مديرية المناهج والكتب المدرسية

سلسلة الوحدات التدريبية الصناعية المتكاملة

العائلة المهنية : تشكيل المعادن والصيانة الميكانيكية العامة .

اسم الوحدة : خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط

الرقم الرمزي : ٢/٤/٦١٣

إعـــداد
المهندس اسماعيل هنداوي

مراجعة وتدقيق
المهندس أحمد مصطفى
المهندس مصطفى عبيد

قررت وزارة التربية والتعليم استعمال هذه الوحدة التدريسية اعتباراً من العام الدراسي
١٩٨٥ ــ ١٩٨٦

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

الطبعة الثانية

١٤٣٨ هـ - ٢٠١٦ م

دقق الطبعة الثانية وراجعها : جمال ذيب طه

قرار الاحالة رقم ٦٢ / ٢٠١٦ تاريخ ١٠ / ١٠ / ٢٠١٦

بسم الله الرحمن الرحيم

مقـــدمـــــة

حرصاً على ربط العلم بالعمل ، والنظرية بالتطبيق والتربية بالتنمية ، تتجه وزارة التربية والتعليم الى تجريب نمط جديد في مساعدة طالب التدريب المهني لاكتساب المهارات العملية والمعلومات النظرية الاساسية المرتبطة بها وذلك عن طريق نظام التدريب بموجب الوحدات التدريبية المتكاملة التي يجري اعدادها بالتنسيق مع مؤسسة التدريب المهني حيث يتيح هذا النظام مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ في ميدان العمل المهني وكذلك يوفر مجالات للطالب للاعتماد على النفس والتقدم في عملية التعلم حسب قدراته الذاتية .

وقد قامت الوزارة لغاية الآن بإعداد وحدات تدريبية متكاملة في مجالات تشكيل المعادن والصيانة الميكانيكية العامة وصيانة واصلاح المركبات والمحركات وآليات الطرق ومهن الكهرباء (قوى) وهذه الوحدات هي المجموعة الاولى في « سلسلة الوحدات التدريبية الصناعية المتكاملة » ومن المؤمل أن يجري إعداد وحدات تدريبية متكاملة أخرى في المجالات المهنية ضمن هذه السلسلة ولكي يتحقق الهدف من دراسة كل وحدة ، من الضروري أن يتبع الطالب الارشادات والخطوات التنفيذية التي تتضمنها الوحدة .

وتختص هذه الوحدة بمهمة «خدمة وتركيب الأعمدة ووسائل الربط » وتهدف الى إكساب الطالب المهارات الأدائية والمعلومات النظرية المهنية ليكون الطالب قادراً على خدمة المحاور وصيانتها ، وملاءمة الخوابير وتركيبها ، واختيار طرق توصيل المحاور بوسائل الربط وفكها وتركيبها ، وكذلك فحص استقامة واستوائية الأعمدة ووسائل الربط .

نموذج تحليل الواجبات

اسم المهمة (الوحدة) : خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط **الرقم الرمزي** ٢/٤/٦١٣

الواجب	المهارة
١ - خدمة الأعمدة وصيانتها	١-١- التمييز بين أنواع الأعمدة المختلفة
	١-٢- فحص الأعمدة من حيث الاهتراء
٢ - ملاءمة الخوابير وتركيبها	٢-١- التمييز بين أنواع الخوابير المختلفة
	٢-٢- فك الخوابير باستخدام العدد المناسبة
	٢-٣- ملاءمة الخوابير حسب المواصفات
	٢-٤- تشكيل الخوابير بالبرادة
	٢-٥- تركيب الخوابير في مجاريها
٣ - اختيار طرق توصيل الأعمدة بوسائل بوسائل الربط ، فكها وتركيبها	٣-١- التميز بين طرق تثبيت عناصر وسائل الربط على الأعمدة
	٣-٢- التمييز بين طرق توصيل الأعمدة بوسائل الربط
	٣-٣- فك المرابط الثابتة وتركيبها
	٣-٤- فك المرابط المتحركة وتركيبها
	٣-٥- تحديد أعطاب عناصر وسائل الربط واجراء الصيانة لها
٤ - فحص استقامة واستوائية الأعمدة ووسائل الربط	٤-١- اجراء عملية فحص الاستقامة للأعمدة بواسطة ـ ساعة القياس ـ المسطرة المستوية ـ ورنية قياس الارتفاع

محتـــوى المنهـــــاج

اسم الوحدة : خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط

الرقم الرمزي ٢/٤/٦١٣

أهداف المنهاج ١ - يعمل منفرداً ٣ - يعمل تحت اشراف كامل

مفتاح رموز مستويات الأداء ٢ - يعمل تحت اشراف بسيط ٤ - تلقى التدريب

الأداء العملي	ظروف وشروط الأداء	مستوى الأداء			
		١	٢	٣	٤
يجب أن يصبح المتدرب قادراً على :	يعطى المتدرب ما يلي :	×			
	ـــ أعمدة مختلفة				
١ - خدمة الأعمدة وصيانتها	ـــ ساعة قياس ، ميزان ماء				
	ـــ ورق صنفرة				
	ـــ مخرطة ، أو حامل لفحص الاستقامة				
٢ - ملاءمة الخوابير وتركيبها	ـــ خوابير مختلفة	×			
	ـــ زرادية كبس - مطرقة بلاستيك ، أزاميل طرد ، ساحبة خوابير				
	ـــ مبرد ، كليبر ، زاوية قائمة				
	ـــ جدول مواصفات				
٣ - اختيار طرق توصيل الأعمدة بوسائل الربط ، فكها وتركيبها	ـــ وسائل الربط المختلفة	×			
	ـــ كليبر ، ميكروميتر داخلي وخارجي فرجار داخلي وخارجي				
	ـــ زاوية قائمة ، ساعة قياس				
	ـــ ورق صنفرة ، شحمه ،				
	ـــ جهاز اوكسي اسيتيلين للتسخين				
	ـــ مطرقة بلاستيك ، ساحبة يدوية أو هيدروليكية				

محتـــوى المنهـــــاج

اسم الوحدة : خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط

الرقم الرمزي ٢/٤/٦١٣

أهداف المنهاج ١ - يعمل منفرداً ٣ - يعمل تحت اشراف كامل

مفتاح رموز مستويات الأداء ٢ - يعمل تحت اشراف بسيط ٤ - تلقى التدريب

الأداء العملي	ظروف وشروط الأداء	مستوى الأداء			
		١	٢	٣	٤
٤ - فحص استقامة واستوائية الأعمدة ووسائل الربط	ـــ ساعة قياس ، ورنية قياس الارتفاع ـــ صفائح نحاسية رقيقة ـــ مفاتيح شق وحلقة مختلفة ـــ زاوية قائمة ومسطرة	×			

محتـــوى المنهـــــاج

اسم المهمة (الوحدة) : خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط **الرقم الرمزي** ٢/٤/٦١٣

محتوى المنهاج : **عدد الحصص :**

التدريب العملي	المعلومات الفنية النظرية
- خدمة الأعمدة وصيانتها	- مفهوم النقل بواسطة الأعمدة - أنواع الأعمدة واستخدامها - أثر الاستدارات عند التدرج - أنواع التلاؤم والخلوص في الأعمدة - طرق فحص وعلاج الاهتراء في الأعمدة - طرق تثبيت وسائل الربط على الأعمدة
- ملاءمة الخوابير وتركيبها	- أنواع الخوابير واستخداماتها - المواصفات القياسية للخوابير - طرق ملاءمة الخوابير ومجاريها وقياس الخلوص - طرق وأدوات فك وتركيب الخوابير
- اختيار طرق توصيل الأعمدة بوسائل الربط ، فكها وتركيبها	- طرق توصيل الأعمدة، وأنواع وسائل الربط: = الثابتة = المتحركة - طرق فك المرابط عن الأعمدة - أخطار التركيب بالطرق - ملاءمة عناصر وسيلة الربط - أعطاب وسيلة الربط واجراء الصيانة لها
- فحص استقامة واستوائية الأعمدة ووسائل الربط	- أهمية اجراء عملية فحص الاستقامة - طرق فحص استقامة الأعمدة بواسطة = ساعة القياس = المسطرة المستوية = ورنية قياس الارتفاع

خدمة وتركيب الأعمدة (المحاور) ووسائل الربط

١ ـ خدمة الأعمدة وصيانتها :

١ ـ ١ ـ مفهوم النقل بواسطة الأعمدة :

الأعمدة هي الجزء (الاجزاء) الميكانيكية التي تقوم بنقل الحركة أو الشغل الميكانيكي ، وأحياناً تكون حاملة للأجزاء المتحركة ، وتصمم بصورة قضبان أسطوانية ذات شكل مدرج (عدة قطاعات بأقطار مختلفة) و يندر أن تكون بقطر واحد ثابت ، وهي إما أن تكون مصمتة أو جوفاء وذلك لتخفيف الوزن ، حيث أن وزن العمود الأجوف أقل بنسبة ٢٥٪ من العمود المصمت وذلك إذا كان القطر الداخلي للعمود الأجوف نصف القطر الخارجي .

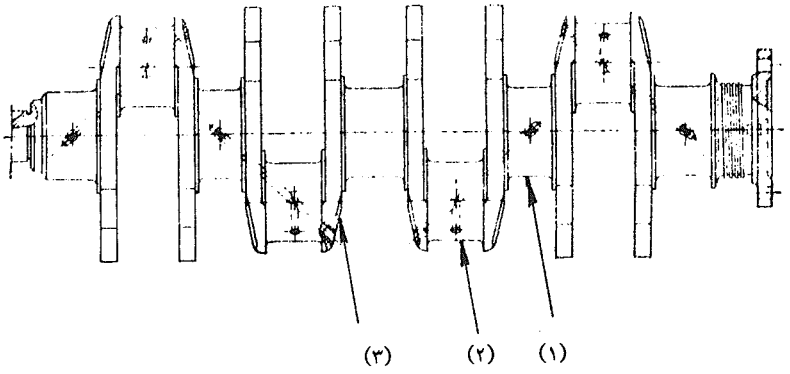
وتتحمل المحاور اجهادات اللي والانحناء وتكون هذه الأحمال ثابتة كما في المضخات الطاردة المركزية ثابتة أو متغيرة السرعة كما في محور السيارة القائد (Drive Shaft) وتكون أحياناً مفاجئة وذلك عندما يزداد الحمل على المحور بشكل مفاجيء .

١ ـ ٢ ـ أنواع الأعمدة واستخداماتها :

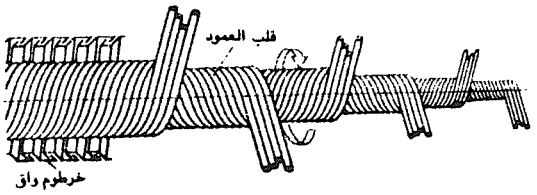
يمكن تقسيم الأعمدة الى ثلاثة أنواع وذلك حسب تصميمها واستخدامها :

أ ـ الأعمدة المرفقية (Crank Shafts) : تستخدم لتحويل الحركة الترددية المستقيمة الى حركة دورانية كما في محركات السيارة أو بالعكس كما في المضخات المكبسية .

والأجزاء الرئيسية المكونة لعمود المرفق شكل (١) هي : المحور الثابت (١) حيث تركب عليها المحامل (كراسي المحاور) ؛ المحور المتحرك (٢) وهو الذي يركب عليه محامل أذرع التوصيل ، أما الأجزاء التي تربط هذه المحاور مع بعضها البعض فتدعى السواعد (٣) (Webs) و يتخلل المحاور الثابتة والمتحركة قنوات التزيت .

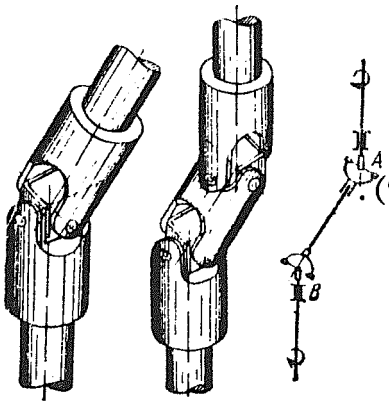


شكل (١)



شكل (٢)

ب-الأعمدة السلكية المرنة : شكل (٢) وتستخدم لنقل الحركة بين الأجزاء التي تقع محاور دورانها في وضع يستحيل عنده اجراء الربط الثابت بينها ، أو في الحالات التي تتغير فيها المواضع النسبية بين هذه المحاور أثناء عملية التشغيل . وتستعمل هذه الأعمدة في ادارة هزازات الخرسانة ، ولمعدات تنظيف هياكل السفن ، وأجهزة التحكم والادارة عن بعد ، وفي بعض العدد الكهربائية ، وكما في عدّاد السرعة في السيارات والعمود المرن مكوّن من عدة طبقات متتالية من أسلاك الصلب الكربوني (Carbon Steel)، أو البرونز الملفوفة على بعضها ، والطبقة الأولى عند المركز تلتف على سلك المركز، وهذه الطبقات متعاكسة في اتجاه اللف ، و يغلف العمود المرن بخرطوم معدني واق لحمايته .

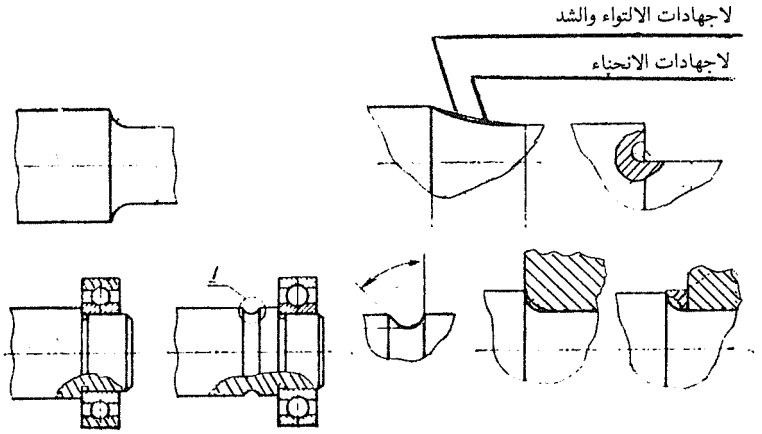


ـــ الاعـمـدة المـفـصـلـيـة : وهـي عبارة عن عمودين يـتـصـلان بمـربـط مـفصلي ، ويحصر بينهما زاو ية وتتغير هذه الزاو ية أثناء التشغيل كما في الشكل (٣).

شكل (٣)

١ ـ ٣ ـ أثر الاستدارات عند التدرج :

بمـا أن الأعـمدة تتعرض لاجهادات مختلفة على طول العمود ، لذا تصمم الأعمدة بأقطار مخـتـلفة حسب مقدار هذه الاجهادات و ينتج عن ذلك تدرج في قطر العمود . و يتركز أكبر مـقـدار مـن الاجـهـادات في أماكن التدرج ، لذلك لا بد من ايجاد حلول لتقليل تركيز هذه الاجـهادات وذلك باتباع احدى الطرق المبينة في الشكل (٤)، حيث تصمم هذه التدرجات بشكل قوسي ، و يُركب في تلك المناطق المحامل المناسبة .



شكل (٤)

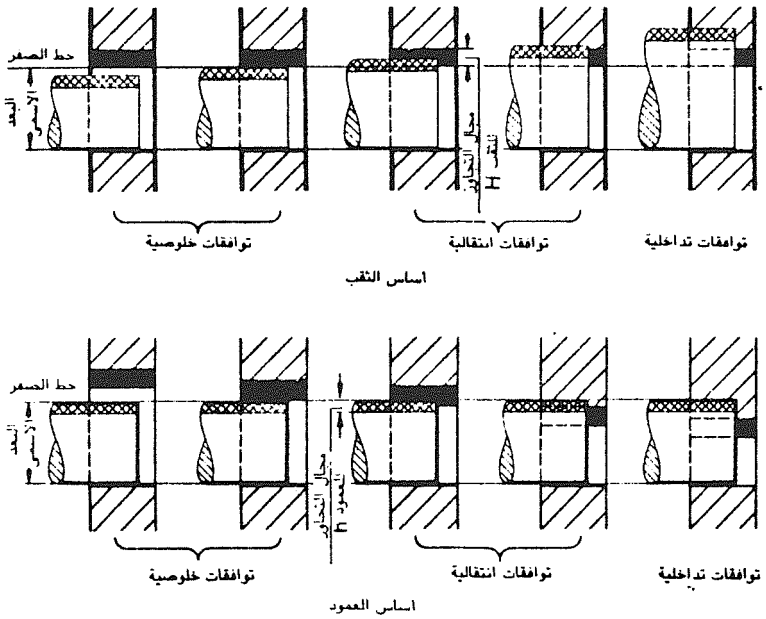
١ ـ ٤ ـ أنواع التلاؤم والخلوص في الأعمدة :

تكون المشغولات المطلوب تركيبها داخل بعضها البعض ذات خلوص أو تداخل بمقادير مختلفة تبعاً للغرض من الاستعمال كما في الشكل (٥) لذا تتميز أنواع مختلفة من التوافقات بين الجزء الداخلي والخارجي وهي كما يلي :

ـــ التوافقات الخلوصية : حيث يوجد دائماً خلوص بين الجزء الداخلي والخارجي وذلك كما في حالة المحور والمحامل الاحتكاكية .

ـــ التوافقات الانتقالية : حيث يوجد بين المحور والأجزاء المركبة عليه خلوص أو تداخل .

ـــ التوافقات التداخلية : حيث يكون هناك تداخلاً بين المحور والجزء المركب عليه كما في حالة المحامل التدحرجية .



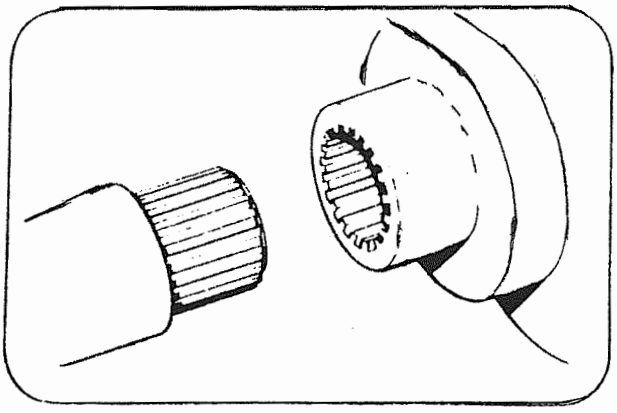
شكل (٥)

١ ـ ٥ ـ طرق فحص وعلاج الاهتراء :

يحدث الاهتراء في الأعمدة عند الأماكن التي تتعرض الى اجهادات مختلفة وهي أماكن الارتكاز والتي تثبت عليها المحامل ، وكذلك في أماكن تثبيت الخوابير، وكذلك يحدث الاهتراء في حزوز الوصل ، ويمكن الكشف عن ذلك بالعين المجردة أو باستعمال أدوات القياس كالكليبر أو الميكروميتر وذلك بالمقارنة مع القياس الأصلي .

و يعالج الاهتراء بتعبئة منطقة التآكل بمادة اللحام المناسبة مع ملاحظة أن لا يحدث اعوجاج في الأعمدة وذلك نتيجة الحرارة المركزة في منطقة التعبئة ، ثم يُخرط العمود على المخرطة للحصول على القطر أو الشكل المناسب ، أما في حالة الخوابير والحزوز فيجب استعمال الفرائز وآلات الكشط والعدد المناسبة لفتح مجاري الخوابير أو لعمل حزوز مناسبة في العمود .

١ ـ ٦ ـ طرق تثبيت عناصر وسائل الربط على الأعمدة :



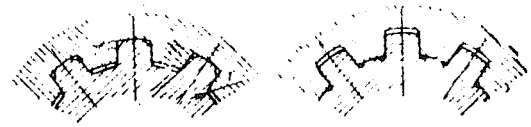
شكل (٦)

تثبت عناصر وسائل الربط على الأعمدة بالطرق التالية :

أ – بواسطة الحزوز : الحزوز عبارة عن أسنان عديدة تفرز في نهايات الأعمدة كما في الشكل (٦) وذلك لتثبيت الأجزاء الميكانيكية الدوّارة على هذه الأعمدة . وقد أخذ استعمال الحزوز يزاداد اتساعاً وذلك لمزاياها والتي تكمن في نقل أحمال عاليه بفضل سطح التماس الكبير بين الأسنان .

ويمكن تقسيم الحزوز حسب الاعتبارات التالية :

ـ حسب مقطع الحزوز حيث يمكن أن تكون ذات الزوايا القائمة والمثلثة ، والانفوليوتية كما في الشكل (٧) وتمتاز الاسنان الانفوليوتية بتحمل اجهادات أكبر من الأسنان ذات الزوايا القائمة وذلك لتغير المقطع تدريجياً ولعدم وجود أماكن انتقال فجائي .



الأسنان ذات الزوايا القائمة

الأسنان الانفوليوتية

الاسنان المثلثة

شكل (٧)

ـ حسب نوع الوصلة ؛ وهي إما أن تكون ثابتة كما في حالة تثبيت المرابط على الأعمدة في المضخات أو وصلات متحركة كما في صندوق التروس حيث ينزلق الترس على طول الحزوز لتغيير السرعة .

ب – بواسطة الخوابير : تستعمل وصلات الخوابير بين الأعمدة والأجزاء المثبتة عليها على نطاق واسع وذلك لسهولة تجميع وفك الوصلة ، وكذلك تدني ثمنها من ناحية أخرى ، ولهذا النوع من التوصيل عيوب منها : تركيز الأحمال على منطقة صغيرة جداً وهي مساحة سطح الخابور الجانبية مما يسبب تآكل في مجاري الخوابير أو في الخابور نفسه ؛ ومن عيوبها أيضاً صعوبة التوافق الدقيق لمركز العمود ومركز الاجزاء المثبتة عليه حيث يحصل غالباً وضع لامركزي بين العمود وتلك الأجزاء .

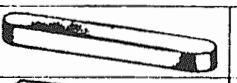
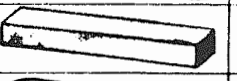
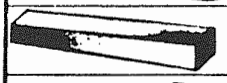
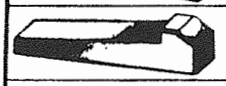
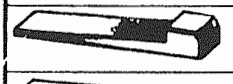
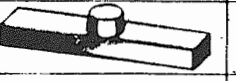
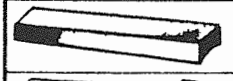
حـ ـ بواسطة الربط الثابت : بحيث يكون العمود والأجزاء المثبتة عليه قطعة واحدة ؛ حيث يتم تصنيع العمود والقطع المثبتة عليه كقطعة واحدة كأن يكون الترس أو شفة الوصلة قطعة واحدة مع العمود ، ومن عيوب هذه الطريقة انه يجب استبدال القطعة كاملة فيما إذا حصل عطب في العمود أو الترس أو أي جزء منه ، و بذلك تكون تكلفة الصيانة باهظة في مثل هذه الأحوال .

٢ ـ ملاءمة الخوابير وتركيبها :

٢ ـ ١ ـ أنواع واستخدامات الخوابير :

تقسم الخوابير الى نوعين رئيسين كما هي موضحة في شكل (٨) :

أ – الخوابير المتوازية ب – الخوابير المسلوبة

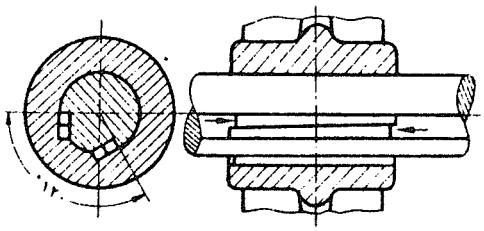
الخوابير المتوازية			الخوابير المسلوبة		
DIN 6885*	خابور انزلاق مستدير الطرفين		DIN 6886	خابور غاطس	
DIN 6885	خابور انزلاق مستوى الطرفين		DIN 6886	خابور دفعي	
DIN 6885	خابور انزلاق مستدير الطرفين ، لبرغي تثبيت واحد		DIN 6887	خابور بذقن	
DIN 6885	خابور انزلاق مستوى الطرفين باشيين من براغي التثبيت وبرغي احكام		DIN 6883	خابور مسطح	
DIN 6885	خابور انزلاق مستوى الطرفين مسطوب ، لبرغي تثبيت واحد		DIN 6884	خابور مسطح بذقن	
	خابور متوازي بركاب وسطي		DIN 6881	خابور مقعر	
	خابور متوازي بركاب طرفي		DIN 6889	خابور مقعر بذقن	
DIN 6888	خابور قمري			خابور تلامسي	

شكل (٨)

* نظام المواصفات والمقاييس الالماني : DIN

أ ـ الخوابير المتوازية : يكون سطحي الخابور من هذا النوع متوازيين و بذلك لا تنشأ قوى انضغاط في هذه الوصلة ، انما تكون وظيفة الوصلة نقل الحركة فقط ، وحتى لا يحدث انزلاق محوري تثبت الاجزاء بواسطة البراغي ، وتثبت الخوابير على الأعمدة بواسطة البراغي أو بركاب كما في الشكل (٨) و يكون الركاب وسطي أو طرفي ، أما الخابور القمري فيستخدم في المواضع المخروطية من العمود حيث يتعذر شق مجرى طولي للخابور ، و يستعمل لنقل قوى بسيطة لأنه يضعف المقطع العرضي للعمود .

ب ــ الخوابير المسلوبة : تكون هذه الخوابير مائلة بنسبة (١:١٠٠) و بذلك تنشأ قوة ضغط قطرية بين الأجزاء المراد توصيلها ، و يكون مجرى الخابور مائلاً بنفس النسبة في الأجزاء المثبتة على العمود ، أما المجرى في العمود فيفتح بدون ميل ، ولا تصلح هذه الأنواع من الخوابير للسرعات العالية ، إذ سرعان ما ينشأ عنها اختلال التوازن و بالتالي الدوران غير المنتظم .



شكل (٩)

و يستعمل الخابور الدفعي إذا وجد حيز كاف لتحريك الخابور محورياً . أما الخابور المقعر فيكون مقعراً حسب العمود الذي يركب عليه ، ونتيجة الاحتكاك لا يحدث انزلاق بين القطعة والعمود . و يستخدم الخابور ذو الرأس (الذقن) لسهولة إخراج الخابور من الوصلة ، وهناك نوع آخر من الخوابير المسلوبة هي خوابير التماس (التلامس) وذلك لنقل قوى كبيرة وخاصة في حالة التغير المفاجىء في الأحمال كما في آلات الدلفنة و يتكون الخابور التلامسي من زوج أو زوجين من الخوابير كما في الشكل (٩) ويمتاز هذا النوع بسهولة الفك والتركيب .

٢ ـ ٢ ـ المواصفات القياسية للخوابير:

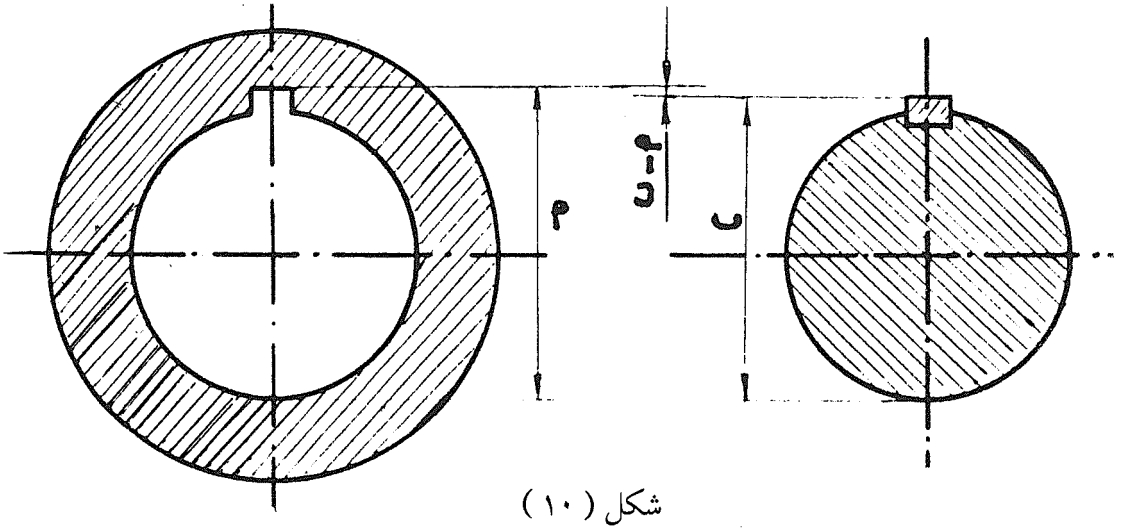
تخضع أبعاد الخوابير ومجاريها لمواصفات قياسية ، والجداول (١) الى (٥) في نهاية الوحدة تبين الأ بعاد القياسية لجميع أنواع الخوابير.

٢ ـ ٣ ـ طرق ملاءمة الخوابير ومجاريها وقياس الخلوص :

قبل القيام بعملية تركيب الوصلات بواسطة الخوابير يجب التأكد من ملاءمة الخابور ومجراه ، حيث يتم تركيب الخابور تركيباً تجريبياً في مجراه في العمود وفي القطعة الأخرى على

انفراد للتأكد من ملاءمة عرض المجرى والخابور (وذلك بعد الرجوع الى جداول المواصفات القياسية)، وإذا لم يدخل الخابور في مجراه تحدد المسافة التي يجب بردها (كشطها) وذلك بواسطة المبرد اليدوي أو الكشط اليدوي أو الآلي، و يستعمل الكليبر أو الميكروميير في القياس.

أما لاجراء الملاءمة بالنسبة لارتفاع الخابور فيختلف الوضع ما بين الخوابير المتوازية والمسلوبة، ففي حالة الخوابير المتوازية يجب توفر خلوص بين الخابور وقاع المجرى في القطعة، و يُتأكد من ذلك باجراء عملية القياس، ونجد الفرق بين قياس الخابور مع المحور وقياس قطر الفتحة الداخلية مع مجرى الخابور في القطعة كما في الشكل (١٠) حيث يساوي هذا الفرق القيمة (أ-ب).



شكل (١٠)

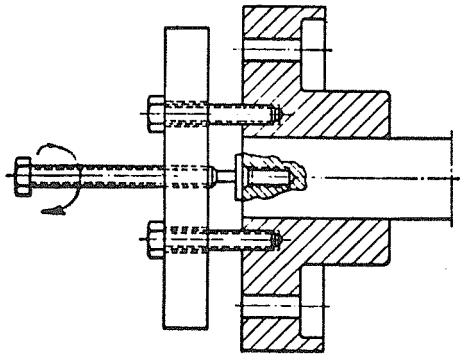
أما في حالة الخوابير المسلوبة فيجب التأكد من الميلان ليتوافق مع كل من الخابور ومجراه في القطعة وذلك باجراء عملية التحبير و برد الأماكن المرتفعة في الخابور أو في مجراه في القطعة.

٢ - ٤ ـ طرق وأدوات فك وتركيب الخوابير:

تختلف طريقة فك الخوابير حسب نوع الخابور وفي جميع الأحوال يجب تنظيف أسطح

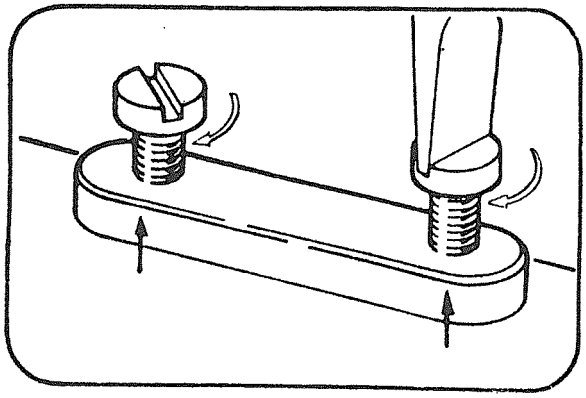
ومجرى الخابور من الزوائد المعدنية وكذلك اجراء القياسات للتأكد من ملاءمة الخابور. ونميز بين طرق فك وتركيب الخوابير النوعين الرئيسين . وهما الخوابير المتوازية والخوابير المسلوبة .

الخوابير المتوازية : يوضع الخابور في مجراه على المحور و يطرق بواسطة المطرقة النحاسية ليثبت في مكانه ، فإذا كان هناك خلوص كبير على جوانب الخابور فيجب استبداله . ثم نُدخل العمود في القطعة المراد تثبيتها عليه مع اجراء التسخين للقطعة قبل الادخال إذا استدعى الأمر ذلك لتسهيل عملية الادخال ، وتستعمل المطرقة النحاسية لادخال القطعة وذلك بالضرب المتبادل على جوانبها .



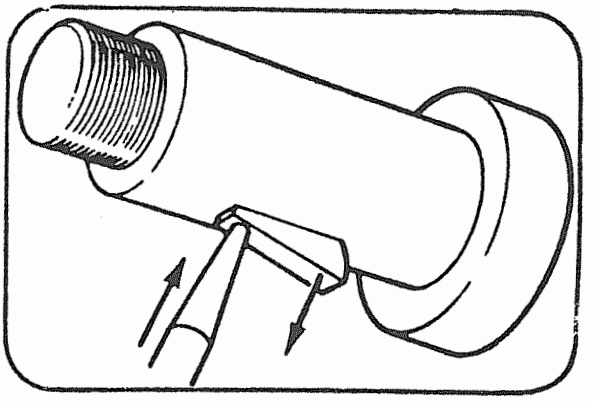
شكل (١١)

و يتبع ما يلي لفك الخوابير المتوازية :
نخرج القطعة المثبتة على المحور باستعمال الساحبات مع الطرق بواسطة المطرقة النحاسية مع التسخين للقطعة و يبين الشكل (١١) احدى أنواع هذه الساحبات . و بعد اخراج القطعة يزال الخابور بواسطة براغي الرفع كما في الشكل (١٢)، ويمكن اخراج الخابور أيضاً باستعمال زرادية الكبس



شكل (١٢)

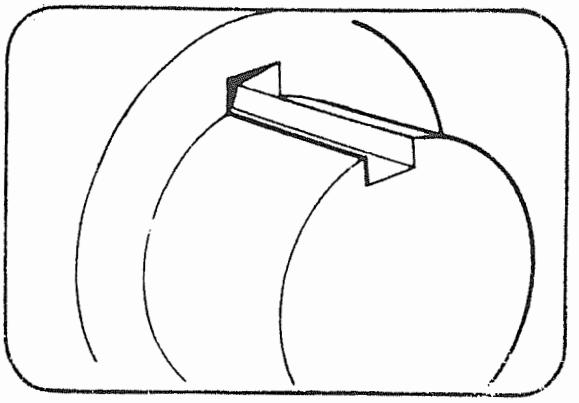
والمطرقة النحاسية أو البلاستيكية ، أما الخابور القمري فيُخرج من مكانه بواسطة الضغط على أحد طرفيه كما في الشكل (١٣) .



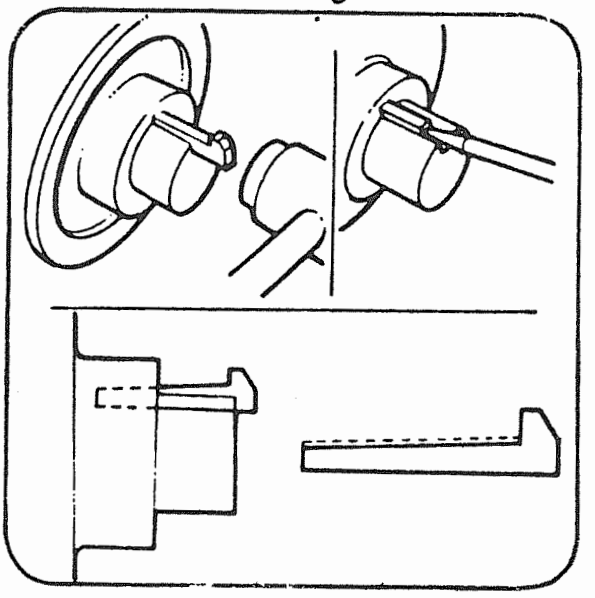
شكل (١٣)

اما لفك الخوابير المسلوبة نتبع ما يلي :

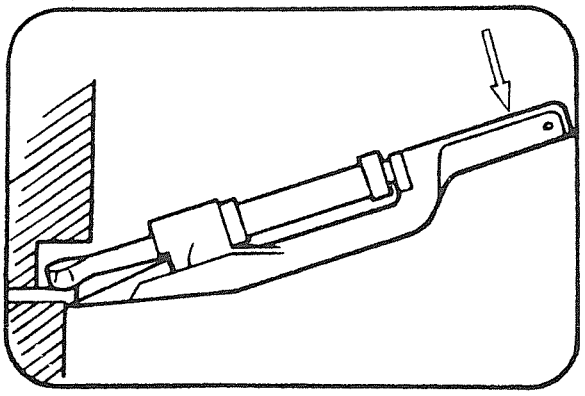
بعد اجراء عملية الملاءمة بين العمود والخابور والقطعة ، يتم توافق مجرى الخابور في القطعة والمحور كما في الشكل (١٤) بعدها نُدخل الخابور بالطرق الخفيف بالمطرقة البلاستيكية كما في الشكل (١٥) فإذا لم يصل الى العمق المطلوب يُخرج من مكانه و يُبْرد بواسطة المبرد اليدوي وذلك للحصول على ميلان يناسب المجرى ، ويمكن استعمال مادة تحبير لمعرفة الأماكن التي سيتم بردها أو ازالتها ، وفي النهاية يدخل الخابور في مكانه ليصل الى العمق المطلوب في المجرى .



شكل (١٤)

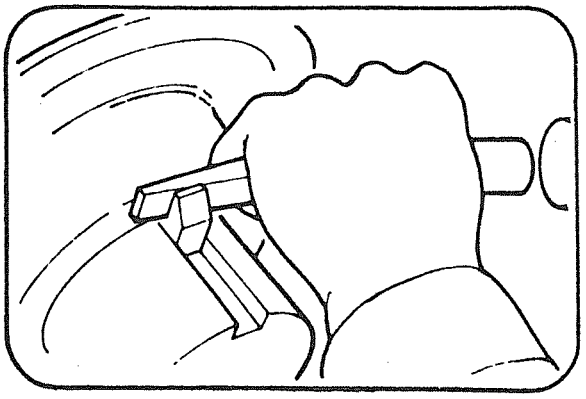


شكل (١٥)

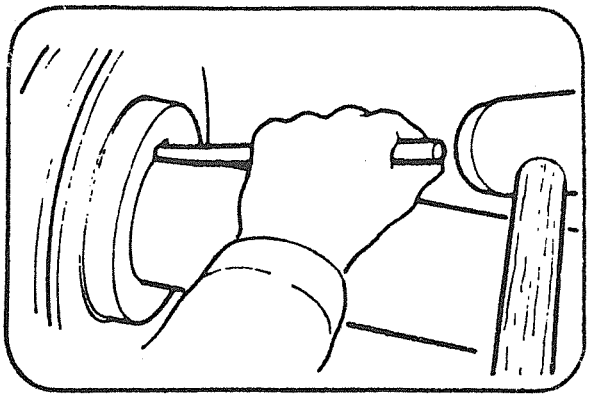


شكل (١٦)

ولاخراج الخوابير المسلوبة يمكن استعمال ساحبات خاصة للخوابير ذات الرؤوس كما في الشكل (١٦) أو أزاميل خاصة كما في الشكل (١٧) وتستعمل أحياناً عملية الطرد من الجهة الأخرى كما في الشكل (١٨) .



شكل (١٧)



شكل (١٨)

٣ ـ اختيار طرق توصيل الأعمدة بوسائل الربط ، فكها وتركيبها :

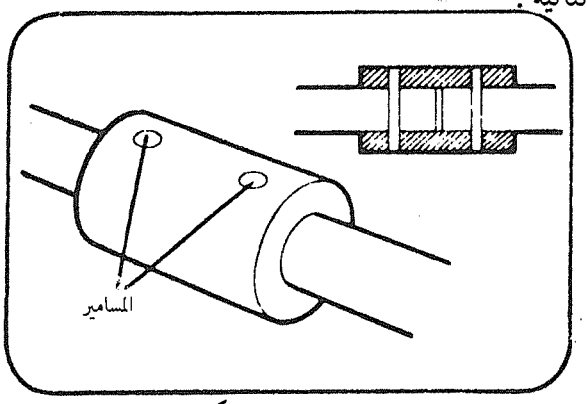
٣ ـ ١ ـ طرق توصيل الأعمدة ؛ وسائل الربط الثابتة والمتحركة :

توصل الأعمدة مع بعضها بواسطة المرابط (Coupling) ، حيث تقوم بوظيفة التوصيل المستمر بين الأعمدة ، فهي تصل بين عمود المحرك الكهربائي وعمود المضخة أو الضاغطة مثلاً ، وتستخدم أيضاً للتوصيل بين أجزاء الأعمدة الطويلة والتي صنعت على أجزاء متعددة لسهولة التصنيع والنقل والتركيب ، وتستخدم أيضاً في توصيل أعمدة المعدات الوسيطة كصندوق التروس مع أعمدة المحركات والآلات الاخرى .

وتتحمل المرابط عزوم اللي (Torque) والانحناء والقوى القطرية والمحورية ، وتقسم المرابط الى نوعين وذلك حسب السماح بحركة نسبية بين العمودين وهما : المرابط الثابتة (Rigid Coupling) ، والمرابط المتحركة (Flexible Coupling) .

٣ ـ ١ ـ ١ ـ المرابط الثابتة :

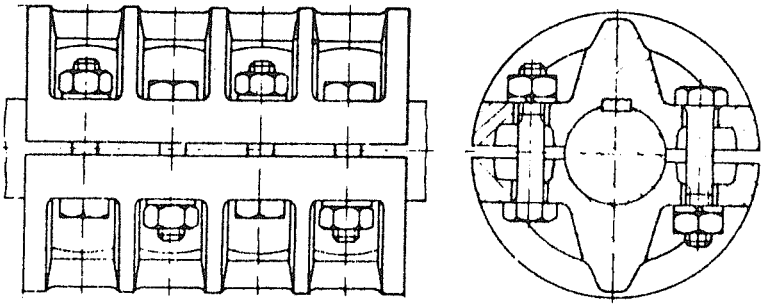
تستخدم المرابط الثابتة في ربط عمودين حين لا يسمح بوجود حركة نسبية بينهما ، وتتحمل هذه المرابط جميع الاجهادات : اللي والانحناء ، وكذلك القوى القطرية والمحورية ، وتقسم المرابط الثابتة الى الأنواع التالية :



شكل (١٩)

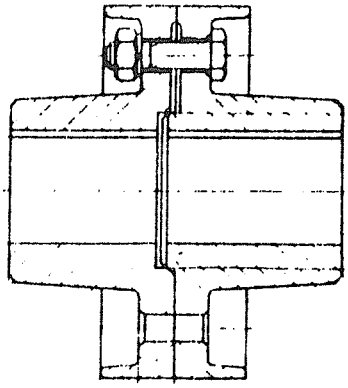
أ – مربط القميص : وهي تكون اما قطعة واحدة كما في الشكل (١٩) حيث تثبت مع الأعمدة بواسطة المسامير (Pins) أو الخوابير. أو تكون من قطعتين كما في الشكل (٢٠) حيث يتم جمع النصفين مع بعضهما بواسطة البراغي ، و يستعمل هنا الخابور في تثبيت المربط مع المحور.

ويجب اجراء عملية فحص استقامة الأعمدة هنا بدقة ولا يسمح أي خطأ في التوازن .



شكل (٢٠)

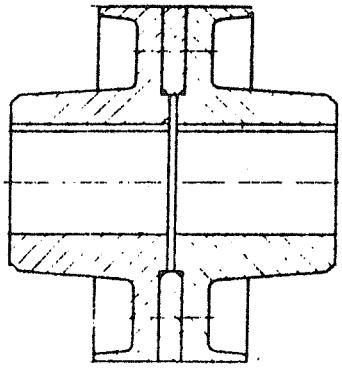
ب - مربط الشفة (Flange Coupling) : وهو عبارة عن شفتين كما في الشكل (٢١) وتكون الشفة متصلة مع العمود بواسطة الخابور أو تكون قطعة منه و يربط الشفتين مع بعضهما براغي الربط والتي تكون موزعة بانتظام على محيط الشفة ، و يفصل أحياناً قرص معدني بين الشفتين كما في الشكل (٢٢) وذلك لتسهيل تحريك الشفتين أثناء الفك والتركيب .



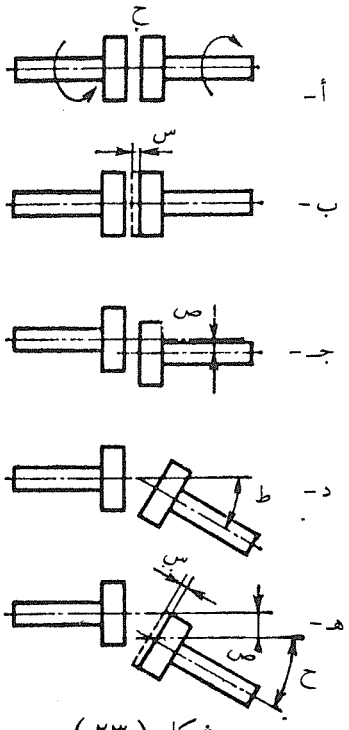
شكل (٢١)

٣ - ١ - ٢ - المرابط المتحركة :

يحدث أحياناً عدم الحصول على استقامة الأعمدة بدقة ، أو تختلف استقامة الأعمدة نتيجة هبوط في قواعد المعدات أو نتيجة الحرارة التي تنتج عن التشغيل ، و بذلك لا يمكن استعمال المرابط الثابتة في هذه الحالات بل تستعمل المرابط المتحركة والتي تتحمل الخطأ في عدم استقامة الأعمدة ولكن بتفاوتات محددة . وتسمح هذه المرابط بحركة نسبية بين أطراف الأعمدة وتكون هذه الحركة دورانية ، محورية ، متوازية ، زاوية ، أو تجمع بين كل هذه الحركات حيث تكون هذه الحركات محددة بمواصفات الشركة الصانعة للآلة وللمربط . و يبين



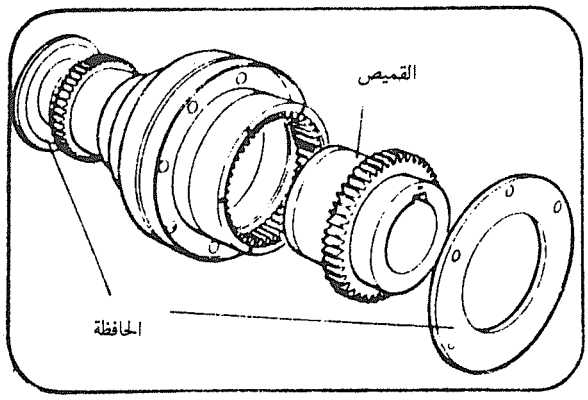
شكل (٢٢)



شكل (٢٣)

الشكل (٢٣) أنواع هذه الحركات ففي الشكل (أ) تكون الحركة دورانية حيث يسمح بالحركة بزاوية (ع) أما في شكل (ب) تكون الحركة محورية وبمقدار المسافة (س). وفي شكل (حـ) تكون حركة الأعمدة المسموح بها بشكل متواز وبمقدار(ص)وفي شكل (د) يسمح بحركة أحد الأعمدة بزاوية مقدارها (ط) وتشكل هذه الزاوية مقدار الازاحة بين خطي وسط العمودين ، وفي شكل (هـ) نلاحظ الوضع الذي يجمع بين جميع هذه الحركات والتي يسمح بها أحد المرابط المتحركة . ومن أنواع المرابط المتحركة ما يلي :

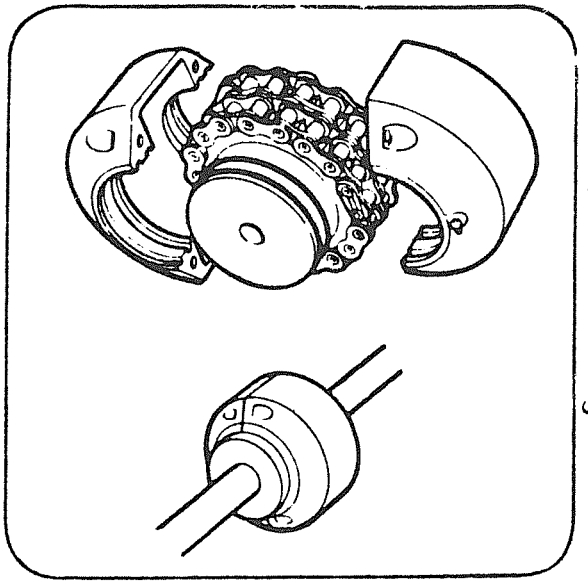
أ ـ المرابط الترسية (Gear Couplings) :



شكل (٢٤)

يتكون من قميص مسنن من الخارج و يركب كل قميص على عموده بواسطة الخابور؛ و يتكون أيضاً من حافظتين مسننتين من الداخل وتركب كل حافظة على قميصها ، و بذلك يتم التعشيق بين القميص والحافظة بواسطة أسنان التروس كما في الشكل (٢٤) ، وتعبأ المنطقة ما بين القميص والحافظة بالشحوم والتي يجب أن تفحص وتستبدل باستمرار.

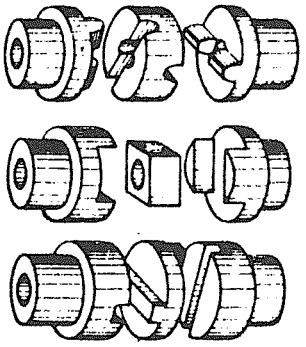
ب ـ المرابط الجنزيرية (Chain Couplings)



شكل (٢٥)

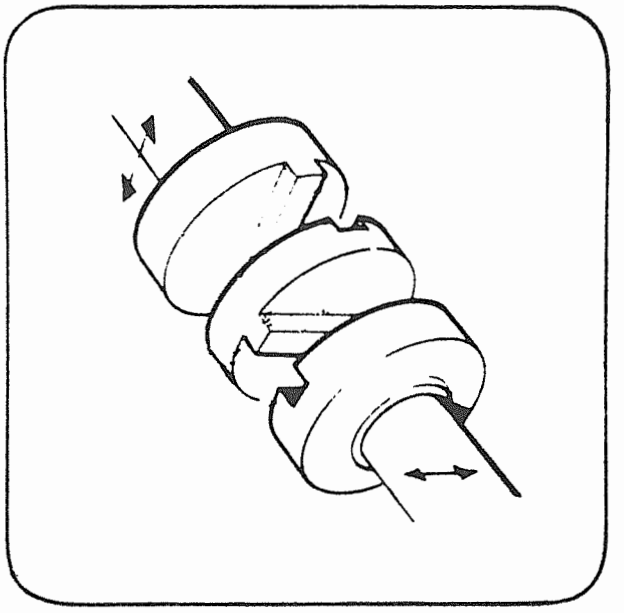
وهي عبارة عن قرصين مسننين و يركب كل واحد على عموده ، و يثبت بواسطة الخابور مع العمود و يقوم الجنزير بربط القرصين المسننين مع بعضهما ، و يُغلف المربط بواسطة حافظة مملوءة بالشحوم كما في الشكل (٢٥). وتستعمل هذه المرابط للعزوم المنخفضة .

حـ ـ مرابط أولدهام (Oldhams Coupling)



أ .

تستخدم هذه المرابط في حالة عدم الاستقامة المتوازي ، و يوضح الشكل (٢٦) هذا النوع من المرابط حيث تتوسط قطعة من المطاط بين شفتي المربط ، وتكون هذه القطعة على عدة أشكال وتصاميم كما في الشكل (أ) حيث يتناسب شكلها مع شكل الشفة المقابلة لها . و يوضح الشكل (ب) الحركة الافقية والعمودية والتي تتناسب مع المجرى الموجود في القطعة الوسيطة .



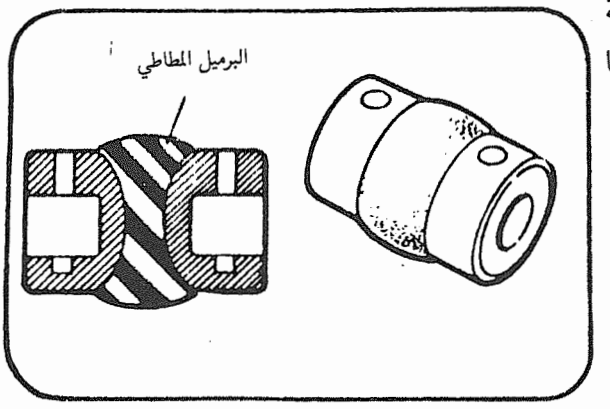
ب .

شكل (٢٦)

د ـ المرابط المرنة (Elastic Couplings) :

هذه المرابط هي أحدى أنواع المرابط المتحركة ، و يدخل في تركيب هذا النوع مادة ذات صفات مرنة كالمطاط أو الزنبركات ، وذلك لأنها تتحمل التغير (Deformation) الناتج عن الخطأ في الاستقامة . ومن هذه الأنواع :

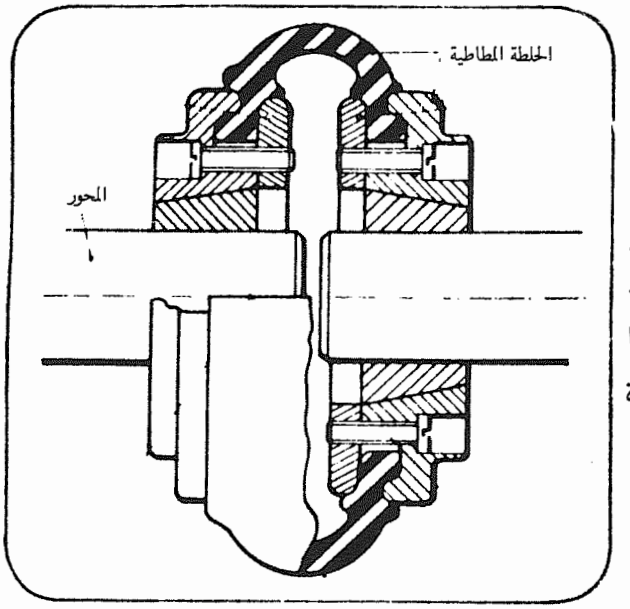
د ـ ١ ـ المربط البرميلي (Barrel Coupling) :



شكل (٢٧)

يتكون هذا المربط من ثلاثة أجزاء ملتصقات مع بعضها كما في الشكل (٢٧) ، والجزء الأوسط عبارة عن قطعة مطاط برميلية الشكل لتتحمل الاجهادات الناتجة عن عدم استقامة الأعمدة ، و يثبت الجزئين الآخرين مع العمود بواسطة البراغي أو المسامير.

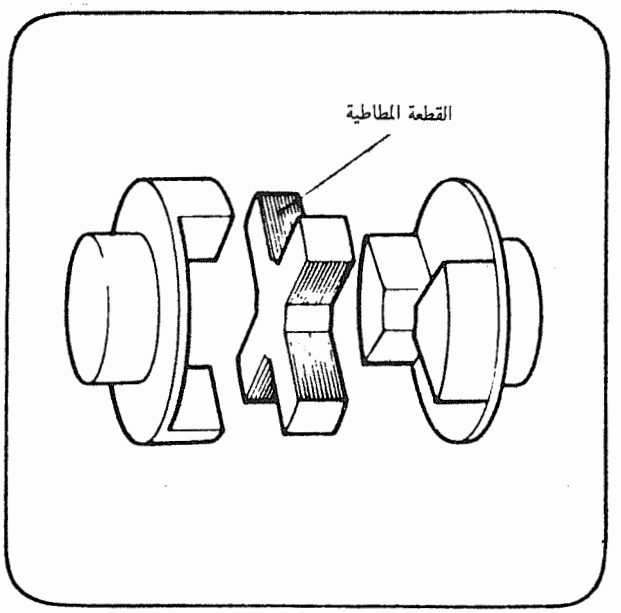
د ـ ٢ ـ المربط ذو الحلقة المطاطية (Rubber Tyre Coupling) :



يكون الجزء المرن هنا عبارة عن حلقة مطاطية على شكل عجل (اطار) كما في الشكل (٢٨) و يثبت العجل بواسطة براغي مع نصفي المربط ، أما النصفان فيثبتان مع الأعمدة بواسطة الخوابير.

شكل (٢٨)

د ـ ٣ ـ المربط المخلبي (Spider Coupling) :

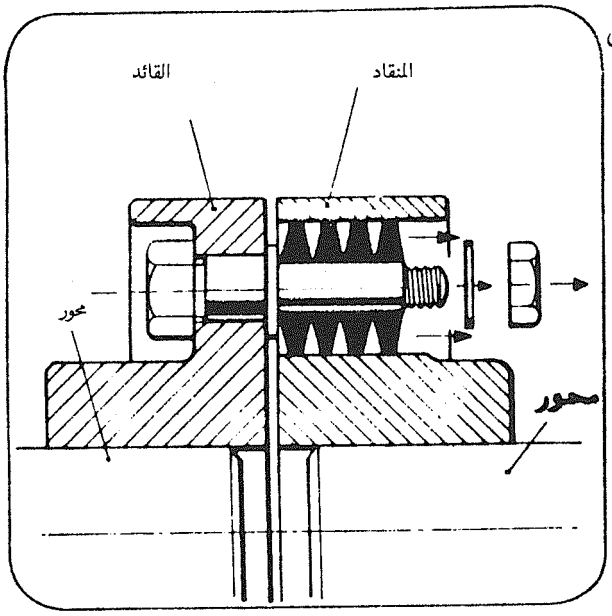


تستخدم هنا قطعة مطاطية مصلبة بين نصفي المربط كما في الشكل (٢٩) وتكون أنصاف المربط ذات مخالب تتداخل مع بعضها والقطعة المصلبة ، ويمكن أن تكون القطعة المطاطية ذات مخالب متعددة وذلك حسب التصميم .

شكل (٢٩)

د ـ ٤ ـ المرابط ذات المسامير والجلب المطاطية

(Pin and Rubber bush Coupling) :



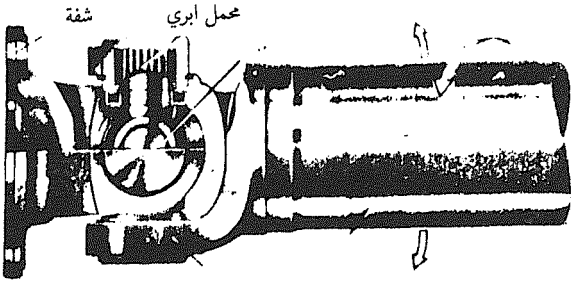
شكل (٣٠)

تشبه الى حد كبير المربط ذي الشفة ولكن هنا تُغلف براغي التثبيت بجلبة مطاطية كما في الشكل (٣٠) وتدخل هذه الجلب فقط في الشفة المنقادة .

هـ ـ المرابط المفصلية الشاملة :

(Universal-joint Coupling)

تستعمل هذه المرابط للأعمدة التي تكون محاورها ليست على استقامة واحدة بل تحصر بينها زاوية ، وتستخدم لنقل القدرات الكبيرة كما في المركبات مثلاً، الشكل (٣١) ، وقد تكون هذه المفاصل كروية ذات مفصل واحد ، وتستخدم في ادارة أعمدة آلات التثقيب متعددة المحاور، وفي مجموعات التغذية في آلات التفريز.



شكل (٣١)

٣ ـ ٢ ـ طرق فك المرابط عن الأعمدة :

تختلف طريقة فك المربط حسب نوعه ، ونميز هنا طرق الفك للأنواع التالية :

٣ ـ ٢ ـ ١ ـ المرابط الثابتة :

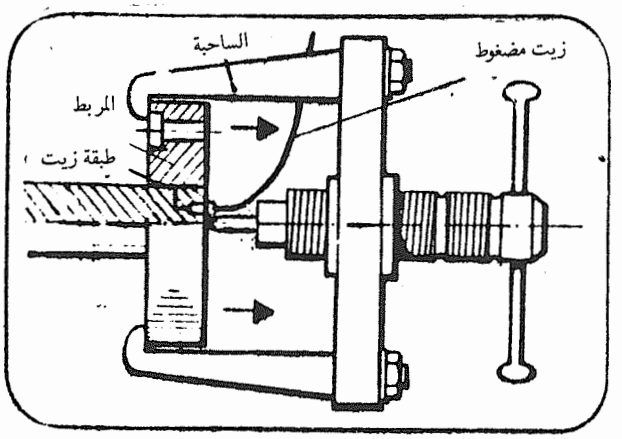
أ ـ المربط القميص ذو القطعة الواحدة : تزال براغي التثبيت من القميص ولا يمكن ازالة القميص دون فك أحد الأعمدة من الآلة ، ثم يسحب هذا العمود من القميص و بالتالي يسحب القميص .

ب ـ المربط القميص ذو القطعتين : طريقة الفك أسهل بكثير من النوع السابق ، حيث تزال هنا فقط البراغي التي تربط النصفين و بذلك يمكن ازالة المربط .

حـ ـ المربط الشفة : تفك البراغي التي تربط الشفتين مع بعضهما ثم تسحب الشفتين باستعمال الساحبات اليدو ية أو الهيدروليكية ، وذلك بعد أن نكون قد أبعدنا الشفتين عن بعضهما بفك أحد المعدات أو أحد الأطراف .

٣ ـ ٢ ـ ٢ ـ المرابط المتحركة :

تختلف طريقة الفك تبعاً لنوع المربط أيضاً و بصورة عامة تفك البراغي التي تربط النصفين وتزال القطع الوسيطة والتي تكون معرضة للتلف والتشقق وتستبدل بأخرى جديدة ، ولإزالة النصفين نستعمل الساحبات لهذا الغرض مع ملاحظة فيما إذا كانت هذه الانصاف مثبتة بواسطة البراغي أو الخوابير مع الأعمدة وذلك لإزالة البراغي إذا كان التثبيت كذلك أو لإزالة الخوابير بعد فك الانصاف .



شكل (٣٢)

وتستخدم طريقة الزيوت المذيبة لفك الانصاف (الشفاه) عن العمود وهي من أنجح الطرق . و يتم حقن الزيت من خلال ثقب خاص مثقوب في العمود حيث يغذي الزيت منطقة التماس بين المربط والعمود لتكو ين وسادة زيتية في تلك المنطقة مع اذابة أية مواد صلبة كالصدأ مثلاً ، ثم نقوم بتشغيل الساحبة اليدو ية أو الهيدروليكية لتسحب المربط ، حيث تقل المقاومة نتيجة لوجود الزيت ، ومن أهم

مواصفات هذا الزيت هي اللزوجة المنخفضة وذلك لامكانية تسربه في الاماكن الضيقة جداً أي أن يكون نافذاً في الخلوصات الدقيقة . ومن مواصفاته أيضاً امكانية تحليل الأوساخ والصدأ والمواد الصلبة والتي تقف عائقاً أمام عملية السحب .

٣ ـ ٣ ـ أخطار الفك والتركيب بالطرق :

يقوم بعض الميكانيكيين بفك أو تركيب المرابط على الأعمدة بواسطة الطرق على حواف قطع المربط . ولهذه الطريقة مساوىء كثيرة وهي :

أ ـ تؤثر عملية الطرق بالمطرقة الحديدية على الأسطح الخارجية للمربط ، حيث تُحدث تدرجاً وسطحاً غير منتظم وهذا مما يعيق اجراء عملية استقامة الأعمدة حيث لا نستطيع أخذ قراءات ثابتة ودقيقة في ساعة القياس ، و يستحيل أيضاً استعمال المسطرة المستوية لاجراء عملية الموازنة لاستقامة الأعمدة ، وكذلك يؤدي هذا التدرج الى ظهور ارتجاج أثناء التشغيل لعدم توازن القوى الطاردة المركزية في المربط أثناء الدوران .

ب ـ وتؤثر عملية الطرق على المحامل (Bearings) المثبتة على الأعمدة مما تؤدي هذه العملية الى اتلاف هذه المحامل .

حـ ـ وتؤثر عملية الطرق أيضاً على المربط نفسه مما يؤدي أحياناً إلى كسر أو تشقق المربط .

لذا لا يوصى باستعمال عملية الطرق في فك وتركيب المرابط بل يمكن استعمال مطرقة نحاسية للمساعدة في فك وتركيب المربط بطرقات خفيفة بالاضافة الى استعمال المكابس اليدوية أو الهيدروليكية .

٣ ـ ٤ ـ ملاءمة عناصر وسيلة الربط :

يدخل تحت مفهوم الملاءمة هنا : ملاءمة جزئي المربط مع بعضهما ، وكذلك ملاءمة المربط مع العمودين ؛ ففي الحالة الأولى يجب أن يكون جزءا المربط متناسقين مع بعضهما بحيث تكون ثقوب براغي الربط متقابلة تماماً في القطعتين . وكذلك يجب أن يكون وجها القطعتين متوازيين ، دون انحراف أو ميلان .

أما من حيث ملاءمة المربط مع العمودين فيجب التأكد من قياسات أقطار الأعمدة وقياسات فتحات المربط لتكون ملائمة ، بحيث يدخل العمود في قطعة المربط دون

استعمال قوة دفع كبيرة جداً أو أن يدخل العمود في فتحة المربط بسهولة وفي كلتي الحالتين الوضع مرفوض .

كذلك يجب التأكد من أن قياسات الخوابير المستعملة ومجاريها متلائمة أيضاً ، وكذلك المسافة التي سيدخلها العمود في المربط كافية ومناسبة .

٣ ـ ٥ ـ أعطاب وسيلة الربط واجراء الصيانة اللازمة لها :

من الأعطاب التي تحدث على نطاق واسع لوسائل الربط ما يلي :

أ ـ اتساع فتحة وسيلة الربط : حيث نلاحظ بأن العمود يتحرك يميناً وشمالاً ومحورياً داخل الفتحة ولعلاج ذلك يمكننا عمل جلبة داخل الفتحة ليتناسب قياس الجلبة مع قياس العمود ، أو تعبئة السطح الداخلي للفتحة بمادة اللحام المناسبة ثم خراطة السطح قياس يتلائم مع قياس العمود .

ب ـ اتساع مجرى الخابور في وسيلة الربط و يعالج ذلك بتعبئة مجرى الخابور بمادة اللحام المناسبة ثم فتح مجرى خابور مناسب من حيث العمق والعرض والطول .

حـ ـ تآكل براغي الربط حيث يلاحظ تخضر على جوانب البرغي و يعالج باستبدال البرغي بآخر جديد ومناسب .

د ـ تآكل على جبهة وسيلة الربط و يعالج بتسوية السطح بالخراطة الوجهية .

هـ ـ وهناك أعطال تخص عناصر معينة من وسيلة الربط كاهتراء القطع المطاطية و يعالج ذلك باستبدالها بأخرى جديدة .

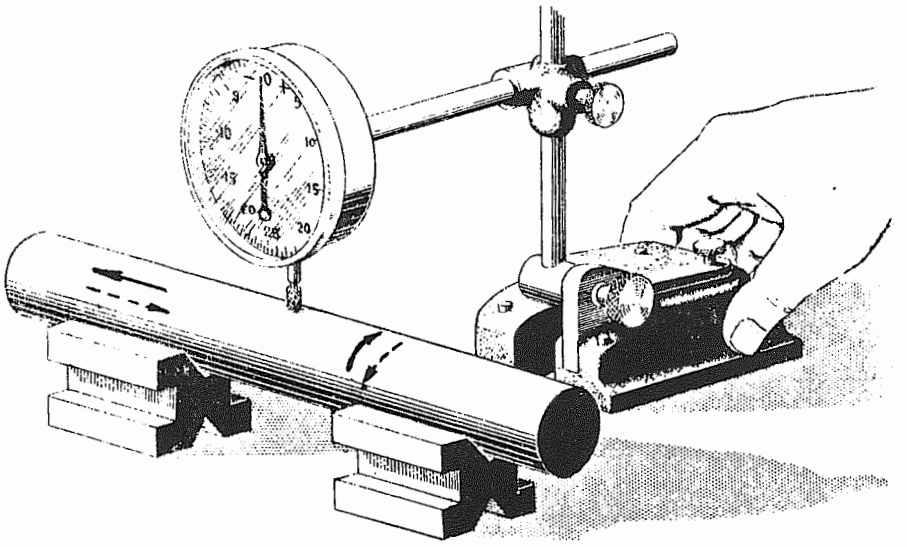
٤ ـ فحص استقامة واستوائية الأعمدة ووسائل الربط :

٤ ـ ١ ـ أهمية اجراء عملية فحص الاستقامة :

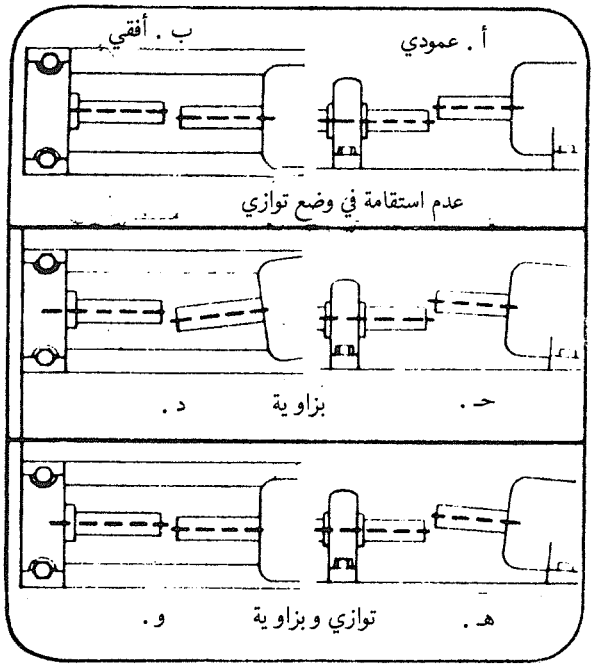
يعنى باستقامة الأعمدة أن يكون خطا مركزي العمودين على استقامة واحدة ، حيث يؤثر على عدم استقامة الأعمدة على المحامل (Bearings) المركبة على الأعمدة ، و يؤدي ذلك الى تلفها بسرعة ، و يُكتشف ذلك بسماع صوت مميز واهتزازات في الآلة مع ارتفاع درجة حرارة المنطقة المحيطة بالمحمل ، و يؤدي عدم الاستقامة أيضاً الى تلف وسيلة الربط ، وكذلك الى احتمال حدوث اعوجاج في الأعمدة .

٤ ـ ٢ ـ طرق فحص استقامة الأعمدة ووسائل الربط :

تقوم المرابط بتوصيل عمودين معاً لنقل الحركة من أحدهما الى الآخر، ونجري فحص الاستقامة لكل عمود على حده ثم نجري فحص الاستقامة للعمودين معاً ليكونا على استقامة واحدة. ففي الشكل (٣٣) نلاحظ عملية اجراء موازنة لعمود واحد حيث يوضع العمود على قاعدتين (V) (V-block) حيث تكون القاعدتان وقاعدة الساعة (المغناطيسية) على طاولة تسوية ثم توضع ابرة الساعة لتمس العمود و يوضع المؤشر على قراءة الصفر ونقوم بتحريك العمود محورياً يميناً وشمالاً فإذا لم تتحرك الابرة يكون العمود مستقيماً، ويمكن فحص العمود للتأكد من دائريته (Roundness) وذلك بتحريك العمود دائرياً كما هو مبين في الشكل بالسهم الدائري. واذا كان العمود له عدة درجات فتفحص استقامة كل درجة على حده، و يفضل استعمال المخرطة لفحص الاستوائية باستعمال ساعة القياس.



شكل (٣٣)



شكل (٣٤)

ولاجراء عملية الموازنة لعمودين متصلين معاً لا بد من معرفة الأوضاع الممكنة من أوضاع عدم الاستقامة بين عمودين ، ونميز ثلاثة أنواع من عدم الاستقامة موضحة في الشكل (٣٤) وهي :

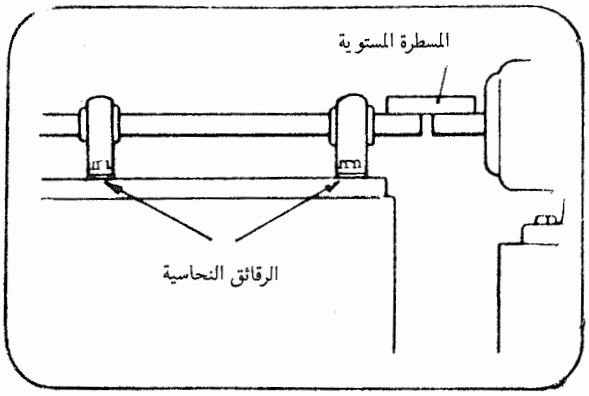
أ - عدم الاستقامة في وضع التوازي في المستوى الافقي أو العمودي ، و يعني هذا أن خطي مركزي العمودين ما زالا في وضع التوازي ، وإن عدم الاستقامة ناشىء عن كون خط مركز العمود الأول يقع اما خلف أو أمام خط مركز العمود الثاني (الوضع الأفقي) كما في الشكل (٣٤ب) ، أو كون خط مركز العمود الأول يقع اما فوق أو تحت (أعلى أو أسفل) خط مركز العمود الثاني (الوضع العمودي) كما في الشكل (٣٤أ).

ب - عدم الاستقامة في الوضع الزاويّ الافقي أو العمودي شكل (٣٤حـ ، د) ، و يعني هذا أن خط مركز العمود الأول غير موازٍ لخط مركز العمود الثاني ، انما يميل عليه بزاوية اما في المستوى الأفقي أو في المستوى العمودي ، ويمكن أن يتقاطع خطا المركزين أو لا يتقاطعا .

حـ - عدم استقامة في الوضع الزاويّ والتوازي معاً : حيث يكون خطا المركزين للعمودين متوازيين في الوضع الأفقي ، أما في الوضع العمودي فيصنع خط مركز العمود الأول مع خط مركز العمود الثاني زاوية أو يمكن أن يحصل العكس أي أن يكون خطا المركزين متوازيين في الوضع العمودي و يصنعان زاوية في الوضع الأفقي كما في الشكل (٣٤و هـ ، و).

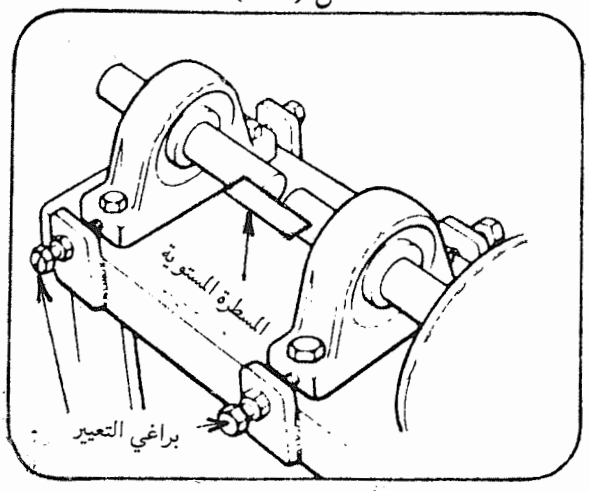
يتم فحص استقامة العمودين باحدى الطرق التالية :

أ - باستعمال المسطرة المستوية : يتم فحص الاستقامة باستعمال المسطرة المستوية عمودياً كما في الشكل (٣٥) وافقياً كما في الشكل (٣٦) .



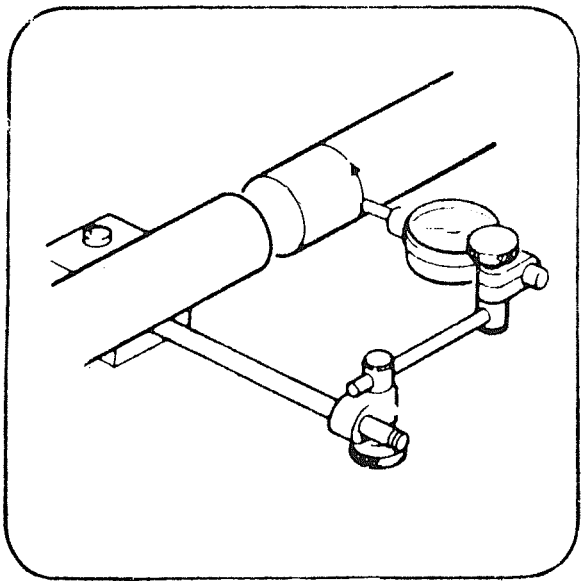
شكل (٣٥)

الفحص العمودي : تثبت المسطرة المستوية على العمودين في الوضع العمودي كما في الشكل (٣٥) ثم ننظر أسفل المسطرة لنشاهد تطابق المسطرة والعمودين و يعاير ذلك بوضع أو بازاحة الرقائق النحاسية (Shims) من أسفل نقاط تثبيت القاعدة.



شكل (٣٦)

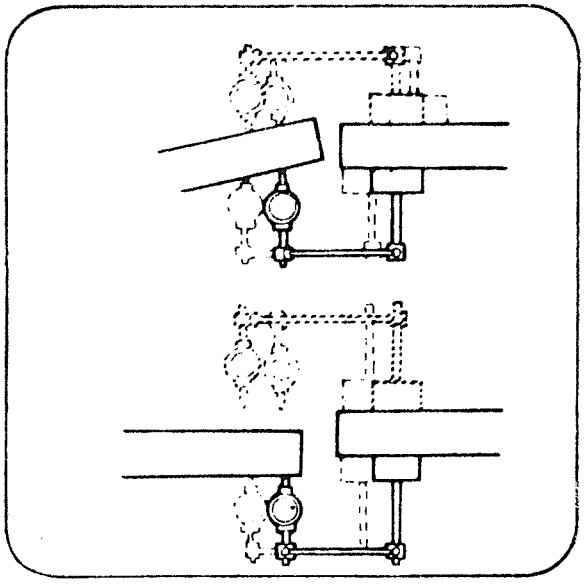
الفحص الافقي : تثبت المسطرة على جانبي العمودين ، ويمكننا هنا تحريك العمودين باستعمال براغي الدفع والتعيير، ، ويجب تطابق المسطرة مع العمودين وذلك بالنظر على خط التماس ما بين المسطرة وسطح العمودين كما في الشكل (٣٦) .



شكل (٣٧)

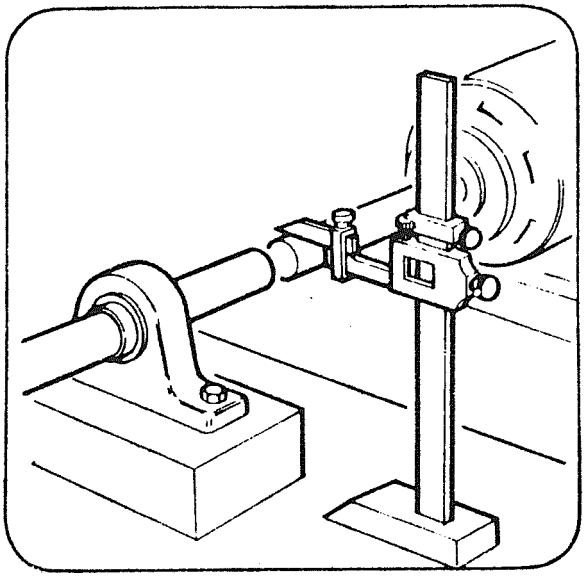
ب - باستعمال ساعة القياس

تثبت قاعدة ساعة القياس (وتكون عادة قاعدة مغناطيسية) على أحد الأعمدة وتوضع الابرة على العمود الآخر كما في الشكل (٣٧) ، يدار العمود الذي تثبت عليه القاعدة المغناطيسية باليد و يبقى العمود الآخر ثابتاً ، فإذا كان هناك استقامة تامة بين العمودين تبقى قراءة الساعة ثابتة أثناء دوران العمود دورة كاملة ، وإذا كان عكس ذلك نقوم باجراء تعيير عمودي وآخر أفقي حتى نحصل على قراءة ثابتة للساعة ، وذلك برفع أو تنزيل قاعدة الأعمدة باستعمال الرقائق النحاسية (Shims) ، وذلك للتعيير العمودي أو بتحريك القاعدة يميناً أو شمالاً للتعيير الافقي ويجب تغيير موضع ابرة الساعة في عدة نقاط كما هو موضح في الشكل (٣٨)، وتستعمل هذه الطريقة للحصول على دقة متناهية في الاستقامة بين الأعمدة .



شكل (٣٨)

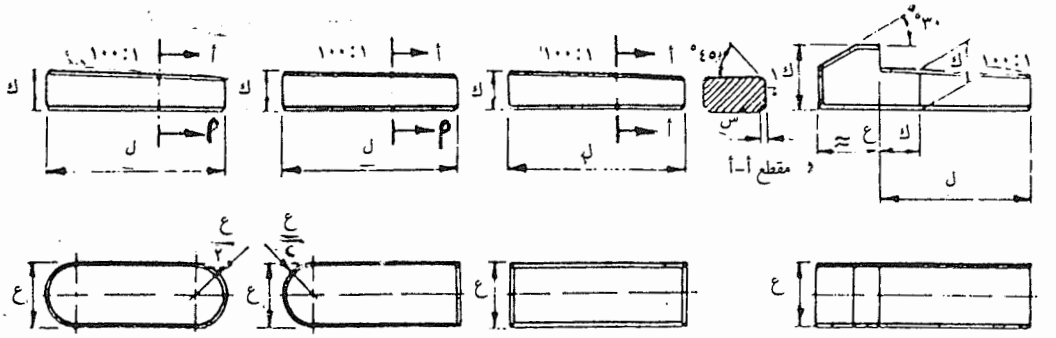
حـ - باستعمال ورنية قياس الارتفاع (Vernier height gauge) :



شكل (٣٩)

تستعمل هذه الطريقة لفحص الاستقامة في الوضع العمودي فقط كما في الشكل (٣٩) ويجب التأكد من أن القاعدة التي ترتكز عليها الورنية ملساء ومستوية تماماً ، ولا بد من استعمال طرق أخرى بالاضافة الى هذه الطريقة وذلك لفحص الاستقامة الأفقية ، مع العلم بأن القياس هنا غير دقيق بالمقارنة بطريقة القياس باستعمال ساعة القياس ، لذا لا ينصح باستعمالل هذه الطريقة في الحالات التي تتطلب دقة متناهية وخاصة للآلات ذات السرعات العالية .

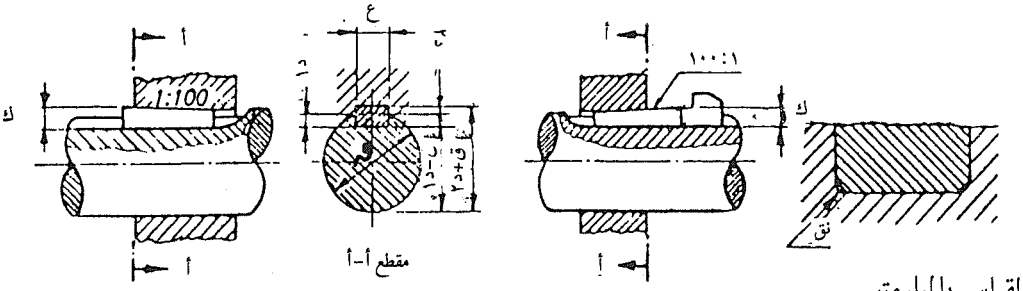
جدول رقم (١) : قياس وخلوص الخوابير المسلوبة



القياس بالميليمتر

ارتفاع الرأس ك١	الطول ل		الشطفة س		السمك ك		العرض ع	
القياس	الى	من	الحد الأعلى	الحد الأدنى	القياس	الخلوص	القياس	الخلوص h9
–	20	6	0.25	0.16	2	0 - 0.025	2 3	0 - 0.025
–	36	6	0.25	0.16	3			
7	45	8	0.25	0.16	4	0 - 0.030	4 5 6	0 - 0.030
8	56	10	0.40	0.25	5			
10	70	14	0.40	0.25	6			
11	90	18	0.40	0.25	7	0 - 0.090	8 10	0 - 0.036
12	110	22	0.60	0.40	8			
12	140	28	0.60	0.40	8		12 14 16	0 - 0.043
14	160	36	0.60	0.40	9			
16	180	45	0.60	0.40	10			
18	200	50	0.80	0.60	11	0 - 0.110	18	
20	220	56	0.80	0.60	12		20 22 25 28	0 - 0.052
22	250	63	0.80	0.60	14			
22	280	70	0.80	0.60	14			
25	320	80	0.80	0.60	16			
28	360	90	0.80	0.60	18			
32	400	100	1.20	1.00	20	0 - 0.130	32 36 40 45 50	0 - 0.062
36	—	—	1.20	1.00	22			
40	—	—	1.20	1.00	25			
45	—	—	1.20	1.00	28			
50	—	—	2.00	1.60	32	0 - 0.160	56 63 70 80	0 - 0.074
50	—	—	2.00	1.60	32			
56	—	—	2.00	1.60	36			
63	—	—	3.00	2.50	40			
70	—	—	3.00	2.50	45		90 100	0 - 0.087
80	—	—	3.00	2.50	50			

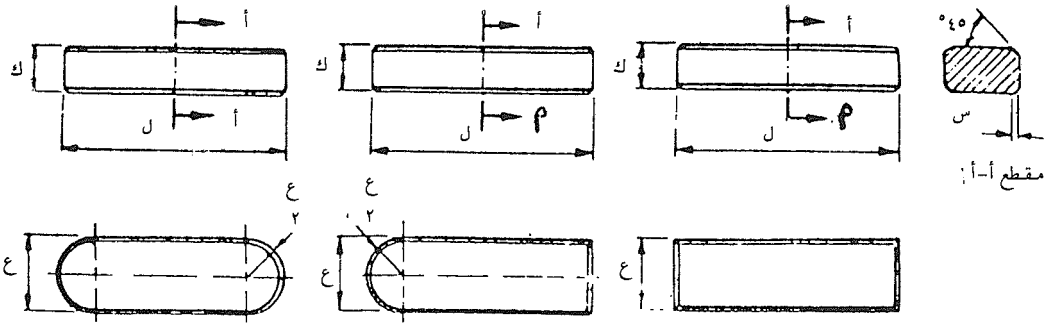
جدول رقم (٢) : قياس وخلوص مجاري الخوابير المسلوبة



القياس بالميليمتر

قطر العمود ق		مقطع الخابور ع × ك	مجرى الخابور							
			العرض للعمود والسره ع		العمق				نصف القطر نق	
					العمود د١		السره د٢			
من	الى		القياس	الخلوص	القياس	الخلوص	القياس	الخلوص	حد أعلى	حد أدنى
6	8	2 × 2	2	+0.060	1.2		0.5		0.16	0.08
8	10	3 × 3	3	+0.020	1.8	+0.1 0	0.9	+0.1 0	0.16	0.08
10	12	4 × 4	4	+0.078 +0.030	2.5		1.2		0.16	0.08
12	17	5 × 5	5		3		1.7		0.25	0.16
17	22	6 × 6	6		3.5		2.2		0.25	0.16
22	30	8 × 7	8	+0.098 +0.040	4		2.4		0.25	0.16
30	38	10 × 8	10		5		2.4		0.40	0.25
38	44	12 × 8	12		5		2.4		0.40	0.25
44	50	14 × 9	14	+0.120 +0.050	5.5		2.9		0.40	0.25
50	58	16 × 10	16		6	+0.2 0	3.4	+0.2 0	0.40	0.25
58	65	18 × 11	18		7		3.4		0.40	0.25
65	75	20 × 12	20		7.5		3.9		0.60	0.40
75	85	22 × 14	22	+0.149 +0.065	9		4.4		0.60	0.40
85	95	25 × 14	25		9		4.4		0.60	0.40
95	110	28 × 16	28		10		5.4		0.60	0.40
110	130	32 × 18	32		11		6.4		0.60	0.40
130	150	36 × 20	36	+0.180 +0.080	12		7.1		1.00	0.70
150	170	40 × 22	40		13		8.1		1.00	0.70
170	200	45 × 25	45		15		9.1		1.00	0.70
200	230	50 × 28	50		17		10.1		1.00	0.70
230	260	56 × 32	56		20	+0.3 0	11.1	+0.3 0	1.60	1.20
260	290	63 × 32	63	+0.220 +0.120	20		11.1		1.60	1.20
290	330	70 × 36	70		22		13.1		1.60	1.20
330	380	80 × 40	80		25		14.1		2.50	2.00
380	440	90 × 45	90	+0.260 +0.120	28		16.1		2.50	2.00
440	500	100 × 50	100		31		18.1		2.50	2.00

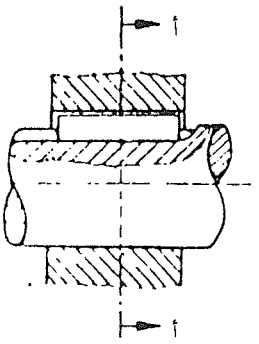
جدول رقم (٣) : قياس وخلوص الخوابير المتوازية الانزلاقية

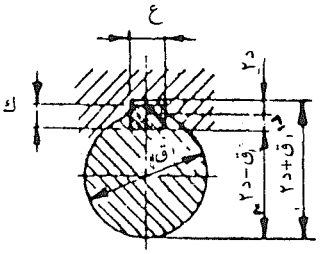


القياس بالميليمتر

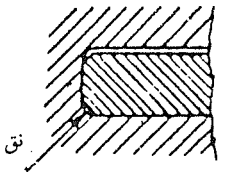
الطول ل		الشطفة س		السمك ك		العرض ع	
الى	من	حد أعلى	حد أدنى	القياس	الخلوص	الخلوص hg	القياس
20	6	0.25	0.16	2	0	0	2
36	6	0.25	0.16	3	-0.025	-0.025	3
45	8	0.25	0.16	4			4
56	10	0.40	0.25	5	0	0	5
70	14	0.40	0.25	6	-0.030	-0.030	6
90	18	0.40	0.25	7			8
110	22	0.60	0.40	8		0	10
140	28	0.60	0.40	8	0	-0.036	8
160	36	0.60	0.40	9	-0.090		10
180	45	0.60	0.40	10			12
200	50	0.80	0.40	11			14
220	56	0.80	0.60	12		0	16
250	63	0.80	0.60	14	0	-0.043	18
280	70	0.80	0.60	14	-0.110		20
320	80	0.80	0.60	16			22
360	90	0.80	0.60	18			25
400	100	1.20	1.00	20			28
—	—	1.20	1.00	22	0	0	32
—	—	1.20	1.00	25	-0.130	-0.052	36
—	—	1.20	1.00	28			40
—	—	2.00	1.60	32			45
—	—	2.00	1.60	32			50
—	—	2.00	1.60	36	0	0	56
—	—	3.00	2.50	40	-0.160	-0.062	63
—	—	3.00	2.50	45			70
—	—	3.00	2.50	50		0	80
						-0.074	90
						-0.087	100

جدول رقم (٤) : قياس وخلوص مجاري الخوابير المتوازية الانزلاقية





مقطع أ-أ

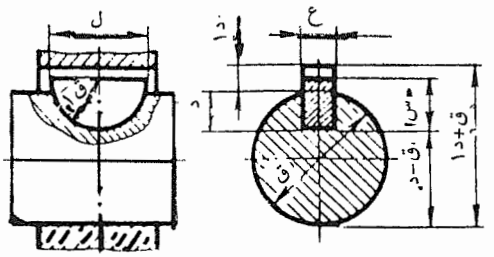


القياس بالميليمتر

قطر العمود ق		مقطع الخابور ع × ك	مجرى الخابور											
			العرض ع						العمق د١ العمود		د٢ السره		نصف القطر نق	
				الخلوص										
				خابور منزلق		خابور عادي		ما بعد التركيب						
من	الى		القياس	العمود	السره	العمود	السره		القياس	الخلوص	القياس	الخلوص	حد أعلى	حد أدنى
6	8	2 × 2	2	+0.025	+0.060	-0.004	+0.0125	-0.006	1.2		1		0.16	0.08
8	10	3 × 3	2	0	+0.020	-0.029	-0.0125	-0.031	1.8	+0.1	1.4	+0.1	0.16	0.08
10	12	4 × 4	4						2.5	0	1.8	0	0.16	0.08
12	17	5 × 5	5	+0.030	+0.078	0	+0.015	-0.012	3		2.3		0.25	0.16
17	22	6 × 6	6	0	+0.030	-0.030	-0.015	-0.042	3.5		2.8		0.25	0.16
22	30	8 × 7	8	+0.036	+0.098	0	+0.018	-0.015	4		3.3		0.25	0.16
30	38	10 × 8	10	0	+0.040	-0.036	-0.018	-0.051	5		3.3		0.40	0.25
38	44	12 × 8	12						5		3.3		0.40	0.25
44	50	14 × 9	14						5.5		3.8		0.40	0.25
50	58	16 × 10	16	+0.043	+0.120	0	+0.0215	-0.018	6	+0.2	4.3	+0.2	0.40	0.25
58	65	18 × 11	18	0	+0.050	-0.043	-0.0215	-0.061	7	0	4.4	0	0.40	0.25
65	75	20 × 12	20						7.5		4.9		0.60	0.40
75	85	22 × 14	22	+0.052	+0.149	0	+0.026	-0.022	9		5.4		0.60	0.40
85	95	25 × 14	25	0	+0.065	-0.052	-0.026	-0.074	9		5.4		0.60	0.40
95	110	28 × 16	28						10		6.4		0.60	0.40
110	130	32 × 18	32						11		7.4		0.60	0.40
130	150	36 × 20	36	+0.062	+0.180	0	+0.031	-0.026	12		8.4		1.00	0.70
150	170	40 × 22	40	0	+0.080	-0.062	-0.031	-0.088	13		9.4		1.00	0.70
170	200	45 × 25	45						15		10.4	"	1.00	0.70
200	230	50 × 28	50						17		11.4		1.00	0.70
230	260	56 × 32	56						20		12.4		1.60	1.20
260	290	63 × 32	63	+0.074	+0.220	0	+0.037	-0.032	20	+0.3	12.4	+0.3	1.60	1.20
290	330	70 × 36	70	0	+0.100	-0.074	-0.037	-0.106	22	0	14.4	0	1.60	1.20
330	380	80 × 40	80						25		15.4		2.50	2.00
380	440	90 × 45	90	+0.087	+0.260	0	+0.0435	-0.037	28		17.4		2.50	2.00
440	500	100 × 50	100	0	+0.120	-0.087	-0.0435	-0.124	31		19.5		2.50	2.00

جدول رقم (٥) : قياس وخلوص الخابور القمري ومجراه

Woodruff Key



القياس بالميليمتر						
قطر العمود	مقاسات الخابور				عمق المجرى	
					العمود	السره
ق	ع	س	ق١	ل	د	د١
10 - 14		5.0	13.0	12.6	3.5	
		6.5	16.0	15.7	5.0	
	4	7.5	19.0	18.6	6.0	1.6
		9.0	22.0	21.7	7.5	
14 - 18		6.5	16.0	15.7	4.5	
		7.5	19.0	18.6	5.5	
	5	9.0	22.0	21.6	7.0	2.1
		10.0	25.0	24.5	8.0	
		11.0	28.0	27.3	9.0	
18 - 24		9.0	22.0	21.6	6.5	
		10.0	25.0	24.5	7.5	
	6	11.0	28.0	27.3	8.5	2.6
		13.0	32.0	31.4	10.5	
		15.0	38.0	37.1	12.5	
24 - 30		10.0	25.0	24.5	7.0	
		11.0	28.0	27.3	8.0	
		13.0	32.0	31.4	10.0	
	8	15.0	38.0	37.1	12.0	3.1
		16.0	45.0	43.1	13.0	
		17.0	55.0	50.8	14.0	
30 - 36		13.0	32.0	31.4	9.5	
		15.0	38.0	37.1	11.5	
		16.0	45.0	43.1	12.5	
	10	17.0	55.0	50.8	13.5	3.6
		19.0	65.0	59.1	15.5	
		24.0	80.0	73.3	20.5	
36 - 55	12	19.0	65.0	59.1	15.5	
		24.0	80.0	73.3	20.5	