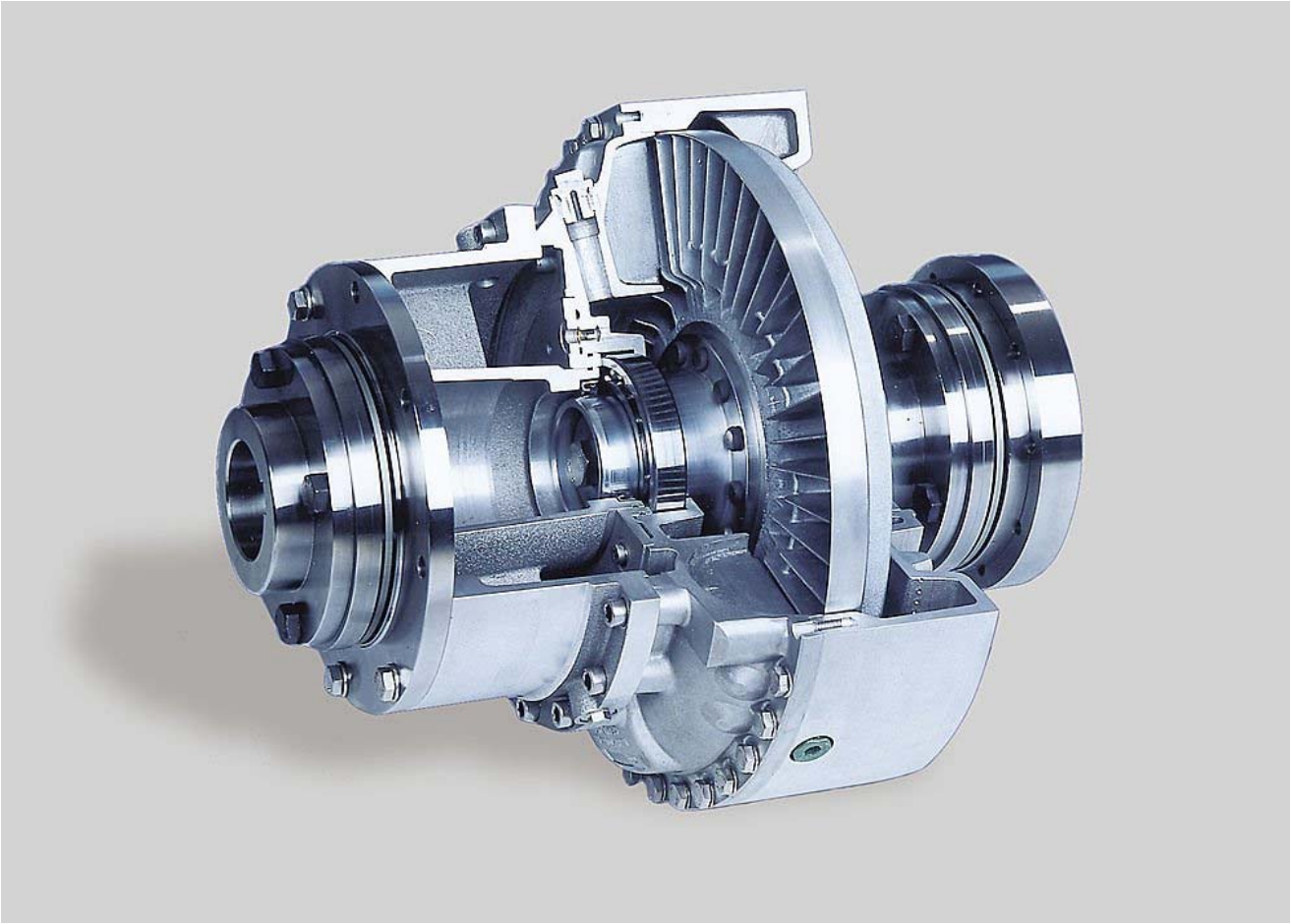
**ARPEX**
all-steel coupling

**AUTOGARD**
torque limiter

**PLANOX**
multiple disk clutch

**FLUDEX**
Fluid couplings

المقرنة الهيدروليكية (hydraulic coupling) أو (turbo coupling) تستعمل بكثرة في الصنائع الثقيلة . لا تنتقل الحركة آناً 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)

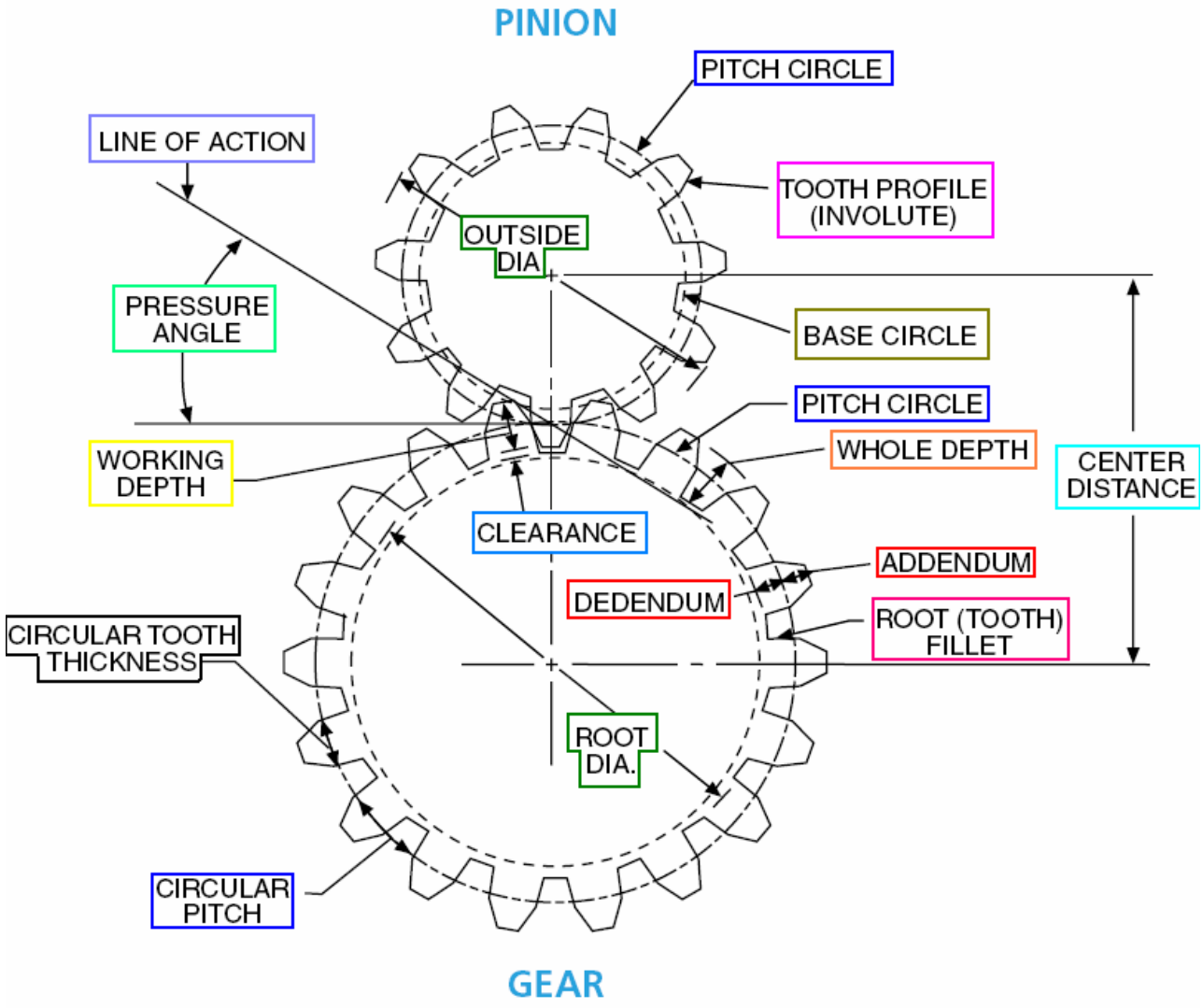


## التروس - Gears

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) $20^\circ$ أو $22\frac{1}{2}^\circ$ أو $25^\circ$إو $14\frac{1}{2}^\circ$.

الزاوية $20^\circ$ الأفضل . العجلة ذات زاوية $20^\circ$ 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 $\phi$, 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 $\psi$

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 | $d\cos\phi_t$ | Pinion root diameter | $d-2b$ |
| | | Internal gears: | |
| Gear base diameter | $D\cos\phi_t$ | Center distance | $\frac{D-d}{2}$ |
| Base helix angle | $\tan^{-1}(\tan\psi\cos\phi_t)$ | 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

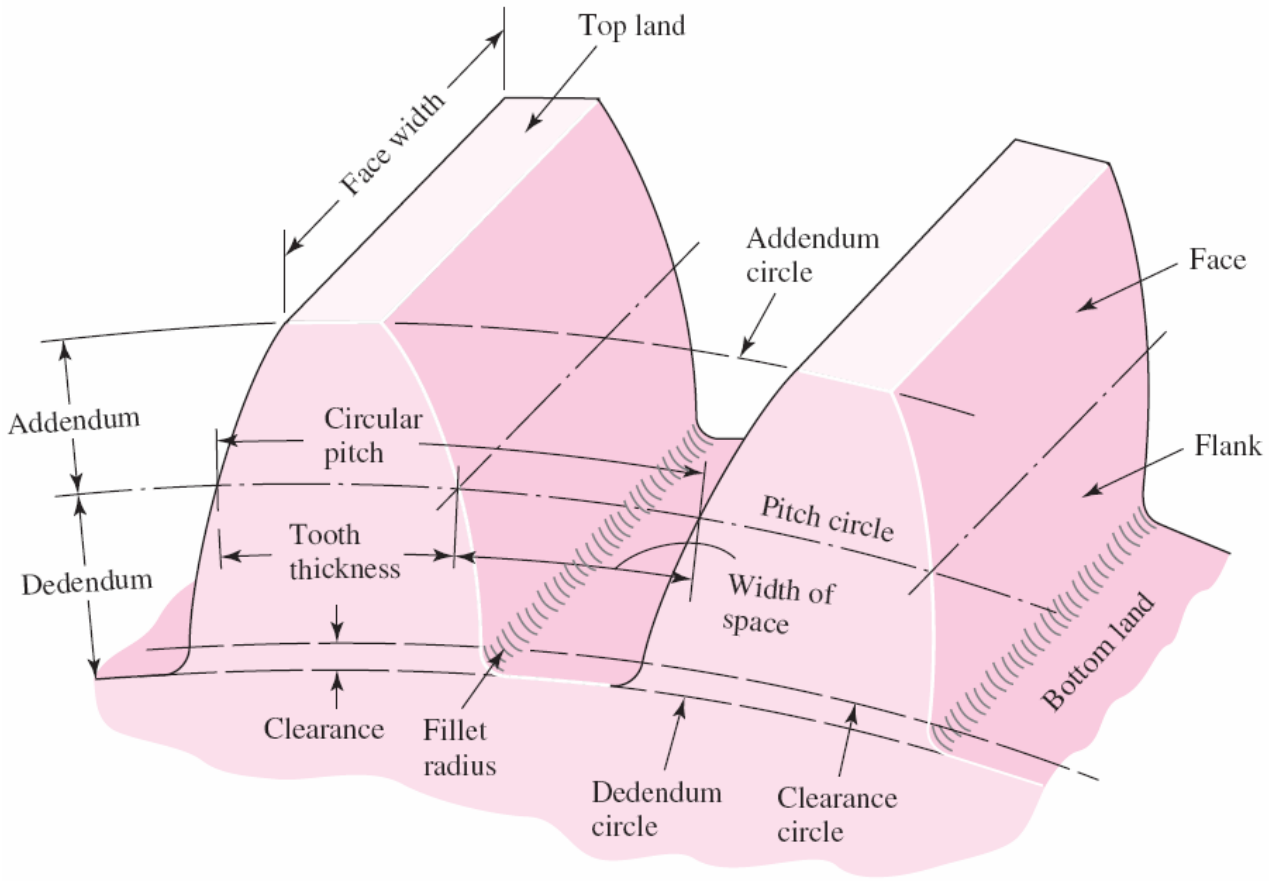
| Item | Formula |
|---|---|
| Working depth | $h_k = 2.0/P$ |
| Clearance | $c = (0.188/P) + 0.002$ in |
| Addendum of gear | $a_G = \frac{0.54}{P} + \frac{0.460}{P(m_{90})^2}$ |
| Gear ratio | $m_G = N_G/N_P$ |
| Equivalent 90° ratio | $m_{90} = m_G$ when $\Gamma = 90°$ |
| | $m_{90} = \sqrt{m_G \frac{\cos\gamma}{\cos\Gamma}}$ when $\Gamma \neq 90°$ |
| Face width | $F = 0.3A_0$ or $F = \frac{10}{P}$, whichever is smaller |
| Minimum number of teeth | 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 $\phi_n$, 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 | $0.2228p_x$ | $0.2578p_x$ |




$d$ قطرمُشغل 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

$\phi$ زاوية الضغط

$\psi$ الزاوية في التروس الحلزونية

$\phi_t$ زاوية الضغط المماسي $\cos\psi = \dfrac{\tan\phi_n}{\tan\phi_t}$

$\phi_n$ زاوية الضغط القائم

$P$ عدد الأسنان في الإنش $P = \dfrac{N}{d}$

$a$ طرف سن العجلة (أديندوم) $a = \dfrac{1}{P}$

$b$ جذر سن الترس (ديدندوم) $b = \dfrac{1.25}{P}$

$t$ ضخامة سن العجلة $t = \dfrac{P}{2}$

$F$ عرض سن العجلة

في الحالة العامة $p = \frac{N}{d}$

$p$ الخطوة ، عدد الأسنان في الإنش الواحد

$N$ عدد أسنان الترس

$d$ قطر دائرة الخطوة

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

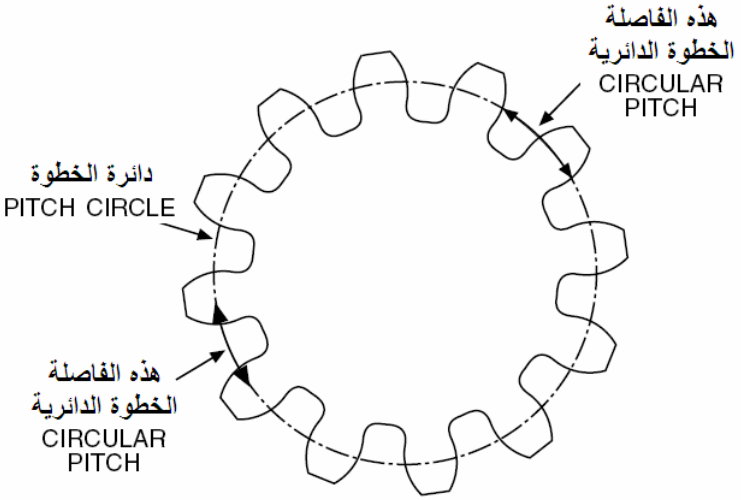
$V_p$ السرعة الخطية للترس الأصغر

$r_p$ نصف قطر دائرة الخطوة للترس الأصغر

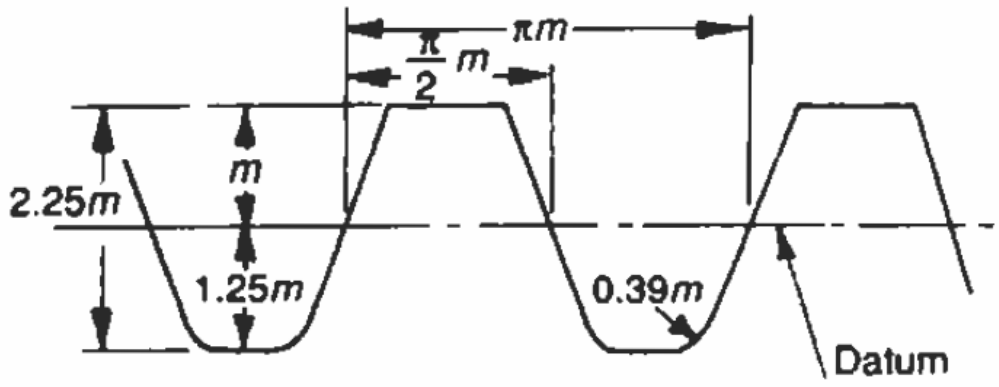
$n_p$ عدد دورات الترس الأصغر في الدقيقة

$N_p$ عدد أسنان الترس الأصغر

الدليل الأسفل $G$ للترس الأكبر




## في النظام المتري

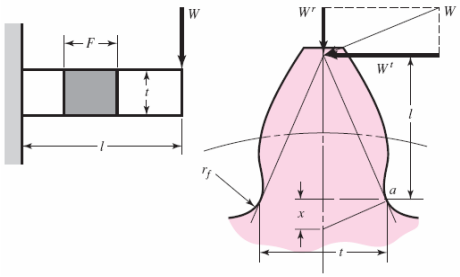



$m = \frac{D}{T}$

$m$ الموديول

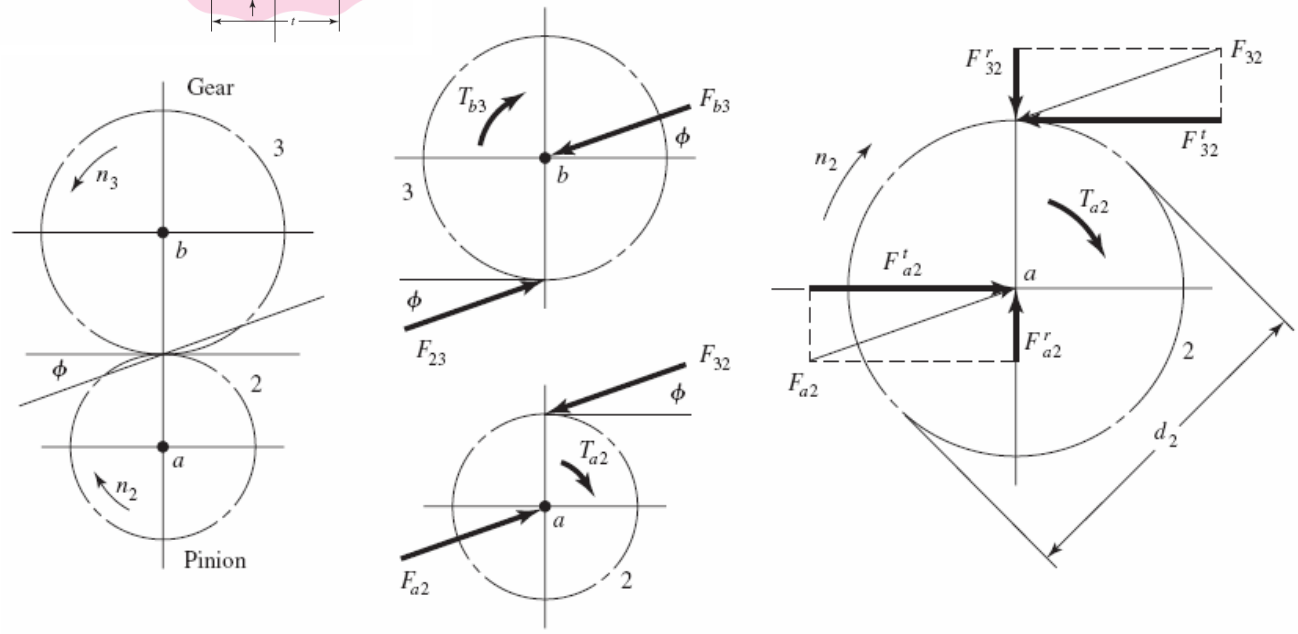
$D$ القطر

$T$ عدد الأسنان



## تحليل القوى على العجلات المسننة

### التروس العادية




الحمولة المنقولة $W_t = F^t_{23}$

عزم الدوران $T = \frac{d}{2} W_t$ (قطر العجلة)

القدرة التي تنقلها العجلة $H = T\,\omega = \frac{dW_t}{2}\omega$ ($\omega$ سرعة الزاوية)

السرعة الخطية $V = \frac{\pi dn}{12}$ (عدد دورات العجلة في الدقيقة)

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

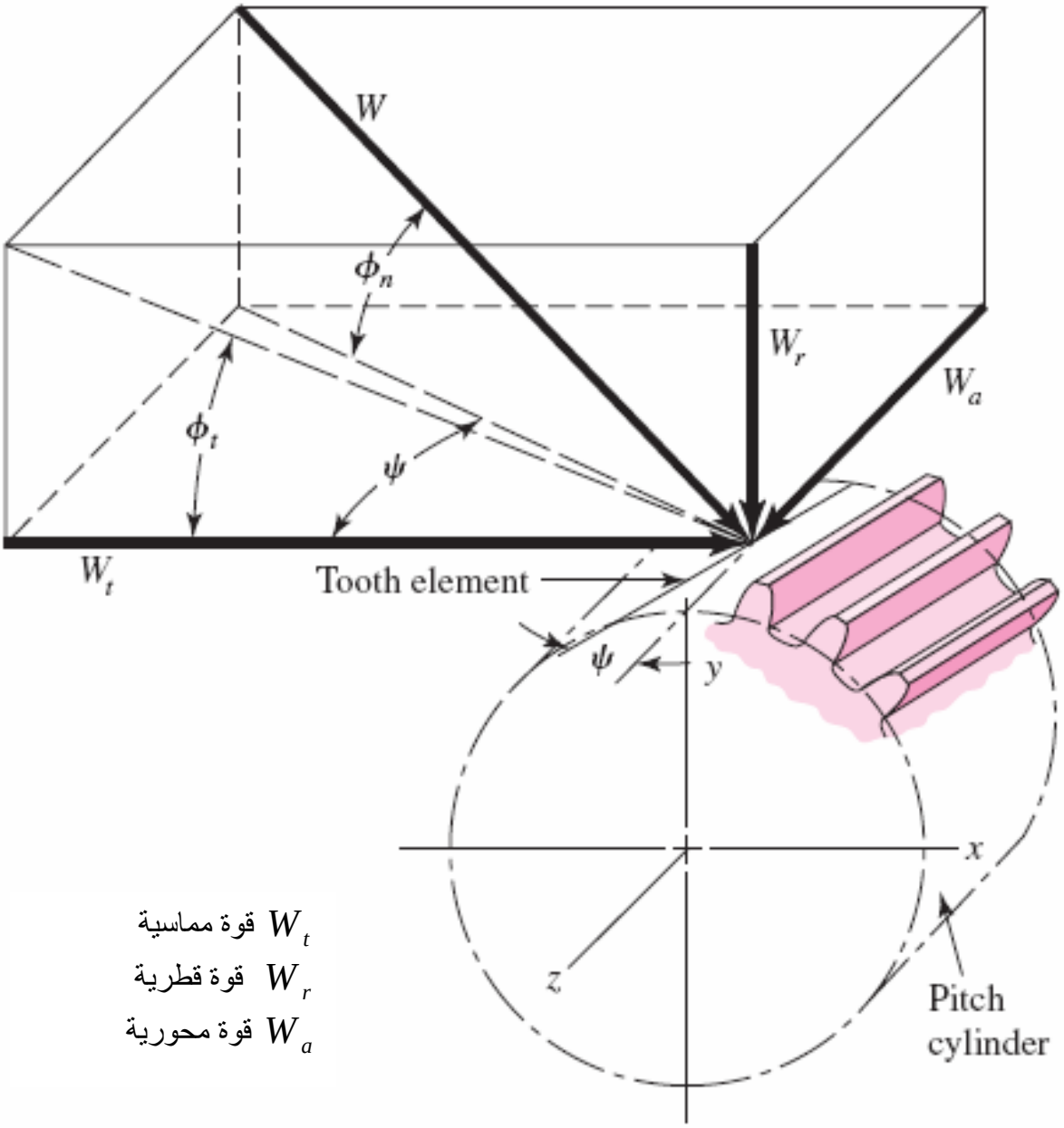
$$W_t = \frac{33000 \times H}{V}$$

السرعة فوت في الدقيقة

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

$$W_t = \frac{60000 \times H}{\pi dn}$$

## التروس الحلزونية




$W_t$ قوة مماسية

$W_r$ قوة قطرية

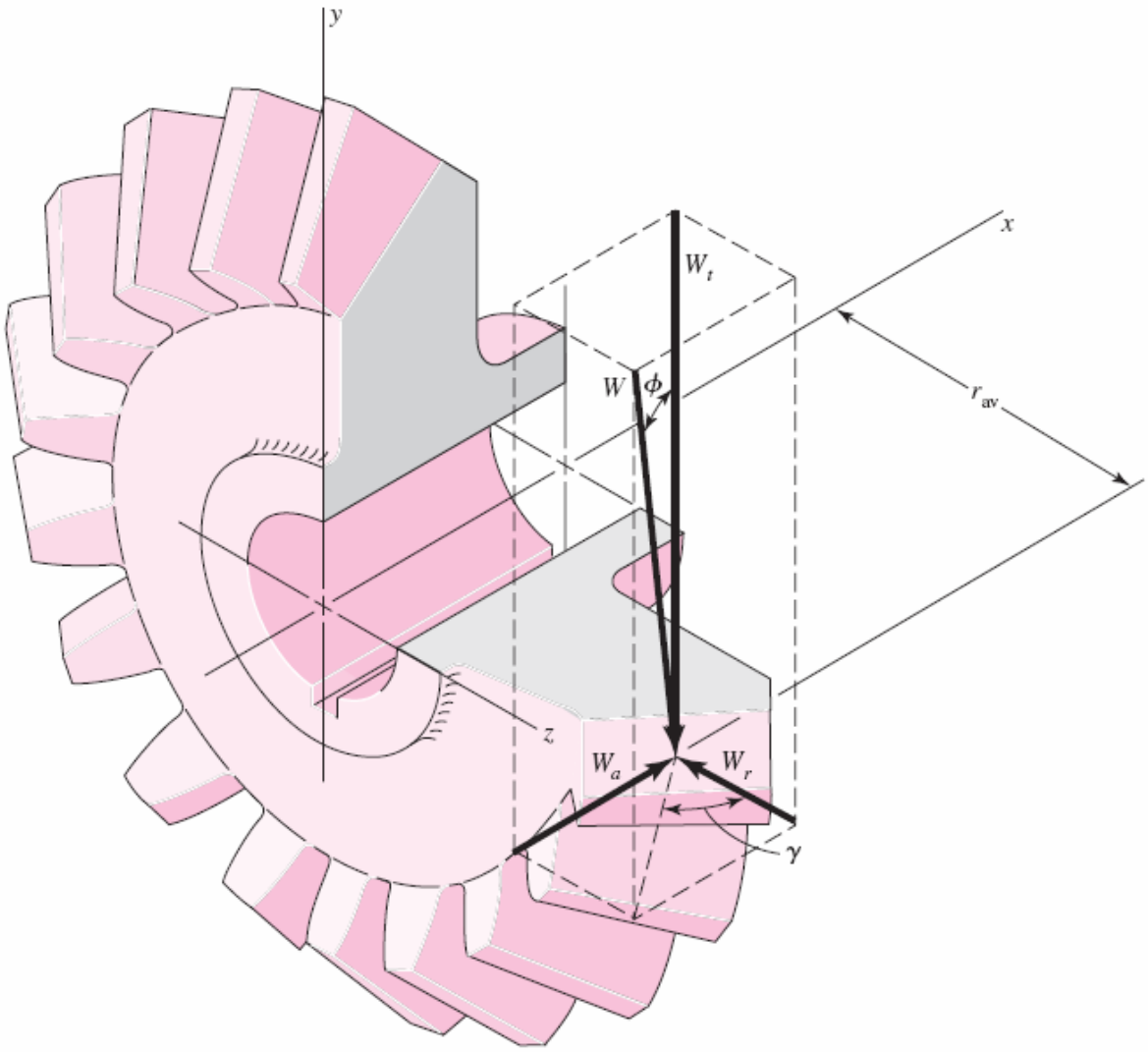
$W_a$ قوة محورية

$$W_r = W_t \tan\phi_t$$

$$W_a = W_t \tan\psi$$

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

## التروس المخروطية



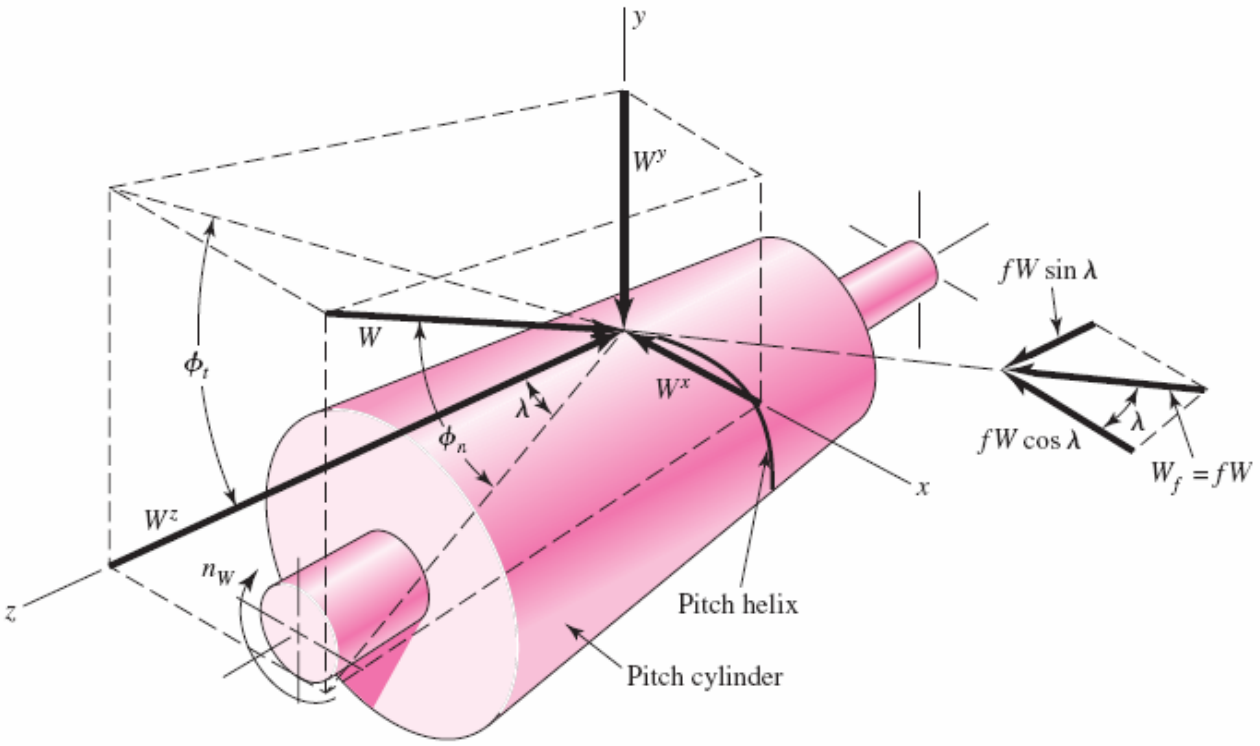

$$W_t = \frac{T}{r_{av}}$$

$T$ 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

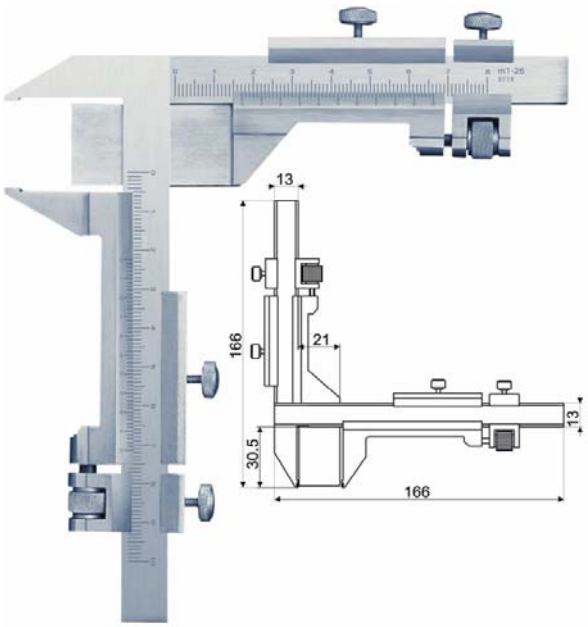



$$W^x = W \cos\phi_n \sin\lambda$$

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

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

أداة تفريز عجلات مسننة



ورنية لقياس أبعاد العجلات المسننة

## تصميم و إنتخاب التروس العادية و الحلزونية

يتم إنتخاب التروس على أساس قوانين

إجهاد تقوس (ثني) العجلة

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

عامل الأمان على أساس التقوس

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

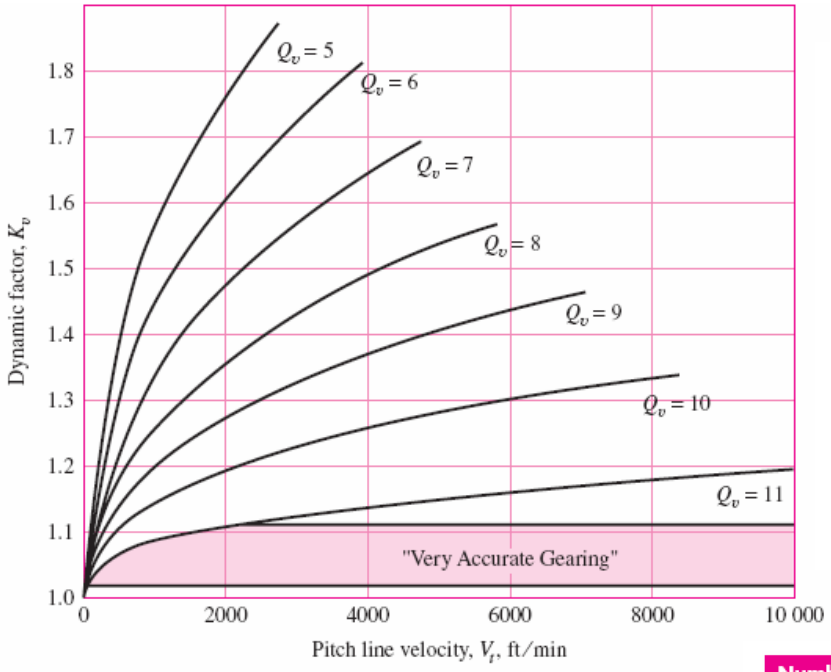
$$W^t = \frac{33000H}{V} \qquad V = \frac{\pi dn}{12}$$

$K_o$ عامل الحمولة الزائدة

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 $Q_v$

| 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 |

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

$P_d$ قطر دائرة الخطوة للعجلة الصغيرة البنيون

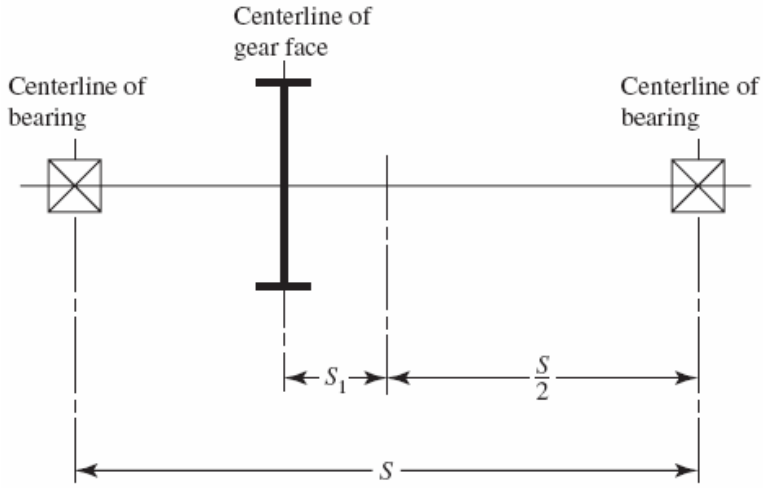
$F$ عرض سن العجلة

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

المعامل في هذا المعمل هي :

$$C_{pf} = \begin{cases} \dfrac{F}{10d} - 0.025 & F \le 1in \\ \dfrac{F}{10d} - 0.037 + 0.0125F & 1 < F \le 17in \\ \dfrac{F}{10d} - 0.1109 + 0.0207F - 0.000228F^2 & 17 < F \le 40in \end{cases}$$

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

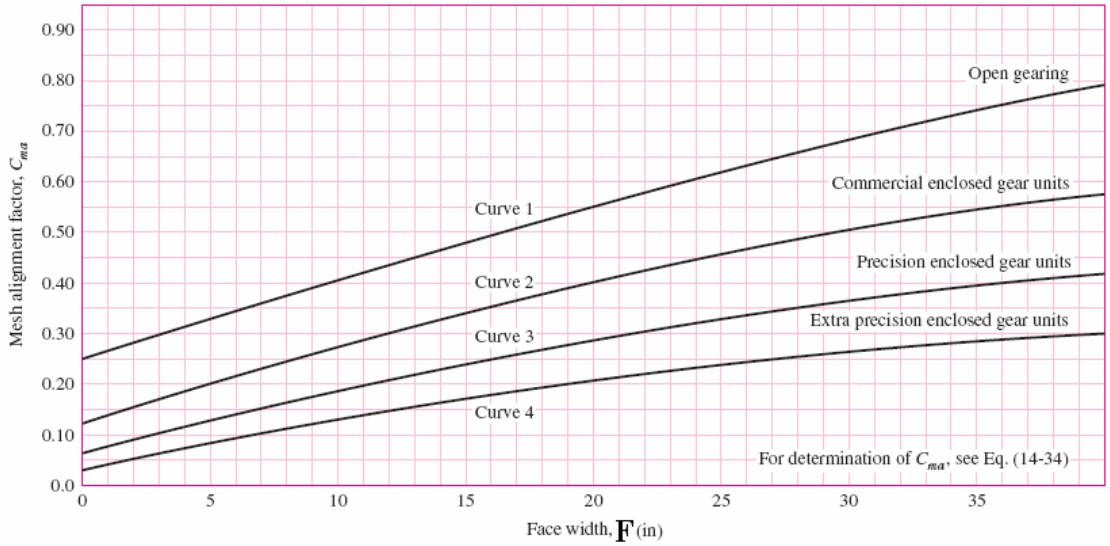



$$C_{ma}=A+BF+CF^2$$

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 | $-0.822(10^{-4})$ |

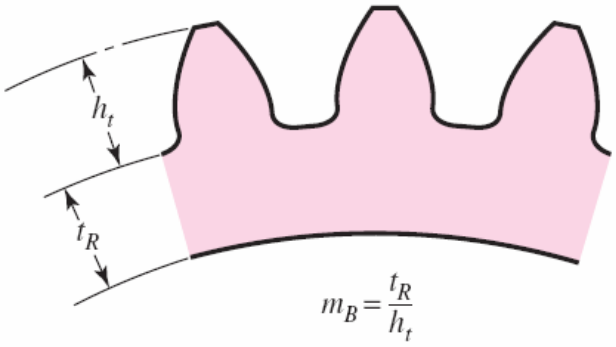
يمكن الأستعانة بهذه المنحنيات



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

$K_B$ عامل ضخامة إطار العجلة (rim)

النسبة $m_B$ هي :

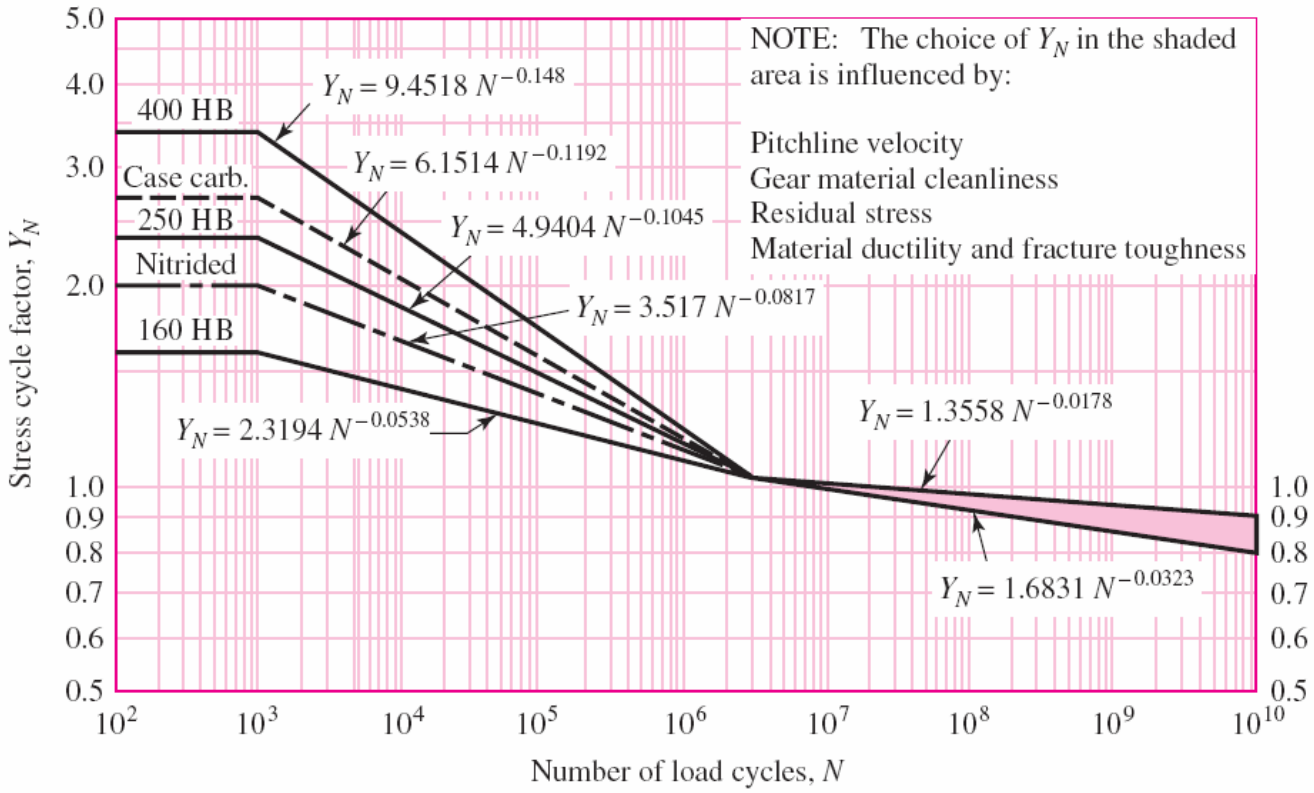



$$K_B = \begin{cases} 1.6 \ln \dfrac{2.242}{m_B} & m_B < 1.2 \\ 1 & m_B \geq 1.2 \end{cases}$$

عامل الوثوقية $K_R$

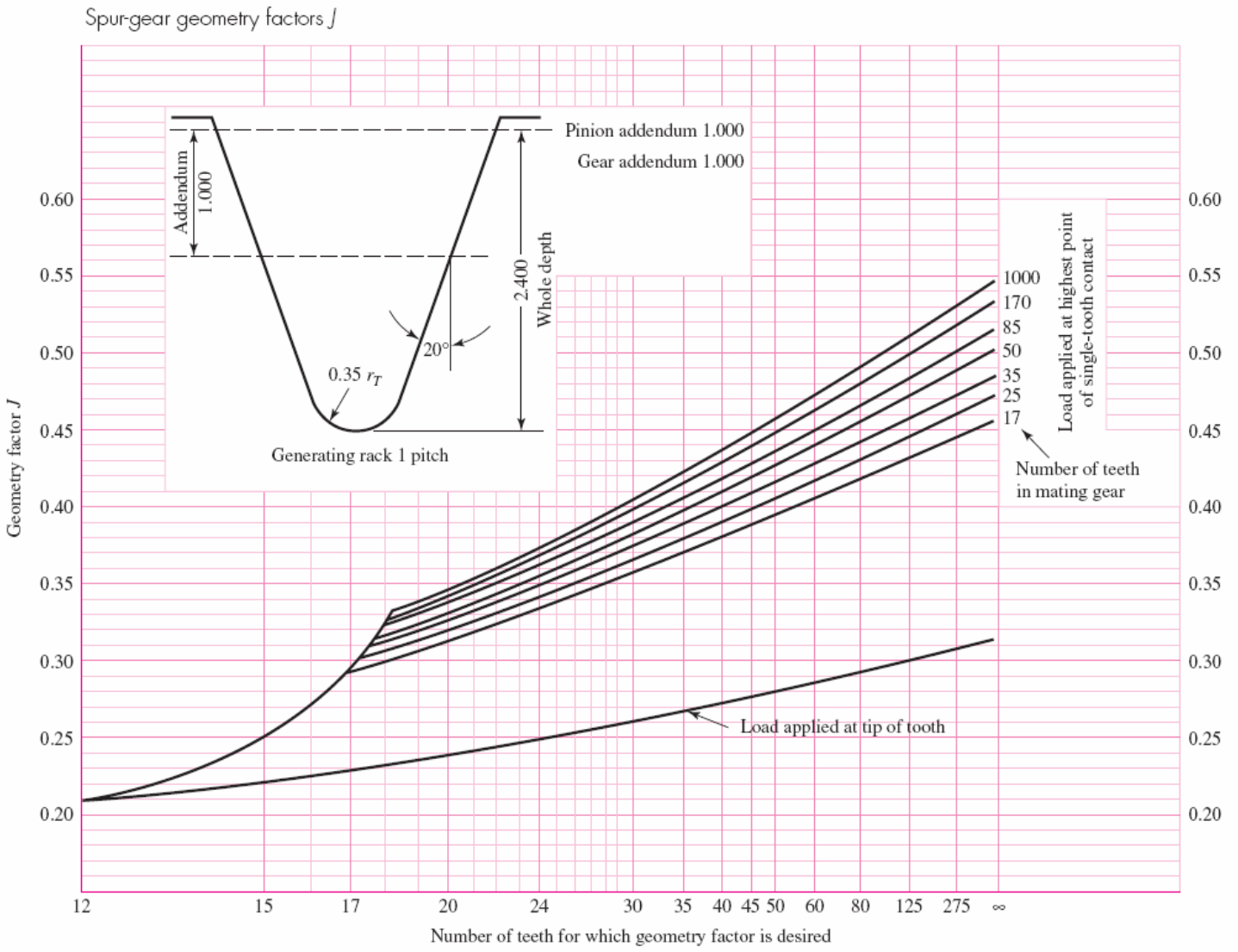
| Reliability | $K_R$ ($Y_Z$) |
|---|---|
| 0.9999 | 1.50 |
| 0.999 | 1.25 |
| 0.99 | 1.00 |
| 0.90 | 0.85 |
| 0.50 | 0.70 |

عامل دورة الإجهاد لمقاومة الثني $Y_N$



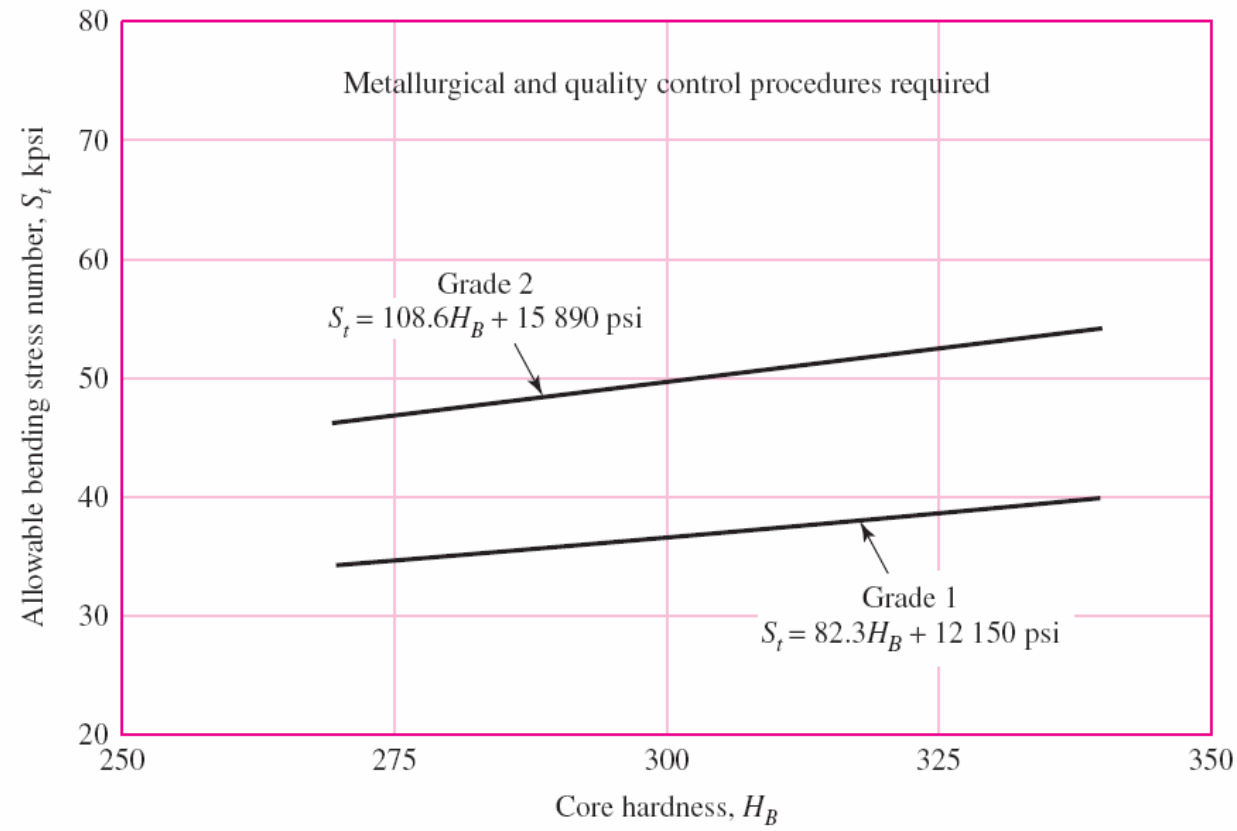

عامل درجة الحرارة $K_T$ ، إذا كانت درجة حرارة الزيت للتزيت أكثر من 120 درجة سانتيغراد أستعمل $K_T = 1$

العامل الهندسي لمقاومة الثني J للتروس العادية




عدد أسنان الترس

مقاومة التقوس (الثني) المجازة $S_t$ حسب $kpsi$




صلابة برينيل سطح سن العجلة

التصميم على أساس تآكل أسنان العجلة نتيجة الإحتكاك

إجهاد الإحتكاك

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

عامل الأمان

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

المعامل التي لم نبحثها 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

$\nu_p$ نسبة بواسون العجلة الصغيرة

$\nu_G$ 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/in² (MPa)*: Steel $30 \times 10^6$ ($2 \times 10^5$) | Malleable Iron $25 \times 10^6$ ($1.7 \times 10^5$) | Nodular Iron $24 \times 10^6$ ($1.7 \times 10^5$) | Cast Iron $22 \times 10^6$ ($1.5 \times 10^5$) | Aluminum Bronze $17.5 \times 10^6$ ($1.2 \times 10^5$) | Tin Bronze $16 \times 10^6$ ($1.1 \times 10^5$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Steel | $30 \times 10^6$ ($2 \times 10^5$) | 2300 (191) | 2180 (181) | 2160 (179) | 2100 (174) | 1950 (162) | 1900 (158) |
| Malleable iron | $25 \times 10^6$ ($1.7 \times 10^5$) | 2180 (181) | 2090 (174) | 2070 (172) | 2020 (168) | 1900 (158) | 1850 (154) |
| Nodular iron | $24 \times 10^6$ ($1.7 \times 10^5$) | 2160 (179) | 2070 (172) | 2050 (170) | 2000 (166) | 1880 (156) | 1830 (152) |
| Cast iron | $22 \times 10^6$ ($1.5 \times 10^5$) | 2100 (174) | 2020 (168) | 2000 (166) | 1960 (163) | 1850 (154) | 1800 (149) |
| Aluminum bronze | $17.5 \times 10^6$ ($1.2 \times 10^5$) | 1950 (162) | 1900 (158) | 1880 (156) | 1850 (154) | 1750 (145) | 1700 (141) |
| Tin bronze | $16 \times 10^6$ ($1.1 \times 10^5$) | 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 $C_f = 1$

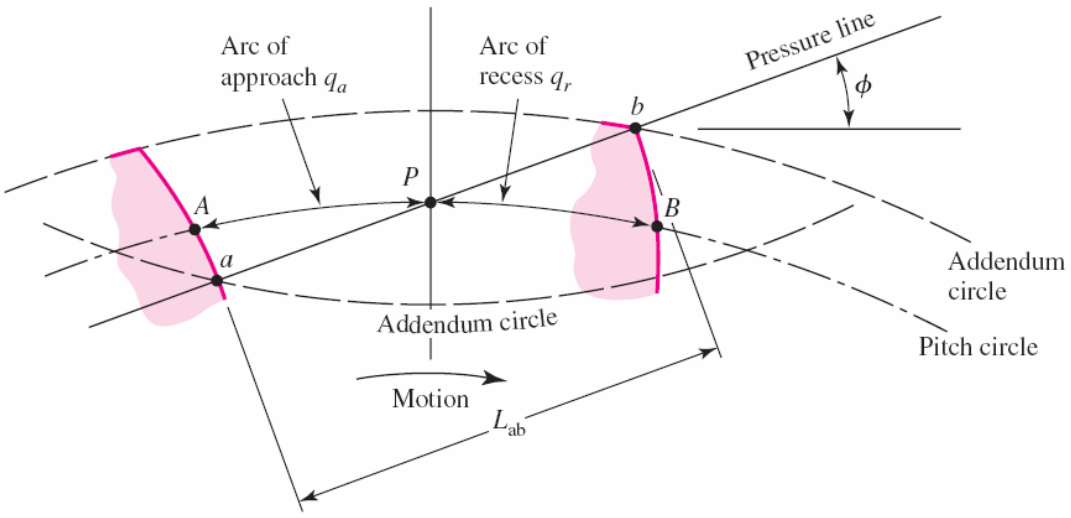
العامل الهندسي للتروس العادية و الحلزونية

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

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

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

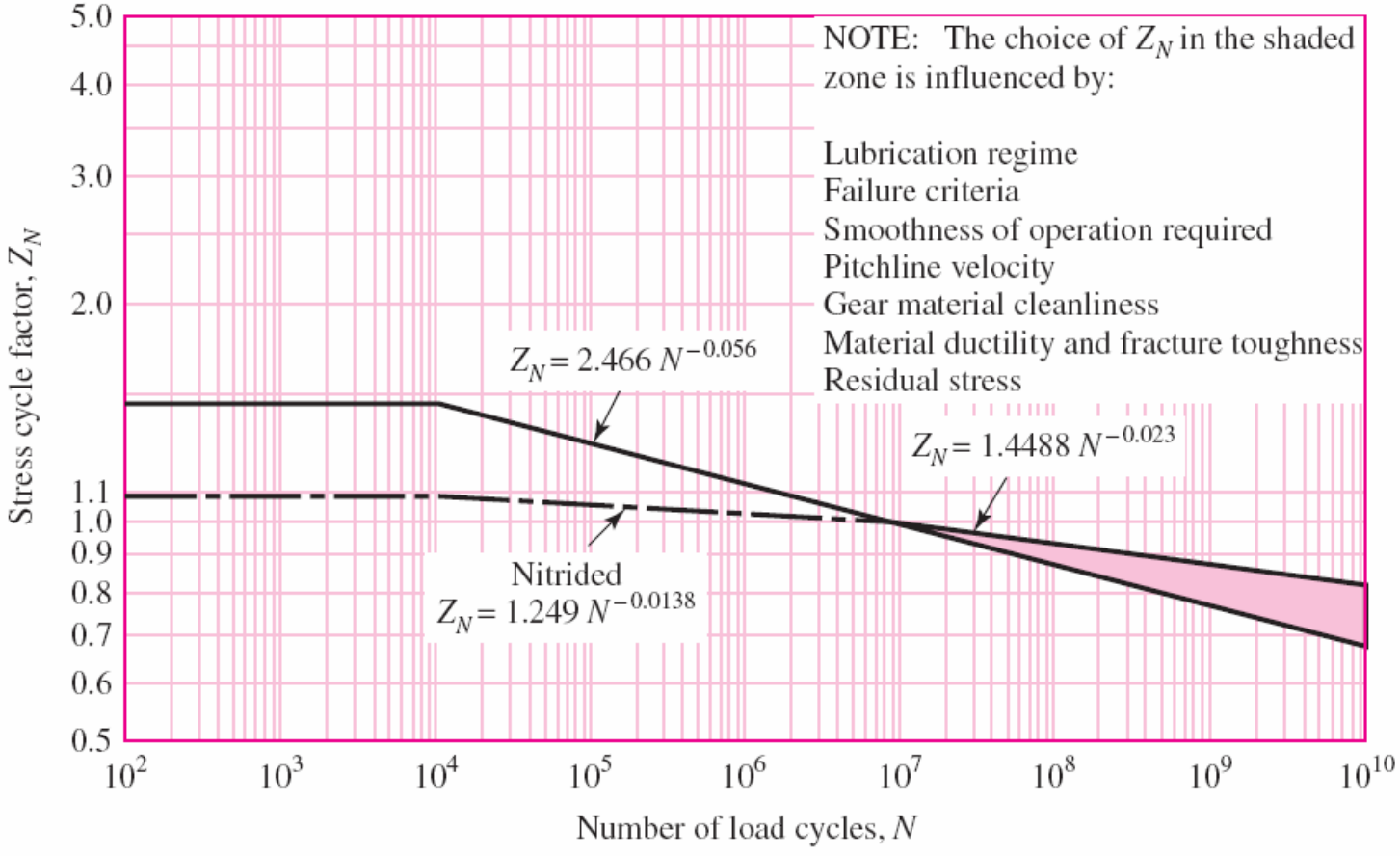
$PN = P_n \cos\phi_t$ و $Z$ تساوي الفاصلة $L_{ab}$ في هذا الشكل



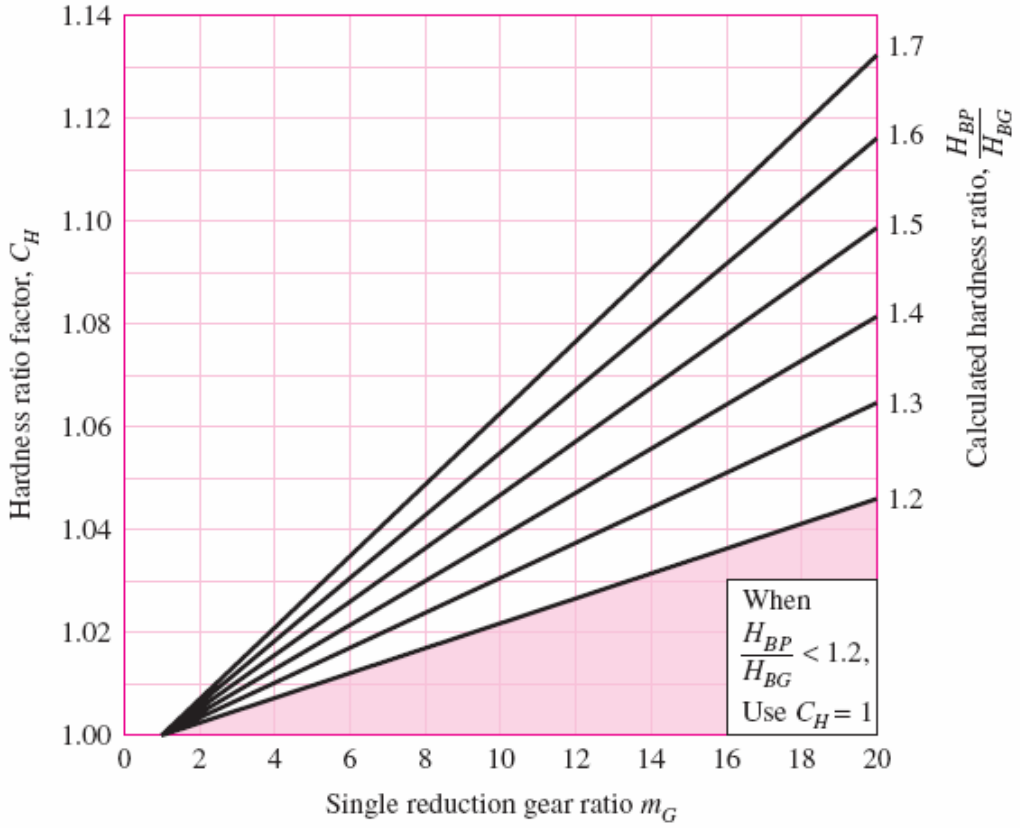
مقاومة تحمل السطح $S_c$ لفئات مختلفة من التروس حسب $psi$ من هذا الجدول

| 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 | — |
| | Flame[5] or induction hardened[5] | 50 HRC | 170 000 | 190 000 | — |
| | | 54 HRC | 175 000 | 195 000 | — |
| | Carburized and hardened[5] | See Table 9* | 180 000 | 225 000 | 275 000 |
| | Nitrided[5] (through hardened steels) | 83.5 HR15N | 150 000 | 163 000 | 175 000 |
| | | 84.5 HR15N | 155 000 | 168 000 | 180 000 |
| 2.5% chrome (no aluminum) | Nitrided[5] | 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




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

نحسب عامل الأمان عل أساس تقوس سن العجلة $S_F = \frac{S_t Y_N / (K_T K_R)}{\sigma}$

و عامل الأمان على أساس تآكل سن العجلة نتيجة الإحتكاك $S_H = \frac{S_c Z_N C_H / (K_T K_R)}{\sigma_c}$

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 البنيون .

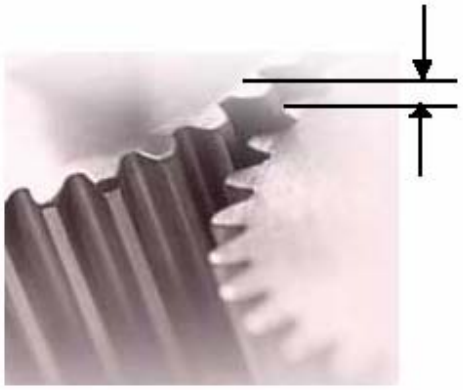
يتم تصميم التروس العادية و الحلزونية على أساس الإجهادات التي تهدد العجلات نتيجة ثني (تقوس) سن العجلة أو تآكل سن العجلة نتيجة الإحتكاك ، أي على أساس مقاومة الثني و صلابة سطح العجلة . نقوم بالمحاسبات لكلا هاتين الحالتين لإنتخاب الحالة الأكثر أمان . كذلك يعتمد تصميم العجلات على بعض المحدوديات و المعطيات ، 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 تغيرها

الحالة الثانية : لا توجد محدودية بين مراكز العجلات المسننة

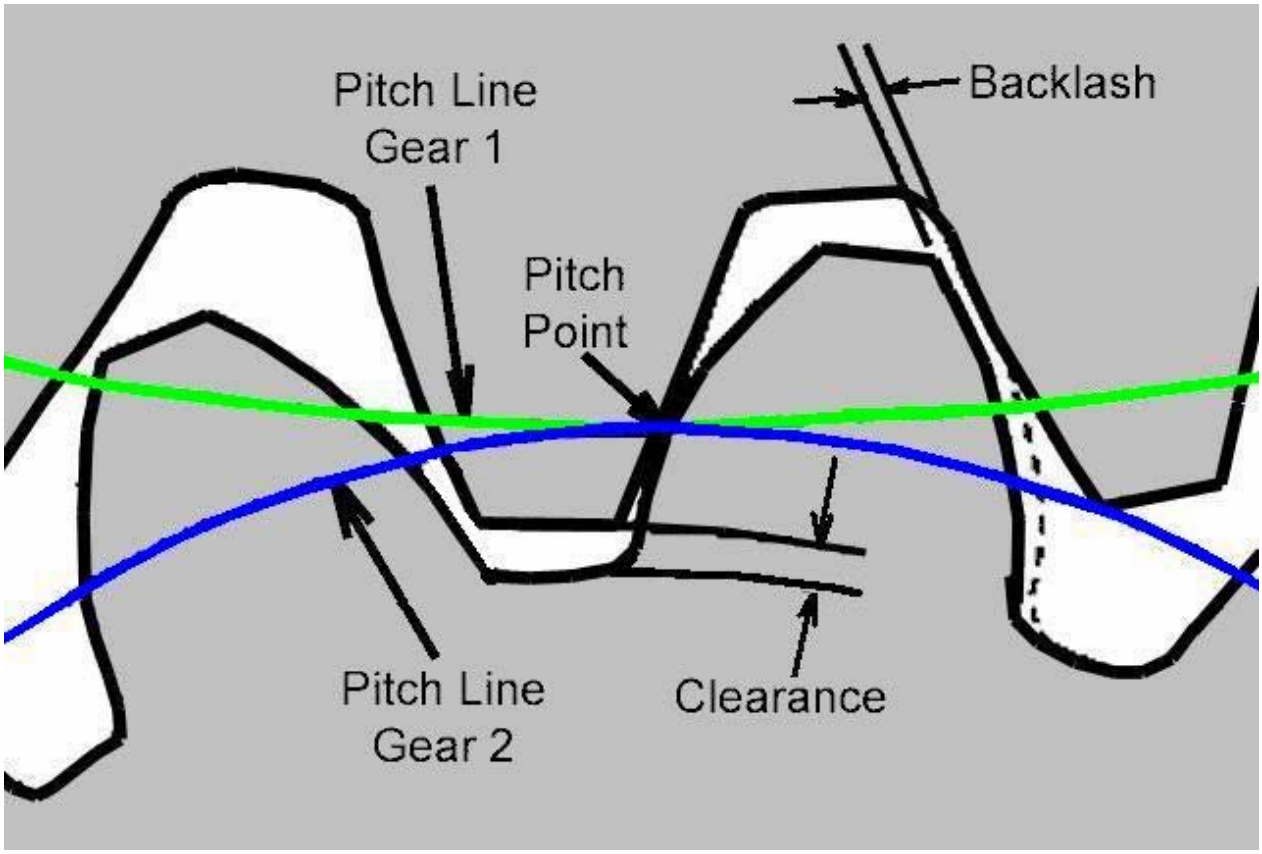
الحالة الثالثة : عرض سن العجلة F ثابت .

ملاحظة : في حالة وجود أختلاف 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 لإجتناب 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- أرتفاع درجة حرارة العجلة

5- تآكل أسنان العجلة نتيجة الإحتكاك

6- إنكسار أسنان العجلة

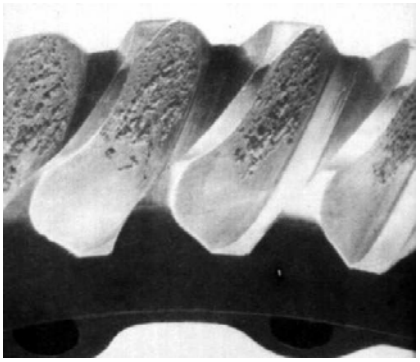
7- عدم دوام طبقة الزيت بين أسنان العجلة في ناحية التماس

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. أرتفاع 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 أرسال نموذج من الزيت للمختبر لفحصه و إختباره
xii. معاينة الشحم المستعمل للتشحيم و كميته
xiii. معاينة المحامل الموجودة على طرفي العجلة

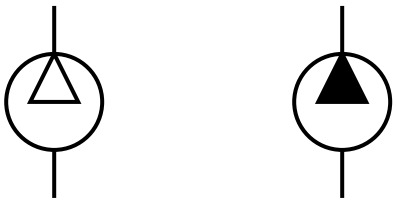
أحد الطرق لتعين نوع التماس بين أسنان العجلة هل هو مناسب أو غير مناسب هو تغطية أسنان أحد العجلات بلون و عند الحركة مشاهدة آثار التماس و البحث في نوعية التماس .

الحالة المثالية هي أثر اللون وسط سن العجلة .

## الهيدروليك - Hydraulic

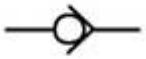
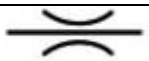
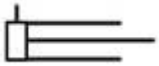
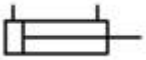
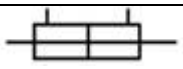
تستعمل الأنظمة الهيدروليكية و النيوماتيكية (pneumatic) بكثرة في الصنائع الثقيلة و الخفيفة و لكل من هذان النظامان محاسن و مساوئ و مجال إستعمال . تستعمل الأنظمة الهيدروليكية لتوليد قدرات و قوى عالية للسحب ، و الدفع ، و الدوران و للتحكم ، كذلك تستعمل الأنظمة النيوماتيكية لهذه الأغراض لكن بقدرات أقل بكثير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

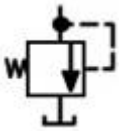
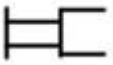
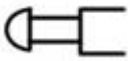
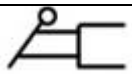
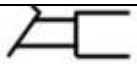
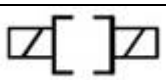
- قوة السحب و الدفع و عزم الدوران في نظام هيدروليكي أضعاف نظيره من الأنظمة النيوماتيكية
- الأنظمة الهيدروليكية أكثر تكلفة من نظائرها النيوماتيكية و ذلك لإحتياجها لزيت الهيدروليك و مسير إعادة الزيت للمخزن بينما تستعمل الأنظمة النيوماتيكية للهواء الطبيعي و يتم تفريغه في محيط العمل.
- الأنظمة النيوماتيكية 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 .

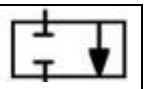


مضخة الزيت ضاغطة الهواء

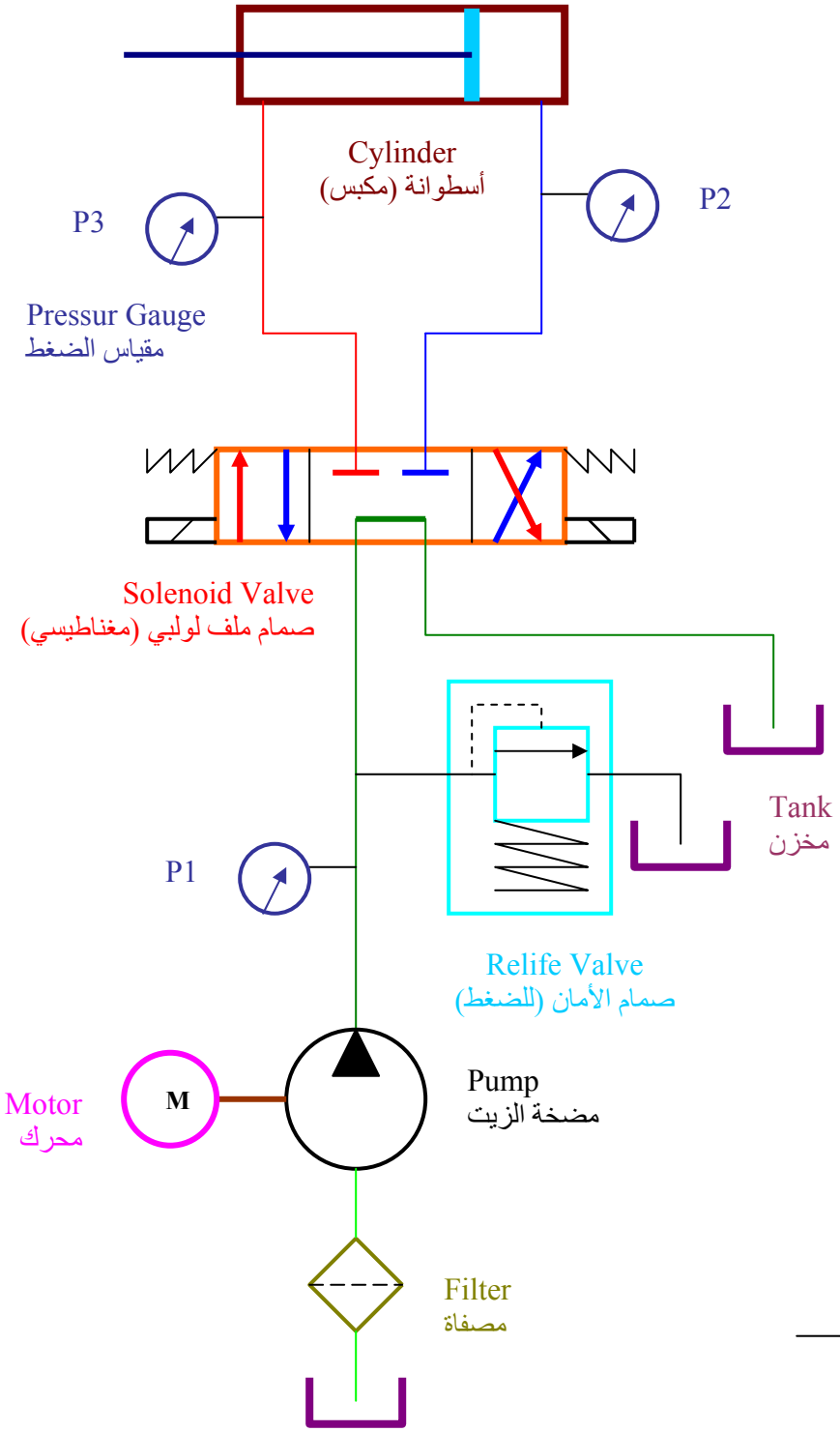
## ملخص لأهم علائم الهيدروليك و الأكثر أستعمالاً

| | |
|---|---|
|  | الخط الاصلي لانابيب 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 ثابة السريان |
| | مضخة متغيرة السريان |
| | محرك ثابت الدوران |
| | محرك متغير الدوران |
|  | أسطوانه او مكبس منفرد الفعل |
|  | مكبس مزدوج الفعل |
|  | مكبس مزدوج الفعل ذو انتهائين |

| | |
|---|---|
| | مُسخن |
| | مُبرد |
| | 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 أشارة كهربائية أو مغناطيسيه |
| | مؤشر لقياس الحرارة |
| | مؤشر لقياس الضغط |
| | محرك كهربائي |
| | مدخرة غازية |
| | مدخرة زنبركية |
| | مخزن الزيت |

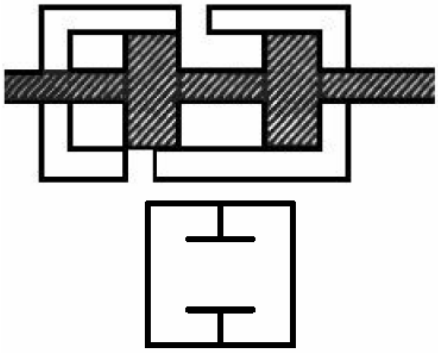
| | |
|---|---|
|  | صمام وضعيتين و طريقين |
| | صمام وضعيتين و ثلاث طرق |
| | صمام ثلاث و ضعيات و أربع طرق |

## مثال لدارة هيدروليكية

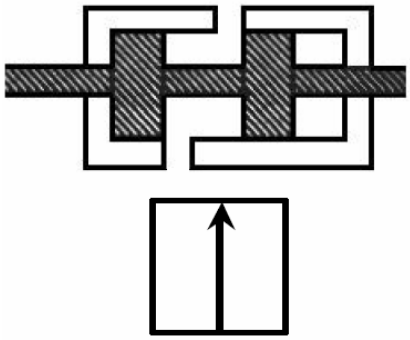



الألوان في هذه الدارة للتوضيح فقط

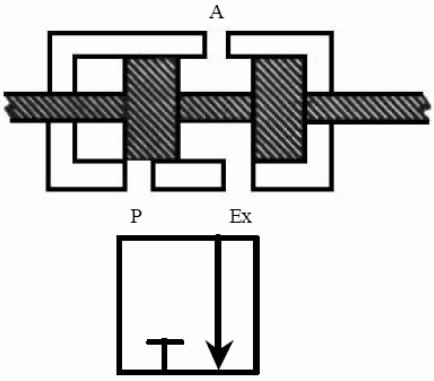
## الصمامات الإتجاهية – directional valves

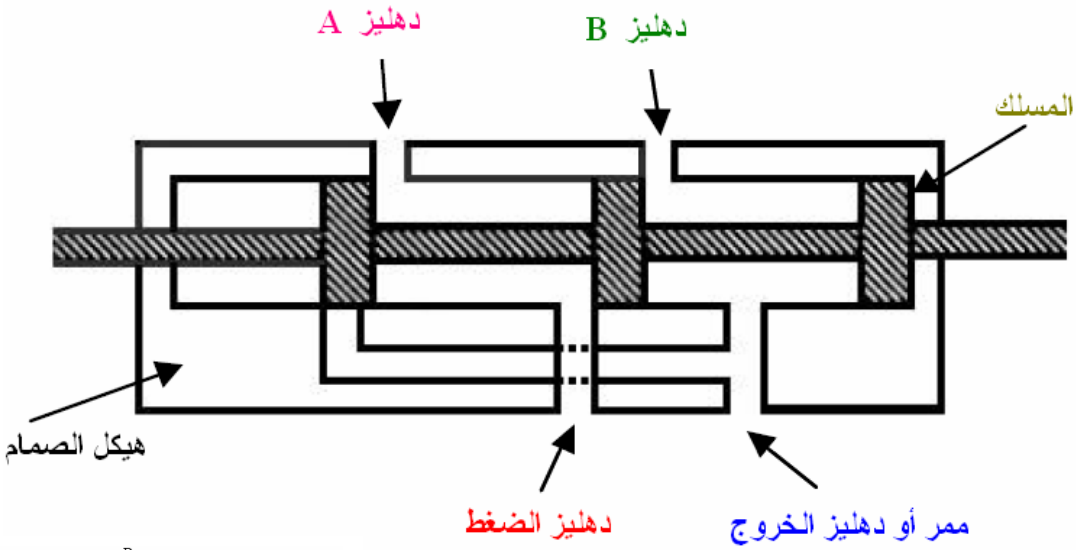


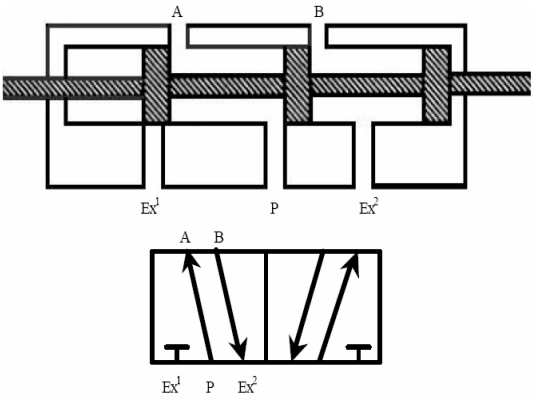
مسير مغلق

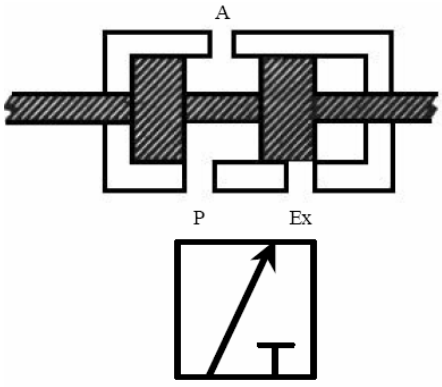


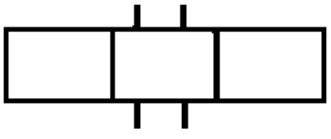
مسير مفتوح



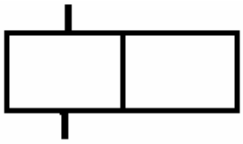



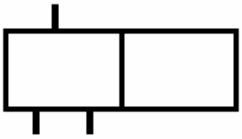



3 وضعية و 4 مسير



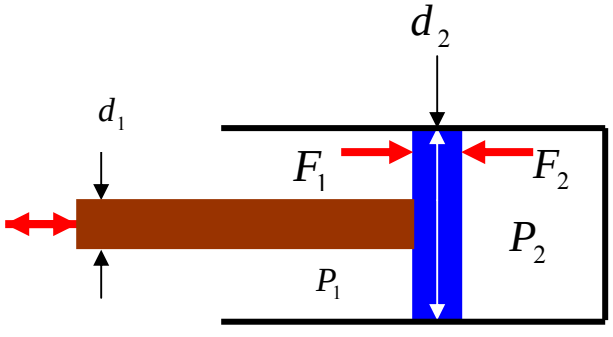
2 وضعية و 2 مسير



2 وضعية و 3 مسير

## 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)
- تعين قدرة المضخة و قطر الأنابيب و الخراطيم على أساس أعلى قيمة للضغط مع إعمال عامل أمان
- تعين 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 أقلّ بكثير من ضغط تبخير الزيت
- الإستفادة من وسائل جانبية أخرى مثل مُبرد أو مُسخن الزيت
- الإستفادة من مصفاة قبل المضخة
- الإستفادة من صمام كبح سريان الزيت من جهة واحدة




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

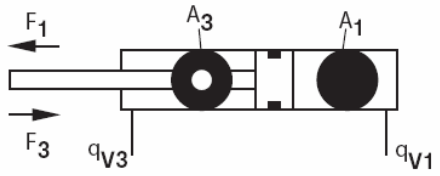
$$F_2 = \frac{\pi}{4(d_2^2)P_2}$$

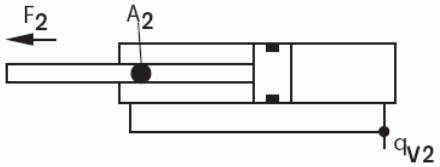
$d_2$ قطر المكبس
$d_1$ قطر ذراع المكبس
$P_1$ الضغط جهة الذراع
$P_2$ الضغط القاعدة (جهة خلف الذراع)
$F_1$ القوة على الذراع
$F_2$ القوة على القاعدة

# مشخاصات نوع من أنواع المكابس الهيدروليكية من شركة Rexroth

## Areas, forces, flow

| Piston | Piston rod | Area ratio | Areas | | | Force at 160 bar [1] | | | Flow at 0.1 m/s [2] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Piston | Rod | Annulus | Pushing | Diff. | Pulling | Out | Diff. | In |
| AL Ø mm | MM Ø mm | φ $A_1/A_3$ | $A_1$ cm² | $A_2$ cm² | $A_3$ cm² | $F_1$ kN | $F_2$ kN | $F_3$ kN | $q_{V1}$ L/min | $q_{V2}$ L/min | $q_{V3}$ 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

# المصـــادر

## 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

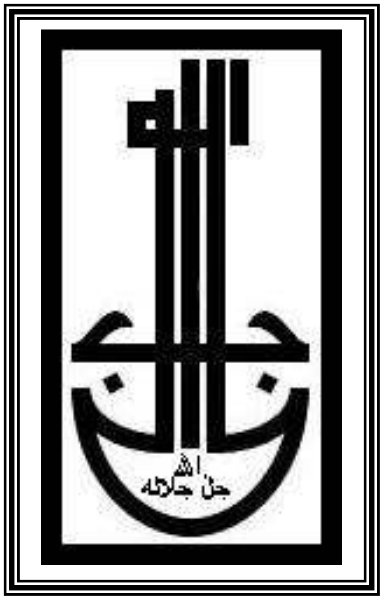
# فهــرس مــوضــوعي


| الموضوع | الصفحة |
|---|---|
| المعايير 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 الكاربون على صلابته | 43 |
| أثر العناصر الكيميائية على الخواص الميكانيكية للفولاذ | 44 |
| بعض أنواع الفولاذ و إستخداماته | 45 |

التزيت و الجورنال ---------- 47
ضخامة طبقة الزيت ---------- 48
منحنيات تدفق الزيت ---------- 50
درجة حرارة الزيت ---------- 53
مقايسة أنواع الزيوت ---------- 55
الكابل أو الحبال المعدنية ---------- 56
أنواع فتل الحبال المعدنية ---------- 57
طريقة فحص أو معاينة الحبال المعدنية ---------- 58
رابطة للحبال المعدنية ---------- 59
مشخصات الحبال المعدنية ---------- 60
اللحام ---------- 63
أنواع و علائم اللحام ---------- 65
خصائص سلك الحام ---------- 68
البرغي ---------- 70
العزم اللازم لسدّ البرغي ---------- 70
خصائص البراغي في النظام الإنشي ---------- 71
خصائص البراغي في النظام الأوربي ---------- 72
تبديل وحدات العزم ---------- 74
تبديل القدرة الى عزم ---------- 74
أنواع البراغي و الواشرات في نظام DIN ---------- 74

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

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




**موقع جلال الحاج عبد**

**www.jalalalhajabed.com**

**البريد الألكتروني :**

jalal.alhajabed@hotmail.com

jalal.alhajabed@yahoo.com