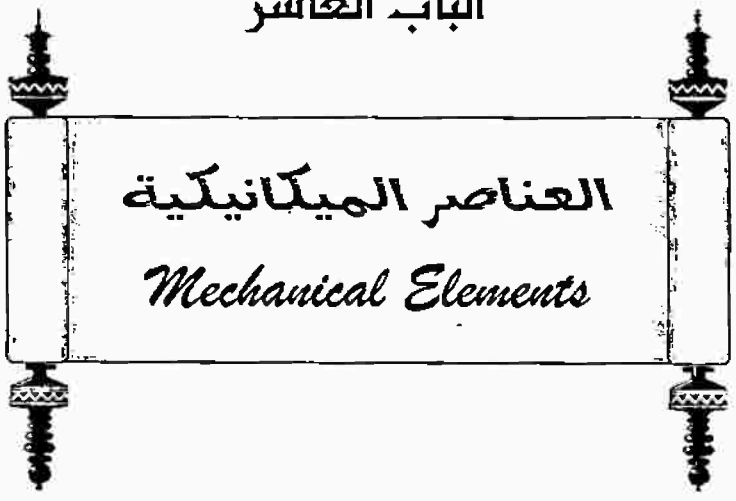
الباب العاشر



العناصر الميكانيكية

Mechanical Elements

تمهيد

الهدف من هذا الباب هو التعرف على العناصر الميكانيكية بأنواعها وأشكالها المتعددة، والتدرب على رسمها.

يناقش هذا الباب العناصر الميكانيكية المختلفة المستخدمة في الآلات والماكينات، مثل وسائل الربط والتثبيت (اللوالب والصواميل وملحقاتها)، ولوالب نقل الحركة مثل الأعمدة الملولبة الناقلة للحركة بآلات الإنتاج والتشغيل، والجداول القياسية لكل منها.

ويتناول الخوابير والنوابض بأنواعها وأشكالها المختلفة والعجلات المسننة (التروس) والحدبات والمحامل التدحرجية والأعمدة المخددة ..... وغيرها.

ويتعرض لطرق الوصل الدائم المتمثل في لحام الأجزاء المعدنية عن طريق استخدام أنواع اللحام المختلفة، هذا بجانب العديد من التمارين التي يجب على الطالب الإجابة عنها ورسمها.

VL3

عناصر الماكينات
Machine Elements

هي المكونات الأساسية في الماكينات، وهي بأنواع وأشكال متعددة مثل المسامير الملولبة والصواميل ـ الخوابير ـ النوابض ـ العجلات المسننة (التروس) ـ الحدبات ـ المحامل (كراسي التحميل) ـ المحامل التدحرجية.... إلخ.

الغرض من هذه العناصر هو وصل الأجزاء المكنية المختفة لتمكينها من أداء وظيفتها بالشكل المطلوب على أكمل وجه.

وصل الأجزاء المعدنية
Joint of Metal Parts

تتلخص عملية وصل الأجزاء المعدنية أو وصل العناصر المكنية من خلال تجميع جزأين أو أكثر، بعضهما مع بعض، وبذلك يمكن الحصول على منتجات ذات أشكال معقدة لا يمكن تصنيعها بالطرق الميكانيكية المعتادة.

فعلى سبيل المثال لا الحصر يتم تجميع الأجزاء المعدنية المختلفة الأشكال والأحجام للحصول على منتجات مختلفة مثل أسقف الورش ـ الكباري الحديدية ـ خطوط أنابيب البترول

والمياه ـ خطوط السكك الحديدية ـ السيارات ـ الروافع ـ الآليات الميكانيكية المختلفة ـ المراجل البخارية وأوعية الضغط ..... وغيرها من المنتجات التي يصعب تصنيعها بالطرق الميكانيكية المعتادة، وذلك من خلال تقسيمها إلى عدة أجزاء صغيرة وبسيطة، وتصنيع كل جزء على حدة،ثم وصل هذه الأجزاء بعضها مع بعض، للحصول على المنتج بالشكل والأبعاد المحددة المطلوبة.

أنواع الوصلات: Types of Joints

تستخدم وصلات متعددة لوصل الأجزاء المعدنية المختلفة المواد والأشكال بعضها مع بعض، ويمكن تقسيمها من حيث قابليتها للفك إلى الآتي:

1- الوصلات القابلة للفك:

هي الوصلات التي يمكن فصل أجزائها بعضها عن بعض بدون كسر أي جزء منها.

2- الوصلات غير القابلة للفك:

هي الوصلات التي لا يمكن فصل أجزائها بعضها عن بعض بدون كسر أي جزء منها.

الوصلات القابلة للفك باستخدام المسامير الملولبة:

تتميز هذه الوصلات بإمكان استخدام المسامير الملولبة بأنواعها، لوصل الأجزاء المختلفة وفكها في أي وقت، كما يمكن إعادة تركيبها عند الحاجة إلى ذلك بدون كسر أي جزء منها.

تجهز الأطراف المراد وصلها وذلك بعمل ثقب أو عدد من الثقوب، ويتحدد عدد الثقوب اللازمة لعملية الوصل، كما يتحدد أقطارها وكذلك أقطار المسامير الملولبة المستخدمة حسب قوة الوصل المطلوبة، ثم تستعمل المسامير الملولبة والصواميل في عملية الوصل من خلال ربطها جيداً.

ويتم ذلك بإحدى الطرق التالية:

1- باستخدام المسامير الملولبة والصواميل عند وصل المشغولات ذات الثقوب النافذة.

2- باستخدام المسامير الملولبة بدون صواميل، وعلى سبيل المثال عند وصل جزأين، أحدهما بثقب أكبر قليلا من القطر الاسمي للولب المسمار ويسمى بالثقب الحر، والآخر ملولب بلولب يناظر لولب المسمار.

3- باستخدام مسمار جاويط (Stud) وصامولة، وعادة تستخدم هذه الطريقة عند وصل العناصر المكنية.

تعريف اللولب: Thread Definition

هو عبارة عن مجرى حلزوني منتظم محفور بشكل ومواصفات قياسية محددة على محيط قطعة اسطوانية من الخارج أو من الداخل.

نبذة تاريخية:

ابتكر الإنسان من قديم الزمان طريقة لرفع المياه، حيث توصل إلى صنع ما يسمى بالطنبور، وذلك عن طريق سير المياه في طريق لولبي في أثناء دورانه.

وقد استغل جوزيف ويتورث الإنجليزي الجنسية هذه الفكرة وطورها وصمم اللولب البريطاني (British Thread) الذي سمي باسمه (لولب ويتورث Whitworth Thread).

ومع تعدد الأجيال فقد استخدمت عدة أنظمة للوالب (القلاووظات)، ولسهولة التبادل التجاري للمنتجات الصناعية بين الدول، فقد نشأ عن طريق التعاون بينها الرابطة الدولية (ISA) التي سميت بالاتحاد الدولي للجمعيات القومية للتوحيد القياسي.

وقد جرى تطوير المواصفات الدولية منذ الحرب العالمية الثانية من خلال رابطة

جمعت جميع دول العالم الصناعية، وهي المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (International Organisation for Standardisation) المعروفة بالحروف المختصرة ISO وهي منظمة غير حكومية، ولكنها إحدى المنظمات الدولية التابعة للنظام العالمي للوحدات القياسية (System International Units) المعروفة بالرموز المختصرة (SI).

رموز اللوالب: Symbols of Threads

تعتبر اللوالب (القلاووظات) من أهم عناصر التركيبات الميكانيكية، لذا فإن معرفة أنواعها وكيفية وصفها وتمثيلها بالرسم، وإعطائها رموزاً مختصرة مميزة في قائمة الأجزاء أو طلبات الشراء والتوصيف، يعتبر من الأسباب التي يجب أن تعرف ولا يمكن الاستغناء عنها. جدول 10-1 يوضح رموز اللوالب.

جدول 10-1

رموز اللوالب

نوع اللولب	الرمز	معطيات الأبعاد	مثال
لولب متري	M	القطر الأكبر للولب (mm)	M12
لولب متري دقيق (ناعم)	M	القطر الأكبر لولب (mm) × الخطوة (mm)	M60X2
لولب وتورث للمواسير	R	القطر الاسمي للماسورة بالبوصة (in)	R1"
لولب شبه منحرف	T_r	القطر الأكبر لولب (mm) × الخطوة (mm)	T_r 48X8
لولب كتفي (سن المنشار) .. (Buttress)	S	القطر الأكبر لولب (mm) × الخطوة (mm)	S 70X10
لولب مستدير	Rd	القطر الأكبر لولب (mm) × الخطوة بالبوصة (in)	Rd 40X$\frac{1}{6}$"

رموز لأنواع خاصة للوالب: Symbols of Special Types of Threads

يميز اللولب اليساري (شمال).. (Left Hand Thread) بالحرفين الإضافيين (LH)، وعلى سبيل المثال اللولب اليساري M12 يكون رمزه (M12LH).

وإذا وجد على قطعة التشغيل لولب يميني وآخر يساري بنفس المقاس، فيميز اللولب اليميني (Right Hand Thread) بالحرفين (RH)، وعلى سبيل المثال اللولب اليميني M12 يكون رمزه (M12RH).

يميز اللولب المتعدد الأبواب بالتقدم (P) والخطوة (Ph).. ومثال لذلك، لولب شبه المنحرف، قطره الاسمي 48mm، والخطوة 16mm، والتقدم 8mm.. هذا يعني أن يميز بالرمز Tr 48 X 16 (P8)، وبذلك يكون عدد أبواب اللولب n كالآتي:

$$\text{عدد أبواب اللولب } n = \frac{\text{عدد خطوات اللولب } P_h}{\text{التقـــدم } P} = \frac{16}{8} = 2 \text{ باب}$$

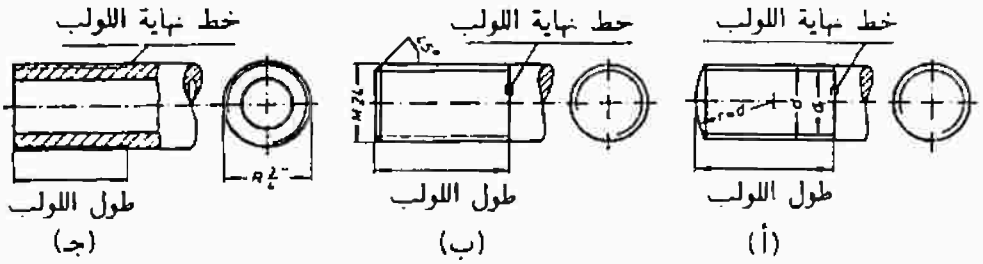
.. أي لولب شبه منحرف ببابين.

أما بالنسبة للولب ذي الباب الواحد فيكون التقدم P = الخطوة (Ph).

تمثيل اللوالب بالرسم: Drawing Threads

تمثل الأنواع المختلفة من اللوالب بالرسم، حيث ترسم بخطوط كاملة متصلة سميكة أو رفيعة.

في حالة لولب المسمار.. اللولب الخارجي الموضح بشكل 10-1 يرسم قطره الأكبر (d) والخط الدال على نهاية اللولب بخط كامل متصل، أما القطر الأصغر للسن (d_1) قطر قاع السن فإنه يمثل على الرسم بخط مستقيم كامل متصل رفيع، أو بثلاثة أرباع دائرة حسب المسقط، كما يلاحظ أن يرسم كل من القطر الأكبر والقطر الأصغر للسن بنفس مقاس الرسم.



شكل 10-1

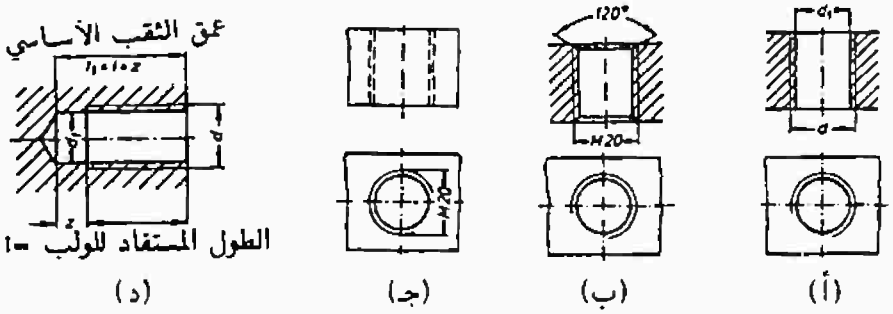
تمثيل اللولب الخارجي بالرسم

(أ) مسمار ملولب بطرف عدسي. (جـ) لولب ماسورة.

(ب) مسمار ملولب بطرف مخروطي.

وفي حالة لولب الصامولة (اللولب الخارجي) الموضح بشكل 10-2 يرسم القطر الأصغر للسن (قطر قاع السن).. (d1)، والقطر الدال على نهاية طول اللولب بخط سميك كامل متصل، أما القطر الأكبر للولب (الخارجي).. (d) الواقع داخل جسم الصامولة، فيرسم بخط مستقيم كامل متصل رفيع، أو بثلاثة أرباع دائرة حسب المسقط.

وعند وضع الأبعاد على الرسم تستخدم رموز اللوالب، كما يجب كتابة طول اللولب على الرسم.



شكل 10-2

تمثيل اللوالب الداخلية بالرسم

(أ) اللولب الداخلي.. (لولب الصامولة). يلاحظ أن التهشير حتى القطر الأصغر للولب.

(ب) رسم خطوط اللولب في المسقط الأفقي. (د) يجب أن يكون عمق الثقب غير النافذ بطول كاف.

(جـ) يمثل اللولب المختفي بخطين منقطين.

استعمال اللولب: Use of Thread

تعتبر اللوالب (القلاووظات) من أهم عناصر التركيبات الميكانيكية، وتستعمل في عدة أغراض هامة وهي كالآتي:

1- إحكام ربط وتثبيت الأجزاء المختلفة.
2- عمل الوصلات بمسامير قابلة للفك والربط.
3- عمل وصلات بنهايات مواسير المياه والغاز أو غيرها.
4- تحويل الحركة الدورانية في الأعمدة الملولبة (المقلوظة) إلى حركة مستقيمة.

أبعاد ومواصفات اللولب: Thread Specifications and Dimensions

لكل لولب (قلاووظ) أبعاده المميزة، ويعتبر القطر Diameter وزاوية السن Screw Angle والخطوة Pitch (المسافة بين سنتين متتاليتين) هي أهم هذه الأبعاد.

يشترط عند تركيب الوصلات الملولبة توافق اللولبين المتزاوجين توافقًا تامًا. ولسهولة عمليات التصنيع والإنتاج وإعطاء المنتج صفة التبادلية، فقد وضع لكل نوع من أنواع اللوالب مواصفاته القياسية وجداوله الخاصة.

أنواع اللوالب: Types of Threads

تنقسم اللوالب (القلاووظات) من حيث الاستعمال إلى نوعين أساسيين هما:

1- لوالب التثبيت والتوصيل.
2- لوالب نقل حركة.

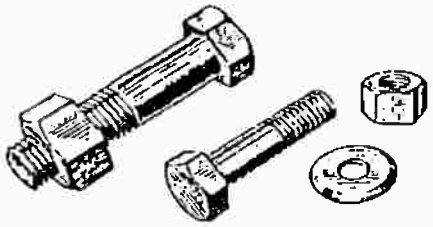
لوالب التثبيت والتوصيل

Fastening Screw Threads

التثبيت والتوصيل هما عمليتان لربط الأجسام الصلبة المتعددة بعضها مع بعض، أو لربط جسم مع مادة أخرى غير محدودة الشكل.

مقطع سن لولب التثبيت والتوصيل على شكل مثلث، زاوية رأسه حادة مقدارها (60° أو 55°).. لذلك يسمى بالوسط الفني باللولب المثلث.

تستخدم المسامير بالاستعانة بالصواميل شكل 10-3 لتثبيت الأجزاء بعضها مع بعض أو للتثبيت المؤقت (لربط جزء يكثر استبداله أو فكه وإعادة تثبيته في جزء ثابت)، وأقرب مثال على ذلك هو مسمار الربط بحامل القلم بالمخرطة، كما تستخدم لوالب التثبيت والتوصيل في وصل الأجزاء مع بعضها كما هو الحال بالوصلات المختلفة الملولبة (المقلوظة) من الداخل أو من الخارج لامداد مواسير المياه والغاز.



شكل 10-3

استخدام المسامير والصواميل في ربط وتثبيت الأجزاء بعضها مع بعض

ينتمي لولب التثبيت والتوصيل إلى نظامين هما:

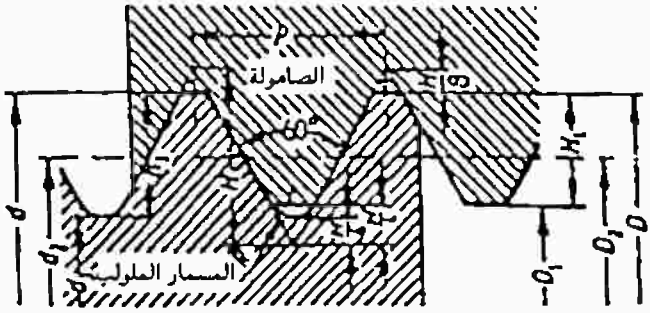
1- النظام المتري Metric System

2- النظام البريطاني British System

اللولب المتري الدولي

Metric ISO Thread

االلولب المتري الدولي الموضح بشكل 10-4 جميع أبعاده بالمليمترات، مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الأضلاع، زاويته مقدارها 60°، قمة سن المسمار والصامولة بشكل مستوٍ، أما قاع سن المسمار والصامولة فهما بشكل مستدير. يرمز له بالرمز M أو م.



شكل 10-4

اللولب المتري الدولي

القطر الأسمي	$d = D$
الخطوة	P
ارتفاع مثلث السن	$H = 0.866\ P$
عمق سن المسمار	$h_3 = 0.6134\ P$
عمق سن الصامولة	$H_1 = 0.5413\ P$
قوس قاع السن بالمسمار والصامولة	$R = 0.1443\ P$
قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط أو القطر الفعال للمسمار والصامولة)	$D_2 = d_2 = d - 0.6495\ P$
قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار)	$d_3 = d - 1.2269\ P$
قطر قاع السن بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة)	$D_1 = d - 1.0825\ P$
المقطع المستعرض للإجهاد (مساحة مقطع الرايش)	$As = \frac{\Pi}{4} (\frac{d2 + d3}{2})^2$
زاوية السن	60°

كما يمكن استخدام المعادلات المقربة التالية:

قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار)	d3 = d - 1.23 P
قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للمسمار والصامولة)	D2 = d2 = d - 0.65 P
قطر قاع بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة)	D1 = d - 1.08 P

توجد اللوالب المترية بنوعين أساسيين هما:

1- اللولب المتري الأساسي: Standard Metric Thread

يسمى أيضًا باللولب المتري العادي. له نفس المواصفات السابق ذكرها، وهو ذو قطر كبير، ويذكر بقطره الخارجي فقط، حيث إن لكل قطر خطوته الثابتة.

2- اللولب المتري الدقيق: Fine Metric Thread

يسمى أيضًا باللولب المتري الخاص (Special Metric Thread)، له نفس المواصفات السابق ذكرها، وهو ذو خطوة صغيرة، ويعرف بقطره الخارجي × الخطوة.

الخطوة الصغيرة في سن اللولب المتري الدقيق (اللولب المتري الخاص)، تعني ميل صغير بجانبي الأسنان المتعددة بالمسمار والصامولة الذي ينتج عنه قوة احتكاك كبيرة، الذي يخفض من خطر حل اللولب وخاصة عند تثبيته في أماكن التشغيل القابلة للاهتزازات.

فيما يلي جداول الوالب المترية. جدول 10-2، جدول 10-3 حسب النظام الدولي SI طبقًا لمواصفات ISO.

وضعت هذه الجداول للاستعانة بها في أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

جدول 10-2

اللولب المتري الأساسي الدولي ISO

Metric ISO thread

القطر الاسمي d = D mm	الخطوة P mm	القطر المتوسط $d_2 = D_2$ mm	القطر الأصغر		عمق السن		قوس قاع السن R mm	مساحة مقطع الرايش A_s mm^2	قطر ثقب الصامولة mm
			مسمار d_3 mm	صامولة D_1 mm	مسمار h_2 mm	صامولة H_1 mm			
M1	0.25	0.838	0.693	0.729	0.153	0.135	0.036	0.46	0.75
M1.1	0.25	0.938	0.793	0.829	0.153	0.135	0.036	0.59	0.85
M1.2	0.25	1.038	0.893	0.929	0.153	0.135	0.036	0.73	0.95
M1.4	0.3	1.205	1.032	1.075	0.184	0.162	0.043	0.98	1.1
M1.6	0.35	1.273	1.171	1.221	0.215	0.189	0.051	1.27	1.3
M1.8	0.35	1.573	1.371	1.421	0.215	0.189	0.051	1.70	1.5
M2	0.4	1.740	1.509	1.567	0.245	0.217	0.058	2.07	1.6
M2.2	0.45	1.908	1.509	1.713	0.276	0.244	0.065	2.48	1.8
M2.5	0.45	2.208	1.648	2.013	0.276	0.244	0.065	3.39	2.1
M3	0.5	2.675	2.387	2.456	0.307	0.271	0.072	5.03	2.5
M3.5	0.6	3.110	2.764	2.850	0.368	0.325	0.087	6.77	2.9
M 4	0.7	3.545	3.141	3.242	0.429	0.379	0.101	8.78	3.3
M5	0.8	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	0.115	14.2	4.2
M6	1	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	0.144	20.1	5.0
M8	1.25	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	0.180	36.6	6.8
M10	1.5	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	0.217	58.0	8.5
M12	1.75	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	0.253	84.3	10.2
M14	2	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	0.289	115	12
M16	2	13.701	13.546	13.835	1.227	1.083	0.289	157	14
M18	2.5	16.376	14.933	15.294	1.534	1.353	0.361	192	15.5
M20	2.5	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	0.361	245	17.5
M22	2.5	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	0.361	303	19.5
M24	3	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	0.433	353	21
M27	3	25.051	23.319	23.752	1.845	1.624	0.433	459	24
M30	3.5	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	0.505	561	26.5
M36	4	33.402	31.093	31.670	2.454	2.165	0.577	817	32
M42	4.5	39.077	36.479	37.129	2.760	2.436	0.650	1120	347.5
M48	5	44.752	41.866	42.587	3.067	2.706	0.722	1470	43
M56	5.5	52.428	49.252	50.046	3.374	2.977	0.794	2030	50.5
M64	6	60.103	56.639	57.505	3.681	3.248	0.866	3680	58

جدول 10-3

اللولب المتري الأساسي الدولي ISO

Metric ISO thread

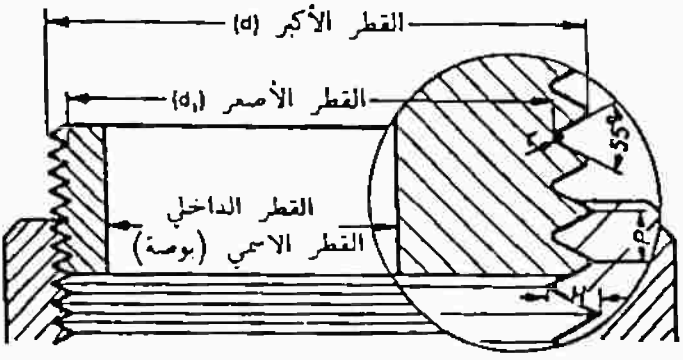
القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الأسمى	القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الأسمى
للصامولة D_1 mm	للمسمار d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	d = p mm	للصامولة D_1 mm	للمسمار d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	d = p mm
28.376	28.160	29.026	M30X1.5	1.783	1.755	1.870	M2X0.2
27.835	27.546	28.701	M30X2	2.229	2.193	2.338	M2.5X0.25
34.376	34.160	35.026	M36X1.5	2.621	2.571	2.773	M3X0.35
33.835	33.546	34.701	M36X2	3.459	3.387	3.675	M4X0.5
40.376	40.160	41.026	M42X1.5	4.459	4.387	4.675	M5X0.5
39.835	39.546	40.701	M42X2	4.188	4.080	5.513	M6X0.75
46.376	46.160	47.026	M48X1.5	7.188	7.080	7.513	M8X0.75
45.835	54.546	64.701	M48X2	6.917	6.773	7.530	M8X0.1
54.376	54.160	5.026	M56X1.5	9.188	9.080	9.513	M10X0.75
53.835	53.546	54.701	M56X2	8.917	8.773	9.350	M10X1
61.835	61.546	62.701	M64X2	10.917	10.773	11.350	M12X1
68.752	68.319	70.051	M72X3	10.647	10.466	11.188	M12X1.25
76.752	76.139	78.051	M80X3	14.917	14.773	15.350	M16X1
85.670	85.093	87.402	M90X4	14.376	14.166	15.026	M16X1.5
95.670	95.093	97.402	M100X4	18.917	18.773	19.350	M20X1
120.670	120.093	122.402	M125X4	18.376	18.160	19.026	M20X1.5
133.505	132.639	136.103	M140X5	22.376	22.160	26.026	M24X1.5
153.505	152.639	156.103	M160X6	21.835	21.546	22.701	M24X2

لولب ويتورث للأنابيب

Whitworth Pipes Thread

لولب ويتورث للأنابيب (للمواسير) الموضح بشكل 10-5 عرف بهذا الاسم نسبة إلى مخترعه الانجليزي الجنسية / جوزيف ويتورث (Whitworth).

القطر الاسمي للولب ويتورث هو القطر الداخلي للأنبوب أو الماسورة. يقاس بالبوصة (Inch)، أما الخطوة (Pitch) فإنها تحدد من عدد الأسنان في البوصة الطولية. مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الساقين، زاويته مقدارها (55°) وقاع سن الماسورة والجلبة بشكل مستدير. يرمز له بالرمز R أو (ر).



شكل 10-5

لولب ويتورث للأنابيب

عدد الأسنان (الخطوات) في البوصة الطولية ..... Z

الخطوة بالمليمترات ..... $p = \frac{25.4}{Z}$

القطر الأكبر للولب الماسورة والجلبة ..... d

القطر الأصغر للولب الماسورة والجلبة ..... $d_1 = 1.28p$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للماسورة والجلبة) ..... $d_2 = d - 0.6403\ p$

استدارة قمة وقاع السن ..... $r = 0.137\ p$

ارتفاع مثلث السن ..... $H = 0.96\ p$

زاوية سن اللولب ..... 55°

يتشابه لولب ويتورث للأنابيب مع لوالب المواصفات القياسية الإنجليزية القديمة.. ولكن باختلاف الخطوة فهي أصغر في لوالب الأنابيب الحديثة.

تستعمل لوالب ويتورث في الأنابيب (المواسير) وفي توصيلات شبكات المياه والغاز والبترول.... وماشابهها.

من مواصفات لوالب ويتورث للأنابيب أنه لا ينسب تسميته إلى قطره الخارجي، بل إلى قطر الماسورة الداخلي..

أي عند ذكر قلاووظ أنابيب "1.. هذا يعني أن قطر اللولب الداخلي "1.

∴ قطر اللولب الخارجي للماسورة = القطر الداخلي للماسورة + سمك الماسورة × 2

فيما يلي جدول 10-4 للوالب ويتورث للأنابيب. وضعت هذا الجدول للاستعانة به في أثناء التشغيل، أو عند المعايرة.

جدول 10-4

لولب ويتورث للأنابيب

Whitworth Pipes Thread

القطر الأسمى (القطر الداخلي) بوصة	الماسورة الملولبة والجلبة		الخطوة	عدد الخطوات في البوصة
	القطر الأكبر d	القطر الأصغر d_1	p	Z
$R\ ^1/_8$	9.73	8.57	0.91	28
$R\ ^1/_4$	13.16	11.45	1.34	19
$R\ ^3/_8$	16.66	14.95	1.34	19
$R\ ^1/_2$	20.96	18.63	1.81	14
$(R\ ^5/_8)$	22.91	20.59	1.81	14
$R\ ^3/_4$	26.44	24.12	1.81	14
$(R\ ^7/_8)$	30.20	27.88	1.81	14
R1	33.25	30.29	2.31	11
$R1\ ^1/_4$	41.61	38.95	2.31	11
$R1\ ^1/_2$	47.81	44.85	2.31	11
$(R1\ ^3/_4)$	53.75	50.79	2.31	11
R2	59.62	56.66	2.31	11
$(R2\ ^1/_4)$	65.71	62.76	2.31	11
$R2\ ^1/_2$	75.19	72.23	2.31	11
$(R2\ ^3/_4)$	81.54	78.58	2.31	11
R3	87.89	84.93	2.31	11
$R3\ ^1/_4$	93.98	91.03	2.31	11
$R3\ ^1/_2$	100.33	97.37	2.31	11
$R3\ ^3/_4$	106.68	103.73	2.31	11
R4	113.03	110.08	2.31	11
$R4\ ^1/_2$	125.74	122.78	2.31	11
R5	138.44	135.48	2.31	11

ملحوظة:

ينبغي عدم استخدام المواسير والجلب الملولبة المبينة أقطارها الاسمية بين الأقواس، طالما كان ذلك ممكنًا.

أنواع المسامير الملولبة: Types of Screws

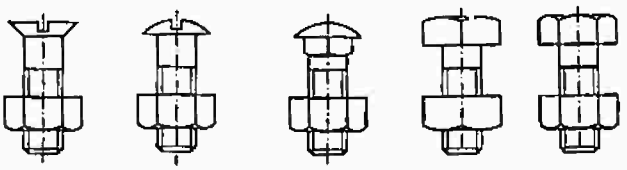
تتيح الوصلات القابلة للربط والفك استخدام مسامير ملولبة وصواميل متباينة الأنواع من حيث الشكل الخارجي ونوعية التصميم ونوع المادة وجودتها.

تتكون عادة المسامير الملولبة من جزء ملولب (قلاووظ)، ويتخذ رأس المسمار أشكالا متعددة، فقد يكون على شكل مسدس أو مربع، وقد يكون رأس المسمار مستديراً بأشكال مختلفة، منها على سبيل المثال اسطواني بتجويف مسدس (مسمار الن) ـ برأس مستدير ـ برأس اسطواني مشقوق ـ برأس نصف مستدير مشقوق ـ برأس غاطس مشقوق ـ برأس عدسي غاطس مشقوق ـ برأس عدسي ـ برأس عدسي بشق تصالبي..... إلخ.

تستخدم المسامير الملولبة ذات الرؤوس المسدسة أو ذات الرؤوس الاسطوانية المجوفة بشكل مسدس داخلي (مسامير الن) لتثبيت العناصر المكنية، مثل تثبيت الأغطية والفلانشات والشرائح وغيرها، وهي قابلة للتغطيس، ويمكن إحكام ربطها بالعناصر المكنية مثل المسامير الملولبة ذات الرؤوس المسدسة.

يمكن استخدام المسامير الملولبة بصواميل متباينة من حيث النوع والشكل الخارجي ونوع وجودة المادة، كما يمكن أن تستخدم بدون صواميل عند ربط عنصرين، أحدهما قطر ثقبه أكبر قليلا من القطر الأسمى للولب، والآخر يحتوي على ثقب ملولب بنفس مواصفات لولب المسمار ليعمل بوظيفة الصامولة.

شكل 10-6 يوضح نماذج لأنواع مختلفة للمسامير الملولبة.



شكل 10-6

بعض نماذج لأنواع مختلفة للمسامير الملولبة

(أ) سداسي .. Hexagon

(ب) رباعي .. Square

(جـ) مستدير .. Round

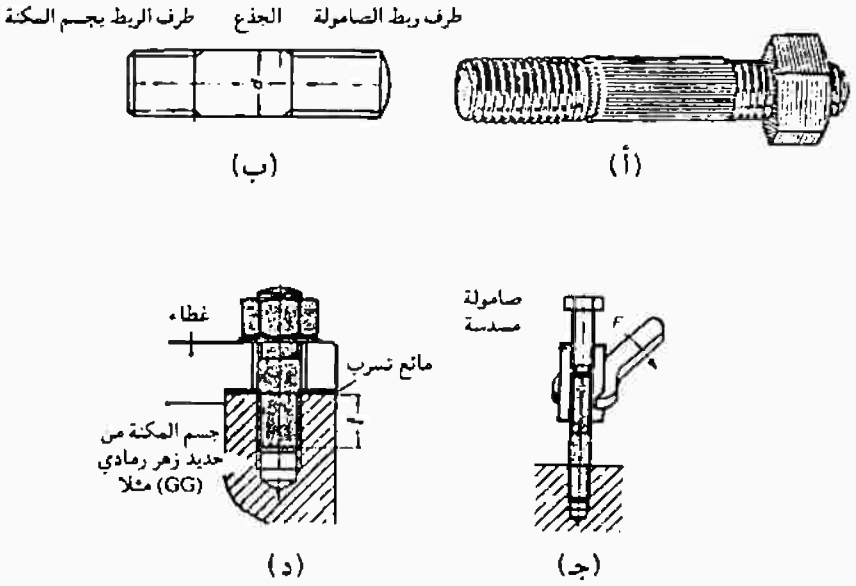
(د) مستدير مستدق .. Round

(هـ) مسطح مشقوق .. Flat

مسمار جاويط، Stud

يتكون مسمار الجاويط الموضح بشكل 10-7 من طرف الربط بالعناصر المكنية والجزع والطرف الخاص بالربط، ويمكن التعرف على الطرف الذي يركب به الصامولة، حيث يكون طول اللولب به أكبر، ويتماثل مسمار الجاويط في استخدامه مع المسمار الملولب ذي الرأس الاسطواني المسدس من الداخل (مسمار الن للتثبيت)، علمًا بأن هذا الأخير يتلف السن الملولب في جسم الماكينة عند تكرار الفك، بينما يكفي لإزالته الجزء المثبت بواسطة مسمار الجاويط فك الصامولة فقط، حيث يظل المسمار مثبتًا بطرف الربط في الجسم، وهذا يعتبر من مميزات هذا النوع من المسامير.

يجب أن يتناسب عمق الربط مع مقاومة المادة المصنوع منها جسم المكنة، وذلك لتفادي انهيار اللولب بالقص.



شكل 10-7

مسمار الجاويط

(أ) مسمار جاويط وصامولة.

(ب) مسمار جاويط

(جـ) تجهيزة ربط مسمار الجاويط بالعناصر المكنية.

(د) تثبيت الأجزاء المراد ربطها بالعناصر المكنية عن طريق مسمار الجاويط.

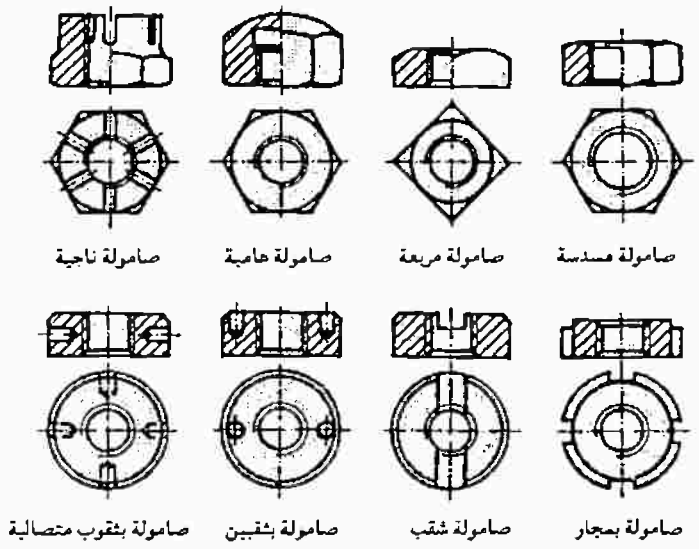
أنواع الصواميل: Types of Nuts

الصواميل الموحدة (الموصفة قياسيًا) هي الموضحة بشكل 10-8. يعتبر طول سن لولب الصامولة من العوامل الهامة المؤثرة على مقاومة وصلة المسمار مع الصامولة، حيث إن هذا الطول يحدد عدد الأسنان الملولبة الحاملة.

في معظم أنواع الصواميل يكون ارتفاع الصامولة يساوي (0.8 d)، إلا أنه يستثنى من ذلك على سبيل المثال الصواميل الهامية (الصواميل ذات الثقوب الملولبة الغير نافذة)، حيث يكون ارتفاع الصامولة العادية يساوي القطر الأسمى.

وبالنسبة للصواميل المسطحة التي يكون ارتفاعها أقل من (0.5 d)، يجب أن يقتصر استخدامها على حالات القوى الصغيرة أو على أغراض الزنق فقط.

أما في حالات القوى الكبيرة جداً فيجب استخدام صواميل زائدة الارتفاع، حيث يزيد ارتفاعها عن قيمة القطر الأسمي للولب (d).



شكل 10-8

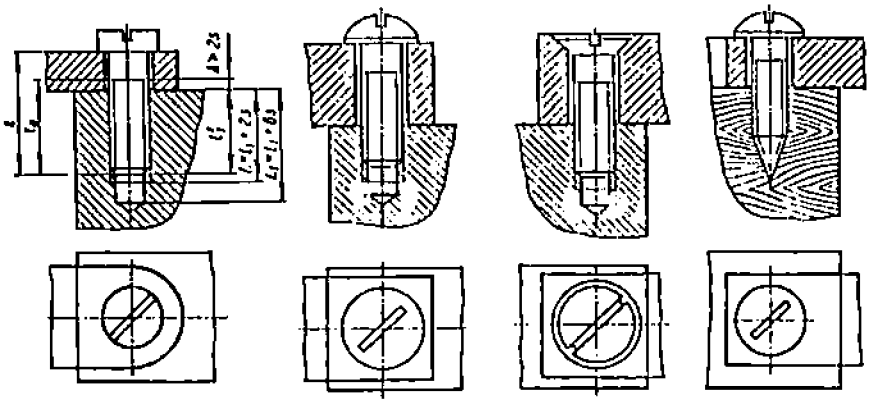
أشكال الصواميل الموحدة (الموصفة قياسيًا)

الوصلات الملولبة: Screw Connections

يمكن تقسيم العناصر المستخدمة في الوصلات الملولبة إلى الآتي:

1- الوصلات الخالية من وسائل الإحكام:

هي الوصلات التي تتصل بها المسامير الملولبة اتصالا مباشراً وخالية من وسائل الزنق كما هو موضح بشكل 10-9.

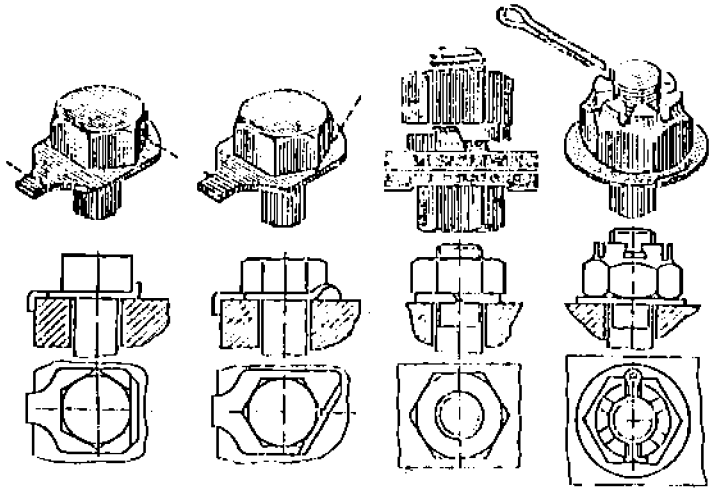


شكل 10-9

الوصلات الخالية من وسائل إحكام

2- الوصلات المزودة بوسائل إحكام:

هي الوصلات التي يستخدم بها المسامير ووسائل الإحكام كما هو موضح بشكل 10-10 مثل الورد المسننة ـ الورد النابضة مع الصواميل، أو التي يستخدم بها الصواميل ذات التيل.



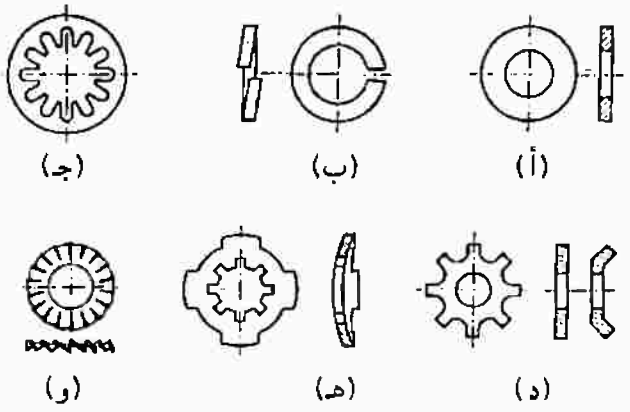
شكل 10-10

الوصلات المزودة بوسائل إحكام

3- وسائل الإحكام: *Locking Devices*

تولد وسائل الإحكام (وسائل الزنق) قوة ضغط بين الأجزاء، حيث تزيد من الاحتكاك وتجعل تفكك الأجزاء الموصلة صعبًا، ولكنها لا تمنعه نهائيًا.

ويمكن بواسطة وسائل الإحكام الإيجابية الموضحة بشكل 10-11 المعتمدة على الشكل، منع الوصلة ذات المسامير الملولبة من التفكك منعًا باتًا، ولا يمكن فك (حل) الوصلة إلا بعد إزالة وسيلة الإحكام.



شكل 10-11

وسائل الإحكام

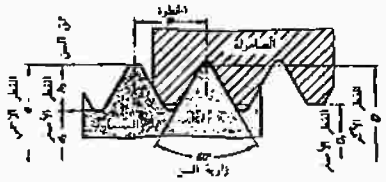
(أ) حلقة عادية.
(ب) حلقة نابضة.
(جـ) حلقة بأسنان داخلية.
(د) حلقة بأسنان خارجية.
(هـ) حلقة بأسنان داخلية.
(و) حلقة مستوية مسننة.

مواصفات المسامير الملولبة وملحقاتها:

جدول 10-5 يوضح مواصفات المسامير الملولبة القياسية الأساسية وملحقاتها المتمثلة في الصواميل ووسائل الإحكام (الورد المختلفة الأشكال).

جدول 10-5

مواصفات المسامير الملولبة وملحقاتها حسب النظام الدولي للتوحيد القياسي ISO



المسمار					الصامولة		الحلقة (الوردة)	
القطر الأكبر لسن اللولب		القطر الأصغر (قطر القلب)	مساحة مقطع القلب	الخطوة	ارتفاع الرأس	ارتفاع الصمولة	البعد بين الركنين	اتساع فتحة المفتاح	القطر الخارجي	السمك
المتوالية 1 d	المتوالية 2 d	d_3	mm^2	P	h_s	m	e_1	SW	d_2	s
1		0.693	0,37	0,25	-	0.8	2,72	2,5	-	-
1,2		0,693	0,62	0,25	-	1.0	3,29	3	-	-
	1,4	1.032	0,83	0.3	-	1,2	3,29	3	-	-
1,6		1,170	1,07	0,35	1,1	1,3	3,48	3,2	4,5	0,3
2		1,509	1,77	0,4	1,4	1,6	4,38	4	5	0,3
2,5		1.948	2,96	0,45	1,7	2	5,51	5	6,5	0,5
3		2.387	4,45	0,5	2	2,4	6,08	5,5	7	0,5
	3,5	2,764	5,98	0,6	2,4	2,8	6,64	6	8	0,5
4		3.141	7,74	0,7	2,8	3,2	7,74	7	9	0,8
5		4.019	12,6	0,8	3,5	4	8,87	8	10	1
6		4,773	17,9	1	4	5	11,05	10	12,5	1,6
8		6,466	32,8	1,25	5,5	6,5	14,38	13	17	1,6
10		8,160	52,4	1,5	7	8	18,09	17	21	2
12		9,853	76,2	1,75	8	10	21,10	19	24	2,5
	14	11,546	104	2	9	11	24,49	22	28	2,5
16		13,546	143	2	10	13	26,75	24	30	3
	18	14,933	174	2,5	12	15	30,14	27	34	3
20		16,933	224	2,5	13	16	33,53	30	37	3
	22	18,933	280	2,5	14	18	35,72	32	39	3
24		20,319	324	3	15	19	39,98	36	44	4
	27	23,319	426	3	17	22	45,63	41		
30		25,706	519	3,5	19	24	51,28	46	56	4
	33	28,706	647	3,5	21	26	55,80	50	60	5
36		31,093	760	4	23	29	61,31	55	68	5
	39	34,093	913	4	25	31	66,96	60	72	6
42		38,479	1046	4,5	26	34	72,61	65	78	7
	45	39,479	1225	4,5	28	36	78,26	70	85	7
48		41,866	1373	5	30	38	83,91	75	92	8
	52	45,866	1655	5	33	42	89,56	80	98	8

ملاحظة

يفضل استخدام المتوالية 1 الخاصة بالقطر الأسمى للوالب ما أمكن ذلك.

لوالب نقل الحركة

Power Transmission Threads

مقاطع أسنان لوالب (قلاووظات) نقل الحركة الموضحة بشكل 10-12 على شكل شبه منحرف ـ منشاري ـ مستدير ـ مربع.

يعتبر لولب شبه المنحرف هو الأكثر انتشاراً، حيث يستخدم في جميع آلات الإنتاج والتشغيل، أما اللولب المربع فهو غير قياسي وإنتاجه يكون نادراً، وقد ألغي هذا اللولب لكثرة عيوبه.

من أهم مميزات لوالب نقل الحركة تحملها للضغوط العالية.

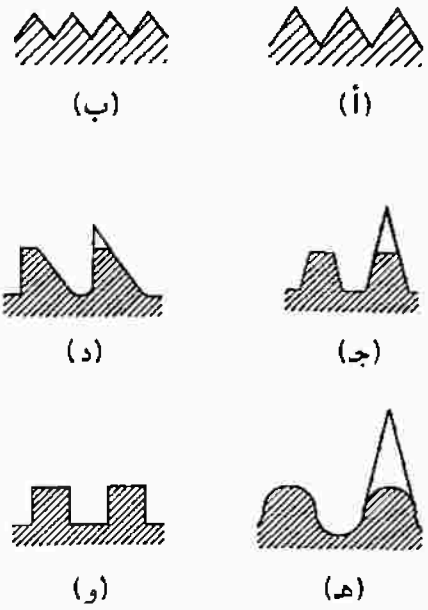
شكل 10-12

مقاطع أسنان لوالب نقل الحركة

(أ) لولب شبه منحرف.
(ب) لولب منشاري.
(جـ) لولب مستدير.
(د) لولب مربع.

أساس شكل مقطع أسنان اللوالب القياسية:

جميع أنواع اللوالب القياسية.. (لوالب الربط والتثبيت، ولوالب نقل الحركة) مقطع أسنانها مثلثة الشكل كما هو موضح بشكل 10-13.



شكل 10-13

جميع أنواع اللوالب القياسية مقطع أسنانها مثلثة الشكل

(أ) لولب متري.

(ب) لولب ويتورث.

(جـ) لولب شبه منحرف.

(د) لولب منشاري.

(هـ) لولب مستدير.

(و) لولب مربع .. (غير قياسي حيث إن المقطع الأساسي للسن بشكل مربع).

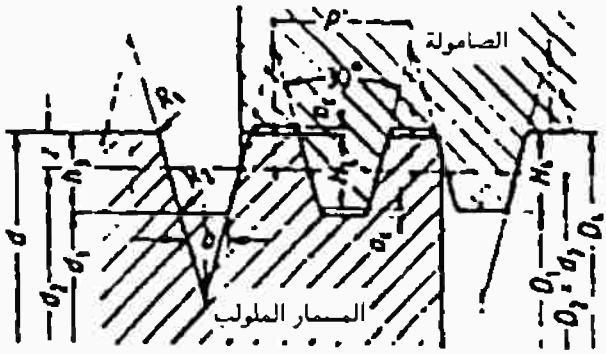
لولب شبه المنحرف

Trapezoidal ISO Thread

لولب شبه المنحرف الموضح بشكل 10-14 يسمى أيضًا بلولب آكم (Acme Thread) وهو من لوالب نقل الحركة. جميع أبعاده بالملّيمترات. مقطع سنه على شكل شبه منحرف زاويته مقدارها °30. يرمز له بالرمز Tr أو تر.

يعتبر لولب شبه المنحرف من أكثر أنواع لوالب نقل الحركة انتشاراً في آلات الإنتاج والتشغيل، حيث يستخدم في نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة، وأقرب مثال لذلك هي أعمدة اللوالب بالمخارط والفرايز والمقاشط ..... إلخ.

ويوضح جدول 10-6 أبعاد لولب شبه المنحرف حسب النظام الدولي SI طبقًا لمواصفات ISO.



شكل 10-14

لولب شبه المنحرف

القطر الأسمى ..... $d = D$

الخطوة ..... P

قطر دائرة الخطوة ..... $d_2 = D_2 = d-0.5\ p$

ارتفاع جانب السن ..... $H_1 = 0.5\ P$

عمق السن ..... $h_3 = H_4 + 0.5\ P + ac$

القطر الأصغر للولب المسمار ..... $d_3 = d - 2\ ha$

القطر الأكبر للولب الصامولة ..... $D_4 = d + 2\ ac$

القطر الأصغر للولب الصامولة ..... $D_1 = d - 2H_1 = d - P$

رأس السن ..... $Z = 0.25\ P = H1/2$

الخلوص ..... a_c

استدارة الحواف ..... $R_1 = 0.5\ a_c$

استدارة الحواف ..... $R_2 = a_c$ (حد أقصى)

زاوية السن ..... $30°$

عرض قلم الخراطة ..... $b = 0.366\ P - 0.54\ a_c$

جدول 10-6

لولب شبه المنحرف

حسب النظام الدولي SI طبقًا لمواصفات ISO

رمز اللولب	السمار الملولب		الصامولة		عمق السن	قطر دائرة الخطوة	عرض قلم الخراطة	خلوص القمة
	القطر الأصغر	مساحة المقطع المستعرض للقلب	القطر الأصغر	القطر الأكبر				
d x p	d_3 mm	cm^2	D_1 mm	D_4 mm	$h_3 = H_4$ mm	$d_2 = D_2$ mm	b mm	ac mm
Tr 10 x 2	7.5	0.44	8.0	10.5	1.25	9.0	0.597	0.25
Tr 12 x 3	8.5	0.57	9.0	12.5	1.75	10.5	0.963	0.25
Tr 16 x 4	11.5	1.04	12.0	16.5	2.25	14.0	1.329	0.25
Tr 20 x 4	15.5	1.89	16.0	20.5	2.25	18.0	1.329	0.25
Tr 24 x 5	18.5	2.69	19.0	24.5	2.75	21.5	1.695	0.25
Tr 24 x 8	15.0	1.77	16.0	25.0	4.5	20.0	1.695	0.5
Tr 28 x 5	22.5	3.97	23.0	28.5	2.75	25.5	1.695	0.25
Tr 28 x 8	19.0	2.83	20.0	29.0	4.5	24.0	1.926	0.5
Tr 32 x 6	25.0	4.90	26.0	33.0	3.5	29.0	1.926	0.5
Tr 32 x 10	21.0	3.46	22.0	33.0	5.5	27.0	1.926	0.5
Tr 36 x 3	32.0	8.29	33.0	36.5	1.75	34.5	0.963	0.25
Tr 36 x 6	29.0	6.60	30.0	37.0	3.5	33.0	1.926	0.5
Tr 36 x 10	25.0	4.90	26.0	37.0	5.5	31.0	1.926	0.5
Tr 40 x 7	32.0	8.04	33.0	41.0	4.0	36.5	2.922	0.5
Tr 40 x 10	29.0	6.60	30.0	41.0	5.5	35.0	2.922	0.5
Tr 48 x 8	39.0	11.94	40.0	49.0	4.5	44.0	2.658	0.5
Tr 48 x 12	35.0	9.61	36.0	49.0	6.5	42.0	2.658	0.5
Tr 52 x 8	43.0	14.51	44.0	53.0	4.5	48.0	2.658	0.5
Tr 60 x 9	50.0	19.63	51.0	60.0	5.0	55.5	3.024	0.5
Tr 70 x 10	59.0	27.33	60.0	71.0	55	65.0	3.390	0.5
Tr 70 x 16	52.0	21.23	54.0	72.0	9.0	62.0	5.316	1.0

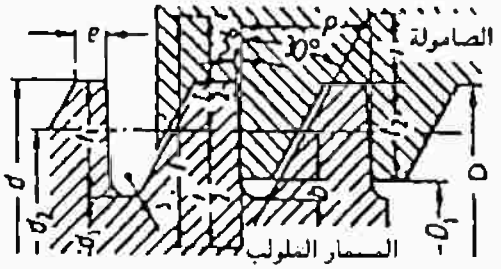
لولب سن المنشار

Buttress Thread

لولب سن المنشار الموضح بشكل 10-15 يسمى بهذا الاسم نظراً لتشابه أسنانه مع أسنان سلاح المنشار، كما يسمى بلولب سن كتفي، وهو ذو باب واحد. يعتبر من لوالب نقل الحركة.

جميع أبعاده بالملّيمترات. مقدار زاوية السن 33° وهي مجموع زاوية ميل السن على المحور 30° + ميل سطح السن الرأسي بمقدار 3° وهي قيمة تفريز السطح الرأسي للسن، يرمز له بالرمز S أو س.. ويكون رمز لولب سن منشار قطره الخارجي 24mm وخطوته 5mm.. هو (S 24 × 5).

يعتبر لولب سن المنشار من لوالب نقل الحركة، ويستخدم عند وجود ضغوط عالية في اتجاه واحد، حيث تتخذ الجوانب الحاملة لأسنان اللولب وضعًا عموديًا تقريبًا بالنسبة لمحور اللولب.. كما هو الحال في الظرف الدليلية المستعملة في اللولبة على المخارط البرجية والأوتوماتية، وكذلك أظرف القمط بالمخارط والفرايز. لذلك يكثر انتشار هذا اللولب في المكابس بأنواعها والمطارق الميكانيكية والأعمدة الخاصة بمعدات الرفع وأعمدة ماكينات اختبار الشد، ويوضح جدول 10-7 أبعاد لولب سن المنشار.



شكل 10-15

لولب سن المنشار

القطر الأكبر للولب المسمار = قطر قاع السن الأكبر للولب الصامولة ..... $d = D$

الخطوة ..... P

ارتفاع مثلث السن ..... $t = 1.732\ P$

عمق السن للمسمار ..... $t_1 = 0.868\ P$

عمق السن للصامولة ..... $t_1 = 0.75\ _2t$

القطر الأصغر لسن المسمار ..... $d_1 = d - 2t_1 = d - 1.736\ P$

القصر الأصغر للصامولة ..... $D_1 = d - 2t_1 = d - 1.5\ P$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط) ..... $d_2 = D + 2i_2 - t = D - 0.682\ P$

زاوية السن ..... $30^\circ + 3^\circ = 33^\circ$

عرض مقدمة سن لولب المسمار ..... $e = 0.264\ P$

الارتفاع العمودي للمثلث من قمة سن لولب المسمار ..... $i = 0.525\ P$

ارتفاع قوس قاع السن بالمسمار ..... $b = 0.118\ P$

قوس قاع السن بالمسمار ..... $r = 0.124\ P$

ملاحظة:

زاوية سن اللولب $33^\circ = 3^\circ + 30^\circ$

حيث يميل الضلع العلوي لسن اللولب بمقدار ثلاث درجات في اتجاه التحميل (الاتجاه العمودي على المحور).

جدول 10-7

لولب سن المنشار

رمز اللولب	المسمار الملولب		الصامولة		قطر دائرة الخطوة	مساحة المقطع المستعرض للقلب
	القطر الأصغر	عمق السن	القطر الأصغر	عمق السن		
d x p	d_1 mm	t_1 mm	D_1 mm	t_2 mm	d_2 mm	Cm^2
S 12 X 2	8.528	1.736	9	1.5	10.636	0.571
S 16 X 2	12.528	1.736	13	1.5	14.636	1.23
S 20 X 2	16.528	1.736	17	1.5	18.636	2.15
S 24 X 3	18.794	2.603	19.5	2.25	21.954	2.77
S 30 X 3	24.794	2.603	25.5	2.25	27.954	4.83
S 36 X 3	30.794	2.603	31.5	2.25	33.954	7.45
S 40 X 3	34.794	2.603	35.5	2.25	37.954	9.51
S 48 X 3	42.794	2.603	43.5	2.25	45.954	14.38
S 55 X 3	49.794	2.603	50.5	2.25	52.954	19.47
S 60 X 3	54.794	2.603	55.5	2.25	57.954	23.58
S 70 X 4	63.058	3.471	64	3	76.272	31.23
S 80 X 4	73.058	3.471	74	3	77.272	41.92
S 90 X 4	83.058	3.471	84	3	87.272	54.18
S 100 X 4	93.058	3.471	94	3	97.272	68.01
S 120 X 6	109.586	5.207	111	4.5	115.909	94.32

اللولب المستدير
Round Thread

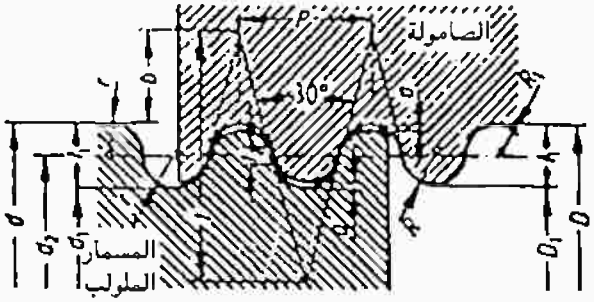
اللولب المستدير الموضح بشكل 10-16 يسمى بالمستدير أو النصف دائري، نسبة إلى قمة وقاع أسنانه التي على شكل قوس والتي تجعل شكله كالمتآكل تآكلا شديداً.

عدم وجود حواف حادة بأسنانه تجعله يتميز بعدم تأثره بالصدمات مهما كانت قوتها، بالإضافة إلى تحمله للضغوط العالية وسهولة ربطه وفكه.

يصلح اللولب المستدير بالأماكن المعرضة للرمال والأتربة والتي ينخفض الاهتمام بصيانتها، لذلك فإنه يستخدم في شدادات وأعمدة القارنات والمكابس (الفرامل) الخاصة بعربات السكك الحديدية، وأعمدة الصمامات الكبيرة والمنزلقات.

القطر الاسمي للولب المستدير هو القطر الخارجي ويعطى بالبوصة، والخطوة أيضًا تقدر بعدد الأسنان في البوصة الطولية. شكل جانبا أسنانه بزاوية قدرها 30°. يرمز له بالرمز Rd أو رد.

ويوضح جدول 10-8 أبعاد اللولب المستدير.



شكل 10-16

اللولب المستدير

عدد الأسنان (الخطوات) في البوصة الطولية ..... Z

الخطوة بالملّيمتر ..... $P = \frac{25.4}{Z}$

عمق السن من جهة واحدة ..... $t_1 = 0.5\ P$

خلوص القمة ..... $a = 0.05\ P$

القطر الأكبر للولب المسمار ..... d

القطر الأصغر للولب المسمار ..... $d_1 = d - 2t_1 = d - P$

القطر الأكبر للولب الصامولة ..... $D = d + 2a = d + 0.1\ P$

القطر الأصغر للولب الصامولة ..... $D_1 = d + 2(a - t_1) = d - 0.9\ P$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط) ..... $d_2 = d + 2b - t = d - 0.5\ P$

زاوية السن ..... 30°

الارتفاع العمودي للمثلث من قمة سن لولب المسمار ..... $b = 0.683\ P$

قوس قمة وقاع السن بالمسمار ..... $r = 0.2385\ P$

قوس قمة سن الصامولة ..... $R = 0.256\ P$

قوس قاع سن الصامولة ..... $R_1 = 0.221\ P$

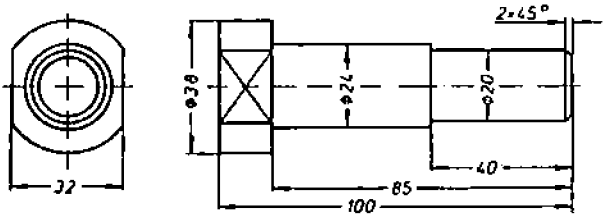
جدول 10-8

لولب سن المنشار

رمز اللولب	المسمار الملولب قطر القلب (الأصغر)	قطر دائرة الخطوة	الصامولة		عدد الخطوات في البوصة	الخطوة	عمق السن	عمق السن عمق تحميل السن
			القطر الأكبر	القطر الأصغر				
d x p	d_1 mm	d_2 mm	D mm	D_1 mm	Z	P mm	t_1 mm	t_2 mm
Rd 8 X $^1/_{10}$	5.460	6.730	8.254	5.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 10 X $^1/_{10}$	7.460	8.730	10.254	7.714	10	2.540	1.270	0.121
Rd 12 X $^1/_{10}$	9.460	10.730	10.254	9.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 16 X $^1/_8$	12.825	14.412	16.318	13.147	8	3.175	1.588	0.265
Rd 20 X $^1/_8$	16.825	18.412	20.318	17.147	8	3.175	1.588	0.265
Rd 24 X $^1/_8$	20.825	22.412	24.318	21.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 30 X $^1/_8$	26.825	28.412	30.318	27.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 36 X $^1/_8$	32.825	34.412	36.318	33.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 48 X $^1/_6$	43.767	45.423	48.423	44.190	6	4.233	2.117	0.303
Rd 60 X $^1/_6$	55.767	60.423	60.423	56.190	6	4.233	2.117	0.353

تمارين:

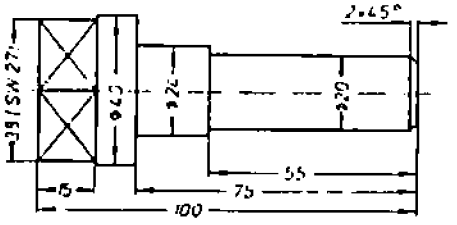
1- ارسم المسمار الملولب ذا الرأس المسطح كالموضح بشكل 10-17 بلولب M20 بطول 30mm بمقياس رسم 1:1. واكتب الأبعاد على الرسم.



شكل 10-17

مسمار برأس مسطح من الجانبين

2- ارسم المسمار الملولب ذا الكتف مربع الرأس الموضح بشكل 10-18 في مسقط رأسي ومسقطين جانبيين (من اليمين ومن اليسار) بلولب M20 وطول 40mm بمقياس رسم 1:1. واكتب الأبعاد على الرسم. مع عدم رسم الحواف المختفية.



شكل 10-18

مسمار ملولب بكتف ورأس رباعي

الوصلات غير القابلة للفك باستخدام مسامير البرشام:

هي الوصلات التي لا يمكن فصل أجزائها بعضها عن بعض إلا بتحطيم عنصر الاتصال.. أي مسمار البرشام.

توجد اشتراطات متباينة لوصلات البرشام تبعًا للغرض من استخدامها، فالبرشمة المتينة ضرورية في الهياكل الفولاذية. تستخدم وصلات البرشام في صناعة المركبات والمصاعد والروافع، كما تستخدم البرشمة مانعة التسرب في أوعية الغازات والسوائل، ومن الطبيعي أن تكون البرشمة

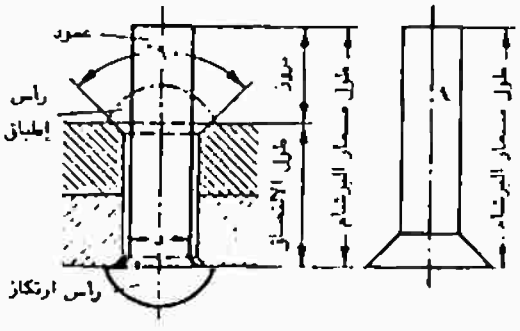
المستخدمة في صناعة المراجل البخارية وأوعية الضغط وماشابهها متينة ومانعة للتسرب.

تتم عملية الوصل بعمل الثقوب في الأجزاء المراد وصلها، وتوضع مسامير البرشام في الثقوب، ويطرق على رؤوس البرشام باستخدام مطرقة يدوية أو باستخدام إحدى آلات البرشام التي تعمل بالهواء المضغوط، أو بآلات البرشمة الكهربائية، أو عن طريق مكابس البرشام الهيدروليكية، وذلك لإحكام الوصل بين الأطراف ومنعها من الانفصال.

تصنع مسامير البرشام من الألومنيوم أو النحاس أو الصلب، ويتم اختيار المناسب منها في عمليات التوصيل المختلفة من حيث نوع المعدن ـ القطر ـ الطول ـ شكل رأس المسمار ـ طريقة التركيب، بحيث يكون قطر المسمار يعادل مرة ونصف سمك الوصلة (الأجزاء المراد وصلها)، أما الطول فيكون ضعف القطر.

أجزاء مسمار البرشام: Parts of Rivet Pins

يتكون مسمار البرشام من رأس الارتكاز والجزع كما هو موضح بشكل 10-19، ويتكون رأس الانطباق عند تركيبه في الموضع المراد تثبيته وفلطحة النهاية البارزة للجذع. علمًا بأنه يمكن أن تتم عملية البرشمة (فلطحة المسمار) على البارد أو في حالة التوهج.



شكل 10-19

أجزاء مسمار البرشام

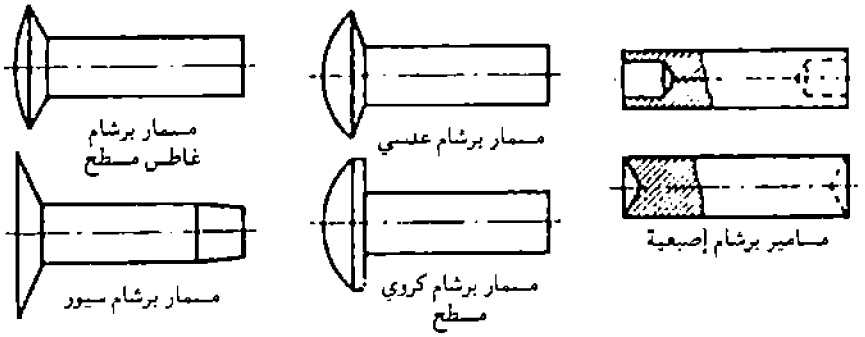
أنواع مسامير البرشام Types of Rivet Pins

توجد أنواع وأشكال مختلفة لمسامير البرشام، تتلاءم أشكال رؤوسها مع الغرض المستخدم. وشكل 10-20 يوضح بعض أنواع مسامير البرشام ذات الأغراض الخاصة وهي كالآتي:

مسامير البرشام الإصبعية عبارة عن مسامير اسطوانية بسيطة من الصلب، يوجد على وجهيها المتقابلين تخويش بزاوية 120° أو ثقب قصير بقطر مقداره من 0.6 إلى 0.8 × قطر المسمار. ولا يجوز تحميل هذه المسامير بغير إجهاد قص، حيث إنه لا تتم فلطحة وجهيها إلا قليلا لمنع اقتلاع المسمار.

ومسامير البرشام العدسية الرأس، وكروية الرأس المسطحة، وغاطسة الرأس المسطحة فإنها ذات قطر (1-8mm) وتتميز برؤوسها القصيرة، وإن كانت عريضة ومفلطحة. تصلح هذه المسامير في أعمال الصاج والتصميمات الهندسية الدقيقة والخفيفة.

أما مسامير السيور الجلدية والمصنوعة من النحاس الأصفر أو من الألومنيوم، فإنها تحتوي على رؤوس غاطسة كبيرة بزاوية تخويش 140° وبقطر (2.8 d).. نظراً لقابلية الجلد للتمدد والارتفاع البسيط للرأس.



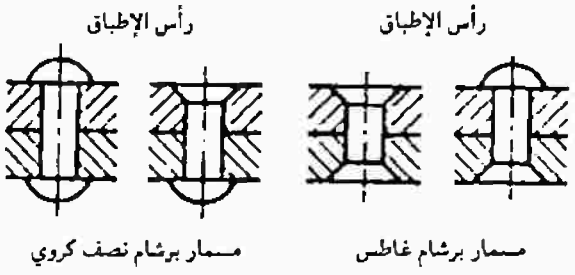
شكل 10-20

أنواع مسامير البرشام ذات الأغراض الخاصة

لا يرتبط شكل رأس الارتكاز بمسمار البرشام مع شكل رأس الانطباق، حيث يختار الشكل المناسب لرأس الانطباق تبعًا للمتطلبات كما هو موضح بشكل 10-21.

ينبعج جذع مسمار البرشام عند فلطحة الرأس بشدة، لذلك يجب أن يصنع مسمار البرشام من خامة لينة، وبصفة عامة فإنه يجب أن يكون كل من مسمار البرشام والمشغولة من خامة واحدة بقدر الإمكان، لتجنب التآكل بالتلامس.

تسمى مسامير البرشام في جداول الرسم أو في الطلبات برموز مختصرة، والتي تحتوي على الترتيب (شكل رأس الارتكاز ـ قطر مسمار البرشام d وطوله L ومعطيات الخامة)، مثل مسمار برشام صلب نصف كروي ø 5 X 20mm.



شكل 10-21

رؤوس الانطباق

أبعاد مسامير البرشام: Dimensions of Rivet Pins

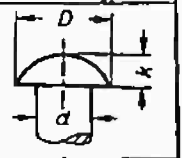
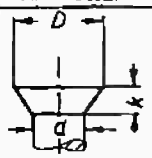
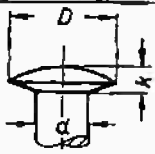
تميز الأشكال الرئيسة لمسامير البرشام من مسمار برشام برأس نصف كروي، ومسمار برشام غاطس.. بأقطار تتراوح ما بين (1 - 9 mm) للمشغولات الصغيرة، وأقطار ما بين (10 - 36 mm) للهياكل الفولازية، كما توجد مسامير برشام خاصة لصناعة المراجل وبناء السفن.

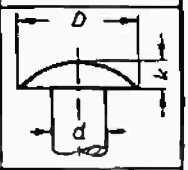
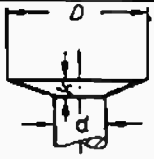
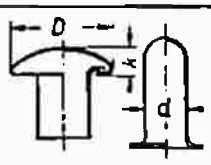
صمم جذع مسمار البرشام بشكل مخروطي لسهولة تركيبه في الثقوب والجداول 10-9 إلى 10-11 توضح أبعاد مسامير البرشام المختلفة الأشكال. علمًا بأنه يتم اختيار شكل رأس مسمار البرشام تبعًا للغرض من استخدامه، وبصفة عامة فإنه يفضل استخدام مسامير البرشام النصف كروية بقدر المستطاع، طالما كان رأسه البارز لا يشكل عائقًا، لأن قوة انضغاطه أكبر من مسمار البرشام الغاطس الذي يستخدم عندما يتطلب الأمر أن يكون موضع البرشام أملس.

جدول 10-9

أبعاد مسامير البرشام أقل من 10mm

المستخدمة في برشمة الألواح المعدنية

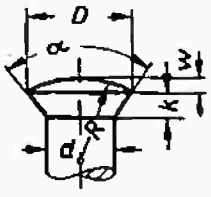
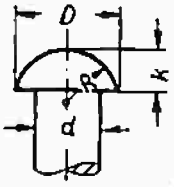
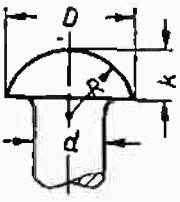
برشام نصف كروي مواصفات DIN 660	برشام غاطس مواصفات DIN 661	برشام عدسي مواصفات DIN 662
MU St 34 Cu Ms Al Al – سبيكة	MU St 34 Cu Ms Al Al – سبيكة	MU St 34 Cu Ms Al Al – سبيكة
		
$D \approx 1,75 \cdot d$ $k \approx 0,6 \cdot d$	$D \approx 1,75 \cdot d$ $k \approx 0,5 \cdot d$	$D \approx 2 \cdot d$ $k \approx 0,5 \cdot d$
d = 1 1,4 1,7 2 2,6 3 3,5 4 5 6 7 8 9		d = 1,7 2 2,6 3 3,5 4,5 6 7 8

برشام ذو رأس طاسة مواصفات DIN 674	برشام للسيور مواصفات DIN 675	برشام أنبوبي (مجوف) مواصفات DIN 7331
MU St 34 Cu Ms Al	Al Cu	St VII 23
		
$D \approx 2,3 \cdot d$ $k \approx 0,5 \cdot d$	$D \approx 2,8 \cdot d$ $k \approx 0,3 \cdot d$	$D \approx 2 \cdot d$ $k \approx 0,4 \cdot d$
d = 1 1,4 2 2,6 3 3,5 4 5 6 7 8	d = 3 3,5 4 5	d = 3 4 5 6

جدول 10-10

أبعاد مسامير البرشام مقاسات (10 - 36 mm)

المستخدمة في الإنشاءات الفولاذية وصناعة المراجل

برشام مخروطي عدسي مواصفات DIN 302					برشام نصف كروي للإنشاءات الفولاذية طبقا لمواصفات DIN 124			برشام نصف كروي لصناعة المراجل مواصفات DIN 123			قطر البرشام الخام
MU St 34					MU St 34			MU St 34			
											
α	R	w	k	D	R	k	D	R	k	D	d
75°	27	1	3	14,5	8	6,5	16	9,5	7	18	10
	41	1	4	18	9,5	7,5	19	11	9	22	12
	58	1	5	21,5	11	9	22	13	10	25	14
	85	1	6,5	26	13	10	25	14,5	11,5	28	16
	113	1	8	30	14,5	11,5	28	16,5	13	32	18
60°	124,5	1	10	31,5	16,5	13	32	18,5	14	36	20
	75,5	2	11	34,5	18,5	14	36	20,5	16	40	22
	91	2	12	38	20,5	16	40	22	17	43	24
	111	2	13,5	42	22	17	43	24,5	19	48	27
45°	114	2	15	42,5	24,5	19	48	27	21	53	30
	136	2	16,5	46,5	27	21	53	30	23	58	33
	164	2	18	51	30	23	58	33	25	64	36

طول مسمار البرشام: Length of Rivet Pins

الطول التقريبي لمسمار البرشام برأس نصف كروي الموضح بشكل 10-22 يكون أبعاده وأبعاد العناصر المراد برشمتها كالآتي:

S = طول التثبيت

d_1 = قطر ثقب البرشام

L = طول البرشام

في الإنشاءات الفولازية يكون طول المسمار طبقًا للعلاقة التالية:

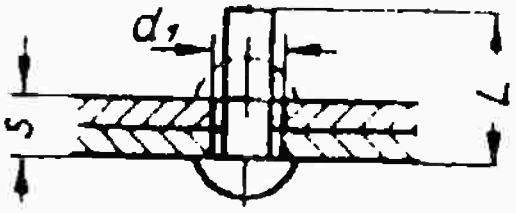
$L = 1.2 * S + d_1$

في صناعة المراجل يكون طول المسمار لبعد التثبيت S حتى 54mm طبقًا للعلاقة التالية:

$L = 1.5 * S + d_1$

في صناعة المراجل يكون طول المسمار لبعد التثبيت S أكبر من 54mm طبقًا للعلاقة التالية:

$L = 1.4 * S + d_1$



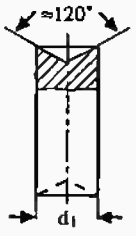
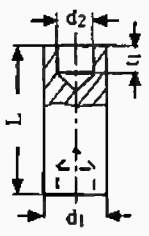
شكل 10-22

طول مسمار البرشام

جدول 10-11

أصابع البرشام

المستخدمة في الإنشاءات الفولازية وصناعة المراجل

قطر البرشام الخام Ø	إصبع البرشام مواصفات DIN 7341			
	St 50, Ms 58, Al Mg 3			
	طراز B  طراز A  h9 أو h11			
	d	القطر الاسمي d_1	d_2	t_1
	10	2	-	-
	12	2.5	-	-
	14	3	2	1.5
	16	4	2.5	2
	18	5	3.5	2.5
	20	6	4.5	3
	22	8	6.5	4
	24	10	8	5
	27	12	10	6
	30	(13)	11	6
	33	14	12	7
	36	16	13	8

وصلات البرشام: Rivet Joints

تعتبر وصلات البرشام التراكبية الموضحة بشكل 10-23 من أبسط الوصلات وأكثرها استعمالا، أما إذا تقابل لوح الصاج تصادميًا، توضع خوصة صاج بأعلى خط التقابل، ويبرشم بأعلاها بصفين من مسامير البرشام لتنتج البرشمة التناكبية البسيطة.

وفي هذه الوصلات يحمل جذع مسمار البرشام بجهد قص في موضع واحد فقط، ويسمى هذا الرباط (رباط برشام أحادي المقطع) كما هو موضح بشكل (أ).

أما البرشمة التناكبية فإنها تنتج عند وضع الوصلة أعلى وأسفل خط التقابل، وفي هذه الحالة يكون جذع مسمار البرشام محملا بجهد قص في مقطعين، لذلك فإن هذا الرباط يسمى (رباط برشام ثنائي المقطع) كما هو موضح بشكل (ب).

شكل 10-23

وصلات البرشام

(أ) رباط برشام أحادي المقطع.

(ب) رباط برشام ثنائي المقطع.

وتتوقف وظيفة العناصر المراد وصلها على طريقة ترتيب مسامير البرشام، فإنشاء الصهاريج مثلا يحتاج إلى نوع من وصلات البرشام التي تؤدي إلى الإحكام الشديد مع منع تسرب السوائل، وتجهيز الغلايات التي تعمل بضغوط عالية، تحتاج إلى وصلات محكمة مانعة للتسرب وبالغة الصلابة.

مما سبق يستنتج أن جميع عمليات الوصل باستخدام مسامير البرشام تتطلب اختيار النوع والشكل المناسبين مع مراعاة الترتيب الجيد والدقة في التنفيذ.

التيل (المسامير الإصبعية): Pins

تتشابه أشكال التيل مع أشكال المسامير المختلفة الأشكال والأقطار، لذلك تسمى بالمسامير الإصبعية.

توجد أنواع وأشكال مختلفة من التيل، يميز كل منها عن الآخر حسب الغرض من الاستعمال.

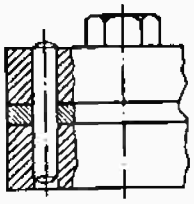
أنواع التيل: Types of Pins

يمكن تقسيم التيل إلى الأنواع الثلاثة التالية:

(أ) تيل توافقية: *Fit Pins*

تستخدم التيل التوافقية في تحديد أوضاع الأجزاء المراد وصل بعضها ببعض بالأوضاع المطلوبة بدقة، كما تؤدي إلى سهولة التجميع وعدم وجود إزاحة في الاتجاه العرضي.

وشكل 10-24 يوضح تيلة اسطوانية الشكل تعمل بوظيفة تيلة توافقية في أثناء تجميع جزأين بوضع معين.



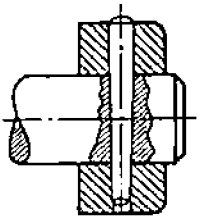
شكل 10-24

تيلة اسطوانية تعمل بوظيفة تيلة توافقية

(ب) تيل تثبيت: *Fixing Pins*

تعتبر كوسيلة للتثبيت في بعض الحالات، وتستخدم في نقل القوى الصغيرة، كما تستخدم كوسيلة تأمين تمنع انحلال الأجزاء الموصلة بعضها عن بعض.

وشكل 10-25 يوضح تيلة مستدقة (مخروطية) تعمل بوظيفة تيلة تثبيت. تستخدم هذه التيل في وصلات الماكينات والأجهزة المختلفة والسيارات وغيرها.



شكل 10-25

تيلة مستدقة تعمل بوظيفة تيلة تثبيت

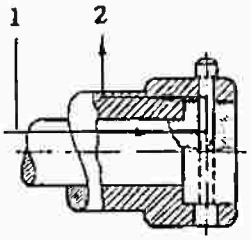
(جـ) تيل قص: *Shearing Pins*

تستخدم هذه التيل في المجموعات الناقلة للحركة في آلات التشغيل والإنتاج، الغرض منها هو إتاحة عملية الوصل والفصل، وتعتبر كوسيلة شديدة الحساسية لمنع الإجهادات أو الضغوط العالية التي قد تنشأ، ومن ثم فإنها تحافظ على عدم تدمير المجموعات الناقلة للحركة، وعلى سبيل المثال فإن تيلة القص تركب بين مجموعة الإدارة وعمود الشغل، وتتحطم هذه التيلة بالقص عند زيادة التحميل أو الإجهادات المرتفعة التي تقع على أجزاء الوصلة. وكسر التيلة يعني المحافظة على المجموعات الناقلة للحركة من التلف أو التدمير.

توضع تيلة جديدة بعد إزالة التيلة المكسورة، مع إزالة السبب الذي أدى إلى كسر التيلة السابقة. ويمكن استعمال تيلة القص بأحد أشكال التيل المعتادة، مثل التيل الاسطوانية، أو التيل المستدقة (المخروطية أو المسلوبة)، التيل المشقوقة.

ويتوقف اختيار التيلة المناسبة على قوة تحملها التي تتناسب مع الغرض من استخدامها.

وشكل 10-26 يوضح تيلة قص مركبة بين مجموعة إدارة وعمود شغل.



شكل 10-26

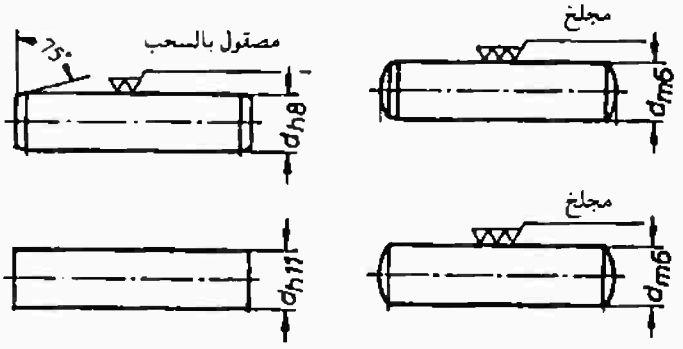
تيلة قص

1- من مجموعة الإدارة.

2- إلى عمود محور الشغل.

تيل الوصل المستخدمة في الأغراض المختلفة مثل التيل التوافقية ـ تيل التثبيت ـ تيل القص، توجد بأشكال ومواصفات مختلفة، يتوقف اختيار الشكل والمواصفة المناسبة، على الغرض من الاستخدام وطريقة التثبيت وتكاليف الإنتاج.

وشكل 10-27 يوضح أشكالا مختلفة للتيل.



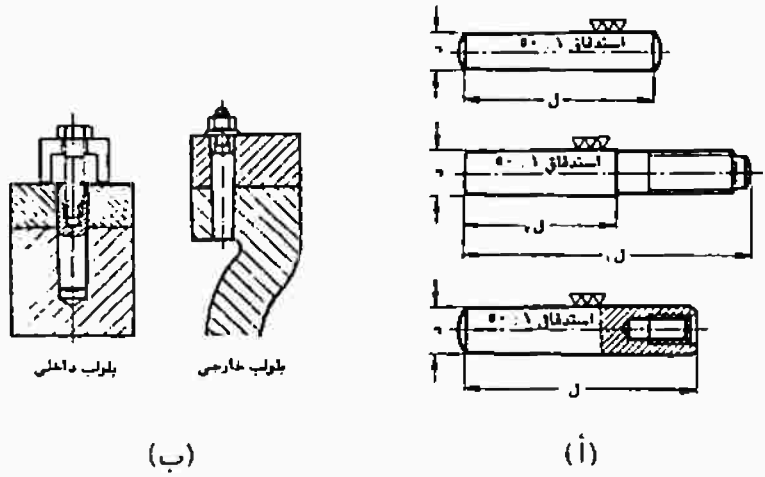
شكل 10-27

أشكال مختلفة للتيل التوافقية وتيل التثبيت والقص

التيل المستدقة: Cone Pins

التيل المستدقة الموضحة بشكل 10-28 أسهل توافقيًا مع ثقوبها بالمقارنة مع التيل الاسطوانية، إلا أن توافقها غالبًا ما يكون أقل دقة، لعدم تماثل التيلة المستدقة وعدم البرغلة المستدقة المستخدمة. مما يعني عدم تحميل التيلة المستدقة على كامل طولها.

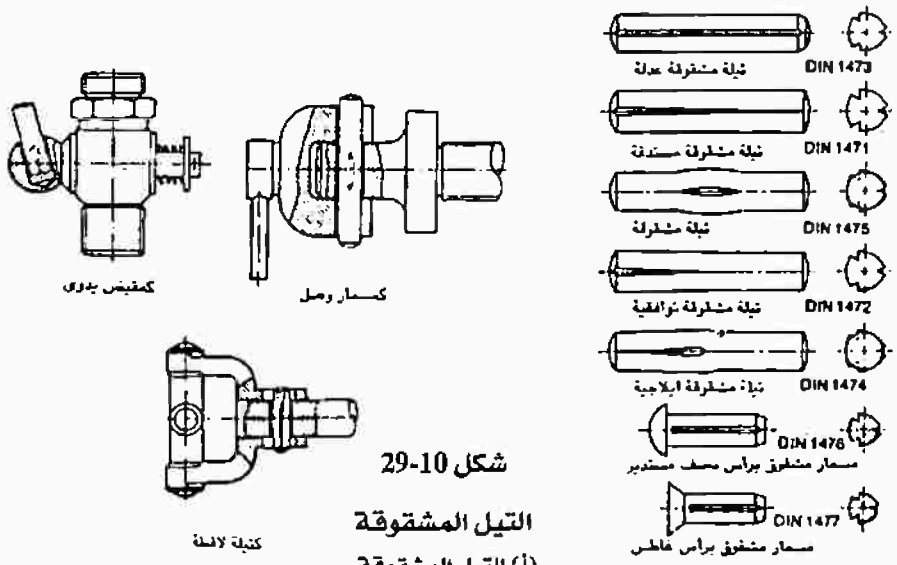
تستخدم التيل المستدقة بالدرجة الأولى في الوصلات التي يكثر فكها وإعادة تجميعها، وهي معايرة باستدقاق (50:1)، أما الأجزاء التي يصعب فيها إخراج التيل المستدقة من ثقوبها، فيستخدم لها تيل مستدقة مزودة بلولب داخلي أو خارجي، حيث يتاح إخراجها بسهولة بمساعدة صامولة أو تجهيزة خاصة لذلك.



شكل 10-28
التيل المستدقة
(أ) التيل المستدقة.
(ب) التيل المستدقة ذات لولب خارجي أو داخلي.

التيل المشقوقة: Split Pins

تستخدم التيل والمسامير المشقوقة الموضحة بشكل 10-29 لأغراض مختلفة. تتوافق هذه التيل بسهولة مع ثقوبها التي لا تحتاج إلى برغلة. وتصنع التيل المشقوقة والمسامير المشقوقة من الصلب أو النحاس الأصفر أو اللدائن.



شكل 10-29

التيل المشقوقة

(أ) التيل المشقوقة.

(ب) أمثلة لاستخدام التيل المشقوقة.

(أ) (ب)

الخوابير: Wedges

تعتبر الخوابير المختلفة الأشكال والأحجام بمثابة موصلات بين المحاور والأعمدة، أو بين الأجزاء والآليات المختلفة.

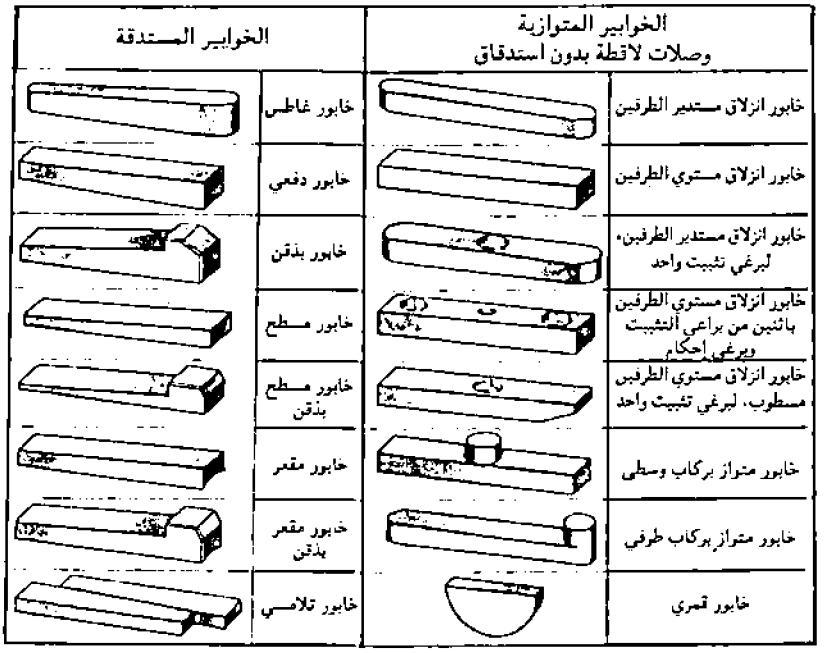
تستخدم الخوابير بصفة عامة في وصل الأجزاء الدوارة المثبتة على الأعمدة والمحاور، وأقرب مثال لذلك هو استخدامها في وصل بكرات (طنابير) السيور والتروس والحدافات مع الأعمدة والمحاور، حيث يثبت الخابور بالمواصفات المناسبة بالفجوة المخصصة له بين الأجزاء المراد وصلها. ومهمة الخوابير هي وصل الأجزاء الدوارة بعضها مع بعض، وعدم دوران جزء دون دوران الجزء الآخر معه.

أنواع الخوابير: Types of Wedges

توجد الخوابير بأنواع وأشكال مختلفة، يتم اختيار الخابور المناسب حسب تصميم الأجزاء

المكنية المراد وصلها، ومقدار القوى المنقولة، والظروف الفنية الأخرى.. مثل إمكان تجميعها وتفكيكها، ونوع المادة المستعملة..... إلخ.

ويمكن تقسيمها إلى النوعين الأساسيين الموضحين بالجدول شكل 10-30 وهما:



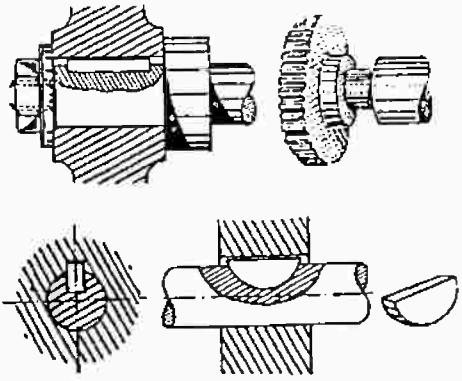
شكل 10-30

الخوابير المتوازية والخوابير المستدقة

(أ) الخوابير المتوازية: *Parallel Wedges*

هي الخوابير التي تعمل على وصل الأجزاء الميكانيكية المختلفة، والتي لا ينشأ عنها قوى انضغاطية، ويمكن تأمين الخوابير عند تثبيتها ضد الإزاحة العرضية من خلال استخدام وسائل مساعدة مثل المسامير الملولبة ـ البنوز ـ حلقات التثبيت .... وغيرها.

وشكل 10-31 يوضح بعض نماذج لوصلات الخوابير المتوازية.



شكل 10-31

بعض نماذج لوصلات الخوابير المتوازية

(ب) الخوابير المستدقة: *Cone Wedges*

تصنع الخوابير المستدقة (المسلوبة) ذات استدقاق بنسبة 10:1، 25:1، 100:1، هذا يعني أن الزيادة في أكبر ارتفاع للضلع الأكبر للخابور مقداره واحد ملّيمتر لكل 10 أو 25 أو 100 ملّيمتر من طول الخابور.

تستخدم الخوابير المستدقة بنسبة 10:1، 25:1 في الوصلات التي يكثر صيانتها (الوصلات الكثيرة الفك والتركيب)، كما تستخدم الخوابير المستدقة بنسبة 100:1 في الوصلات ذات الازدواج المحكم، وفي الأجزاء المطلوب توصيلها ببعضها توصيلا مستديمًا، حيث إن الاستدقاق كلما كان صغيراً زاد تأثير فاعلية الرباط، علمًا بأن الاستدقاق الصغير جداً يؤثر في الرباط وقد يتسبب في تلف الأجزاء المكنية.

أبعاد الخابور المستدق: Dimensions of Cone Wedges

تصمم الخوابير المستدقة بأبعاد مناسبة لتناسب التصميمات المختلفة للأجزاء المكنية، وشكل 10-32 يوضح أبعاد الخابور المستدق.

يثبت الخابور المستدق بين الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها ببعض بواسطة سنبك ومطرقة لتعطي قوة الدفع المطلوبة، وتنقسم هذه القوة إلى مركبتين ممثلتين بالضلعين 5، 6 اللذين يؤثران على الأجزاء المكنية العلوية والسفلية الموصلة.

شكل 10-32

أبعاد الخابور المستدق

1- طول الخابور المستدق.
2- الضلع الأكبر.
3- الضلع الأصغر.
4- الاستدقاق.. السلبة.
5- القمة.
6- الجذع.

تستخدم الخوابير المختلفة الاستدقاق في التوصيل بين الأجزاء المكنية، ويتوقف استخدام كل منها على تصميم الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها. وفيما يلي عرض لأشكال الخوابير المستدقة الموضحة بشكل 10-33 وأمثلة على استخدام كل منها.

شكل 10-33

الخوابير المستدقة واستخداماتها

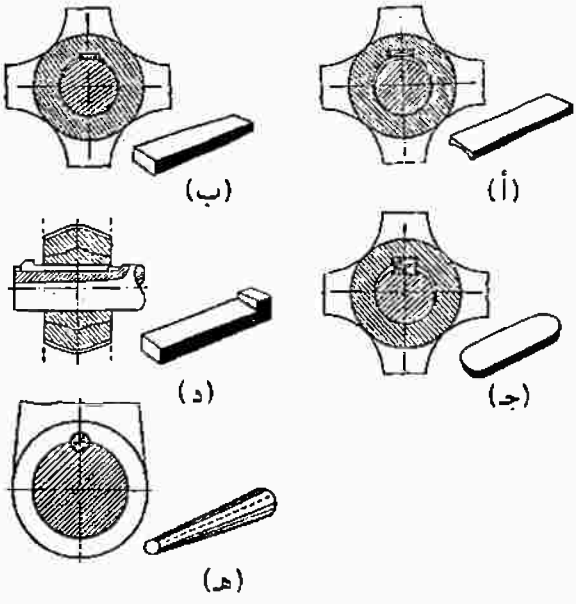
(أ) الخابور باستدقاق 100:1 يستخدم في نقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.

(ب) الخابور باستدقاق 100:1 يستخدم في نقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.

(جـ) الخابور باستدقاق 100:1 يستخدم في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة.

(د) الخابور باستدقاق 100:1 يستخدم في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة.

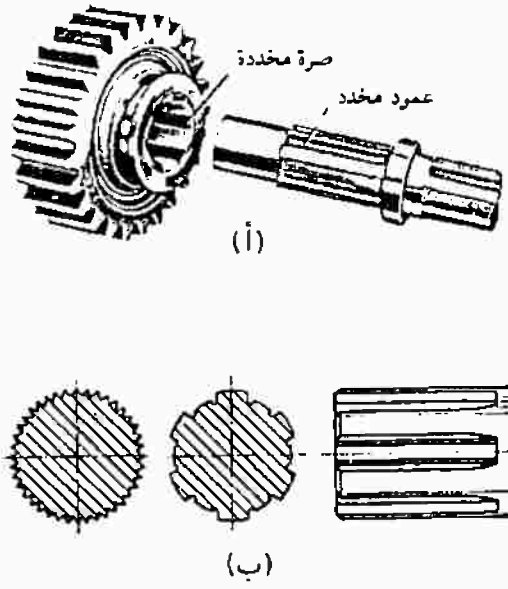
(هـ) الخابور الأسطواني المستدق بنسبة 25:1 ويصل إلى 100:1، يستخدم في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة في الوصلات التي تتطلب كثرة الصيانة.. (كثرة الفك والتركيب).



الأعمدة المخددة: Splined Shafts

الأعمدة المخددة ذات المقطع المضلع والمشرشر هي عبارة عن عمود اسطواني مشكل على سطحه الخارجي عدة أخاديد أو أسنان طولية، تعمل بمثابة خوابير لنقل عزم الدوران إلى جزء مقابل لها من الداخل بنفس الشكل، لذلك فإن هذه الأعمدة تجمع بين مزايا العمود ومزايا الخابور في قطعة واحدة.

يتراوح عدد الأخاديد من 6 إلى 20 وذلك حسب قطر العمود. تستخدم وصلة الأعمدة المخددة الموضحة بشكل 10-34 في نقل القوى عالية التحميل لوصلات مماثلة لها في الحالات التي يتغير فيها وضع الوصلات باستمرار، كما هو الحال في بعض آلات التشغيل والإنتاج وفي المركبات..... وغيرها.



شكل 10-34

الوصل بعمود مخدد

(أ) وصلة العمود المخدد والصرة المخددة.

(ب) تمثيل العمود المخدد بالرسم.

تستخدم عادة الوصلات المخددة والمسننة للصرر المنزلقة، للسماح بوجود حركة محورية نسبية بين العمود المخدد وصرة الجزء المتزاوج معه.

تشكل الأخاديد والأسنان بشكل طولي مستقيم، أو بشكل حلزوني، وذلك حسب شكل الحركة المطلوبة للوصلة.

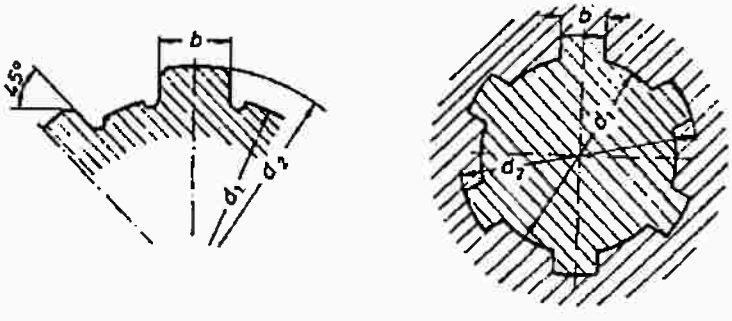
تصلح الأعمدة المخددة والصرر ذات الثقوب شكل 10-35 للوصلات المعرضة لإجهادات عالية بين الأعمدة والصرر، مثل صرر العجلات والقوابض وغيرها من أجزاء الماكينات، وحيث إن أخاديد العمود وثقوب الصرة ليس بها عادة أي ميل. لذلك تعتبر الأعمدة المخددة من الوصلات الانسياقية، وعلى الرغم من أن هذا الاسم لا يعتبر صحيحًا من الناحية الموضوعية.. إلا أنه أصبح اسمًا دارجًا ويجرى استخدامه بالمواصفات القياسية.

يتم التثبيت المطلوب بين العمود والصرة عند مرتكزاتها من الداخل، حيث يتم اختيار التوافق بين القطرين d_1. وفي حالة تمركز الجوانب يمكن الوصول إلى التثبيت المطلوب حسب التوافق بين عرض نتوءات العمود المخدد وعرض ثقوب الصرة b.

يمكن إزاحة الصرة على العمود عند اختيار التوافق الخلوصي، وأقرب مثال لذلك المسننات المنزلقة في صناديق تروس تغيير السرعات.

شكل 10-35

قطاع عرضي في عمود مخدد وصرة ذات ثقوب



حيث d_1 .... القطر الداخلي للعمود، ويعطي مقاس التوافق بحروف توضع بجواره.

d_2 .... القطر الخارجي للعمود.

b .... عرض نتوءات العمود، وعرض شقوب الصرة.

وجدول 10-12 يوضح مقاسات الأعمدة المخددة والصرر ذات الشقوب (مأخوذة عن المواصفات DIN 5463 و DIN 5462).

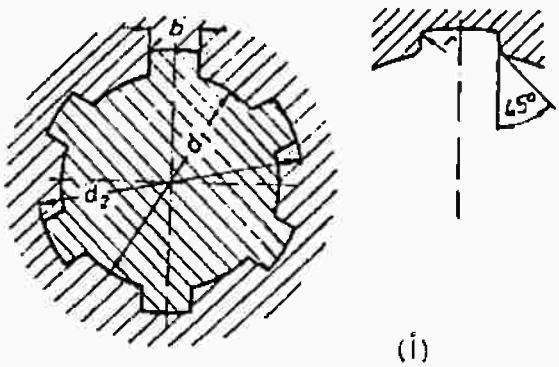
جدول 10-12

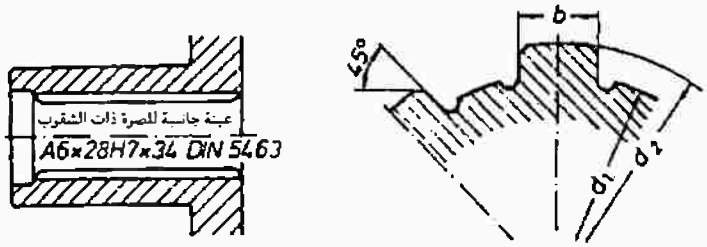
مقاسات الأعمدة المخددة والصرر ذات الشقوب

التمركز	عدد الخدد	المجموعة المتوسطة مواصفات DIN 5463			المجموعة الخفيفة مواصفات DIN 5462		
		b	d_2	d_1	b	d_2	d_1
داخلي	6	5	25	21	-	-	-
		6	28	23	6	26	23
		6	32	26	6	30	26
		7	34	28	7	32	28
داخلي أو جانبي	8	6	38	32	6	36	32
		7	42	36	7	40	36
		8	48	42	8	46	42
		9	54	46	9	50	46
		10	60	52	10	58	52
		10	65	56	10	62	56
		12	72	62	12	68	62
	10	12	82	72	12	78	72
		12	92	82	12	88	82

وشكل 10-36 يوضح تمثيل الأعمدة المخددة والصرر ذات الشقوب بالرسم.

يعطي مقاس التوافق بحروف توضع بجوار القيمة الدالة على القطر d_1، وذلك في حالة التمركز الداخلي الشائع الاستخدام. ويمكن التغاضي عن وضع هذه الحروف عند وجود المقاسات وأبعاد التوافق على الرسم، وعندما تكون أنماط المقاطع الجانبية المطلوبة موجودة بصفة ثابتة ضمن برامج التشغيل بالورشة. وترسم مساقط الأخاديد والشقوب عندما يراد تمثيلها بشكل توضيحي.





شكل 10-36

تمثيل الأعمدة المخددة والصرر ذات الشقوب بالرسم

(أ) مقطع جانبي لصرة ذات شقوب جانبية .. يرمز لها بالرمز A.

عند وصف صرة ذات 10 شقوب، قطرها الداخلي d_1 = 72 mm وقطرها الخارجي d_2 = 78 mm. يكون وصفها كالآتي:

A 10 X 72 X 78 DIN 5462

(ب) مقطع جانبي لعمود مخدد.. يرمز له بالرمز B.

عند وصف عمود مخدد بعدد 8 أخاديد، قطره الداخلي d_1 = 32 mm وقطره الخارجي d_2 = 38 mm. يكون وصفه كالآتي:

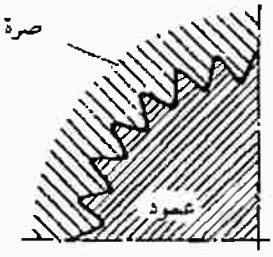
B 8 X 32 X 38 DIN 5463

(جـ) شكل رمزي لمقطع واجهي (جانبية) للصرة ذات شقوب موضح عليها رموز التوافق.

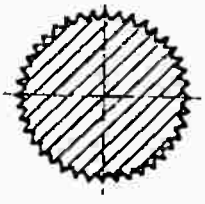
الوصلات ذات الأسنان: Toothed Joints

تستخدم الوصلات ذات الأسنان المثلثة الموضحة بشكل 10-37 عند الحاجة إلى عدد كبير من الأسنان لتثبيت الأجزاء في أوضاع متعددة يختلف بعضها عن البعض الآخر.

يخص عدد الأسنان (81 – 28) للأعمدة التي يتراوح أقطارها ما بين (125mm - 8)، أما جانب الأسنان الموازي للمحور فهو مستوٍ.



(ب)



(أ)

شكل 10-37

الوصلات ذات الأسنان المثلثة

(أ) عمود بأسنان مثلثة

(ب) وصلة بأسنان مثلثة

مميزات الوصلات المخددة والمسننة:

ابتكرت الأعمدة المخددة والمسننة لاستخدامها للصرر المنزلقة المناظرة لها في الشكل والمقاس، وقد طغى استخدامها بسبب مميزاتها على وصلات الخوابير المنزلقة.. حيث تتميز بالآتي:

1- تصلح في الماكينات ذات سرعات الدوران العالية.

2- تنقل عزم دوران كبير مع تحمل عكس اتجاه الحركة.

3- لا تتسبب في اختلال التوازن.

4- يمكن تحريكها في اتجاه المحور حتى في حالات التوافقات الضيقة جداً مثل تروس التعاشيق المنزلقة.

5- سهولة إنتاجها، حيث تخرط الأعمدة ثم تجلخ، وتشكل الأخاديد بالتخليق.

6- تتميز الأعمدة والوصلات المشرشرة بالتمركز الذاتي، وعدم إضعاف المقطع المستعرض للعمود إضعافًا كبيراً.

النوابض
Springs

النوابض ـ البايات ـ الزنبركات ... كلها أسماء مترادفة ومتداولة وهي تشير إلى معنى واحد.

تعمل النوابض على وصل العناصر المكنية بعضها ببعض بمرونة.. أي بصورة نابضة. لذلك فإنها تستخدم في حالات عديدة بمثابة خازنات للقدرة أو مخمدات للحركة أو مخفضة للصدمات.

تتشوه أشكال النوابض بتأثير القوى المختلفة المسلطة عليها، وعند إزالة هذه القوى تعود النوابض إلى حالتها وشكلها الأصلي.

استخدام النوابض: Usage of Springs

النوابض هي عناصر مكنية تستخدم في العديد من التركيبات الميكانيكية، وأقرب مثال لذلك استخدامها في محركات الاحتراق الداخلي، حيث تعمل على إعادة الصمامات إلى قاعدتها بعد دخول أو خروج الشحنة من الاسطوانة، وكذلك في الطلمبات وصمامات الأمان وأذرع الارتداد وغير ذلك. ويمكن تلخيص استخدامات النوابض في الآتي:

1- وصل الأجزاء بعضها ببعض توصيلا مرنًا.

2- مخفضات للأحمال الصدمية وللاهتزازات والذبذبات كما هو الحال في السيارات.

3- كمصدر للطاقة.. أي كخزانات للقدرة، كما هو الحال في الساعات ولعب الأطفال وبعض الأجهزة الأخرى.

4- تسليط ضغط أو قوة كما هو الحال في القوابض.

المواد المستخدمة في صنع النوابض:

تصنع أكثر أنواع النوابض انتشاراً من الصلب اللاسبائكي الذي يتراوح نسبة الكربون فيه إلى ما بين (1% - 0.5%)، كما تصنع من الصلب الكربوني الذي يحتوي على نسبة كربون عالية والصلب المنجنيزي والصلب السيليكوني، أما نوابض صمامات محركات الاحتراق الداخلي فهي تصنع من صلب سبائك الكروم والفاديوم، كما تصنع النوابض المستخدمة في الأغراض الكيميائية من البرونز السيليكوني المنجنيزي أو البرونز القصديري الزنكي.

أنواع النوابض: Types of Springs

توجد أنواع وأشكال مختلفة للنوابض، يمكن تقسيمها من حيث شكلها إلى الآتي:

1- نوابض سلكية.
2- نوابض قرصية.
3- نوابض ورقية.
4- نوابض القضيب الالتوائي.
5- نوابض مسطحة.

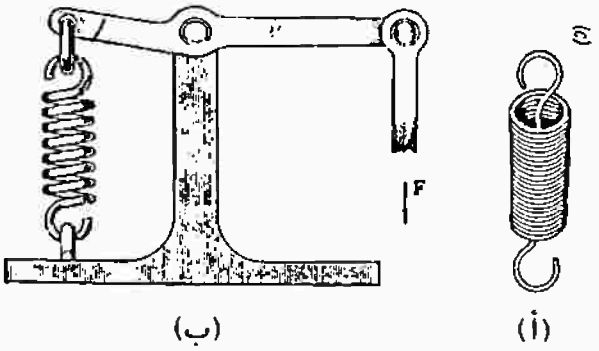
أنواع النوابض السلكية: Types of Wire Springs

تنقسم النوابض السلكية من حيث نوع التحميل إلى الآتي:

1- نابض شد.
2- نابض ضغط.
3- نابض التوائي.

نابض الشد: Tension Spring

نابض الشد الموضح بشكل 10-38 هو عبارة عن سلك من صلب النوابض، تتراكب لفاته يعلو بعضها فوق بعض بإحكام، وتتباعد لفاته بعضها عن بعض بتأثير قوى الشد.



شكل 10-38

نابض الشد

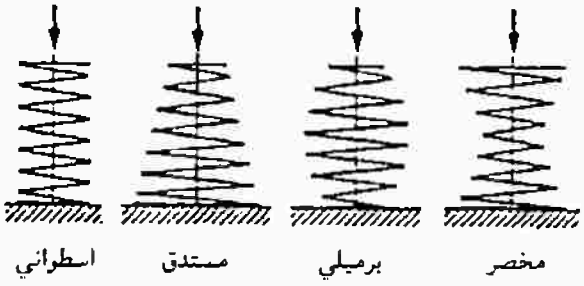
(أ) نابض شد.

(ب) نابض شد في إحدى العناصر المكنية.

نوابض الضغط: Compression Springs

نوابض الضغط هي عبارة عن أسلاك من صلب النوابض. تتباعد لفات نوابض الضغط بعضها عن بعض بمسافات، كما تتقارب لفاتها بعضها من بعض بتأثير قوى الضغط.

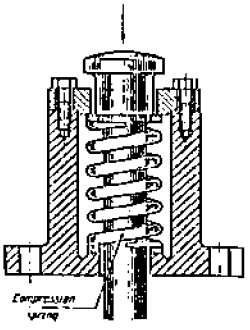
توجد أشكال لنوابض الضغط كما هو موضح بشكل 10-39، يمكن تقسيمها حسب شكل كل منها إلى الآتي:



شكل 10-39

نوابض الضغط

نوابض الضغط الموضحة هي عبارة عن أسلاك من صلب النوابض مصنوعة بأشكال مختلفة لتفي بجميع الأغراض الهندسية، وشكل 10-40 يوضح نابض ضغط في إحدى العناصر المكنية.



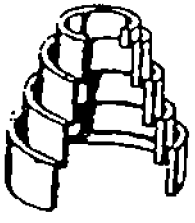
شكل 10-40

نابض ضغط في إحدى العناصر المكنية

نابض المخروط الناقص: Truncated Cone Spring

يسمى أيضًا بنابض الضغط المسطح (Flat Compression Spring). يتكون كما هو موضح بشكل 10-41 من شريط معدني ملفوف على شكل حلقات اسطوانية مركبة يتناقص فيه بعضها عن بعض تدريجيًا.. (الأكبر من أسفل، ثم الأصغر.... وهكذا).

تتقارب الحلقات الاسطوانية الناقصة بعضها من بعض بتأثير قوى الضغط، كما تعود إلى وضعها الأصلي بعد إزالة القوى.

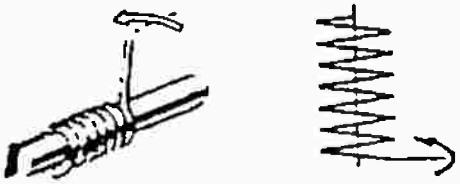


شكل 10-41

نابض المخروط الناقص

النابض الالتوائي: Torsion Spring

يسمى أيضًا بنابض ليّ شكل 10-42 وهو عبارة عن سلك صلب نابض، تتباعد لفاته بشكل غير ملحوظ، يثبت بداية سلك النابض الالتوائي بعمود، بينما يثني نهايته بشكل ساق متعامد على محور العمود. يستخدم هذا النابض لمقاومة عزم الالتواء.



شكل 10-42

نابض التواني.. (نابض لي)

النابض القرصي: Disc Spring

النابض القرصي الموضح بشكل 10-43 هو عبارة عن مجموعة من الأقراص الحلقية المخروطية النابضة، تركب على عمود اسطواني ذي قاعدة قطرها يتناسب مع قطر الأقراص. توضع الأقراص في اتجاه محوري بحيث تتقابل رؤوس الأقراص بعضها مع بعض.

تتقارب الأقراص بعضها مع بعض ليتغير شكلها إلى شكل حلقات اسطوانية بتأثير قوى الضغط، وتعود الحلقات إلى شكلها الأصلي عند إزالة القوى.

شكل 10-43

نابض قرصي

النابض الورقي: Leaf Spring

يتكون النابض الورقي الموضح بشكل 10-44 من عدة أوراق معدنية مثبتة بعضها فوق بعض بتدريج (الأصغر من أسفل ثم الأكبر.... وهكذا).

مقطع النابض الورقي على شكل مستطيل. يمكن أن تكون النوابض الورقية على شكل مجموعة واحدة أو مجموعتين بعضها فوق بعض كما هو الحال في الشاحنات (حسب قوى التحميل الواقعة على السيارة).

تستخدم النوابض الورقية في المركبات وسيارات النقل والشاحنات الكبيرة لامتصاص الاهتزازات ولتخفيض الصدمات.

شكل 10-44

نابض ورقي

رسم النوابض: Drawing of Springs

يمكن رسم النوابض المختلفة الأنواع والأشكال بالطرق التالية:

1- الرسم بالطريقة الهندسية.
2- الرسم بالطريقة التقريبية.
3- الرسم بطريقة الرموز الاصطلاحية.

وسيوضح في الموضوع التالي رسم النوابض ذات المقطع المستدير والمقطع المربع (نوابض الضغط) الملفوفة حول محورها لفًا حلزونيًا بخطوة معلومة وبعد معلوم من اللفات الذي يمثل الطول الطبيعي الحر للنابض، حيث تعتبر هذه النوابض من أكثر الأنواع استخدامًا في الهندسة الميكانيكية.

الطريقة الهندسية لرسم النوابض: Drawing Engineering of Springs

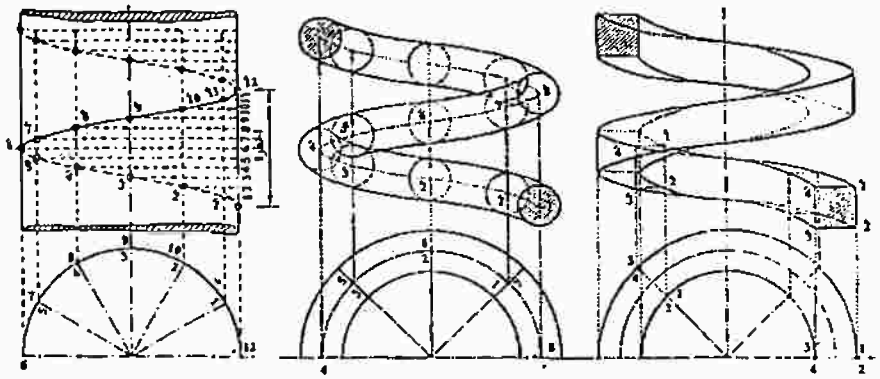
يستنتج القطر المتوسط للنابض ويرسم بمسقط أفقي، ويمكن الاكتفاء برسم نصف دائرة فقط كما هو موضح بشكل 10-45 (أ) حيث تقسم الدائرة أو نصف الدائرة إلى عدد متساوٍ من

الأقسام، ثم ترسم اسطوانة بالمسقط الرأسي وتقسم عدداً من الأقسام بحيث يكون كل منها مساويًا خطوة النابض، ثم تقسم الخطوة بالمسقط الرأسي أقسامًا متساوية بحيث تساوي الأقسام التي سبق أن قسمت بالمسقط الأفقي.

يحدد الخط الحلزوني من خلال إسقاط خطوط رأسية من نقط التقسيم بالمسقط الأفقي، لتتقاطع مع الخطوط الأفقية المرسومة من نقط التقسيم الرأسية في النقط 1 - 2 - 3 - 4.... إلخ، وبتوصيل هذه النقط ينتج المنحنى الحلزوني الذي يمثل محور النابض.

وباستخدام النقط 1 - 2 - 3 - 4.... إلخ بشكل 10-45 (ب) ترسم مجموعة من الدوائر، قطر كل منها يساوي قطر السلك النابض، ويرسم منحنى يمس هذه الدوائر من أسفل، ومنحنى آخر يمسها من أعلى، بذلك يتم الحصول على الرسم الهندسي للنابض ذي المقطع المستدير.

وشكل 10-45 (جـ) يوضح النابض ذا المقطع المربع الذي يتم رسمه بنفس الطريقة السابقة، ولكن عن طريق اسقاط مقطع النابض المربع، ويحدد أركان المقطع المربع للنابض بحيث ينتج المسقط الرأسي للنابض عند توصيل الأركان المتشابهة.



شكل 10-45

الطريقة الهندسية لرسم نابض الضغط ذي المقطع المستدير أو المقطع المربع

التمثيل الاصطلاحي للنوابض:

سيوضح في هذا الموضوع رسم نوابض الضغط ذات المقاطع المستديرة والمربعة بالطريقة الهندسية من خلال رسم مسقطين (المسقط الرأسي والجانبي) وأيضًا التمثيل الاصطلاحي لهذه النوابض.

في حالة نابض الضغط ذي المقطع المستدير الموضح بشكل 10-46 تكون الرموز المستخدمة كالآتي:

L .... الطول الحر للنابض.

D .... قطر سلك النابض.

Do .... القطر الخارجي للنابض.. (القطر الأكبر للنابض).

Dj .... القطر الداخلي للنابض.. (القطر الأصغر للنابض).

Dm .... القطر المتوسط للنابض.

P .... الخطوة.

N .... عدد لفات النابض.

ويمكن إيجاد قيمة الخطوة (P) من العلاقة التالية:

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

رسم المسقطين الرأسي والجانبي:

عند رسم المسقطين الرأسي والجانبي كما هو موضح بشكل 10-46 تتبع الخطوات التالية:

1- حدد المحور الأساسي للنابض، وكذلك حدد المحور المتوسط لكلا المسقطين كما هو موضح بشكل (أ).

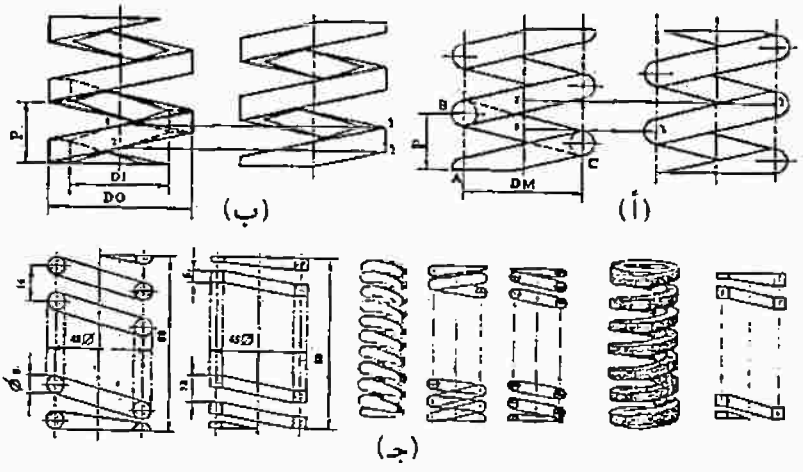
2- حدد الطول الحر للنابض، ومن خلال النقطة (A) على المحور الأيسر، يبدأ تقسيم المحور إلى أقسام متساوية، كل منها يساوي الخطوة (P).. أي يساوي البعد (AB) لتحديد مراكز مقاطع السلك.

3- يقسم المحور الأيمن إلى أقسام متساوية، كل منها يساوي مقدار الخطوة (P) ويبدأ التقسيم من النقطة (C) وهي في منتصف البعد (AB).

4- توصل الخطوط الرأسية للنابض من خلال رسم مماسات متوازية لدوائر السلك جميعها في اتجاه واحد، ثم تصل الخطوط الخلفية للنابض بتوصيل مماسات في عكس الاتجاه السابق، مع مراعاة رسم الخطوط المختفية بخط متقطع.

5- يسقط من المركزين (2، 1) بالمسقط الرأسي، المركزان (`2، `1) بالمسقط الجانبي على المحور الأيسر والأيمن، ثم يتابع التقسيم إلى خطوات للحصول على مركز السلك في المسقط الجانبي، ثم يتم العمل كما سبق في المسقط الرأسي.

بنفس الطريقة السابقة يمكن رسم المسقطين الرأسي والجانبي لنابض الضغط ذي المقطع المستدير أو المربع، كما هو موضح بشكل 10-46، كما يوضح جدول 10-13 مساقط النوابض بأنواعها المختلفة ومقاطعها والرسم الرمزي لكل منها.



شكل 10-46

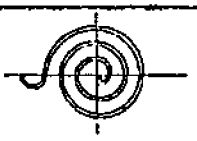
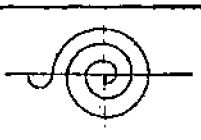
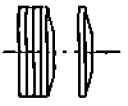
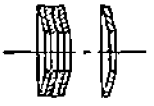
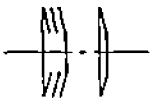
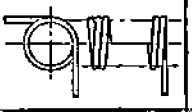
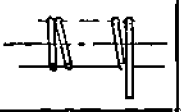
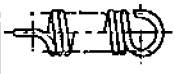
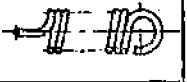
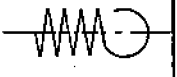
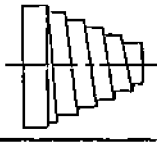
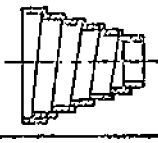
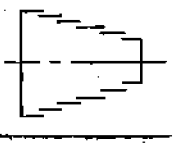
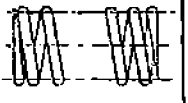
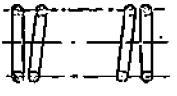
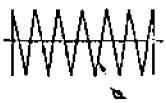
رسم نوابض الضغط ذات المقطع المستدير والمربع

(أ) نابض ضغط ذو مقطع مستدير. (جـ) رسم نابض الضغط ذو المقطع المستدير والمربع.

(ب) نابض ضغط ذو مقطع مربع.

جدول 10-13

المسقط الرأسي ومقاطع النوابض والرسم الرمزي لكل منها

اسم النابض	المسقط	المقطع	الرمز
نابض ورقي نصف بيضاوي مع حلقات تثبيت			
نابض ورقي نصف بيضاوي			
نابض حلزوني			
نابض قرصي			
نابض فتيل مستدير (اسطواني) من سلك مقطعه دائري			
نابض سحب أسطواني لولبي من سلك مقطعه دائري			
نابض دفع مخروطي لولبي من شريط مقطعه مستطيل			
نابض دفع اسطواني لولبي من سلك مقطعه مستدير			

التروس
Gears

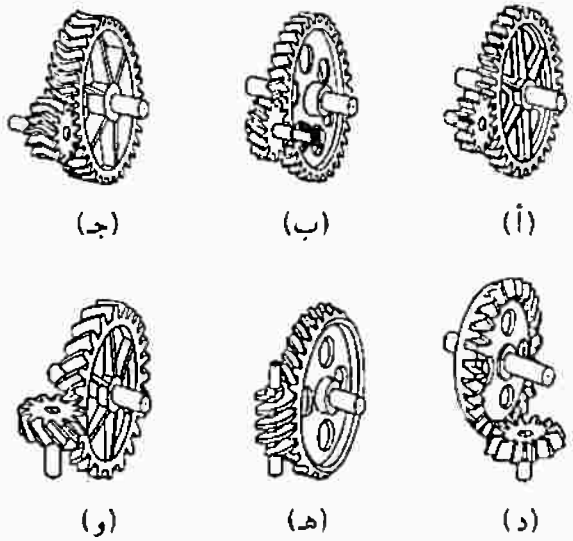
التروس هي عجلات ذات أسنان بأشكال خاصة، وهي عناصر مكنية يستفاد بها في نقل عزم الدوران أو الحركة الدورانية المباشرة من عمود إلى آخر.

تتميز التروس بنقل الحركة الدورانية أو تحويلها إلى حركة مستقيمة خلال مسافات قصيرة دون فقد في السرعة، وذلك لعدم وجود انزلاق مثل الذي يحدث بالسيور مع بكراتها.

تسمى تعاشيق التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة والمائلة والزاوية، وتعاشيق التروس المخروطية الموضحة بشكل 10-47 بالتعاشيق التدحرجية، وذلك لأن الأسطح الخارجية الاسطوانية والمخروطية المتدحرجة (الوهمية) تتدحرج بعضها مع بعض.

يتساوى قطر الدائرة المتدحرجة Rolling Circle في التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة مع قطر دائرة الخطوة Pitch Circle، أي قطر الدائرة التي يتم عليها تقسيم الأسنان في الوقت نفسه. أما في التروس المخروطية فيكون القطر الأكبر للمخروط المتدحرج هو قطر دائرة الخطوة.

وتعتبر تعاشيق التروس الحلزونية والتروس الدودية تعاشيق حلزونية، حيث تنزلق أسطح الأسنان في كل منها بطريقة حلزونية بعضها على بعض، ونظراً إلى الاحتكاك الانزلاقي الكبير الناتج عن انزلاق أسطح الأسنان بعضها فوق بعض، فإن ذلك يؤدي إلى سرعة البلى (التآكل) Corrosion، وانخفاض الكفاية عن مثيلاتها في تعاشيق التروس التدحرجية.



شكل 10-47

تعاشيق أنواع مختلفة للتروس

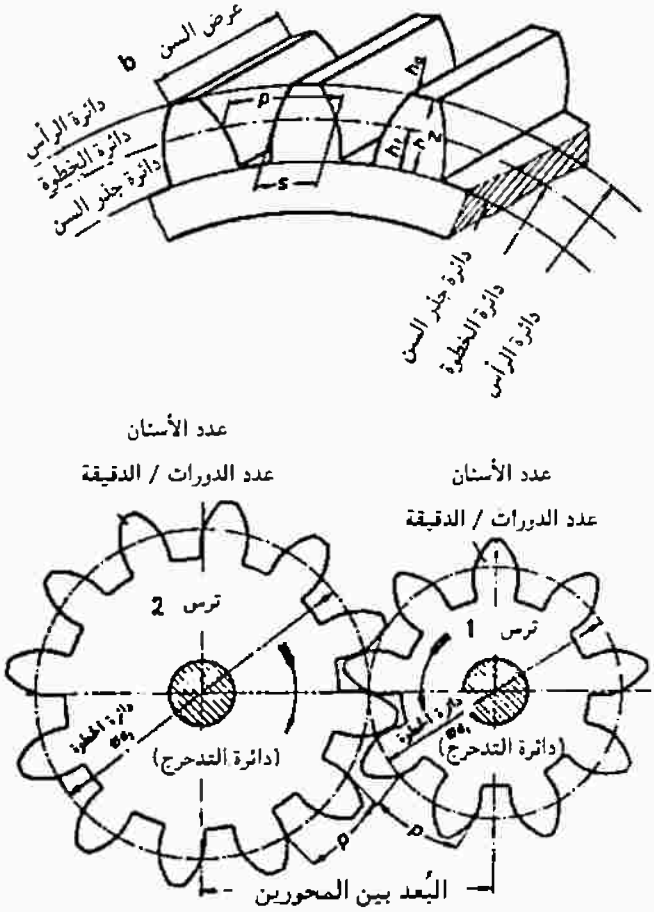
(أ) تعشيقة تروس بأسنان مستقيمة.
(ب) تعشيقة تروس بأسنان مائلة.
(جـ) تعشيقة تروس بأسنان زاوية.
(د) تعشيقة تروس مخروطية.
(هـ) تعشيقة الدودة والترس الدودي.
(و) تعشيقة تروس حلزونية.

تعاريف أساسية:

تعتبر التروس من أهم الوصلات الميكانيكية المستخدمة في نقل الحركة والقدرة بين أعمدة المحاور على اختلاف أنواعها.

والترس هو عبارة عن جزء اسطواني مقطوع على السطح المحيط له أسنان ذات أشكال وأنواع متعددة كالتروس ذات الأسنان المستقيمة والتروس ذات الأسنان الحلزونية والتروس المخروطية.... وغيرها.

وهناك بعض الرموز والمصطلحات الموضحة بشكل 10-48 وأيضًا الصيغ الرياضية التي تجب معرفتها ودراستها وهي:



شكل 10-48

رموز التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة

1- الخطوة: Pitch

هي المسافة بين سنتين متعاقبتين (المسافة بين نقطتين متماثلتين متجاورتين) على قوس دائرة الخطوة. يرمز لها بالرمز (P). ويمكن إيجاد الخطوة من العلاقة التالية:

$$P = m \cdot \Pi$$

حيث P .... الخطوة (المسافة بين سنتين متتاليتين) mm.

m .... المقنن (module).

Π .... نسبة تقريبية 3.14.

2- دائرة الخطوة: Pitch Circle

تنتقل الحركة إلى أي ترسين عندما تتعشق أسنانهما بعضها مع بعض، بحيث تتماس كل سنتين معشقتين عند الدوران في نقطة ثابتة، وتسمى الدائرة المارة بهذه النقطة بدائرة الخطوة، وهي دائرة تخيلية (محيطها يمر بمنتصفات الأعماق الفعلية للأسنان تقريبًا)، وتتخذ أساساً لقياس أبعاد التروس، حيث قطر دائرة الخطوة يعبر عن مقاس الترس، وكل ترسين متعاشقين تتماس دائرتا خطوتيهما في كل أنواع التروس عدا التروس الإنفليوتية. يرمز لدائرة الخطوة بالرمز (d).

ويمكن معرفة قطر دائرة الخطوة من العلاقة التالية:

$$d = z * m$$

حيث d .... قطر دائرة الخطوة mm

z .... عدد أسنان الترس.

m .... المقنن (module).

3- دائرة الرأس: Head Circle

هي الدائرة الطرفية أو دائرة القمة (Addendum Circle)، وهي الدائرة التي تمر بأعلى نقطة بأسنان الترس. ويرمز لها بالرمز (da)، ويمكن إيجادها من العلاقة التالية:

$$d_a = d + 2 * m = m\,(z + 2)$$

حيث d_a .... دائرة الرأس أو الدائرة الطرفية mm

d .... قطر دائرة الخطوة mm

غ .... المقنن (module)

z .... عدد الأسنان.

4- دائرة جذر السن: Dedendum Circle

تسمى أيضًا بدائرة قاع السن، وهي الدائرة الداخلية التي تمر بأدنى نقطة بأسنان الترس. يرمز لها بالرمز (d_f). يمكن إيجاد قطر دائرة جذر السن من العلاقة التالية:

$$d_f = d - 2.4\ m = m\ (z - 2.4)$$

حيث d_f .... قطر دائرة جذر السن (mm) ø

d .... قطر دائرة الخطوة.

m .... المقنن (Module)

z .... عدد أسنان الترس.

5- المقنن: Module

هو البعد الأساسي الذي ترتبط به جميع أبعاد التروس، وهو رقم مميز، بل يعتبر أهم رقم مميز لتعشيق التروس، والذي يمكن عن طريق استخدامه التخلص من النسبة التقريبية Π عند حساب دائرة الخطوة. يرمز له بالرمز (m).

ويمكن إيجاد قيمة المقنن (Module) من العلاقة التالية:

$$M = \frac{P}{\Pi}$$

حيث M .... المقنن (Module)

P .... الخطوة

P .... النسبة التقريبية 3.14

وفيما يلي قيم المقنن (Module) طبقًا للمواصفات الألمانية (DIN 780) للمجموعة 1 وهي كالآتي:

0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 0.9 - 1 - 1.25 - 1.5 - 2 - 2.5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25.

6- سمك السن: Tooth Thickness

يتوقف على مقدار الخلوص للأسنان المعشقة، ويقاس بالملليمتر. يرمز له بالرمز (S).

7- ارتفاع رأس السنة من دائرة الخطوة:

يقاس ارتفاع رأس السنة من دائرة الخطوة بالملّيمترات، وهو يساوي المقنن (Module). يرمز له بالرمز (h_a).

8- عمق جذر السن من دائرة الخطوة:

يقاس عمق جذر السن من دائرة الخطوة بالملّيمترات، يرمز له بالرمز (h_f). ويمكن إيجاده من العلاقة التالية:

$$h_f = 1.2\ m = m + c$$

حيث h_f .... عمق جذر السن من دائرة الخطوة (mm).

m .... المقنن (Module)

c .... خلوص الرأس (mm)

9- ارتفاع السن: Tooth Height

هو البعد المقاس بين دائرة جذر السن ودائرة رأس السن. يرمز له بالرمز (hz). ويمكن إيجاده من العلاقة التالية:

$$h_z = 2.2\ m = h_a + h_f = 2\ m + c$$

حيث h_z .... ارتفاع السنة (mm)

m .... المقنن (Module)

h_a .... ارتفاع رأس السنة من دائرة الخطوة (mm)

h_f .... عمق جذر السنة من دائرة الخطوة (mm)

c .... خلوص الرأس (mm)

10- خلوص الرأس: Vertex Clearance

يجب أن يكون هناك خلوص بين دائرة رأس السن لأي ترس ودائرة قاع السن للترس الآخر المعشق معه وهو ما يسمى بخلوص الرأس. يرمز له بالرمز (c) ويقاس بالملّيمتر.

يتم حساب جميع الأبعاد اللازمة لإنتاج ترس اسطواني بأسنان مستقيمة، إذا علم كل من المقنن، وعدد الأسنان وخلوص الرأس.

يتراوح هذا الخلوص حسب المواصفات القياسية الألمانية DIN ما بين (0.3 و 0.1 من المقنن). وغالبًا يتم حسابه بسدس قيمة المقنن.. أي (0.167 m). ويمكن حسابه أيضًا من العلاقة التالية:

$$C = 0.2\ m = h_f - h_a$$

حيث C .... خلوص الرأس (mm)

m .... المقنن

h_f .... عمق جذر السن من دائرة الخطوة (mm)

h_a .... ارتفاع رأس السن من دائرة الخطوة (mm)

تمثيل التروس في الرسومات المجمعة:

تستخدم الطريقة المبسطة الموضحة بجدول 10-14 في تمثيل التروس في الرسومات الهندسية المجمعة، حيث يوضح بالجدول أزواج التروس المعشقة طبقًا للمواصفات القياسية الألمانية (DIN 37).

بالنسبة للتروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة (Spur Gears) والتروس الحلزونية (Spiral Gears) والتروس الدودية (Worm Gears) تمثل دوائر الرأس الطرفية والحواف المرئية للأسنان المعشقة بخطوط سميكة كاملة متصلة في المسقط الرأسي، ولا تطبق هذه القاعدة على الأسنان التي تظهر جزئيًا في القطاع الجانبي.

جدول 10-14

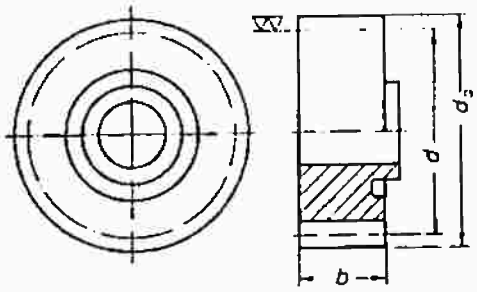
تمثيل التروس في الرسومات الهندسية المجمعة

الوصف	التمثيل	التمثيل المبسط
تروس أسطوانية عدلة ومائلة • إذا اختلف ميل الأسنان عن هذا فيجب تمثيله تبعا لما هو مقصود.		ترس بأسنان مائلة ترس بأسنان عدلة
ترس أسطواني عدل مع جريدة مسننة توضح أسنان الجريدة المسننة عندما يراد إظهارها بطريقة واضحة مرئية.		
تروس مخروطية		
تروس حلزونية أسطوانية		
الدودة معشقة مع ترس دودي (معشقة إدارة من ترس دودي ودودة)		

التمثيل في الرسومات التنفيذية:

عند تمثيل ترس اسطواني بأسنان مستقيمة في الرسم التنفيذي، ترسم الدائرة الطرقية بخط سميك كامل متصل، وترسم دائرة الخطوة بخط رفيع من شرط ونقط كما هو موضح بشكل 49-10.

وقد جرت العادة على الاستغناء عن تمثيل دائرة جذر السن بخط منقط. ويمكن رسم الترس في قطاع أو نصف قطاع وذلك حسب الحاجة.



شكل 10-49

تمثيل ترس اسطواني بأسنان مستقيمة

حيث d_a .... قطر دائرة الرأس.. الدائرة الطرفية (mm)

d .... قطر دائرة الخطوة

b .... عرض السن

z .... عدد الأسنان

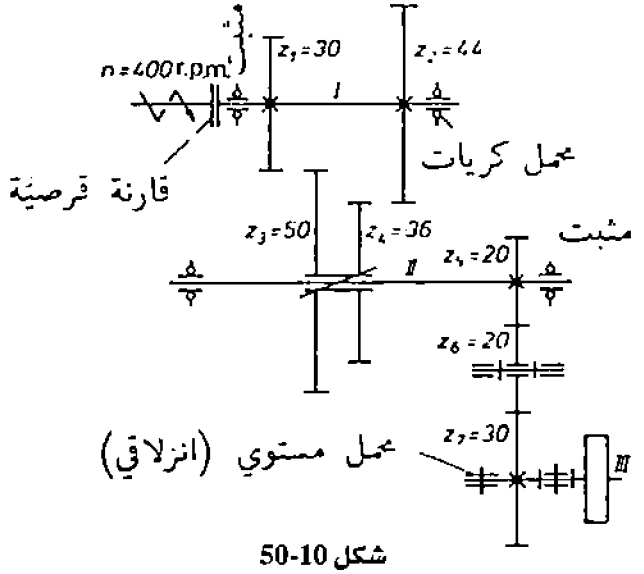
m .... المقنن.. (Module)

يلاحظ بالشكل السابق توضيح رموز إنجاز أسطح الأسنان على دائرة الخطوة.. أي على خط الشرط والنقط المناظر لدائرة الخطوة.

ويلاحظ أن بيانات إنجاز السطح مدونة بجوار الأبعاد المناظرة لها، ودونت معطيات إنجاز أسطح الأسنان على المسقط الذي يتحدد فيه قطر دائرة الخطوة.

تمثيل تعاشيق التروس بالرسم:

تمثل التعاشيق الموضحة بالجدول السابق 10-14 تعاشيق التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة وبعض التعاشيق الأخرى، وزيادة في التبسيط فإنه يمكن تمثيل صندوق التروس من خلال الرسم الرمزي الموضح بشكل 10-50 الذي يستخدم عادة في الرسومات المجمعة لصناديق التروس المختلفة.



شكل 10-50

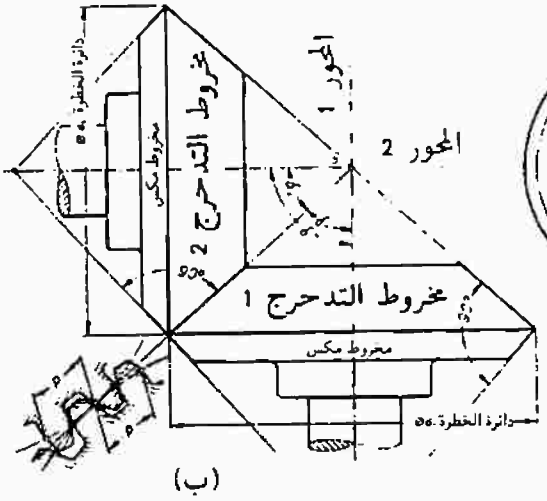
تمثيل تعاشيق صندوق تروس بالرسم الرمزي

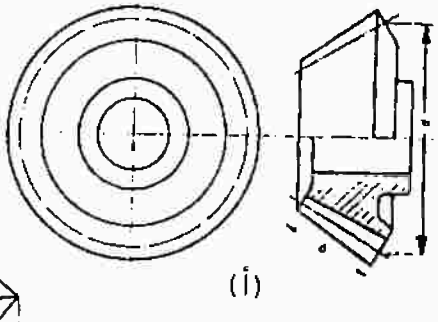
تمثيل التروس المخروطية بالرسم:

لتمثيل التروس المخروطية (Bevel Gears) بالرسم، تتبع نفس الطريقة المستخدمة في التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة، ويلزم لتصنيع هذا النوع من التروس بعض المعطيات الإضافية في الأبعاد والزوايا وهي تدون عادة في جداول خاصة. ويمكن استنتاج الأبعاد الضرورية لتصنيع الترس من الرسم الموضح بشكل 10-51 (أ) وكذلك من خلال لوحة خطة عمليات التشغيل الملحقة مع الرسم عند التصنيع.

ويمكن استيعاب عملية التدحرج (Rolling) من شكل 10-51 (ب) الموضح فيه مخروطا التدحرج للترسين (بدون أسنان)، حيث تقع القمة المشتركة لمخروطي التدحرج في نقطة تقاطع المحورين S.

يتم تقسيم الأسنان على المحيط الأكبر لمخروط التدحرج (دائرة الخطوة). وتصنع رواسم المخروطات المكملة زاوية قائمة مع رواسم مخروطات التدحرج التي يجرى عليها قياس ارتفاع رأس وجذر السن وشكل الأسنان الإنفوليوتية.. وبالتالي إنتاجها.





شكل 10-51

تمثيل التروس المخروطية بالرسم

(أ) تمثيل ترس مخروطي بالرسم.

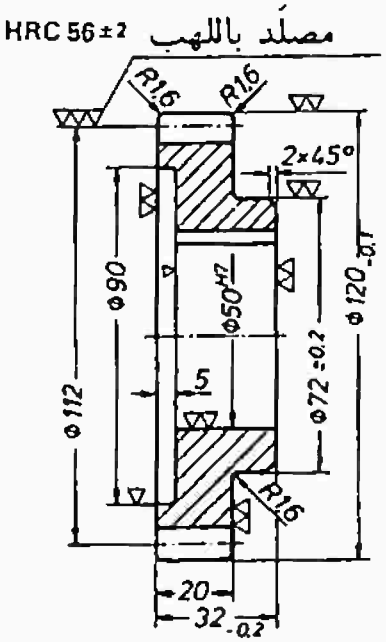
(ب) عملية تدحرج التروس المخروطية.

تمارين:

1- قطاع الترس الاسطواني ذو الأسنان المستقيمة الموضح بشكل 10-52. المطلوب من المعطيات المدونة على الرسم الآتي:

(أ) رسم المسقط الجانبي.

(ب) حساب عدد أسنان الترس، والمقنن (Module) علماً بأن ارتفاع رأس السن (المقنن ($h_a = m$



شكل 10-52

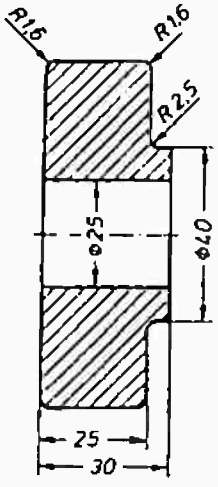
قطاع ترس اسطواني بأسنان مستقيمة

2- عجلة مشكلة بالخراطة لترس صغير (بنيون) شكل 10-53. والمطلوب الآتي:

(أ) رسم قطاع نصفي للترس بعد قطع الأسنان.

(ب) احسب قطر دائرة الرأس الطرفية وقطر دائرة الخطوة ووقعها على الرسم.

تذكر أن ($h_a = m$)



شكل 10-53

جزء مشغل بالخراطة لترس صغير

3- شكل 10-54 يوضح وسيلة نقل حركة مكونة من ترسين بأسنان مستقيمة والمطلوب حساب القيم الناقصة بجدول 10-15 التالي:

شكل 10-54

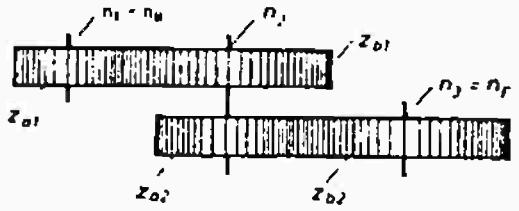
وسيلة نقل حركة مكونة من ترسين

جدول 10-15

المطلوب حساب القيم الناقصة بالجدول

		أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	
عدد أسنان الترس	$= z_a$	24	30	48	?	40	?	?	
عدد أسنان الترس	$= z_b$	60	50	?	56	?	72	90	
سرعة الدوران	$= n_1$	720	?	192	720	960	384	?	(r.p.m.)
سرعة الدوران	$= n_2$	?	390	128	450	?	?	124	(r.p.m.)
نسبة نقل الحركة	$= j$	?	?	?	?	3:1	1.5:1	2.5:1	

4- شكل 10-55 يوضح مجموعة تروس ناقلة للحركة ذات أسنان مستقيمة، والمطلوب حساب القيم الناقصة بجدول 10-16 التالي:



شكل 10-55

مجموعة تروس ناقلة للحركة

جدول 10-16

		أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	
عدد أسنان الترس	$= z_{a1}$	30	40	40	?	?	35	32	
عدد أسنان الترس	$= z_{b1}$	60	60	90	54	96	66	?	
عدد أسنان الترس	$= z_{a2}$	36	25	50	36	36	22	30	
عدد أسنان الترس	$= z_{b2}$	54	50	?	60	90	?	96	
سرعة الدوران الابتدائية	$= n_B$	960	?	648	?	780	648	528	(r.p.m.)
سرعة الدوران النهائية	$= n_E$	?	160	180	172	104	?	48	(r.p.m.)
نسبة نقل الحركة	$= j$	?	?	?	3:1	?	9:1	?	

الحدبات

Cams

الحدبة هي إحدى العناصر المكنية المشكلة بمنحنيات خارجية أو داخلية، تعمل بمساعدة عمود بحيث يمكن الحصول على حركة متقطعة أو غير منتظمة في العضو المدار بواسطتها.

تتشابه الإدارة بالحدبات (Cams) مع الإدارة اللامركزية، إلا أن الإدارة بالحدبات ينتج عنها حركة مستقيمة مترددة بمسافات قصيرة جداً.

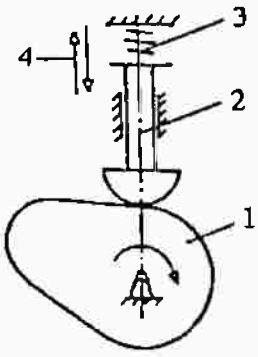
تصمم أعمدة الحدبات بحيث تتخذ عدة مواضع على أساس أن تأخذ الحدبات مواضع أخرى محسوبة مسبقًا.

تستخدم الحدبات على نطاق واسع في نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة مترددة أو متذبذبة بآلات الاحتراق الداخلي والماكينات وآلات الإنتاج، بحيث لا تخلو مكنة من حدبة أو أكثر لكونها تلعب دوراً هامًا في الأعمال الدقيقة وتنفيذها بكفاءة عالية.. وفيما يلي عرض لأكثر أنواع الحدبات استخدامًا.

الحدبة القرصية: Disc Cam

الحدبة القرصية الموضحة بشكل 10-56 هي عبارة عن عنصر مكني بأسطح منحنية على شكل بيضاوي، لها بروز من جانب واحد.

تستخدم الحدبات القرصية في العديد من الآلات والماكينات وأقرب مثال إلى ذلك هو استخدامها للتحكم في حركة فتح وغلق الصمامات بآلات الاحتراق الداخلي، حيث تفتح الصمامات نتيجة لضغط البروز الجانبي للحدبة على الاصبع الغماز (الرافعة)، كما تغلق الصمامات نتيجة لانفعال نوابض الضغط (Compression Spring).



شكل 10-56

الحدبة القرصية

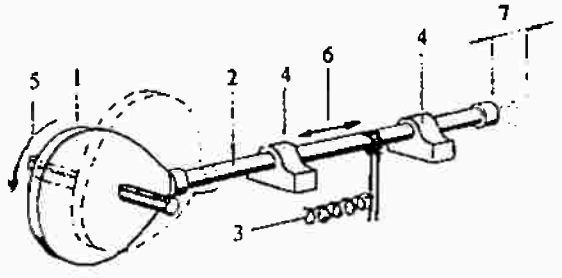
1- الحدبة (الكامة) القرصية.

2- ذراع دفع.

3- نابض (ياي) ضغط.

4- الحركة المستقيمة المترددة لعمود الدفع.

تستخدم تجهيزات في بعض آلات الإنتاج لتوليد الحركة المستقيمة المترددة القصيرة، وأكثر هذه التجهيزات انتشاراً هي التي تدار بالحدبات القرصية الموضحة بشكل 10-57، وأقرب مثال على ذلك هو استخدامها بآلات إنتاج مسامير البرشام، حيث تعتبر الحركة المستقيمة المترددة القصيرة ضرورية.



شكل 10-57

استخدام الحدبة القرصية لتوليد الحركة المستقيمة المترددة القصيرة

1- الحدبة (الكامة).. غالباً تكون بشكل بيضاوي.

2- العمود المنزلق.

3- نابض لولبي.. (ياي شد لجذب العمود المنزلق نحو الكامة).

4- دليل توجيه العمود المنزلق.

5- الحركة الدائرية للكامة.

6- الحركة المستقيمة المترددة للعمود المنزلق.

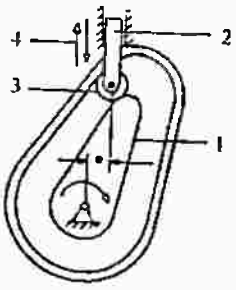
7- طول الحركة المستقيمة المترددة المستفادة.

الحدبة الوجهية: Face Cam

الحدبة الوجهية الموضحة بشكل 10-58 هي إحدى العناصر المكنية، تحتوي على أسطح منحنية على شكل أقراص بيضاوية، لها بروز من جانب واحد أو من جانبين. سطح القرص الداخلي كبير والسطحان الخارجيان الجانبيان صغيران، وهما السطحان الناقلان للحركة.

يتحرك على السطحين الخارجيين محامل تدحرجية مقاومة للاحتكاك (Rolling Bearing) مثبتين برافعة لنقل الحركة المستقيمة المترددة.

تستخدم الحدبات الوجهية في بعض آلات التشغيل لإنتاج الحركة المترددة الطويلة نسبيًا.



شكل 10-58

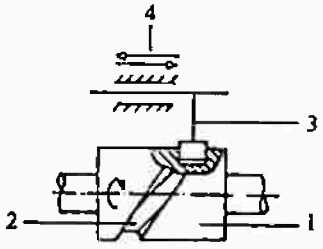
الحدبة الوجهية

1- حدبة (كامة) وجهية.
2- ذراع دفع.
3- محمل ذو كريات.. (رولمان بلي).
4- الحركة المستقيمة المترددة لعمود الدفع.

الحدبة الاسطوانية: Cylindrical Cam

الحدبة الاسطوانية الموضحة بشكل 10-59 هي إحدى العناصر المكنية. ذات مقطع اسطواني، يوجد بها مجرى مائل بطول السطح الخارجي الاسطواني، وهو بمثابة ممر يثبت به رافعة لنقل الحركة.

عند تحرك عمود الحدبة حركة دائرية (نصف لفة)، تتحرك الرافعة المثبتة بالمجرى المائل حركة مستقيمة إلى الأمام بمسافة قصيرة محددة، وعند دوران عمود الحدبة نصف لفة أخرى، تتحرك الرافعة المثبتة بالمجرى المائل حركة مستقيمة إلى الخلف بنفس المسافة السابقة، هذا يعني أن وظيفة الحدبة الاسطوانية هي نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة قصيرة.



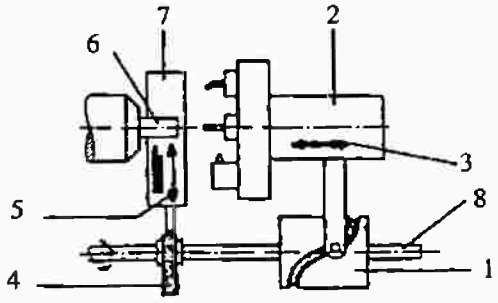
شكل 10-59

الحدبة الاسطوانية

1- حدبة (كامة) اسطوانية.
2- مجرى الحدبة الحلزوني.
3- الذراع الناقل للحركة.
4- حركة مستقيمة في اتجاه محوري.

تحدد أطوال الحركة المستقيمة المستفاد بها في أثناء تصميم الحدبات الاسطوانية، وذلك من خلال أطوال المجاري (الممرات المائلة بالحدبة).

تستخدم الحدبات الاسطوانية في مخارط البرج والمخارط الأوتوماتية الأفقية والرأسية لتحريك الآلات القاطعة كما هو موضح بشكل 10-60.



شكل 10-60

استخدام الحدبات الاسطوانية لحركة الآلات القاطعة بمخارط البرج والمخارط الأوتوماتية

1- الحدبة (الكامة) الاسطوانية.. (أداة التوجيه).
2- منزلقة البرج.
3- الحركة الطولية الناتجة عن دوران الحدبة الاسطوانية.
4- حدبة قرصية.
5- الحركة العرضية للراسمة الناتجة عن دوران الحدبة القرصية.
6- قطعة التشغيل.
7- الراسمة العرضية.
8- عمود الحدبات (الكامات).

كما تستخدم الحدبات الاسطوانية في حركة عمود أو كتلة تروس كما هو الحال عند حركة الكتلة التي تحتوي على مجموعة تروس متدرجة بتعشيقة نورتن بصناديق السرعات والتغذية بآلات التشغيل.

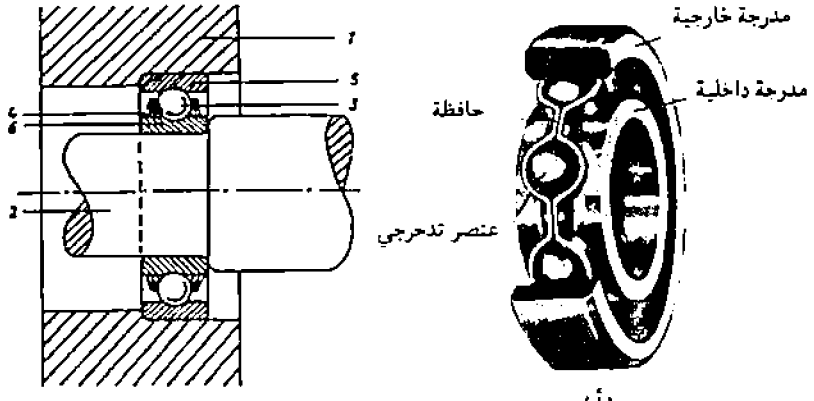
مميزات الحدبات: Advantages of Cams

1- بساطة التصميم.
2- ضبط دقيق للحركة.
3- صغر الحجم.
4- صيانة منخفضة.. (تكاد تكون معدومة).
5- كفاءة عالية.
6- خلو الحركة من الصدمات والاهتزازات.

المحامل التدحرجية
Rolling Bearings

المحاملة التدحرجية هي المحامل المقاومة للاحتكاك. تستخدم في حمل وسند مرتكزات الأعمدة والمحاور وتوجيهها.

يتكون المحمل المتدحرج (المقاوم للاحتكاك) الموضح بشكل 10-61 (أ) من مدرجة أو حلقة خارجية ومدرجة أو حلقة داخلية، يوجد بينهما العناصر المتدحرجة داخل حافظة (قفص) للمحافظة على المسافة بينهما. تكون إحدى هاتين الحلقتين ثابتة، بينما تكون الأخرى متحركة، ويلاحظ عند تركيب المحمل التدحرجي كما هو موضح بشكل 10-61 (ب) أن تكون الحلقة الدوارة ذات توافق أكثر إحكامًا مما في الحلقة الثابتة.



شكل 10-61

المحمل التدحرجي

(أ) محمل تدحرجي.. (مقاوم للاحتكاك).

(ب) محمل تدحرجي مركب بعنصر مكني.

1- مبيت المحمل.

2- مرتكز العمود.

3- العناصر التدحرجية.. (البلي).

4- قفص الكريات.. (حافظة البلي).

5- حلقة الكريات الخارجية.

6- حلقة الكريات الداخلية.

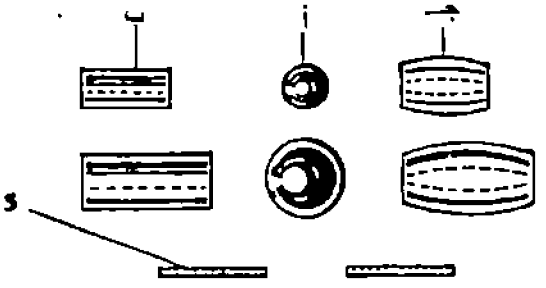
تتدحرج العناصر التدحرجية على مسارات الحلقتين الداخلية والخارجية، حيث يكون تلامس عناصر التدحرج بالمحامل المحتوية على كريات في نقطة واحدة، في حين يكون تلامس عناصر التدحرج بالمحامل المحتوية على أسافين بامتداد خط مستقيم. هذا يعني أن المحامل ذات الأسافين تتحمل ضغوطًا أكبر من المحامل ذات الكريات. وبصفة عامة فإن الاحتكاك بالمحامل التدحرجية يكون صغيراً جداً بالمقارنة بالمحامل الانزلاقية.

ترتب العناصر المتدحرجة في صف واحد أو صفين متجاورين، وتوفر الحافظة (القفص) التباعد المتساوي بين العناصر المتدحرجة.

وتعمل التجاويف الموجودة بالحلقتين الخارجية والداخلية كدليل لتوجيه العناصر التدحرجية، مما يؤدي إلى انتظام حركة الدوران بالمحمل.

أنواع العناصر المتدحرجة: Types of Rolling Elements

صممت العناصر المتدحرجة بأنواع وأشكال مختلفة، كما هو موضح بشكل 10-62. يتوقف اختيار كل منها على مقدار الأحمال والضغوط الواقعة عليها، وسرعة الدوران، ونوع المكنة..... إلخ.



شكل 10-62

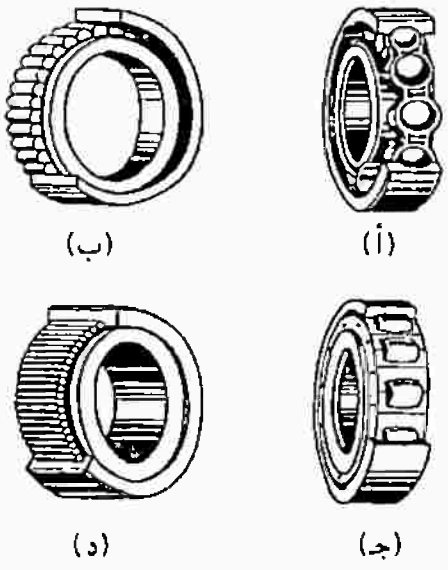
أنواع العناصر المتدحرجة

(أ) دحروج كروي. (جـ) دحروج برميلي.

(ب) دحروج اسطواني. (د) دحروج إبري.

أنواع المحامل: Types of Rolling Bearings

تنقسم المحامل التدحرجية (المقاومة للاحتكاك) تبعًا لأشكال العناصر التدحرجية التي تحتويها كما هو موضح بشكل 10-63 للأنواع التالية:



شكل 10-63

أنواع المحامل التدحرجية تبعًا لشكل العنصر التدحرجي

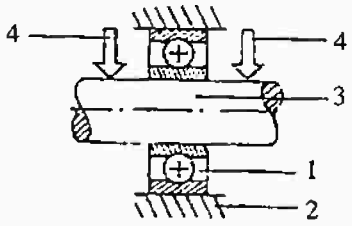
(أ) محمل كريات.. (رولمان بلي).
(ب) محمل اسطوانات.
(جـ) محمل إبري.
(د) محمل قطري.

تصنيف المحامل من حيث العناصر التدحرجية:

تصنف المحامل التدحرجية من حيث تحملها للقوى المؤثرة عليها حسب مقدار واتجاه التحميل الذي تتلقاه إلى نوعين أساسيين هما:

أولا: محمل قطري *Radial Bearing*

هو الذي يتحمل القوى والأحمال المتعامدة على محور العمود كما هو موضح بشكل 10-64 حيث تبين الأسهم اتجاه الأحمال المسلطة على المحمل.



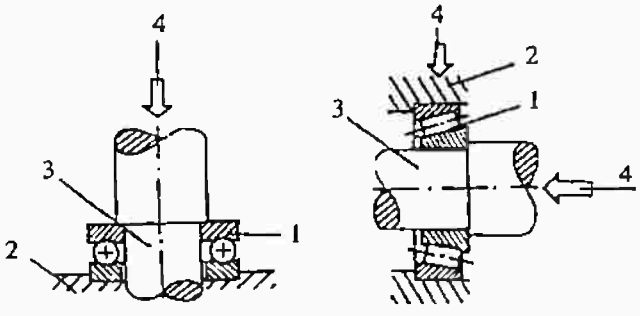
شكل 10-64

المحمل القطري.. (توضح الأسهم الأحمال المسلطة واتجاهها)

1- المحمل القطري.
2- مبيت المحمل.
3- مرتكز العمود.
4- اتجاه الأحمال.

ثانيًا: محمل محوري *Thrust Bearing*

يسمى أيضًا بمحمل دفعي، وهو الذي يتحمل القوى والأحمال في اتجاه المحور الرأسي والمحور الأفقي كما هو موضح بشكل 10-65 حيث توضح الأسهم اتجاهات الأحمال المسلطة.



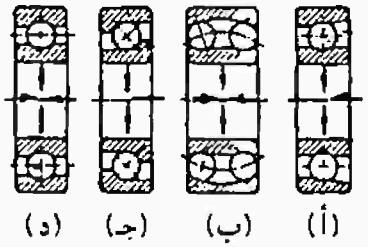
شكل 10-65

المحمل المحوري.. (توضح الأسهم الأحمال المسلطة واتجاهها

1- المحمل المحوري.
2- مبيت المحمل.
3- مرتكز العمود.
4- اتجاه الحمل.

مما سبق عرضه فإنه يمكن تصنيف المحامل التدحرجية من حيث تحميل العناصر التدحرجية للضغوط والقوى المؤثرة إلى قسمين أساسيين هما:

1- المحامل ذات الكريات الموضحة بشكل 10-66 حيث تبين الأسهم اتجاه الضغوط والأحمال المسلطة عليها.



شكل 10-66

المحامل ذات الكريات.. (توضح الأسهم اتجاه الضغوط والأحمال المسلطة عليها)

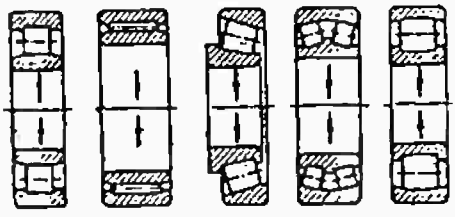
(أ) محمل كريات كتفي.

(ب) محمل كريات تراوحي.

(جـ) محمل كريات زاوي التلامس.

(د) محمل كريات محزوز.

2- المحامل ذات الأسافين الموضحة بشكل 10-67 تبين الأسهم اتجاه الضغوط والأحمال المسلطة عليها.



شكل 10-67

المحامل ذات الأسافين.. (توضح الأسهم اتجاه الضغوط والأحمال المسلطة عليها)

(أ) محمل ذو براميل.

(ب) محمل تراوحي ذو اسطوانات.

(جـ) محمل مستدق ذو اسطوانات.

(د) محمل إبري.

(هـ) محمل اسطوانات مستقيمة.

مميزات المحامل التدحرجية: Advantages of Rolling Bearings

1- انخفاض القوى اللازمة للدوران بسبب انخفاض معامل الاحتكاك.

2- الاحتكاك صغير عند بدء الحركة.

3- انخفاض معدل التزليق.

4- سهولة صيانتها واستبدالها.

5- إمكان التشغيل بسرعات عالية.

6- طول عمرها التشغيلي.

7- أبعادها القياسية تحقق صفة التبادلية.

عيوب المحامل التدحرجية: Disadvantages of Rolling Bearings

1- تتطلب دقة كبيرة ودرجة عالية للأسطح المتوافقة (المتزاوجة) عند تركيب مرتكز العمود والمبيت.

2- شديدة الحساسية حيث تتلف بسبب المواد الغريبة.

3- سرعة تأثرها بالصدمات لصلادتها.

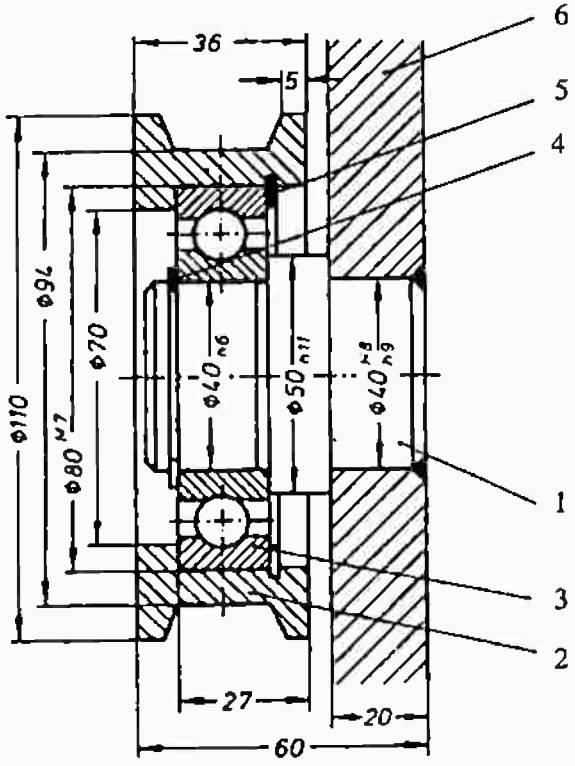
4- لا يمكن تصنيعها إلا في المصانع الإنتاجية المتخصصة.

تمارين:

1- محمل بكرة الشد الموضح بشكل 10-68 مكون من محور دوران 1 -- بكرة شد 2 - حلقة إحكام 5 - جدار المكنة 6. والمطلوب الآتي:

(أ) ارسم الشكل التجميعي بمقياس رسم 1:1، ووقع عليه أبعاد التوافق، واكتب قائمة الأجزاء وجدول لانحرافات الأبعاد، علمًا بأن الانحراف في مقاس ø 80 M7 هو 0 / - 30μm.

(ب) ارسم محور الدوران رقم 1 والبكرة رقم 2 في شكلين منفصلين واكتب عليهما الأبعاد، واستكمل الأبعاد المعطاه على الرسم، واعمل جدولا موضحًا به الانحرافات في الأبعاد.



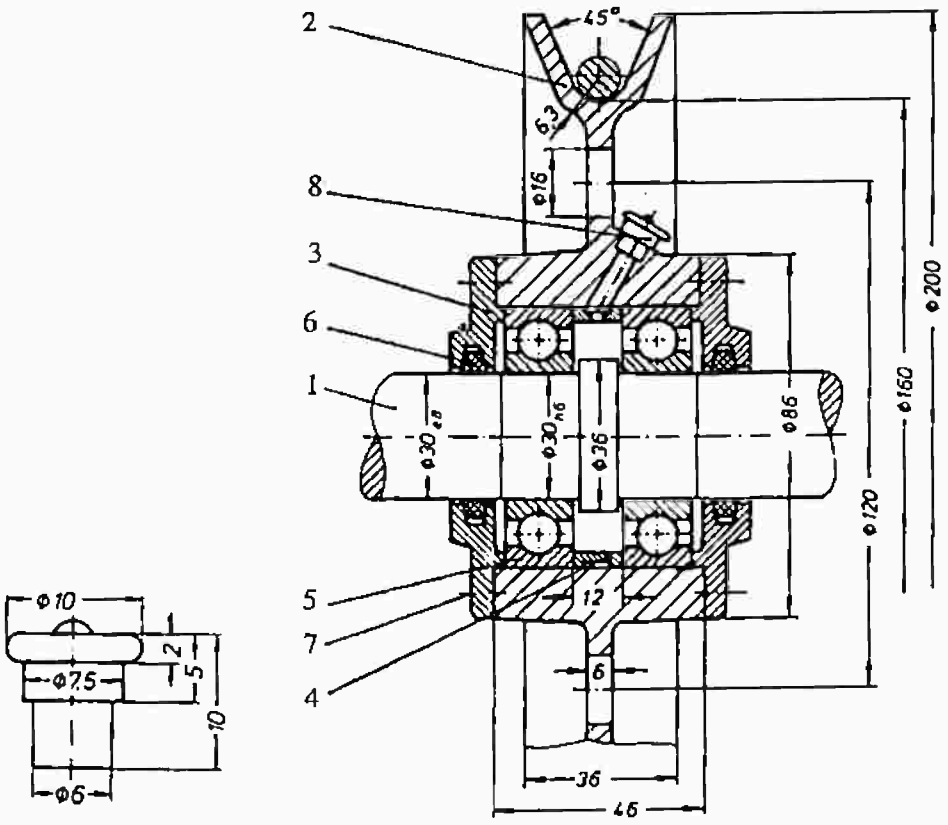
شكل 10-68

محمل بكرة شد مكونة من ستة أجزاء

2- بكرة التوجيه الموضحة بشكل 10-69 (أ) مكونة من محور الدوران 1 - بكرة حبل 2 - غطاءان للمحمل 3 - حلقة مباعدة 4 - محملان كريات بتجاويف عميقة 5 - حلقتان من اللباد 6 - اثنا عشر مسماراً 7 - حلمة تشحيم مسطحة بإصبع تثبيت موضح أبعادها بشكل 10-69 (ب). والمطلوب الآتي:

(أ) ارسم الشكل التجميعي بمقياس رسم 1:1 موقعًا عليه أبعاد التوافق، وارسم جدولا واكتب به قائمة الأجزاء، وجدولا آخر لانحرافات الأبعاد.

(ب) ارسم بكرة الحبل 2 رسمًا تنفيذيًا مع كتابة الأبعاد على الرسم.



شكل 10-69

بكرة توجيه

(أ) بكرة توجيه.

(ب) حلمة تشحيم مسطحة باصبع تثبيت.

وصلات اللحام
Welding Joints

يخضع تمثيل وصلات اللحام.. (اللحام بالانصهار والحام الصلد والرخو) للرسم للمواصفات القياسية، حيث تستخدم علامات مختصرة ورموز بقصد تبسيط الرسومات وإيضاحها.

أنواع وصلات اللحام: Types of Welding Joints

توجد أنواع متعددة لوصلات اللحام وشكل 10-70 يوضح أنواع هذه الوصلات ورموز كل منها.

شكل 10-70

رموز وصلات اللحام

تمثيل درزة اللحام: Welding Stitch Representation

يمكن الإشارة إلى أشكال درزة اللحام بأشكال رمزية من خلال تمثيلها بأشكالها الحقيقية كما هو موضح بشكل 10-71 (أ) حيث يكون شكلها في المسقط كقشور، أما رموزها في القطاع فيكون بشكل كامل للمقطع المستعرض للدرزة.

وعند تمثيل درزة اللحام في المسقط وفي القطاع يكون خط الدرزة مع علامة اللحام عند خط الإسناد كما هو موضح بشكل 10-71 (ب)، فإذا كانت درزة اللحام مرئية. وضع رمز اللحام إلى أعلى خط الإسناد، أما إذا كانت درزة اللحام غير مرئية (مغطاة) فإن رمز اللحام يوضع أسفل خط الإسناد.

جدول 10-17 يوضح أشكال رموز درز اللحام وأمثلة على تمثيلها بالرسم..

شكل 10-71

تمثيل درز اللحام

(أ) الإشارة إلى شكل درزة اللحام بشكلها الحقيقي.
(ب) تمثيل درز اللحام في المسقط والقطاع.

جدول 10-17

رموز درز اللحام

الرمز	شكل الدرزة	الرمز	أمثلة للتمثيل بالرسم: التمثيل بالشكل الحقيقي (المقطع، القطاع)	أمثلة للتمثيل بالرسم: التمثيل الرمزي (المقطع، القطاع)
⌴	درزة شفة	⌴		
II	درزة — I	⌶		
V	درزة — V	⌵	110 12	12-110 12
X	درزة — X	⌻	30 140	30-140 140
Y	درزة — Y	⌷	140	140
X	درزة — Y مزدوجة	⌻	140	8 140 8 140
Ψ	درزة U	⌸		
V	درزة نصف V (HV)	⌸		
K	درزة K	⌸		
Y	درزة نصف Y (HY)	⌸		
K	درزة K	⌸		
III	درزة سطحية جبهية	⌸		
△	درزة زاوية	⌸		
	درزة ركنية	⌸		
⌓	لحام تزويد	⌓		

رموز وصلات اللحام، Symbols of Welding Joints

وتهدف رموز اللحام إلى تحديد الشكل وتحضير وتنفيذ درزة اللحام، ومن ثم فإنه يجب أن يكون التمثيل بواسطة الرموز والعلامات من خلال الرسم بطريقة واضحة، وإلا وجب رسم درزات اللحام بطرق الرسم التقليدية لإيضاحها مع كتابة الأبعاد عليها. مع العلم بأنه لا يوجد أي ارتباط لهذه الرسوم بطريقة اللحام.

فيما يلي جدول 10-18 يوضح بعض الرموز والعلامات المختصرة.. ولزيادة الفهم وسرعة الاستيعاب فقد أبرزت برسم المنظور والتمثيل الإيضاحي لكل منها.

يتكون الرمز الاسنادي أساسًا من خط الإسناد وخط السهم، علمًا بأن خط السهم المائل يشير إلى خط تلاقي اللحام. أما خط الإسناد فيكون أفقيًا بالنسبة للوضع الرئيس للرسم، كما يكون رأسيًا في الحالات الاضطرارية، ويكتب الرمز عموديًا على خط الإسناد، ويقع بأعلى خط الإسناد إذا كان خط السهم يشير إلى السطح العلوي لقطعة التشغيل، وأسفل خط الإسناد إذا كان خط السهم يشير إلى السطح الأسفل لقطعة التشغيل.

الرموز الأساسية لوصلات اللحام:

تحتوي المواصفات (DIN 1912) على 19 رمزاً أساسيًا لوصلات اللحام، يرمز إليها بأعداد، ومثال إلى ذلك الآتي:

1- درزة شفاة ... يرمز لها بالرسم التنفيذي بشكل ـــــ

2- درزة شفاة ... يرمز لها بالرسم التنفيذي بشكل ـــــ أو ||

3- درزة حرف V للسطح العلوي ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل

3- درزة حرف V للسطح السفلي ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل

10- درزة زاوية ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل a

10- درزة زاوية مزدوجة ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل a1 / a2

ويتم ترقيم الرموز الأساسية المختلطة باستخدام شرطة وصل بين الرموز الأساسية، وعلى سبيل المثال عند ترقيم درزة -- V المزدوجة.. ترقم بهذه الطريقة (3 ـــ 3 ـــ Seam ـــ V).

جدول 10-18

الرموز والعلامات المختصرة لوصلات اللحام

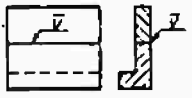
التسمية والرمز والرقم	تمثيل درزات اللحام: المنظور	الإيضاح	الرسم الرمزي
درزة 2 خط السهم يشير إلى السطح العلوي للمشغولة			
درزة - V 3 خط السهم يشير إلى السطح العلوي للمشغولة		السطح العلوي (الأمامي)	
درزة - V 3 خط السهم يشير إلى السطح الخلفي للمشغولة		السطح الخلفي	
درزة - V مزدوجة - 50° 3 - 3 درزة V مزدوجة			
درزة زاوية 10 البعد (a) هو تخانة الدرزة مثال a = 1			
درزة زاوية 10 خط السهم يشير إلى السطح الخلفي للمشغولة			
درزة زاوية مزدوجة درزة زاوية 10 - 10			

الرموز الأساسية الإضافية:

هناك رموز أساسية إضافية موضحة بجدول 10-19. هذه الرموز تميز أسلوب إنجاز شكل سطح درزة اللحام، ويمكن التوصل إلى شكل سطح درزة اللحام من خلال التشغيل اللاحق مثل التجليخ السطحي.

جدول 10-19

الرموز الأساسية الإضافية لوصلات اللحام

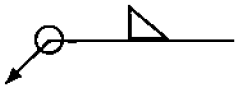
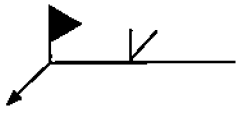
نوع الدرزة	الإيضاح	التمثيل الرمزي
درزة V سطح محدب (درزة محدبة)		
درزة نصف V (HV) مستوية السطح (درزة مسطحة)		
درزة زاوية مقعرة السطح (درزة مقعرة)		

الرموز التكميلية:

توجد أيضًا رموز تكميلية وهي موضحة بجدول 10-20، وهي رموز تعطي إرشاداً لمسار درزة اللحام، مثل الدرزات الحلقية.. أي الدرزات ذات المسار الدائري، وأيضًا إرشادات لدرزات التجميع.

جدول 10-20

الرموز التكميلية لمسار درزات اللحام

مسار ونوع الدرزة	الرموز التكميلية
مسار دائري حلقي للدرزات مثلا: درزات زاوية	
درزات تركيب، مثلا: درزات نصف - V (HV)	

كما توجد أنواع ورموز أخرى لوصلات اللحام حسب المواصفات المترية والبريطانية.

جدول 10-21 يوضح هذه الأنواع والرموز.

جدول 10-21

أنواع ورموز وصلات اللحام

حسب المواصفات المترية والبريطانية رقم BS 499

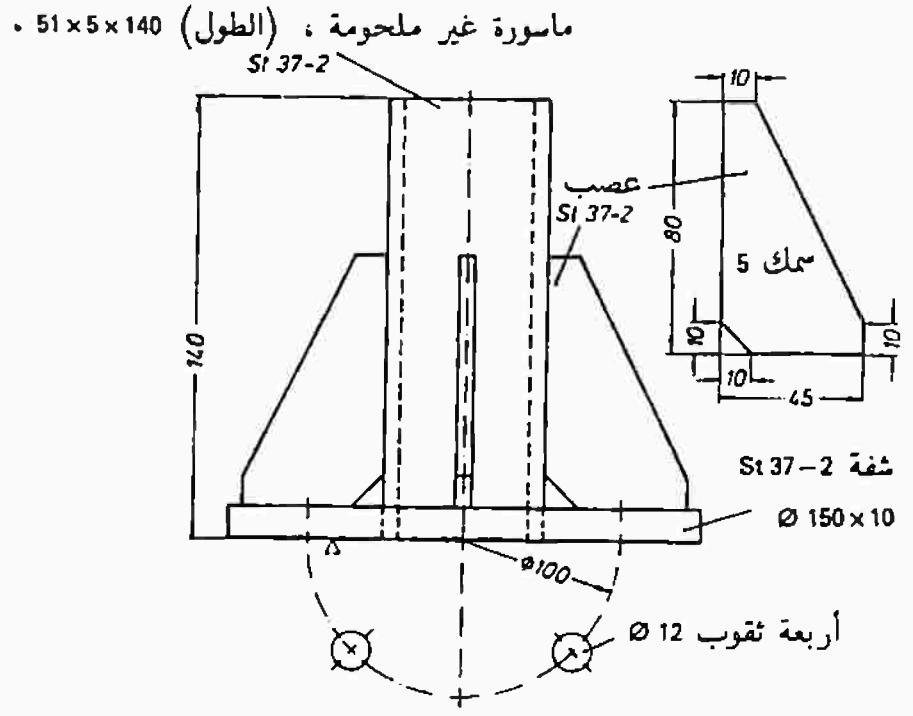
القطع ILLUSTRATION	رمز اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYPE	نوع اللحام WELD FORM	الصفيحة الملحومة WELDED PLATE	
				سماكة THICK.	حافة EDGE
		تناكية BUTT	تناكي BUTT	3 mm	مثنية BENT
		تناكية مقفولة BUTT	تناكي BUTT	3 mm	مستقيمة STRIGHT
		تناكية مفتوحة BUTT	تناكي BUTT	3 - 6 mm	مستقيمة STRAIGHT
		تناكية مقواة BUTT	تناكي BUTT	3 -16 mm	مستقيمة STRIGHT
		تناكية وجه واحد SINGLE - V BUTT	تناكي BUTT	5 mm	مشطوفة CHAMFERED
		تناكية وجهين DOUBLE - V BUTT	تناكي BUTT	12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		تناكية وجه واحد SINGLL – U BUTT	تناكي BUTT	20 mm	انظر الرسم
		تناكية وجهين DOUBLE – U BUTT	تناكي BUTT	40 mm	انظر الرسم
		تراكبية LAP	زاوي FILLET	5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معترضة TEE	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معترضة TEE	تناكي ثنائي الميل BUTT	> 12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		زاوية FILLET	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT

تابع جدول 10-21

المقطع ILLUSTRATION	رمز اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYP	نوع اللحام WELD FORM	الصفيحة الملحومة WELDED PLATE	
				THICK سماكة	EDGE حالة
		زاوية FILLET	تماكي BUTT	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		طرفية EDGE	طرفي EDGE		مستقيمة STRAIGHT
		تراكبية OVERLAP	نقطي SPOT	صفائح رقيقة THIN PLATES	انظر الرسم
		تماكية ROUND FILLET	تتوئي STUD		مستقيمة STRAIGHT
		تماكية BUTT	حتم SEALING		مستقيمة STRAIGHT

تمارين:

1- ارسم مسقطًا رأسيًا قطاع بنصف دائرة. مراكز الثقوب بمقياس رسم 1:1 لحامل الأعمدة الموضح بشكل 10-72 ثم اكتب الأبعاد، وضع رموز اللحام على الرسم. علمًا بأن تخانة جميع درزات اللحام هي 3.5mm.



شكل 10-72

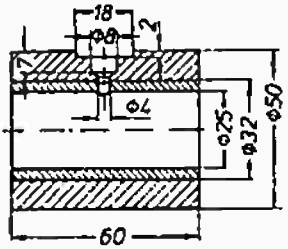
حامل أعمدة

2- ارسم المساقط الثلاثة بمقياس رسم 1:1 للمحمل القائم الموضح بشكل 10-73 بحيث يكون المسقط الرأسي قطاعًا ، واكتب الأبعاد ، وضع رموز إنجاز الأسطح ورموز وصلات اللحام على الرسم ، ثم اكتب قائمة الأجزاء .

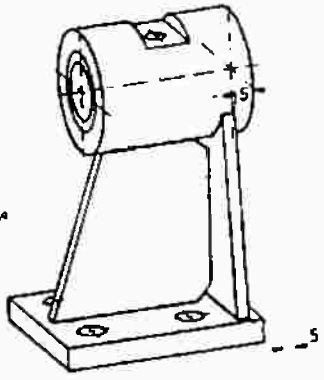
(تخانة جميع وصلات اللحام هي 3.5mm) . ولتبسيط التمرين فقد وضحت جميع الأجزاء المكونة للمحمل القائم بأبعادها النهائية بعد التشغيل.

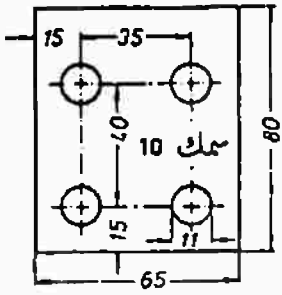
شكل 10-73

محمل قائم

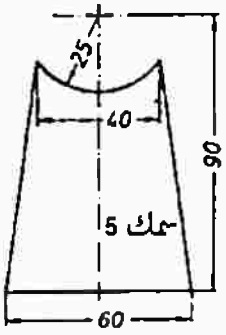


فتحة المحمل مع
جلبة الدوران

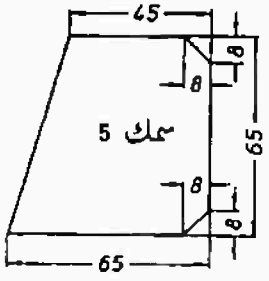




لوح قاعدة



قائم



وتيرة (عصب)