

الباب الأول

مقدمة: المواسير المستخدمة في

نقل المياه ومياه الصرف

الباب الأول
المواسير والقطع المستخدمة في مشروعات المياه
الفهرس

الصفحات	الموضوعات	البنود
١٣	مقدمة	
١٦	مواد التصنيع للمواسير المعدنية	١
٢٥	صناعة المواسير من الصلب الكربوني	٢
٣١	رقم الجدول لماسورة الصلب	٣
٣٣	تجهيز نهايات مواسير الصلب	٤
٣٩	القطع المصنعة	٥
٦٦	صناعة المواسير من حديد الزهر	٦
٦٩	صناعة المواسير من المواد الغير معدنية	٧
٧٩	المواسير من المواد الخاملة	٨
٨٧	طرق توصيل المواسير وملحقاتها	٩

الباب الأول

مقدمة: المواسير المستخدمة في

نقل المياه ومياه الصرف

عند تناول صناعة المواسير يكون الهدف منها هو إجراء إختبارات مراقبة الجودة بكفاءة للمواسير ومشمولات الشبكة حيث أن ذلك من أهم الإجراءات لحماية المواسير من التلف والتآكل. ولذلك فإنه يعهد بهذا العمل لكوادر مؤهلة ومدربة لعمل الإختبارات على مختلف أنواع المواسير والتي تبدأ مبكرا في مرحلة الانتاج طبقا للمواصفات التي إشتراطها أو وافق عليها المشتري. وتشمل هذه إما المواصفات القياسية المصرية التي تصدرها الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسي (التابعة لوزارة الصناعة) أو المواصفات الدولية التي تشارك مصر في إعدادها (ممثلة في وزارة الصناعة) والتي تسمى (ISO) وهو إختصار لاسم المنظمة (International standardization Organization) أو المواصفات الأمريكية (ASTM) أو الألمانية (DIN) أو الانجليزية (BS) أو مواصفات معهد البترول الأمريكي (API) أو مواصفات رابطة أشغال المياه الأمريكي (AWWA) أو مواصفات المنتج التي يوافق عليها المشتري. تشمل إختبارات مراقبة الجودة خمسة أنواع رئيسية وهي: الإختبارات الكيماوية والميكانيكية والهيدروستاتيكية والطبيعية والشكل العام والأبعاد. وينص في المواصفات على الاختبارات التي تجرى لنوع معين من المنتج وكذلك معدل إجرائها. فنرى أن إختبارات الضغط الهيدروستاتيكي تجرى على المواسير التي تعمل بالضغط بنسبة ١٠٠٪ وينسب أقل للمواسير التي تعمل بالإنحدار.

وإن كانت مراقبة الجودة هي خط الدفاع الأول لحماية المواسير من التلف والتآكل فإنه يجب أن يختبر كذلك نظام ومواد الحماية من التآكل. تصنع المواسير والقطع المستخدمة في نقل المياه ومياه الصرف إما من المواد المعدنية أو المواد غير معدنية أو من المواد الخاملة جدول (١).

المواسير من المواد المعدنية وهي تشمل المواسير من الصلب الكربوني والزرهر المرن أساسا بالإضافة الى المواسير من الصلب المقاوم والزرهر الرمادي وهي أقل استعمالا في

الشبكات أما مواسير النحاس تستخدم أساسا فى السباكة المنزلية وسبائك النحاس تدخل فى صناعة بعض أنواع المحابس .

المواسير من المواد الغير معدنية تشمل المواسير من الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب أو بدون الأسطوانة الصلب ومواسير الأسيتوس .
المواسير من المواد الخاملة وتشمل مواسير البلاستيك مثل البى فى سى والبولى إيثيلين والبولى بروبيلين والمواسير من البولى إيستر المسلح بالصوف الزجاجى (GRP) والمواسير من الفخار المزجج .

جدول (١) مواد الصنع للمواسير والقطع

مواد معدنية	مواد غير معدنية	مواد خاملة
طلب كربونى	خرسانة عادية	بى، فى سى، بولى إيثيلين
زهزمرن	خرسانة مسلحة	بولى بروبيلين، بولى إيستر مسلح
صلب مقاوم	خرسانة سابقة الإجهاد	بالصوف الزجاجى
زهزرمادى	أسبستوس	الفخار المزجج

تصنع المواسير بأقطار مختلفة قد تزيد عن ٢ متر وضغوط تشغيل تصل الى ١٥ ضغط جوى أو أكثر. وتستخدم المواسير فى نقل المياه بالضغط وذلك إما فى خطوط نقل المياه الرئيسية والتي تنقل المياه الى مسافات متوسطة أو بعيدة أو فى شبكة التوزيع أو فى الفرعات الموصلة من الشبكة الى المنشأ. أما مواسير نقل مياه الصرف الصحى فتعمل بالإنحدار.

خطوط المياه لأقطار حتى ٦٠٠ مم وضغط تشكيل حتى ١٥ جوى تستخدم مواسير الزهر المرن والأسيتوس (فى حالة عدوانية التربة). وللأقطار الكبيرة تستخدم مواسير الخرسانة سابقة الإجهاد ومواسير الصلب. بينما مواسير الصلب والزهر المرن هى الأكثر مناسبة للضغوط العالية (ضغط تشغيل أكبر من ١٥ جوى) وفى الشبكة والأقطار المتوسطة

(أقل من ٦٠٠ مم) حيث ضغط التشغيل حوالي ٦ جوى تستخدم مواسير البلاستيك والفيبرجلاس. وفي الفرعات المنزلية تستخدم مواسير البولي إثيلين.

وفي خطوط الانحدار لنقل مياه الصرف الصحى تستخدم مواسير الفخار المزجج لجميع الأقطار أو مواسير البلاستيك للأقطار أقل من ٣٠٠ مم أو مواسير الخرسانة المسلحة للأقطار الكبيرة أو الخرسانة العادية لأقطار أقل من ٦٠٠ مم.

تستخدم مواسير البلاستيك والبولي إيستر المسلح بالصوف الزجاجي في خطوط الضغط والانحدار.

تتكون خطوط نقل المياه وشبكات التوزيع من المواسير والقطع مثل الكيعان والتهيئات والمساليب والصلايب... الخ وكذلك من أنواع مختلفة من المحابس لسهولة التشغيل وزيادة كفاءة خطوط النق والشبكات.. وهذه المحابس هي محابس هواء ومحابس غسيل ومحابس قفل (سكينه) ومحابس عدم رجوع ومحابس المحافظة على الضغط.

الماء يحتوى دائما على الهواء المذاب فيه والذي يتحرر مع خفض الضغط ويتجمع في نقطة مرتفعة في خط المواسير. لذلك تزود كل الارتفاعات بمحابس هواء وتوضع المواسير بميل لا يزيد عن ١ : ٥٠٠ لخطوط المياه لتسهيل وصول الهواء إلى أعلى نقطة حيث توضع محابس الهواء كبيرة الفتحة لسرعة تفرغ الهواء (أو دخول الهواء) عند امتلاء الخط أو تفرغه. كما تصمم محابس الهواء صغيرة الفتحة لخروج كميات صغيرة من الهواء أثناء التشغيل. توضع محابس الغسيل أو التصريف التي تتكون من وصلة حرف T ومحبس سكينه في النقط المنخفضة لامكان الصرف من الخط أثناء الصيانة أو الاصلاح. قطر هذه المحابس عادة ١/٣ قطر الماسورة لأدنى قطر ١٠٠ مم.

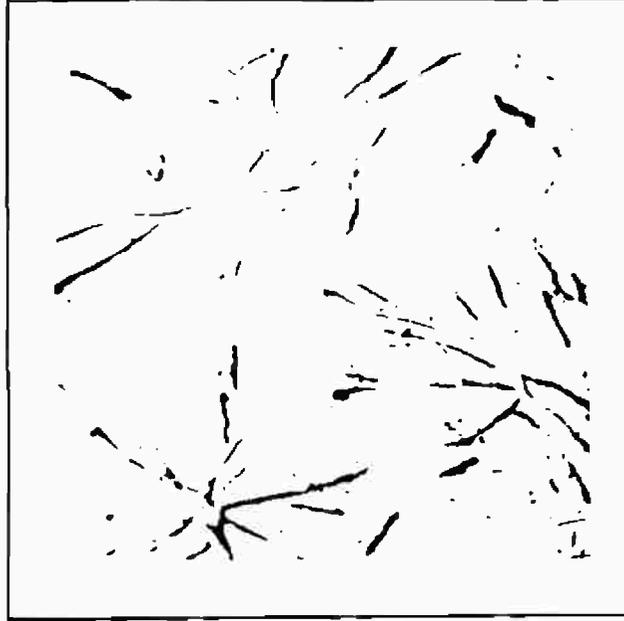
كما توضع محابس على مسار خط المواسير بفواصل من ١ - ٥ كم لامكان عزل قطاعات من الخط لأغراض الصيانة أو لإيقاف التدفق في حالة الانفجار عادة يستخدم محبس سكينه بقطر ٢/٣ قطر الماسورة عندما يزيد قطر الماسورة عن ٣٠٠ مم.

محابس خفض الضغط أو المحافظة على الضغط والتي تستخدم للتحكم في الضغط في شبكة التوزيع أساسا وقد تستخدم في خطوط النقل الرئيسية والمحابس المستخدمة في هذه الحالة هي محابس الفراشة أو الكورة.

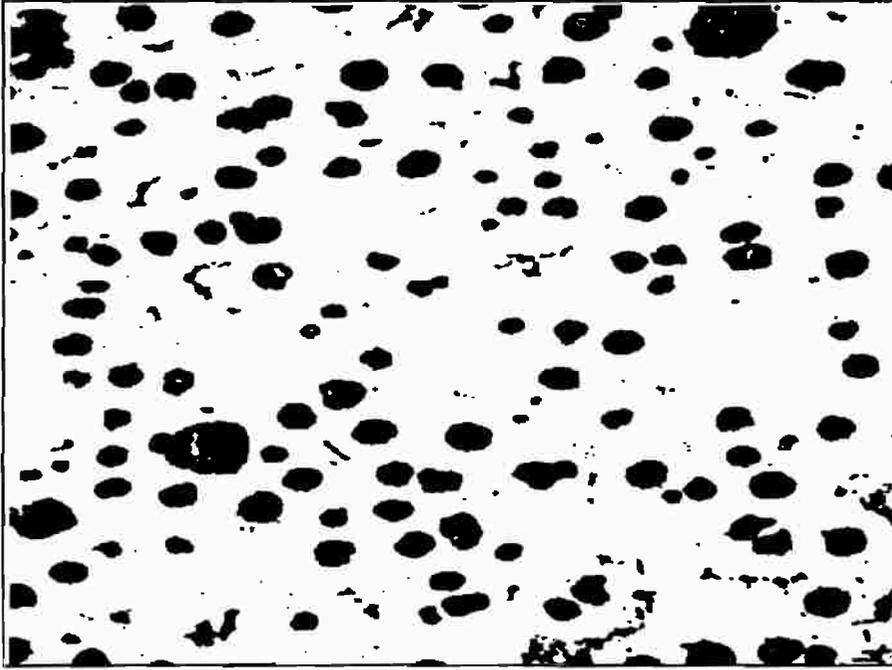
محابس عدم الرجوع وتصميم عند مخارج المياه من الطلمبه أو عند المداخل الى الخزانات وفي مواقع أخرى عندما يكون من الضروري منع إرتداد المياه عند توقف الطلمبه أو تلف الماسورة . هذا مع عمل الاضافات على الخطوط الرئيسية لمنع الإضطراب الهيدروليكي (Hydraulic Surge) وضبط الفترة الزمنية لقفل المحابس لمنع المطرقة المائية (water Hammer) .

١- مواد الصنع للمواسير المعدنية

أ- صناعة الصلب: تتطلب أدنى كمية من الشوائب منها الكبريت والفسفور ومواد غير معدنية أخرى. ينتج الصلب في أفران يتم فيها خفض المحتوى من الكربون والشوائب الأخرى لكثا الحديد ($Hematite - Fe_2 O_3$) وينتج الصلب في شكل كتل (SteelIngots) بأدنى نسبة من الشوائب بما يحسن من جهد الشد والصلابة.



شكل (١) صورة مكبرة لمقطع في الزهر الرمادى يوضح الشكل الابرى للجرافيت



شكل (٢) صورة مكبرة لمقطع فى الزهر المرن يوضح الشكل الكروى للجرافيت

(١) الصلب المقاوم (Stainless Steel) يحتوى على حديد أكثر من ٩٩,٩٪ وعلى كربون أقل من ٠,١٪ وقد يصل الى ٠,٢٥٪. ويضاف للصلب عناصر معدنية أخرى (Alloying elements) مثل الكروم الذى يمنع تآكل سطح المعدن وكذلك يضاف النيكل لزيادة قوة الصلادة (Toughness) ومقاومة الحرارة. وتتغير نسبة هذه المعادن طبقاً لنوع الصلب المقاوم حيث تتراوح نسبة الكروم ما بين ٤-٢٧٪ والنيكل ما بين صفر-٢٢٪. كما تضاف بعض المعادن مثل السيليكون، المنجنيز، النحاس والمولبديوم والفولقروم لتحسين الخواص الميكانيكية. كما أن إضافة الثيريوم (Cerium) كان من نتائجه خفض الكبريت الى ٠,٠٠٥ وتحسين شكل المنبقي منه.

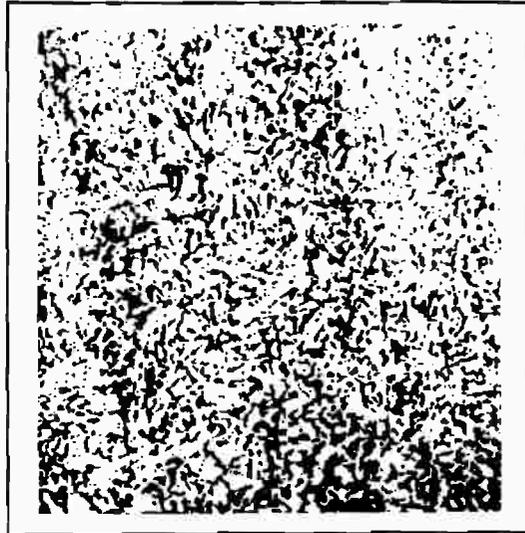
الصلب المقاوم يستخدم فى خزانات المياه وصناعة أحواض خلط الكيماويات وبعض أنواع المحابس والبوابات وأجهزة القياس والتحكم والهدارات.

(٢) الصلب الكربوني (Carbon Steel): يحتوى على كربون حوالى ١٪ وكميات صغيرة من السيليكون والمنجنيز والفسفور والكبريت وهذه العناصر ليست مضافة ولكنها شوائب فى الخام أو فى الوقود لانتاج الصلب ولإزالة الأكسجين من شوائب اكسيد الحديد (FeO) أو من شوائب سلفيد الحديد. (Fes) الشوائب من الفوسفور والكبريت من العناصر الضارة بالاضافة الى القصدير والزرنيخ بما يتطلب أن تكون نسبة هذه العناصر أقل ما يمكن. كما أن وجود أو إضافة كميات صغيرة من الألومنيوم أو التيتانيوم أو الفناديوم يتم لإزالة الأكسجين ولتحسين خواص معدن الصلب الكربوني.

صناعة الصلب عموماً يجب أن تمر بمرحلة الانصهار. ولكن الحديد المطاوع ينتج بالاختزال فى الحالة الصلبة.

ب- صناعة الحديد الزهر: (Cast Iron):

يصنع الحديد الزهر من كتل الحديد (تسمى التماسيح) الناتج من أفران صناعة الحديد من خام الحديد مضافاً إليها الحديد الخردة لإنتاج مسبوكات الزهر بعد الصهر فى أفران صهر الزهر. وفى حالة عدم إضافة عناصر أخرى فإن ناتج المسبوك هو الزهر الرمادى الذى يحتوى على كربون بنسبة ٢-٣,٥٪ وسيليكون من ٢-٤٪ وكبريت حتى ٠,١٪ ومنجنيز من ٠,٦-٠,٠٧٪ وقد يضاف السيليكون للزهر فى حدود ٢٪ لتحسين خواص الزهر فى مقاومة التآكل حيث يضاف فى شكل فيرو سيليكون (Fe Si). أما الكبريت فإنه ينشط التآكل ويمكن تثبيط نشاطه بإضافة كمية من المنجنيز تعادل ضعف الكبريت



شكل ٣

صورة مكبرة لمقطع فى الصلب

(١) الزهر المرن: (Ductile Cast Iron):

مكونات الزهر المرن هي مكونات الزهر الرمادى ولكن شكل الجرافيت فى الزهر المرن يكون كروى بخلاف ما هو فى الزهر الرمادى حيث يكون فى الشكل الإبرى أو العصى (Flakes). والتغير فى شكل الجرافيت من الإبرى الى الكروى يحسن من الخصائص الميكانيكية للزهر وإعطائه صفة المرونة والتي تنعدم فى الزهر الرمادى لذلك فإن الزهر المرن له خصائص ميكانيكية بين الزهر الرمادى والصلب إلى درجة ما مما جعله مناسباً لصناعة المواسير الناقلة للمياه. وصناعة الزهر المرن تتم بإضافة معدن المغنسيوم بنسبة صغيرة حوالى ١ - ١,٥ ٪ إلى مصهور الزهر الرمادى قبل صبها للسبك مباشرة ويمكن كذلك إضافة معدن السيريوم (Cerium) لتغيير شكل الجرافيت ولكن المستخدم عادة هو المغنسيوم لرخص التكاليف شكل (١ و ٢) يبين مقطع مكبر للزهر الرمادى، الزهر المرن.

(٢) الزهر عالى السيليكون:

فى هذا النوع من الزهر فإن المحتوى من السيليكون قد يصل حتى ١٤,٥ ٪ وهذا المنتج له مقاومة عالية للتآكل والبرى (Abrasion) بالإضافة الى الصلابة (Brinell Hardness). ويستخدم فى صناعة الطلمبات والمحابس وبعض أنواع المواسير والقطع وفى المبادلات الحرارية والمراجل والخزانات فى الصناعة الكيماوية وفى النافورات.

(٣) الزهر السبائكي (Alloyed Cast Iron)

ويصنع بإضافة معادن أخرى للزهر مثل النيكل، النحاس، الكروم، التيتانيوم والموليدنيوم بنسب تصل الى ٢٠ ٪ ويستخدم هذا النوع من الزهر كخامة لصناعة الصلب حيث تضاف له عناصر أخرى. كما يستخدم فى الصناعات الكيماوية حيث تتوفر له صفة المقاومة العالية للحرارة ومقاومة التآكل والتحمل ضد التلف (Weer) وقوة التحمل العالية ومقاومة الصدمة.

ج- أثر الشوائب في الصلب الكربوني والزهري:

تختلف خصائص الصلب والزهري طبقاً للمحتوى من العناصر الأخرى عدا الحديد حيث نسبة الحديد في الصلب الكربوني تصل إلى ٩٩٪ وفي الزهري من ٩٢-٩٣٪ وذلك بالنسبة للوزن. وتختلف نسبة هذه العناصر الأخرى عدا الحديد بالنسبة للحجم نظراً لأن كثافة الجرافيت والسيليكون ٢,٤ وكثافة الحديد ٧,٨٦ لذلك فإن نسبة الشوائب من المواد الغير حديدية بالنسبة للحجم تكون كبيره جدا في الزهري. لذلك فإن السطح المعرض للتآكل في الزهري يكون أكبر من السطح المعرض للصلب.

شكل (٣) مقطع مكبر للصلب الكربوني.

د- الخواص الكيماوية والميكانيكية للصلب والزهري طبقاً للمواصفات الأمريكية ومعهد البترول الأمريكي:

جدول (٢) يوضح الخواص الكيماوية للصلب الكربوني والزهري.

جدول (٣) يوضح الخواص الميكانيكية للصلب الكربوني

جدول (٤) يوضح الخواص الميكانيكية للزهري الرمادي والمرن

جدول (٥) يوضح الخواص الميكانيكية وجهد الشد للصلب الكربوني.

جدول (٢) الخواص الكيماوية للصلب الكربوني والزهر الرمادى والمرن:

البيان	كربون	حديد	سيليكون	منجنيز	فوسفور	كبريت	مغنسيوم
١- صلب كربوني							
درجة ٣٨	٠,٢-٠,١٢		٠,٣٥-٠,١٥	٠,٧-٠,٤	٠,٠٦	٠,٠٧	
درجة ٤٥	٠,٣٤-٠,٢		٠,٣٥-٠,١٥	٠,٧-٠,٤	٠,٠٥	٠,٠٦	
درجة ٥٢	٠,٣٤-٠,٢٦	٩٨,١٤	٠,٣٥-٠,١٥	٠,٧-٠,٤	٠,٠٥	٠,٠٦	
درجة ٦٥	٠,٤٥-٠,٣٨		٠,٣٥-٠,١٥	٠,٧-٠,٤	٠,٠٥	٠,٠٦	
٢- زهر رمادى ٣٠	٣,٣٥	٩٣,١٨	٢,٢٥	٠,٥٥	٠,٢	٠,١٢	
٣- زهر مرن	٣,٣٥	٩٢	٢,٤	٠,٤٨	٠,٠٣	٠,٠١	١,٦

جدول (٣) الخواص الميكانيكية للصلب الكربوني (مواصفات مصرية)

البيان	جهد الشد كج/مم ^٢	جهد الخضوع كج/مم ^٢	الاستطالة %	النقص فى مساحة المقطع
صلب ٣٨	٣٨	٣٨	٣٨	٣٨
صلب ٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥
صلب ٥٢	٥٢	٥٢	٥٢	٥٢
صلب ٥٦	٥٦	٥٦	٥٦	٥٦

جدول (٤) الخواص الميكانيكية للزهر الرمادى والمرن

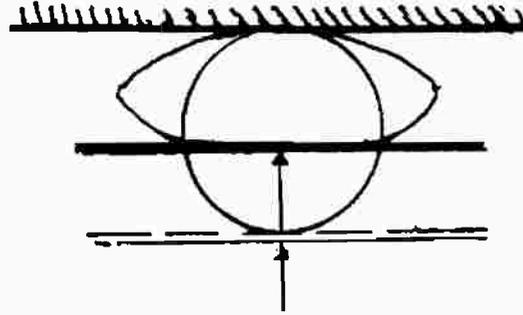
البيان	جهد المشد كج/مم ^٢	الاستطالة %
زهر رمادى		
درجة ١٥	١٥	-
درجة ٢٠	٢٠	-
درجة ٢٥	٢٥	-
درجة ٣٥	٣٠	-
زهر مرن		
درجة ٤٥	٤٥	٦
درجة ٧٠	٧٠	١٠

جدول (٥) الخواص الكيماوية والميكانيكية للصلب الكربوني درجة A, B طبقا للمواصفات الأمريكية (ASTM-63) ومواصفات معهد البترول الامريكى (API-51)

أدنى جهد للخضوع رطل/ بوصة مربعة	أدنى جهد للشد رطل/ بوصة مربعة	كبريت	فوسفور	منجنيز	كربون		البيان
٣٠٠٠٠	٤٨٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٩٥	٠,٢٥	A	ASTM-53
٣٥٠٠٠	٦٠٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	١,٢	٠,٣	B	
٣٠٠٠٠	٤٨٠٠٠	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٩	٠,٢٢	A	API-51
٣٥٠٠٠	٦٠٠٠٠	٠,٠٥	٠,٠٤	١,١٥	٠,٢٧	B	

الدرجة (B) لها إجهاد شد أكبر من الدرجة (A) ولكن الدرجة (A) مفضله في بعض الاستخدامات مثل الثني على البارد نظرا لقلّة المحتوى من الكربون. بما يجعل المعدن أقل هشاشة وأكثر مرونة.

إن أهم ما يميز الصلب الكربوني والزهر المرن هي خاصية المرونة والتي تكون بنسبة أقل في الزهر المرن عن الصلب الكربوني وإن كانت خاصية المرونة هذه تنعدم في الزهر الرمادى. واختيار الإستطالة هو دلالة للمرونة للمعدن وتنعدم هذه الخاصية في الزهر الرمادى. بالإضافة الى الاختبارات المقررة على مواسير الزهر المرن فإنه يمكن التعرف على خاصية المرونة بعمل تجربة سهلة وبسيطة. حيث يتم قطع حلقة من نهاية الماسورة بعرض ٥ سم. يتم الانضغاط الميكانيكى للحلقة كما فى الشكل (٤). فى حالة الانضغاط الميكانيكى الى $\frac{1}{2}$ القطر بدون كسر دل ذلك على مرونة معدن الزهر.



شكل (٤) إختبار خاصية المرونة لماسورة الزهر المزن

هـ - سبائك النحاس :

تدخل سبائك النحاس فى صناعة المحابس والبوابات وخاصة الجلبه فى محبس السكينه (محبس القفل) التى تصنع من النحاس الأحمر (Red Brass) وقد يصنع العامود من النحاس الأصفر المطروق (Yellow Brass) (وإن كان صناعة كلا من العامود والجلبه فى محبس القفل من البرونز هو المناسب لعدم وجود فرق فى الجهد وعدم التآكل) .

كما تستخدم سبيكة النحاس فى إحاطة نهاية قرص القفل فى محبس السكينه وكذلك منيم القرص فى جسم المحبس (الذى يكون عادة من الزهر) وذلك لسهولة تشغيل المحبس .

النحاس يعتبر الى حد ما معدن شبه نفيس (Semi Noble) وله مقاومة للتآكل . النحاس يكون عادة فى شكل سبيكه من معادن أخرى مثل الزنك والنيكل . النحاس مع الزنك بنسبة ٨٥% نحاس، ١٥% زنك يكون سبيكه النحاس الأحمر والنحاس بنسبة ٧٠% وزنك بنسبة ٣٠% يكون سبيكه النحاس الأصفر. النحاس مع النيكل يكون سبيكه البرونز. إضافة الزنك أو النيكل إلى النحاس يحسن من الخواص الميكانيكيه للسبيكه وإن كان يقلل من مقاومتها للتآكل جدول (٦) .

تستخدم مواسير سبائك النحاس في السباكه المنزلية ومواسير السخانات والمبادلات الحرارية. ويدخل النحاس في صناعة أسلاك اللحام. النحاس هو أكثر المعادن قدرة في التوصيل الكهربى والحرارى. إذا أعطى النحاس رقم ١٠٠ فى التوصيل الكهربى والحرارى تكون قدرة باقى المعادن كما فى الجدول (٧).

جدول (٦) مكونات بعض سبائك النحاس

السبيكة	الملونات	نحاس	زنك	نيكل	قصدير
نحاس احمر	Red Brass	٨٥	١٥	١٠	١
نحاس أصفر	Yellow Brass	٧٠	٣٠	١٠	
برونز	Nickel Bronze	٩٠			
	Nickel Brass	٦٥	٢٥		
	Naral Brass	٦٠	٣٩		

جدول (٧) التوصيل الكهربى والحرارى للمعادن مقارنة بالنحاس

التوصيل الحرارى	التوصيل الكهربائى	
١٠٠	١٠٠	نحاس
١٠٨	١٠٦	فضة
٧٦	٧٢	ذهب
٥٦	٦٢	الومنيوم
٤١	٤٩	مغنيسيوم
٢٩	٢٩	زنك
٢٤	٢٣	كادمين
١٧	١٧	حديد
١٧-١٣	١٧-١٣	صلب

٢- صناعة المواسير من الصلب الكربوني: (Steel Pipe ManiFature)

تصنع مواسير الصلب من الواح الصلب والتي تنتج بتخانات مختلفة أثناء تشكيل كتل الصلب (Steel Ingots) في درجات حرارة محددة (Tempering) حيث تزداد خصائصها الميكانيكية.

أ - تصنع المواسير حتى ٥٠٠ مم بطرق مختلفة مثل السيملس (Seamless) أو باللحام بالمقاومة الكهربية (Electric Resistance Welding- Erw). الأقطار الكبيرة تصنع إما باللحام بالقوس المغمور (Submerged Arcwelding. SAW) أو بلحام الصهر الحلزوني (Spirel Fusion Welding. SFW). في لحام القوس المغمور تكون علامة اللحام طوليه بطول الماسورة بينما اللحام بالصهر الحلزوني تكون علامة اللحام حلزونية.. وفي لحام السيملس لا تظهر علامات للحام.

يتحدد قطر الماسورة المنتجة بواسطة اللحام الطولي (القوس المغمور) يعرض لوح الصلب إلا في حالة لحام لوحين صلب أو أكثر لتكوين علامتين لحام أو أكثر على طول الماسورة.

(١) تصنع مواسير الصلب السيملس بأحد طريقتين وهما:

الإختراق الدوار على الساخن (Hot Rotating Piercing) وهي الأكثر استخداما لانتاج مواسير السيملس والتي لا توجد بها لحامات وتستخدم بكثرة في خطوط البترول ومشتقاته.

وقد تستخدم طريقة التمدد (Extrusion) لانتاج ماسورة أنيملس.

- تصنع ماسورة الصلب بالمقاومة الكهربية بدون مواد لحام أو بالتسخين بدون مواد لحام.

بعد تشكيل اللوح الصلب في الشكل الأسطواني فإن النهايات الطولية (Skelp) يتم صهرها معا بالضغط والحرارة الناتجة عن مقاومة الصلب للتيار الكهربى المار خلال النهايات الطولية حيث يتم اللحام بدون استخدام مواد اللحام.

(٢) وفي اللحام المستمر بدون مواد لحام. يتم تسخين لوح الصلب في فرن تسخين الى درجة حرارة ١٢٦٠°م. وبمجرد خروج لوح الصلب من فرن التسخين يتم تشكيل الماسورة حيث يتكون لحام بعلامة (welded seam).

(٣) الأقطار الكبيرة وخاصة أكبر من ٤٢" تصنع بطريقة اللحام بالقوس المغمور (SAW) وذلك بالنسبة للحامات الطولية أو بلحام الصهر الحلزوني (SFW) للحامات الحلزونية وفي هذه الحالات تكون علامات اللحام إما طولية أو حلزونية.

في اللحام الحلزوني لا توجد علاقة بين قطر الماسورة وعرض اللوح حيث يمكن تصنيع ماسورة بقطر حتى ٢,٥ متر. النسبة العادية العملية بين عرض لوح الصلب وقطر الماسورة باللحام الحزوني هي ١:٢,٥، ١:٢.

بعد عمليات اللحام يتم التشكيل النهائي لاستدارة الماسورة بالدرفله (Rolling) مع إختبار اللحام والإختبار الهيدروسكاتيكي بضغط المياه.

ب- صناعة المواسير باللحام اليدوي:

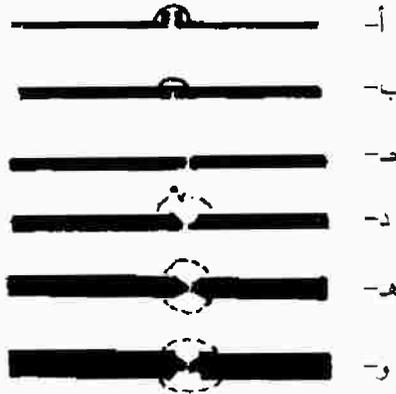
قد يتم اللجوء إلى اللحام اليدوي باستخدام مواد اللحام عند لحام المواسير ذات الأقطار الكبيرة (أكبر من ٤٢")، والتي تستخدم غالبا كعدايات. وسيتم تشكيل ألواح الصلب بالقطر المطلوب. ثم يجرى اللحام الطولي للشكل الأسطواني واللحام العرضي لتوصيل الأسطوانات الملحومة طويلا. في هذه الحالة يتم إجراء اللحام الخارجى والداخلى للمواسير بعد إعداد النهايات بالشطف.

كما يستخدم اللحام اليدوي لتصنيع القطع من الصلب فى الورشة أو فى الموقع.

حيث يمكن عمل اللحام اليدوي لأقطار أكبر من ٦٠ سم بما يمكن من عمل اللحامات الخارجية والداخلية. وتكون اللحام اليدوية منتظمة ومتساوية فى العرض والارتفاع على طول مسار خط اللحام.

ج- تجهيز النهايات لعمل اللحام اليودي لصناعة المواسير والانشاءات:

- يتم تجهيز النهايات طبقا لسمك لوح الصلب كالاتى: شكل (٥).
- حتى سمك ٢ مم يتم عمل فلنجه بارتفاع ضعف سمك المعدن شكل (٥-أ).
- من سمك ٢ مم حتى ٥ مم يتم اللحام قورة فى قورة شكل (٥-ب).
- من سمك ٥ مم حتى ١٠ مم يتم اللحام قورة فى قورة من الجانبين شكل (٥-ج).
- من سمك ١٠ مم حتى ١٤ مم يتم تجهيز طرفى اللحام بالشطف فى شكل حرق ٧ متقابلين شكل (٥-د).
- من سمك ١٤ مم حتى ٢٠ مم يكون الشطف للنهايات فى شكل حرف ٧ من الجانبين شكل (٥-هـ).
- من سمك أكبر من ٢٠ مم يكون الشطف من الجانبين لاعطاء، شكل حرف U شكل (٥-و).

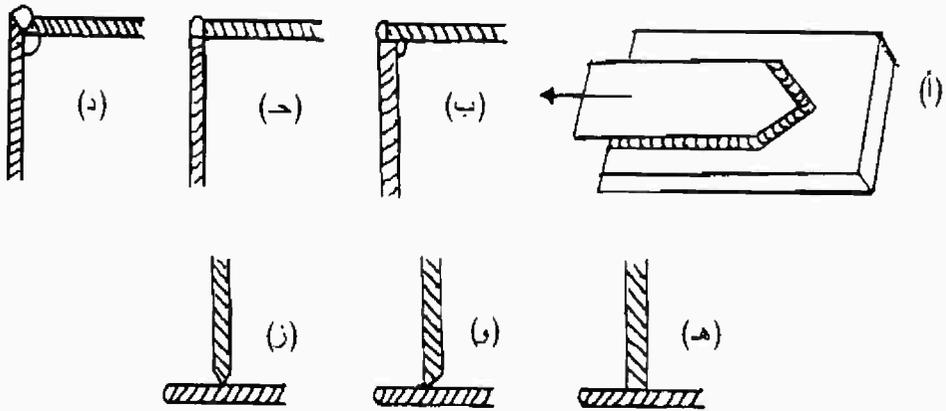


شكل (٥) اللحامات اليودية

د- لحام الركوب (Lap Joints) والتعامد: شكل (٦)

لحام الركوب لسطحين من الصلب يتم بشطف النهايات. ويكون ركوب السطحين الملحومين بمساحة لا تقل عن ٣-٥ ضعف سمك المعدن. كما يتم اللحام فى إتجاه الضغط. شكل (٦-أ).

توصيل الأجناب للمنشآت يتم اللحام بدون تحضير مسبق للسطح أشكال (ب، ج، د) وصلات حرف T يتم اللحام بدون شطف في حالة عدم تعرض المنشأ لأحمال إستاتيكية شكل (ب-٦). وفي حالة السمك أكبر من ٢٠ سم يعمل الشطف من جانب واحد شكل (ب-٦-١) وفي حالة السمك أكبر من ٢٠ سم يعمل الشطف من جانبيين شكل (ب-٦-٢).

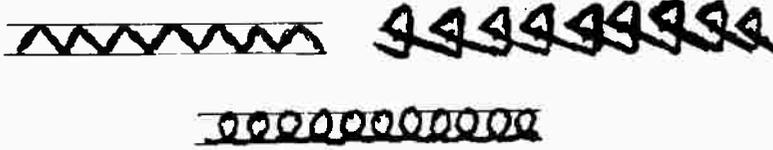


شكل (٦) لحام الركوب والتعامد

سمك سلك اللحام طبقاً لسمك معدن الأساس ومسار اللحام جدول (٨).

سمك المعدن مم	حتى ٢ مم	٢ - ٤	٤ - ٦	٦ - ٨	أكبر من ٨
قطر سلك اللحام مم	٢ مم	٣	٤	٥	٦-٥

مسار سلك اللحام بزاوية من ١٥ - ٢٠° م على خط اللحام وبارتفاع ٢-٤ مم. للحام الصلب الكربوني يكون سلك اللحام من سبائك النحاس أو الصلب شكل (٧).



شكل (٧) مسار اللحام اليدوى

هـ- اللحام بملي، الفراغات، Brazing And Soldering

يستخدم اللحام يملئ الفراغات فى الوصلات الميكانيكية وفى توصيل المواسير الزهر (بالرأس والزيل). ويستخدم فى هذا النوع من اللحام سبيكه لحام نقطة انصهارها منخفضة حوالى ٤٠٠°م وتكون من القصدير أو الرصاص أو الكاديسيوم أو سبيكة الزنك (Solders). وعند استخدام اللحام بالمليء لوصلة لها قوة ميكانيكية تستخدم سبيكه لحام نقطة إنصهارها مرتفعة (Brazing) مثل سبائك النحاس، الألومنيوم، المنجنيز، النيكل، الفضة.

و- الاختبارات للكشف عن كفاءة اللحام:

يجرى الكشف عن كفاءة اللحام بالطرق الآتية:

* الكشف الظاهرى: حيث يمكن التعرف على الشقوق والثقوب والفراغات الغير ملحوظة وكذلك عدم إنتظام اللحام والكشف عن جيوب الغازات.

* الإختبار الميكانيكى: ويجرى هذا الإختبار على عينه من المعدن الذى تم لحامه. يكون خط اللحام فى منتصف العينة حيث تجرى الإختبارات الخاصة بجهد الشد والاستطالة وزاوية الانحناء عمودية على خط اللحام. هذا بالإضافة إلى إختبارات قوة الصدمة والصلابة (Hardness و Impact). ويجب أن تكون نتائج الإختبارات الميكانيكية لا تقل عن مثيلتها لمعدن الأساس بدون لحامات.

* أشعة إكس: وهذه تمكن من الكشف عن النفاديه والفراغات والشقوق وعدم الانصهار والمحتوى من الشوائب. وتمكن من الكشف عن اللحام حتى سمك لحام بعمق كبير.

* الاختبار الهيدروستاتيكي: والذي يتم بضغط المياه في الماسورة.

* الاختبار بالموجات فوق الصوتية (ultrasonic): للكشف عن الشقوق والثقوب والفراغات والشوائب الغير معدنية حتى سمك ٥ مم للحام.

* الإختبار المغناطيسي: وذلك باستخدام الإنتشار المغناطيسي للكشف عن الشقوق الشعرية والثقوب في اللحامات.

* إختبار اللحام باستخدام مجال عدواني:

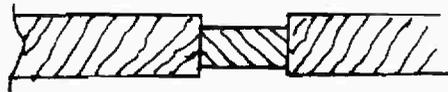
عند تعرض لحامات الصلب لمجال عدواني (محلول ملحي بتركيز ٥%) فإنه يحدث تآكل بعد فترة زمنية محددة. وهذه الطريقة توضح كفاءة اللحام من عدمه ويتم هذا الإختبار في جهاز خاص مصمم لهذا الغرض. وتكون النتائج طبقا للآتي شكل (٨).



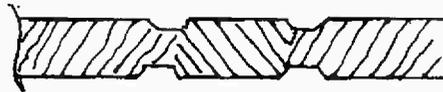
الحالة (A - أ) يكون اللحام مقبول عند تآكل معدن الأساس ومعدن اللحام بالتساوي



الحالة (B - ب) يكون اللحام جيد عند تآكل معدن الأساس على حساب معدن اللحام



الحالة (C - ج) يكون اللحام رديء عند تآكل معدن اللحام على حساب معدن الأساس



الحالة (D - د) يتآكل معدن الأساس على جانبي خط اللحام بسبب الحرارة الزائدة

شكل (٨) إختبار كفاءة اللحام باستخدام مجال عدواني

* اختبار الثنى: يجرى إختبار الثنى على عينتين (Two Bend Pieces)

ويتم الثنى 180° م في جهاز الثنى (Jip). في أحد العينات يكون أحد أوجه اللحم داخل الثنى والآخر خارج الثنى وفي العينة الثانية تكون أوجه اللحم بالعكس. يعتبر اللحم مقبول في حالة عدم وجود تلفيات في المعدن أو اللحم يزيد عن 3 مم وعدم وجود شوائب وتقوُب وجيوب في اللحامات تزيد عن 1,5 مم. وعند الضرورة يتم كسر العينة للفحص الظاهري.

* الاختبارات الكيماوية: وهذه الاختبارات تجرى للمواسير والأوعية من الصلب وتتم باستخدام النشادر أو الكيروسين.

طريقة النشادر: تملأ الماسورة بالهواء المضغوط المحتوى على غاز النشادر بنسبة 1%. يغطى السطح الخارجى بورق مشبع بمحلول نترات الزئبق حيث تظهر البقع السوداء في حالة وجود تسرب بما يدل على عدم كفاءة اللحم.

طريقة الكيروسين: يغطى السطح الخارجى للحام بمحسوق المغنسيوم. يغطى السطح الداخلى للحام «بالكيروسين والزيوت لمدة 20-30 ق. يتم إزالة وكشط مسحوق المغنسيوم والذي يلتصق في الأماكن التي فيها تسرب للزيت وذلك لظهوره خلال الشقوق الشعرية في اللحامات.

3- رقم الجدول لماسورة الصلب (Schedule Number):

تقسم مواسير الصلب طبقا لسمك جدار الماسورة وضغط الإختبار لمختلف الاستخدامات الى درجات أو أرقام جداول (Schedule Number). وأرقام الجداول هي من رقم جدول 10 الى رقم جدول 160 المتوفر عادة هي أرقام جداول 10، 20، 30، 40، 60، 80، 100، 120، 140، 160 وتشمل أرقام الجداول المواسير زائدة الوزن أو القوة أو ضعف زائدة الوزن أو القوة وتشمل الجداول اكبر من 40 والمواسير رقيقة الجدار أو الوزن الخفيف وهذه تقابل الجدول 10 في جميع الأقطار.

أما رقم الجدول القياسى فهو رقم (40) (Standard).

هناك علاقة بين الوزن وسمك جدار الماسورة للقطر الاسمي الواحد. لأى ماسورة القطر الخارجى ثابت ولكن القطر الداخلى يتغير طبقاً لسمك جدار الماسورة (لتغير رقم الجدول). ولهذا فإن القطع والمواسير تتساوى فى القطر الخارجى لقطر إسمى معين. ونظراً للتغير فى القطر الداخلى فإن المواسير من قطر $1/8$ " (3 مم) حتى 12 " (300 مم) تقسم بالنسبة للقطر الداخلى الاسمى (NID) وليس بالقطر الداخلى الحقيقى. المواسير أقطار أكبر من 12 " (300 مم) تقسم بالنسبة للقطر الخارجى الحقيقى. سمك جدار الماسورة جدول ٤٠ ثابت للأقطار من $1/8$ " حتى 10 " .

مثال للمواسير ذات رقم جدول مختلف وقطر خارجى حقيقى واحد جدول (٩)

البيان	جدول ١٠	جدول ٤٠ قياسى	جدول ٨٠	جدول ١٦٠
القطر الخارجى مم	٣٣,٤	٣٣,٤	٣٣,٤	٣٣,٤
القطر الداخلى مم	٢٧,٨٦٤	٢٦,٦٥	٢٤,٣١	٢٠,٧
سمك الجدار مم	٢,٧٦٩	٣,٤	٤,٦	٦,٣٥

المواصفات القياسية تغطى أقطار المواسير من $1/8$ " حتى ٤٢ " . القطر الاسمى (ND) هو رقم تقريبي لا يمثل القطر الخارجى أو الداخلى.

مثال لماسورة قطر إسمى ٥" كالاتى جدول (١٠)

البيان	القطر الاسمى	القطر الخارجى	القطر الداخلى	سمك الجدار
ماسورة صلب جدول ٤٠	٥"	٥,٥٦٣	٥,٠٤٧	٥,٢٥٨
ماسورة صلب جدول ٤٠	٥"	٥,٥٦٣	٤,٨١٣	٥,٣٧٥

الجدول التالى يوضح القطر الخارجى الحقيقى والاسمى للمواسير جدول ٤٠ المتوفرة تجارياً: من قطر ٤" حتى قطر ٤٢" (جدول ١١).

القطر الخارجى الأسمى		القطر الخارجى الحقيقى		القطر الخارجى الأسمى		القطر الخارجى الحقيقى	
مليمتر	بوصة	مليمتر	بوصة	مليمتر	بوصة	مليمتر	بوصة
٥٥٠	٢٢	٥٥٩	٢٢	٩٠	٣,٥	١٠١,٦	٤
٦٠٠	٢٤	٦١٠	٢٤	١٠٠	٤	١١٤,٣	٤,٥
٦٥٠	٢٦	٦٦٠	٢٦	١٢٥	٥	١٤١,٣	٥,٥٦٣
٧٠٠	٢٨	٧١١	٢٨	١٥٠	٦	١٦٨,٣	٦,٦٢٥
٧٥٠	٣٠	٧٦٢	٣٠	٢٠٠	٨	٢١٩,١	٨,٦٢٥
٨٠٠	٣٢	٨١٣	٣٢	٢٥٠	١٠	٢٧٣,١	١٠,٧٥٠
٨٥٠	٣٤	٨٦٤	٣٤	٣٠٠	١٢	٣٢٣,٩	١٢,٧٥
٩٠٠	٣٦	٩١٤	٣٦	٣٥٠	١٤	٣٥٥,٦	١٤
٩٥٠	٣٨	٩٦٥	٣٨	٤٠٠	١٦	٤٠٦,٤	١٦
١٠٠٠	٤٠	١٠١٦	٤٠	٤٥٠	١٨	٤٥٧	١٨
١٠٥٠	٤٢	١٠٦٧	٤٢	٥٠٠	٢٠	٥٠٨	٢٠

٤- تجهيز نهايات مواسير الصلب الكربونى:

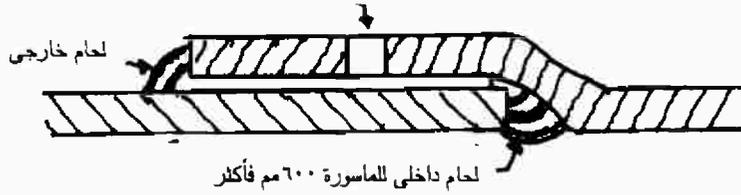
تجهز نهايات المواسير بالأشكال الآتية وذلك حسب طريقة التوصيل للمواسير:

أ - **القلوطة للنهايات** حيث يتم التوصيل بالجلبة والقلاووظ أو بالقلاووظ فقط بدون جلبة. ونهاية عادية للوصول الميكانيكيه: وفى هذه الحالة يجب أن يكون السطح الخارجى لنهاية الماسورة خالى من التشوهات السطحية كما يجب تسوية اللحامات الطولية أو الحلزونية بمستوى سطح الماسورة لمسافة كافية من النهايات لتسمح بتركيب وصلات غير منفذة للمياه. وفى حالة النهايات المشطوفة فإنه يلزم تجهيزها لتلائم تركيب الوصلة.

ب - نهايات بالرأس والزليل أو الركوب (Iap Joints) باللحامات الميدانية:

يتم تجهيز الرأس (Bell Ends) بالتمدد باستخدام جهاز التمدد الهيدروليكي وفرم خاصة. يجب أن يكون أدنى قطر لانحناء نهاية الرأس في أي نقطة لا يقل عن ١٥ ضعف سمك الماسورة. كما يمكن تشكيل الزيل من الأسطوانة الصلب بالمعدات المناسبة أو بلحام الرأس والزيل بقطع من الصلب حيث يتم شطف اللحامات داخل الرأس وخارج الزيل بمسافة لا تقل عن عمق الدخول للزيل في الرأس. المحيط الداخلي للرأس لا يزيد عن المحيط الخارجي للزيل بأكثر من ١٠ مم. وتسمح الوصلات بدخول عند التركيب لا يقل عن ٣,٨ سم. وتعد الرأس والزيل بوجود فراغ لتركيب العازل من الحلقة الكاوتش. وفي حالة اللحامات للرأس والزيل يجهز الرأس بثقب لإختبارات الضغط الهيدروستاتيكي كما في الشكل (٩) ثم يعاد لحامه بعد تمام الإختبار.

فتحة تسرب تستخدم للإختبار ثم تقفل باللحام

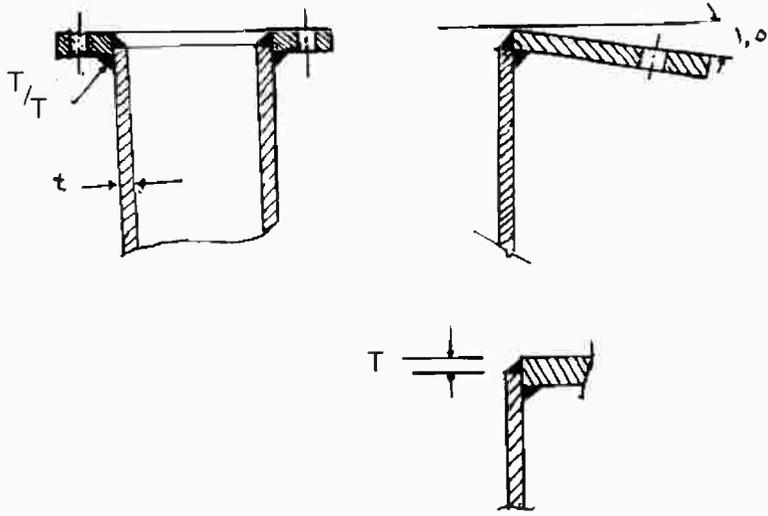


شكل (٩) مقطع لوصلة ركوب منحومة

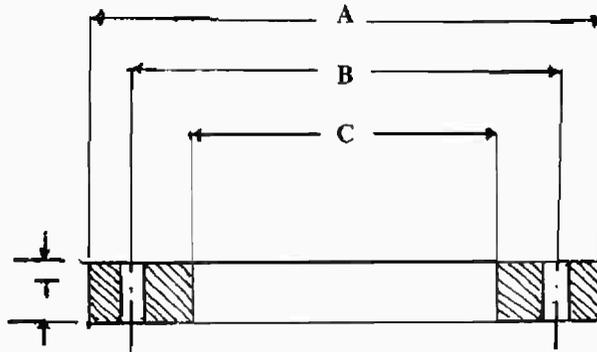
ج- النهايات العادية: لتركيب بالفلنجات (الأوشاش):

يتم تجهيز الفلنجات ونهايات المواسير ولحامها كما في الشكل (١٠). يتم إعداد الفلنجة طبقاً لضغط التشغيل كما في الجداول أرقام (١٢، ١٣، ١٤). يراعى لحام الفلنجة بميل $1,5^\circ$ للفلنجة الواحدة أو للفلنجتين المتقابلتين وبما لا يزيد عن فاصل $1,5$ '' لنهايات وجه الفلنجة شكل (١١).

يتم إعداد وجه الفلنجة أو وجه الالتصاق. ويكون الأعداد في شكل تجاويرف بعمق ١,٦ مم بمعدل ٢٤ - ٤٠ تجويرف كل بوصة. ويكون شكل التجاويرف دائري أو حلزوني داخل دائرة التخريم للفلنجة. وهذه التجاويرف تساعد على الالتصاق الجيد للفلنجات على الجوان ومنع التسرب بين السطحين للفلنجات في الماسورتين.



شكل (١٠) تجهيز النهايات بالفلنجات (الأوشاش)



- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| D = قطر مسمار الرباط | A = القطر الخارجى للفلنجة |
| N = عدد مسامير الرباط | C = قطر دائرة التخريم |
| T = سمك الفلنجة | A = القطر الداخلى للفلنجة |

شكل (١١) مقاسات الفلنجة لضغوط التشغيل ٦، ١٢، ٢٠ جوى

جدول (١١) مقاسات الفلنجة لضغط ٦ جوى، جدول (١٢) لضغط ١٢ جوى، جدول (١٣) لضغط ٢٠ جوى بالبوصة.

جدول (١٢) مقاسات الفلنجة بالبوصة لضغط ٦ جوى:

القطر الإسمى للماسورة بالبوصة	A	B	N	C	D	T
٤	٩	٤,٥٧	٨	٧,٥	٠,٦٢٥	٠,٦٢٥
٥	١٠	٥,٦٦	٨	٨,٥	٠,٦٢٥	٠,٦٢٥
٦	١١	٦,٧٢	٨	٩,٠	٠,٦٢٥	٠,٦٨٨
٨	١٣,٥	٨,٧٢	٨	١١,٧٥	٠,٦٢٥	٠,٦٨٨
١٠	١٦,٥	١٠,٨٨	١٢	١٤,٢٥	٠,٦٢٥	٠,٦٨٨
١٢	١٩,٠	١٢,٨٨	١٢	١٧,٠	٠,٦٢٥	٠,٦٨٨
١٤	٢١,٠	١٤,٩٩	١٢	١٨,٧٥	٠,٧٥	٠,٦٨٨
١٦	٢٣,٥	١٦,٩	١٦	٢١,٢٥	٠,٧٥	٠,٦٨٨
١٨	٢٥,٠	١٨,١٩	١٦	٢٢,٢٥	٠,٧٥	٠,٦٨٨
٢٠	٢٧,٥	٢٠,١٩	٢٠	٢٥,٠	٠,٧٥	٠,٦٨٨
٢٢	٢٩,٥	٢٢,١٩	٢٠	٢٧,٢٥	٠,٧٥	٠,٧٥
٢٤	٣٢,٠	٢٤,١٩	٢٠	٢٩,٥	٠,٧٥	٠,٧٥
٢٦	٣٤,٢٥	(ب)	٢٤	٣١,٧٥	٠,٧٥	٠,١٢
٢٨	٣٦,٥	(ب)	٢٨	٣٤,٠	٠,٧٥	٠,٨٧٥
٣٠	٣٨,٧٥	(ب)	٢٨	٣٦,٠	٠,٨٧٥	٠,٨٧٥
٣٢	٤١,٧٥	(ب)	٢٨	٣٨,٥	٠,٨٧٥	٠,٩٣٨
٣٤	٤٣,٧٥	(ب)	٣٢	٤٠,٥	٠,٨٧٥	٠,٩٣٨
٣٦	٤٦,	(ب)	٣٢	٤٢,٧٥	٠,٨٧٥	١,٠
٣٨	٤٨,٧٥	(ب)	٣٢	٤٥,٢٥	٠,٨٧٥	١,٠
٤٠	٥٠,٧٥	(ب)	٣٦	٤٧,٢٥	٠,٨٧٥	١,٠
٤٢	٥٣,٠	(ب)	٣٦	٤٩,٥	١,٠	١,١٢٥

ثقب مسمار الرباط يزيد عن قطر مسمار الرباط ٨/١

جدول (١٣) مقاسات الفتحة بالبوصة لضغط ١٢ جوى

القطر الإسمى للماسورة بالبوصة	A	B	N	C	D	T
٤	٩	٤,٥٧	٨	٧,٥	٠,٦٢٥	٠,٦٢٥
٥	١٠	٥,٦٦	٨	٨,٥	٠,٧٥	٠,٦٢٥
٦	١١	٦,٧٢	٨	٩,٥	٠,٧٥	٠,٦٨٨
٨	١٣,٥	٨,٧٢	٨	١١,٧٥	٠,٧٥	٠,٦٨٨
١٠	١٦,٥	١٠,٨٨	١٢	١٤,٢٥	٠,٨٧٥	٠,٦٨٨
١٢	١٩,٥	١٢,٨٨	١٢	١٧,٥	٠,٨٧٥	٠,٨١٢
١٤	٢١,٥	١٤,١٩	١٢	١٨,٧٥	١,٥	٠,٩٣٨
١٦	٢٣,٥	١٦,١٩	١٦	٢١,٢٥	١,٥	١,٥
١٨	٢٥,٥	١٨,١٩	١٦	٢٢,٢٥	١,١٢٥	١,٥٦٢
٢٠	٢٧,٥	٢٠,١٩	٢٠	٢٥,٥	١,١٢٥	١,١٢٥
٢٢	٢٩,٥	٢٢,١٩	٢٠	٢٧,٢٥	١,٢٥	١,١٨٨
٢٤	٣٢,٥	٢٤,١٩	٢٠	٢٩,٥	١,٢٥	١,٢٥
٢٦	٣٤,٢٥) عدد بواسطة المصمم	٢٤	٣١,٧٥	١,٢٥	١,٣١٢
٢٨	٣٦,٥		٢٨	٣٤,٥	١,٢٥	١,٣١٢
٣٠	٣٨,٧٥		٢٨	٣٦,٥	١,٢٥	١,٣٧٥
٣٢	٤١,٧٥		٢٨	٣٨,٥	١,٥	١,٥
٣٤	٤٣,٧٥		٣٢	٤٠,٥	١,٥	١,٥
٣٦	٤٦,٥		٣٢	٤٢,٧٥	١,٥	١,٦٢٥
٣٨	٤٨,٧٥		٣٢	٤٥,٢٥	١,٥	١,٦٢٥
٤٠	٥٠,٧٥		٣٦	٤٧,٢٥	١,٥	١,٦٢٥
٤٢	٥٣,٥		٣٦	٤٩,٥	١,٥	١,٦٧٥

ثقب مسمار الرباط يزيد عن قطر مسمار الرباط $\frac{1}{8}$ "

جدول رقم (١٤) مقاسات الفلنجة بالبوصة لضغط ٢٠ جوى

القطر الإسمى للماسورة بالبوصة	A	B	N	C	D	T
٤	٩	٤,٥٧	٨	٧,٥	٠,٦٢٥	١,١٢٥
٥	١٠	٥,٦٦	٨	٨,٥	٠,٧٥	١,١٨٨
٦	١١	٦,٧٢	٨	٩,٥	٠,٧٥	١,٣١٣
٨	١٣,٥	٨,٧٢	٨	١١,٧٥	٠,٧٥	١,٥
١٠	١٦,٥	١٠,٨٨	١٢	١٤,٢٥	٠,٨٧٥	١,٥٦٣
١٢	١٩,٠	١٢,٨٨	١٢	١٧,٠	٠,٨٧٥	١,٧٥
١٤	٢١,٠	١٤,١٩	١٢	١٨,٧٥	١,٠	١,٨٧٥
١٦	٢٣,٥	١٦,١٩	١٦	٢١,٢٥	١,٠	٢,٠
١٨	٢٥,٠	١٨,١٩	١٦	٢٢,٢٥	١,١٢٥	٢١,١٢٥
٢٠	٢٧,٥	٢٠,١٩	٢٠	٢٥,٠	١,١٢٥	٢,٣٧٥
٢٢	٢٩,٥	٢٢,١٩	٢٠	٢٧,٢٥	١,٢٥	٢,٥
٢٤	٣٢,٠	٢٤,١٩	٢٠	٢٩,٥	١,٢٥	٢,٦٢٥
٢٦	٣٤,٢٥	(١) عدد بواسطة القصم (م)	٢٤	٣١,٧٥	١,٢٥	٢,٧٥
٢٨	٣٦,٥		٢٨	٣٤,٠	١,٢٥	٢,٧٥
٣٠	٣٨,٧٥		٢٨	٣٦,٠	١,٢٥	٢,٨٧٥
٣٢	٤١,٧٥		٢٨	٣٨,٥	١,٥	٣,
٣٤	٤٣,٧٥		٣٢	٤٠,٥	١,٥	٣,
٣٦	٤٦,		٣٢	٤٢,٧٥	١,٥	٣,١٢٥
٣٨	٤٨,٧٥		٣٢	٤٥,٢٥	١,٥	٣,١٢٥
٤٠	٥٠,٧٥		٣٦	٤٧,٢٥	١,٥	٣,٢٥
٤٢	٥٣,٠		٣٦	٤٩,٥	١,٥	٣,٣٧٥

ثقب مسمار الرباط يزيد عن قطر مسمار الرباط ١/٨"

تعيين السمك لبدن ماسورة الصلب الكربوني:

اتفق على أن يكون سمك بدن الماسورة من الصلب الكربوني المستخدمة في نقل المياه ومياه الصرف لجميع الأقطار والاسعمرات سواء للضغط أو الإنحدار طبقا لتوصيات رابطة العاملين في المياه الأمريكية (A W W A) كالاتي :

$$E = (ND \text{ in mm} \div 100) + 3$$

حيث E = سمك بدن الماسورة

ND = القطر الاسمي للماسورة بالمليمتر

كمثال سمك جدار الماسورة ١٢" من الصلب الكربوني كالاتي:

$$E = \frac{300}{100} + 3$$

$$= 6 \text{ mm}$$

٥- القطع المصنعة Fabricated Fittings

تصنع القطع طبقا للحاجة في المواقع أو في الورشة عندما يكون من الصعب أو المستحيل الحصول عليها من إنتاج مصانع المواسير.

أ- الكيعان المصنعة:

الكيعان إنتاج المصنع تكون عادة بزاوية ٩٠°، ٤٥°. ويمكن تصنيع الكيعان من قطعتين أو أكثر ويزوايا مختلفة كالاتي:

(١) تصنيع الكوع من قطعتين: شكل (١٢، ١٣)

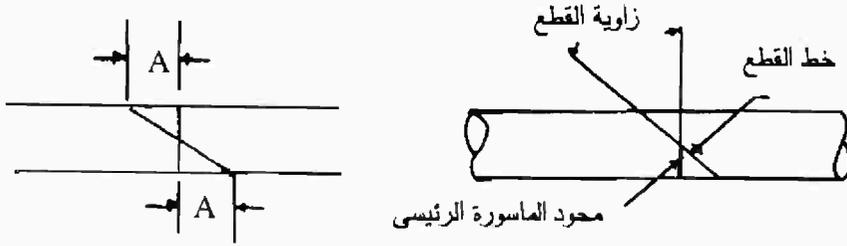
لتصنيع الكوع من قطعتين يلزم توفر البيانات التالية.

زاوية القطع

مسافة القطع

معامل زاوية القطع

زاوية القطع: هي الزاوية على المحور الرأسي للماسورة والتي يبدأ عندها القطع. زاوية القطع هي نصف زاوية الانحناء للكوع.



شكل (١٢) زاوية القطع - مسافة بداية خط القطع من محور الماسورة: (A)

معامل زاوية القطع: تستخدم معاملات زاوية القطع لحساب مساحة القطع. وهذه المعاملات موضحة في الجدول (١٥).

وهي الزاوية قطع $45^\circ = 1$ ، للزاوية $22,5 = 0,41421$ وللزاوية $11,25 = 0,203$.

مسافة القطع: وهي المسافة على جانبي المحور الرأسي للماسورة الشكل (١٢) وتحدد مسافة القطع نتيجة ضرب القطر الخارجي للماسورة في معامل زاوية القطع مقسوما على اثنين. (يقصد بالقطر الخارجي الحقيقي وليس الأسمى).

مسافة القطع = القطر الخارجي للماسورة \times معامل زاوية القطع \div شكل (١٢)

جدول (١٥) معاملات زاوية القطع : Cutangle Factors

المعامل	زاوية القطع	المعامل	زاوية القطع	المعامل	زاوية القطع
٠,٦١٢٨٠	٣٠ ' ٣١	٠,٣٣٤٥٩	٣٠ ' ١٨	٠,٠٩٦٢٩	٣٠ ' ٥٥
٠,٦٢٤٨٧	٣٢	٠,٣٤٤٣٣	١٩	٠,١٠٥١	٦
٠,٦٣٧٠٧	٣٠ ' ٣٢	٠,٣٥٤١٢	٣٠ ' ١٩	٠,١١٢٩٣	٣٠ ' ٥٦
٠,٦٤٩٤١	٣٣	٠,٣٦٣٩٧	٢٠	٠,١٢٢٧٨	٧
٠,٦٦١٨٨	٣٣ ' ٣٣	٠,٣٧٣٨٨	٣٠ ' ٢٠	٠,١٣١٦٥	٣٠ ' ٥٧
٠,٦٧٥٤١	٣٤	٠,٣٨٣٦٨	٢١	٠,١٤٠٥٤	٨
٠,٦٨٧٢٨	٣٤ ' ٣٠	٠,٣٩٣٩١	٣٠ ' ٢١	٠,١٤٩٤٥	٣٠ ' ٥٨
٠,٧٠٠٢١	٣٥	٠,٤٠٤٠٣	٢٢	٠,١٥٨٣٨	٩
٠,٧١٣٢٩	٣٥ ' ٣٠	٠,٤١٤٢١	٣٠ ' ٢٢	٠,١٦٧٣٤	٣٠ ' ٥٩
٠,٧٢٦٥٤	٣٦	٠,٤٢٤٤٧	٢٣	٠,١٧٦٣٣	١٠
٠,٧٣٩٩٦	٣٦ ' ٣٠	٠,٤٣٤٨١	٣٠ ' ٢٣	٠,١٨٥٣٤	٣٠ ' ١٠
٠,٧٥٣٥٥	٣٧	٠,٤٤٥٢٣	٢٤	٠,١٩٤٣٨	١١
٠,٧٦٧٣٣	٣٧ ' ٣٠	٠,٤٥٥٧٣	٣٠ ' ٢٤	٠,٢٠٣٤٥	٣٠ ' ١١
٠,٧٨١٢٨	٣٨	٠,٤٦٦٣١	٢٥	٠,٢١٢٥٦	١٢
٠,٧٩٥٤٣	٣٨ ' ٣٠	٠,٤٧٧٩٧	٣٠ ' ٢٥	٠,٢٢١٦٩	٣٠ ' ١٢
٠,٨٠٩٧٨	٣٩	٠,٤٨٧٧٣	٢٦	٠,٢٣٠٨٧	١٣
٠,٨٢٤٢٤	٣٩ ' ٣٠	٠,٤٩٨٥٨	٣٠ ' ٢٦	٠,٢٤٠٠٨	٣٠ ' ١٣
٠,٨٣٩١٠	٤٠	٠,٥٠٩٥٢	٢٧	٠,٢٤٥٣٣	١٤
٠,٨٥٤٠٨	٣٠ ' ٤٠	٠,٥٢٠٥٧	٣٠ ' ٢٧	٠,٢٥٠٦٢	٣٠ ' ١٤
٠,٨٦٩٢٩	٤١	٠,٥٣١٧١	٢٨	٠,٢٦٧٩٥	١٥
٠,٨٨٤٧٢	٣٠ ' ٤١	٠,٥٤٢٩٥	٣٠ ' ٢٨	٠,٢٧٧٣٢	٣٠ ' ١٥
٠,٩٠٠٤٠	٤٢	٠,٥٥٤٣١	٢٩	٠,٢٨٦٧٤	١٦
٠,٩١٦٣٣	٣٠ ' ٤٢	٠,٥٦٥٧٧	٣٠ ' ٢٩	٠,٢٩٦٢١	٣٠ ' ١٦
٠,٩٣٢٥١	٤٣	٠,٥٧٧٣٥	٣٠	٠,٣٠٥٧٣	١٧
٠,٩٤٨٩٦	٣٠ ' ٤٣	٠,٥٨٩٠٤	٣٠ ' ٣٠	٠,٣١٥٣	٣٠ ' ١٧
٠,٩٦٥٨٩	٤٤	٠,٦٠٠٨٦	٣١	٠,٣٢٤٩٢	١٨
٠,٩٨٢٨٥	٣٠ ' ٤٤				
١,٠٠٠	٤٥				

(٢) تصنيع كوع 90° من أكثر من قطعتين: شكل (١٤)

يصنع الكوع 90° من ٣-٤ قطع أو أى عدد آخر. البيانات اللازمة لعمل الكوع 90° من عدة قطع هي نفسها المطلوبة لعمل الكوع من قطعتين بالإضافة الى طول القطع اللازمة لعمل الكوع. وهذه المعلومات هي:

زاوية القطع

معامل زاوية القطع

مسافة القطع

طول القطعة

تعين زاوية القطع للأكواع من أكثر من قطعتين بقسمة زاوية الانحناء على عدد اللحامات فى الكوع مضروباً فى ٢ حيث عدد اللحامات = عدد القطع - ١
مثال: عين زاوية القطع لكوع "٤" من أربع قطع بزاوية 90°

$$\therefore \text{زاوية القطع} = \frac{90}{2 \times (1 - 4)} = 15^\circ$$

معامل زاوية القطع (من الجدول)

مساحة القطع = القطر الخارجى للماسورة X معامل زاوية القطع $\div 2$
وهذه تبين المسافة من المحور الرأسى للماسورة وعلى جانبيها لبدء ونهاية القطع.
مسافة القطع لكوع (من ماسورة "٤") 90° من ٤ قطع.
زاوية القطع 15° كما فى المثال السابق.

مساحة القطع = القطر الخارجى الحقيقى X معامل زاوية القطع $\div 2$
 $4,5 \times 0,26795 = 0,6 = 0,6 \times 2,54 = 15,3$ مم
يتم تعليم مسافة القطع التى تم حسابها على جانبي المحور الرأسى للماسورة.

أطوال القطع المكونة لمنحنى الكوع: يتم حساب طول القطع كالاتي:

طول قطع النهاية $A = \frac{1}{4}$ القطر للكوع \times معامل الزاوية.

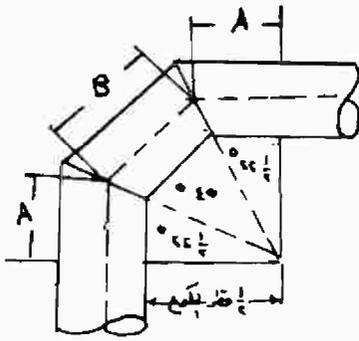
طول القطع الوسطى $B = 2 \times A$

مثال: لإيجاد طول القطع (A) النهاية والقطع (B) الوسطى لكوع 90° نصف قطر الكوع "٢٤".

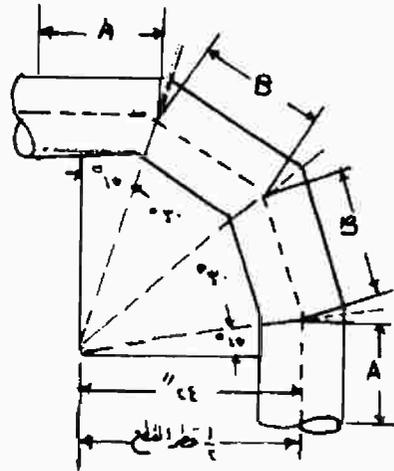
طول القطع $A = \frac{1}{4}$ قطر الكوع \times معامل الزاوية = $0,26795 \times 24 \times \frac{1}{4}$

= $1,63,3 = 6,43$ مم

طول القطع $B = 2 \times A = 12,86 = 326,6$ مم

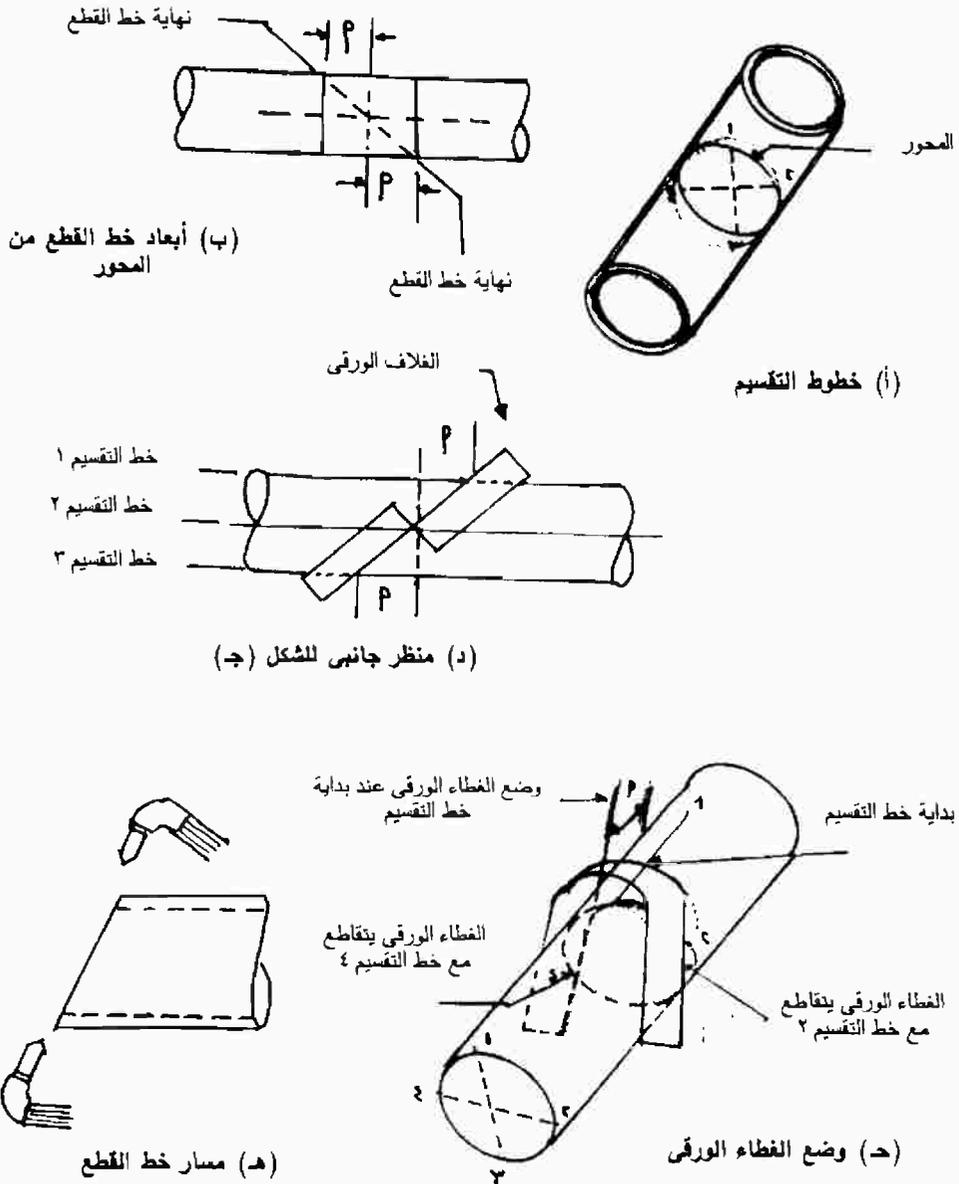


كوع 90° من ٢ قطع



أ- كوع 90° من ٤ قطع

شكل (١٤) كوع 90° من أكثر من قطعتين



شكل (١٥) تعيين مسار خط القطع للماسورة

(٣) - تعيين مسار خط القطع للماسورة: شكل (١٥):

أ- لتعيين مسار خط القطع يلزم تحديد نقطة بداية ونهاية خط القطع على المحيط الخارجى للماسورة ثم تعيين نقط على المحيط الخارجى لتحديد مسار خط القطع عند توصيل هذه النقط ببعضها. يختلف عدد هذه النقط باختلاف قطر الماسورة كالاتى:

للكرع من قطعتين يتم تعيين ٤ نقط على المحيط الخارجى للماسورة. يتم ذلك برسم خط مستقيم على محيط الماسورة مارا بمحور الماسورة شكل (أ). قسم خط المحيط الى أربعة أقسام متساوية مع البدء بأعلى الماسورة ثم فى إتجاه عقرب الساعة شكل (أ). حدد زاوية القطع واحسب مسافة القطع على كل من جانبي خط محور الماسورة شكل (ب).

ضع غطاء مرن مصنوع من مادة مثل الجوانات أو الورق المقوى فى شكل شريط مستطيل الشكل ليكون قوس يلمس فقط بداية خط القطع عند قمة الماسورة على خط التقسيم رقم (١).

الشكل (ج). كلا جانبي الغطاء توضح لتقاطع مع خطوط التقسيم ٢، ٤ (الجانبية) فى منتصف المحور الرأسى للماسورة (المحيط) شكل (ج) يتم تعليم المنحنى الموازى للغطاء باستخدام الطباشير أو صابون الحجر إقلب الغطاء لتوصيل بداية خط القطع السفلى بالعلامات ٢، ٤ شكل (د). يتم القطع بالأستلين ثم يلى ذلك عملية شطف النهايات شكل (هـ).

ب - طرق عمل خطوط التقسيم على استطالة المحيط الخارجى للماسورة وعموديه على المحور الرأسى: شكل (١٦)

(١) باستخدام زاوية مربعة من الصلب: شكل (١٦-أ)

يتم ضبط وتلامس طرفى الزاوية على الماسورة ليمس السطح الداخلى للزاوية السطح الخارجى للماسورة. يتم تعليم خطى التقسيم العلوى والجانبى (المسافة من خط التقسيم الى

النهاية الداخلية للزاوية = $\frac{1}{\pi}$ قطر الماسورة الخارجى). يتم تكرار استخدام الزاوية ٤ مرات لعمل ٤ خطوط تقسيم وذلك للماسورة ٤" فأقل.

(٢) باستخدام الورق المقوى المطبق أو أى مادة مشابهة: الشكل (١٦ - ب)

تستخدم هذه الطريقة فى حالة المواسير ذات الأقطار الصغيرة فى هذه الطريقة (شريحة مستطيلة) يتم لفها بدقة حول الماسورة المطلوب قطعها. يتم ضبط محيط الشريط الورقى لمجرد تلامس النهايتين فقط بدون تطابق ثم القطع لنهاية الشريط المستطيل الورقى. يتم تطبيق الشريط الى نصفين متساوين. ثم يتم تطبيق النصفين كل الى نصفين كما فى الشكل (٢٦- ب). وهذه التقسيمات عند إعادة وضعها الى محيط الماسورة فإنها تقسم المحيط الخارجى للماسورة الى أربعة أقسام متساوية.

(٣) استخدام خيط الميزان وشريط القياس: شكل (١٦ - ج)

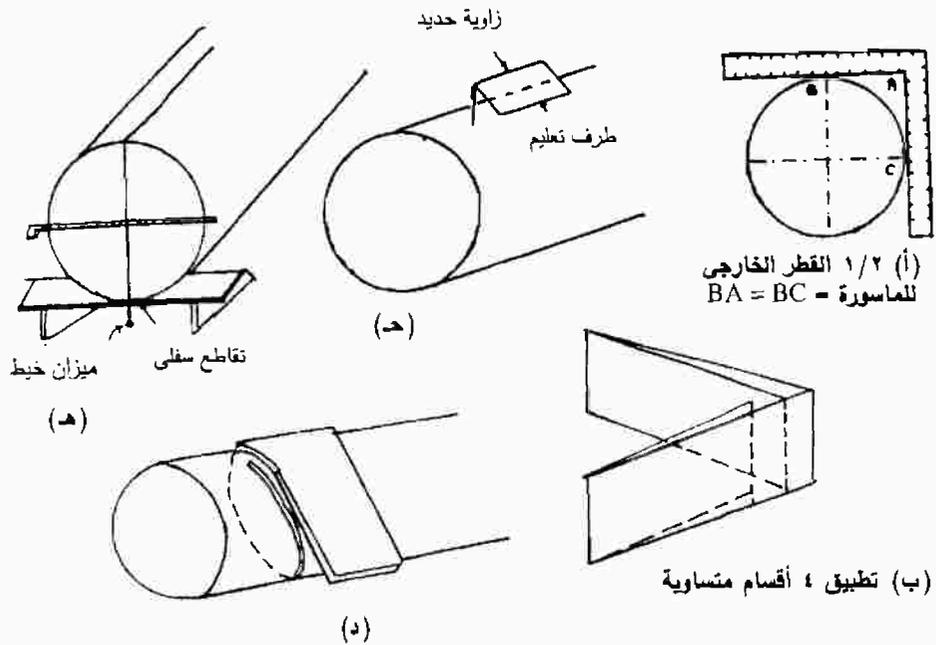
فى حالة المواسير ذات القطر الكبير والذى تتطلب أكثر من ٤ خطوط تقسيم. يستخدم خيط الميزان وشريط القياس. يوضع شريط القياس المعدنى على المقطع الجانبى للماسورة. يوضع خيط الميزان (بثقل) أعلا الماسورة. يتم تعليم خطوط التقسيم الطولية على المحيط الخارجى للماسورة من بدء علامة خطوط التقسيم باستخدام زاوية حديدية مع الحذر فى الامساك بثبات للزاوية. وهذه الطريقة توفر خطوط متوازية على طول الماسورة بامتداد نقط التقسيم.

(٤) تحديد خط الدوران المحيطى على محور الماسورة: شكل (١٦ - د)

يتم وضع الغطاء من مادة الجوانات أو مادة مشابهة حول الماسورة وإحكامه لتأكيد الالتصاق المقام مع سطح الماسورة مع وجود تطابق يساوى $\frac{1}{\pi}$ محيط الماسورة. ويستخدم هذا التطابق لتحديد خط التقسيم للمحيط العمودى على محور الماسورة. وعند وضع الغطاء جيدا فإن الطرف الربع للغطاء يستخدم كدليل للتعليم شكل (١٦ - هـ).

(٥) التقسيم باستخدام شريط مقياس: شكل (١٦-هـ)

يستخدم شريط مقياس لتقسيم الماسورة الى أى عدد من خطوط التقسيم المتساوية. الخطوة الأولى هي تعيين محيط الماسورة وذلك لقياس القطر الخارجى $3,1416 \times$ أو بالقياس المباشر للمحيط باستخدام شريط القياس. ثم يتم تقسيم المحيط طبقاً لعدد خطوط التقسيم المطلوبة. ويتم ذلك بلف شريط المقياس حول الماسورة وتعليم نقاط التقسيم.



شكل (١٦) طرق عمل خطوط التقسيم على استتالة
المحيط الخارجى للماسورة وعمودية على المحور الرأسى

(٦) تحديد خطوط القطع للمواسير ذات الأقطار الكبيرة:

لتحديد خطوط القطع للمواسير ذات الأقطار الكبيرة يتطلب عمل تقسيم إضافي على المحيط الخارجي للماسورة الآتي بعد هو العدد الموصى به لخطوط التقسيم للمواسير.

أقصى قطر للماسورة	أقل تقسيمات
٤" (١٠٠ مم)	٤
١٠" (٢٥٠ مم)	٨
٢٤" (٦٠٠ مم)	١٦
٢٤" (١٠٥٠ مم)	٣٢

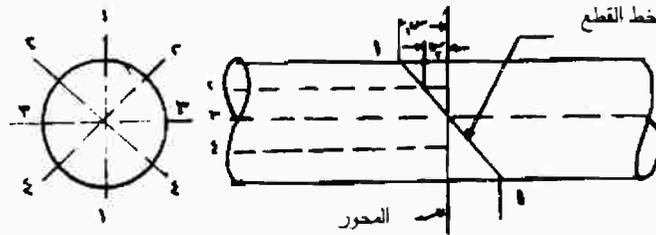
(٧) لحساب مسافة القطع من محور الماسورة على خطوط التقسيم

$$\text{مسافة القطع من العلامة ١ (لخط ١)} = \frac{\text{القطر الخارجي للماسورة} \times \text{معامل زاوية القطع}}{٢}$$

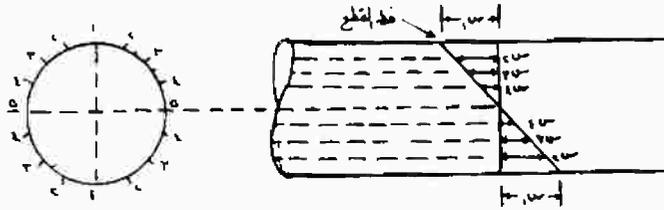
ولإيجاد مسافة القطع من محور الماسورة لباقي النقط على خط التقسيم لتحديد مسار خط القطع تستطخ من أحد المعادلات التالية.

- لعدد ٨ أقسام: شكل (١٧)
- مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٧٠٧$ (س٢)
- لعدد ١٦ قسم: شكل (١٨)
- مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٩٢٤$
- مسافة القطع من النقطة ٣ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٧٠٧$
- مسافة القطع من النقطة ٤ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٣٨٣$
- لعدد ٣٢ قسم
- مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٩٧٨$ (س٢)
- مسافة القطع من النقطة ٣ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٩٢٤$

- مسافة القطع من النقطة ٤ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٨٣١$
- مسافة القطع من النقطة ٥ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٧٠٧$
- مسافة القطع من النقطة ٦ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٥٥٨$
- مسافة القطع من النقطة ٧ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٣٨٣$
- مسافة القطع من النقطة ٨ = مسافة القطع من النقطة ١ $\times ٠,٢٠٠$



شكل (١٧) تحديد خط القطع لعدد ٨ تقسيمات



شكل (١٨) تحديد مسار خط القطع لعدد ١٦ تقسيم

(٨) مثال: لتحديد خط القطع لاسورة ١٢" (٣٠٠ مم) لعمل كوع ٩٠° من قطعتين:

$$(أ) \text{ زاوية القطع} = \frac{٩٠}{٢} = ٤٥^\circ$$

معامل زاوية القطع = ١

(ب) مسافة القطع من النقطة ١ = القطر الخارجى الحقيقى × معامل زاوية القطع ÷ ٢

$$= 12,75 \times 1 \div 2 = 6,375$$

(ج) عدد التقسيمات (١٦) يتم تعيين مسار الخطوط ٢، ٣، ٤ على المحيط الخارجى للماسورة

مسافة خط القطع من النقطة ٢ (الى محور رأسى الماسورة) = $6,375 \times 0,924 = 5,9$

مسافة خط القطع من النقطة ٣ (الى محور رأسى الماسورة) = $6,375 \times 0,707 = 4,5$

مسافة خط القطع من النقطة ٤ (الى محور رأسى الماسورة)

$$= 6,375 \times 0,382 = 2,435$$

(د) مراحل تحديد خط القطع لعدد ١٦ خط تقسيم عند القطع الى قطعتين:

- استخدم الغطاء المحيطى لرسم خط حول محيط الماسورة . وهذا الخط هو محور الوصلة .
 - قسم دوران المحيط الى ١٦ قسم متساوى باستخدام أحد الطرق السابقة . ثم اِرسَم خطوط التقسيم عمودية على خط المحور وبطول الماسورة .
 - علم خطوط التقسيم ١، ٢، ٣، ٤ مبنداً بأعلى الماسورة ثم الى أسفل فى الإتجاهين، حتى منتصف الماسورة . تدار الماسورة ١٨٠° ثم تعلم خطوط التقسيم للجزء السفلى بنفس الطريقة . انظر الشكل (١٨) .
 - علم المسافة المحسوبة لبداية ونهاية خط القطع (على خط التقسيم ١) من خط المحور .
 - علم المسافة المحسوبة لبداية القطع من خطوط التقسيم ٢، ٣، ٤ من خط المحور .
- الخط رقم ٥ على محور الوصلة ليس له طول .
- ضع الغطاء المحيطى ليكون قوس الذى يمس بداية خط القطع من النقطة رقم ١ كلا جانبيى الغطاء المحيطى يتم وضعهما ليقطعا خطوط النقط ٢، ٣، ٤، ٥ (بداية القطع لهذه النقط) .
 - علم المنحنى الذى تم تحديده بواسطة الغطاء المحيطى بالطباشير .

- تدار الماسورة 180° (أو إقلب الغطاء المحيطي) ثم تنفذ مراحل تعليم النفط ٢ و ٣ و ٤ و ٥ كما سبق للجزء السفلي من الماسورة، وتوصيلها بالنقطة ١ على الخط السفلي.
- يتم القطع بالأسيتيلين ثم الشنفره (الشطف) بعد القطع.

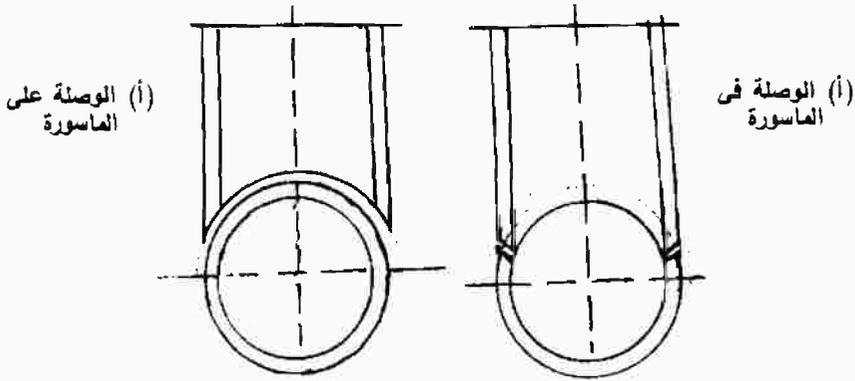
ج - عمل الفرعة حرف T على الماسورة: شكل (١٩)

- (١) طريقة عمل الفرعة T من نفس قطر الماسورة: وهذه الطريقة تتكون من شكلين وهما إما أن ترتكز الفرعة على الجدار الخارجي للماسورة (أ) أو الفرعة تكون داخل الماسورة الرئيسية (ب).
- طريقة عمل الفرعة T في الماسورة:

في هذه الطريقة يكون إسقاط الفرعة داخل الماسورة ويكون التنفيذ كالآتي:

- يتم قياس وتعليم مسافة مساوية لنصف القطر الداخلي للماسورة من نهاية الماسورة. باستخدام الغطاء المحيطي للاسترشاد يتم رسم خط مستقيم حول محيط الماسورة عند هذه النقطة. وهذا الخط هو خط الأساس للقياسات.

يقسم الخط المحيطي إلى ٤ أقسام متساوية مع تعليم الأقسام (١) للقمة والقاع و (٢) لكلا الجانبين شكل (ج).



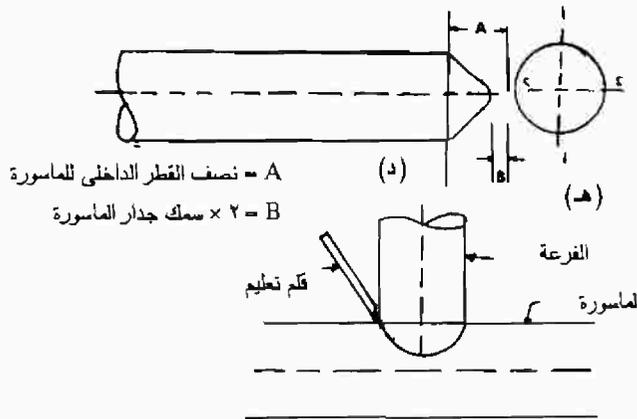
شكل (١٩ - أ) عمل الفرعة حرف T على الماسورة

من منتصف محيط الماسورة يستمر خط التقسيم رقم (٢) (على جانبي الماسورة) ضع غطاء حول الماسورة لعمل قوس على شكل حرف (U) والذي يمس خط التقسيم رقم (١) في منتصف المحيط وجانبي القوس (U) توضع للتقاطع مع خط التقسيم رقم (٢) عند نهاية الماسورة. يتم تعليم المنحنى على جانبي القوس (U) باستخدام الطباشير أو الصابون الحجري.

تدار الماسورة 180° أو الغطاء لعمل قوس (U) على الجانب الآخر للماسورة مع خط التقسيم رقم ١ .

نقط التلاقي عند تقاطع الغطاء على خط التقسيم (٢) يمكن تدويرها بعمل منحنى باليد. مع ملاحظة أن المنحنى يبدأ عند مسافة ضعف سمك الماسورة من نهاية الماسورة شكل (د). يتم القطع المربع للنهايات (بدون شطف).

لعمل الفتحة في الماسورة الرئيسية لوضع الفرعة للوصلة T، يتم ذلك باستخدام هذه الفرعة كطبعة للفتحة. توضع الفرعة على الماسورة الرئيسية في المكان المعد لعمل الوصلة ثم تم تعليم الفتحة على الماسورة الرئيسية باستخدام الفرعة كما في الشكل (هـ). يتم القطع الدائري لتكون نهاية القطع عموديه على محور الماسورة. ثم يتم عمل الشطف بعد القطع الدائري.



شكل (١٩ - ب) عمل الفرعة حرف T داخل الماسورة

(٢) طريقة عمل الفرعة T من قطر أقل من قطر الماسورة الرئيسية: شكل (٢٠)

فى هذه الطريقة فإن الفرعة T توضع على الماسورة الرئيسية بحيث يكون داخل الفرعة فى محازاه خارج الماسورة. وتجهيز القطع الدائرى للفرعة يتم كالتى:

يتم قياس مسافة تساوى نصف القطر الداخلى للماسورة من نهاية الماسورة وتعليمها. يتم تعليم القطر الخارجى لدوران الماسورة عند هذه النقطة باستخدام الغطاء المقوى. قسمت محيط الماسورة الى عدد الأقسام طبقا لقطر الماسورة (٤ أقسام للقطر ٤" فأقل، ٨ أقسام للقطر ١٠" فأقل).

يتم تعليم خطوط التقسيم من بداية علامات القطر الخارجى (المحور) حتى نهاية الماسورة كما فى الشكل (٢٠).

من الجدول (١٦) يتم تحديد مسافة خطوط التقسيم ٢، ٣ من محور (محيط) الماسورة وذلك طبقا لقطر الفرعة وقطر الماسورة الرئيسية. الأرقام فى الجدول التى تبين المسافات من منتصف المحيط حتى خط القطع بالمليمتر يتم قياسها وتعليمها.

ضع الغطاء الذى يكون قوس على شكل حرف U والذى يمس خط التقسيم (١) فى منتصف محور المحيط، وجانبى الغطاء توضع بما يجعلها تقطع نقط النهاية للنقط ٢ و ٣.

يتم تعليم المنحنى بواسطة الطباشير على الماسورة. يتم تدوير الماسورة أو تدوير الغطاء U ثم تعليم المنحنى (بواسطة الطباشير) مع الغطاء المقاطع للخطوط ٢، ٣.

يتم القطع الدائرى لاطعاء قطع مربع. ثم تعليم مكان الفرعة فى الماسورة. ثم عمل الشطف للفرعة.

جدول (١٥) ل مسافات خط القطع من اللامات ٢ و ٣ لوصلة T بقطر أصغر بالمليتر:

أرقام خطوط التقسيم	قطر المسورة الرئيسية بالمليتر / بوصة														قطر الفرعة T بالمليتر / بوصة
	٦٠٠ "٢٤"	٥٥٠ "٢٢"	٥٠٠ "٢٠"	٤٥٠ "١٨"	٤٠٠ "١٦"	٣٥٠ "١٤"	٣٠٠ "١٢"	٢٥٠ "١٠"	٢٠٠ "٨"	١٥٠ "٦"	١٠٠ "٤"	٨٠ "٣"	٥٠ "٢"		
٢	—	—	—	—	—	—	—	١	٢	٢	٣	٣	٦	٦	قطر الفرعة T بالمليتر / بوصة
٢	—	—	—	—	—	٢	٢	٣	٣	٥	٦	٦	١٦	—	"٣/٨"
٢	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٥	٦	٨	١٣	١٣	٣٢	—	"٣/١٠٠"
٢	٢	٥	٥	٥	٦	٦	١٠	١٠	١٣	١٨	١٣	١٨	٣٢	—	"٦/١٥٠"
٢	٥	٥	٦	٦	٨	١٠	١٠	١١	١٤	١٩	١٩	٢٤	٤٩	—	
٢	١٠	١٠	١١	١٣	١٤	١٦	١٨	٢١	٢٧	٣٧	٣٧	٤٥	٦٨	—	"٨/٢٠٠"
٢	١٩	١٩	٢٢	٢٤	٢٧	٣٢	٣٧	٤٥	٦٨	—	—	—	—	—	
٢	٢٤	٢٦	٢٥	٢٥	٢٣	٤٥	٤٥	٣٢	٨٧	—	—	—	—	—	"١٠/٢٥٠"

د- الطريقة السريعة لتصنيع الفرعة (T): (Reducing Tee Branch)

الطريقة السريعة لتوصيل فرعة حرف T أقل في القطر بالماسورة الرئيسية هي كما في الشكل (٢٢) . خطوط القطع للفرعة والماسورة الرئيسية يتم تعليمهم باستخدام الشكل العام الحقيقي للوصلة T تتبع الخطوات التالية لوضع كلا من الفرعة والماسورة الرئيسية .

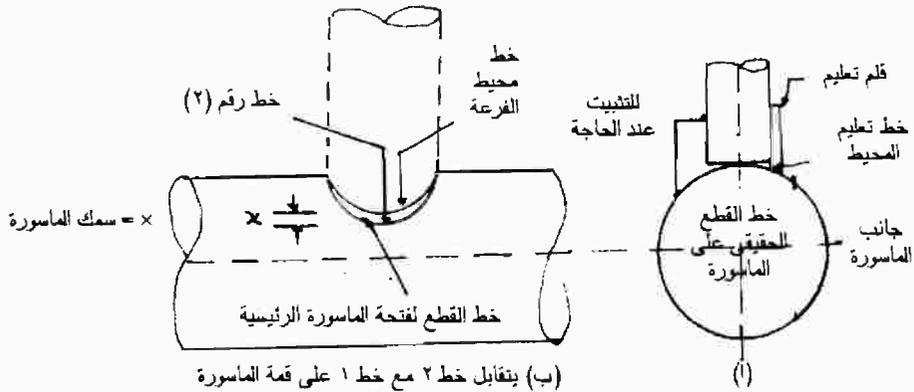
هـ- لعمل الفتحة في الماسورة الرئيسية:

• يتم وضع الفرعة على الماسورة الرئيسية شكل (٢٢- أ) وعند الضرورى يتم التثبيت بقطعة معدن ملحومة (لحام مؤقت) بالفرعة والماسورة .

• باستخدام قلم تعليم الملتصق بالفرعة يتم بدقة تعليم المحيط الخارجى للفرعة على سطح الماسورة الرئيسية شكل (٢٢- أ) .

• يتم قياس وتعليم مسافة مساوية لسماك جدار الماسورة الرئيسية بعيدا عن علامة خط المحيط الخارجى للفرعة على جانبي الماسورة الرئيسية . يظل خط المحيط على قمة الماسورة الرئيسية كما هو فى مكانه .

يتم رسم خط منحنى جديد يبدأ من العلامات الجانبية وينحنى بلطف حتى تقابله مع خط المحيط على قمة الماسورة الرئيسية . هذا الخط الجديد هو خط القطع لفتحة الماسورة الرئيسية شكل (٢٢ - ب) .



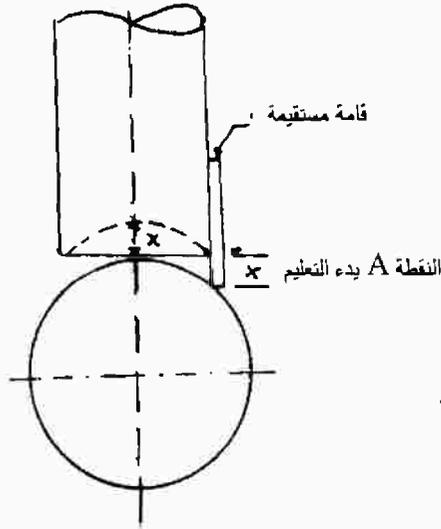
شكل (٢٢) لعمل الفتحة في الماسورة الرئيسية

(د) لعمل القطع في الفرعة (T):

الطريقة السهلة لعمل القطع في الفرعة هو بإدخال الفرعة في فتحة الماسورة الرئيسية وتعليم خط القطع.

والطريقة التبادلية شكل (٢٣). عندما تكون الفرعة مازالت مثبتة (لعمل الفتحة في الماسورة الرئيسية). يتم تحديد مسافة x ما بين نهاية الفرعة وسطح الماسورة الرئيسية. وهذه المسافة تحدد حيث عند تعليم المنحنى للقطع على الفرعة فإن خط التعليم لا يحدد عن نهاية الماسورة.

يتم تثبيت قامة مستقيمة على جانب الفرعة ونهايتها تلامس الماسورة الرئيسية. يتم تعليم محيط الفرعة كما في الشكل (٢٣). خط القطع المعلم على الفرعة يكون قطع دائري بدون الحاجة الى شطف.



شكل (٢٣) عمل القطع في الفرعة T

و - تصنيع الفرعات: (Lateral Layout)

تعتمد هذه الطريقة على الرسم بالأبعاد الحقيقية لتحديد خطوط القطع اللازمة لعمل الفرعات كالآتي:

(١) خطوط القطع في الماسورة الرئيسية : شكل (٢٤)

حدد محوري الفرعة والماسورة الرئيسية على سطح مستوى (لوحة مستوية) . طبقا لزاوية الفرعة يتم رسم محور الفرعة بالنسبة لمحور الماسورة .. ونقاط المحورين يعلم بالعلامة C . كما في الشكل (أ) .

يتم رسم خط الحد الخارجي للماسورة حول المحاور . المسافة على جانبي المحور = $\frac{1}{2}$ القطر الخارجي للماسورة شكل (ب) .

يتم تعليم نقطة التقاطع للفرعة مع الماسورة الرئيسية عند النقطة A في الخلف من الفرعة وعند النقطة B في الأمام من الفرعة .

وصل النقطة A بالنقطة C والنقطة B بالنقطة C بخطوط مستقيمة على الرسم الشكل (ج) . على الماسورة الرئيسية يتم رسم خط دوران المحيط عند مكان تركيب الفرعة . يقسم محيط الماسورة الى ٤ أقسام متساوية ويتم إمتداد خطوط التقسيم على جانبي خط دوران المحيط .

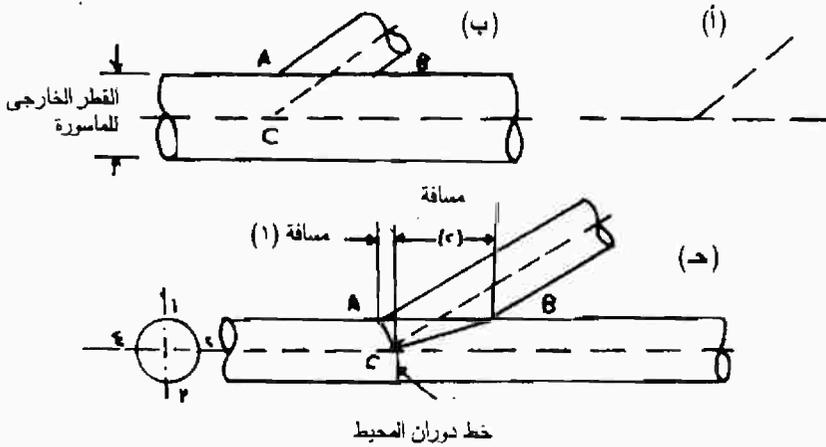
تقاس المسافة الأفقية على الرسم من A و B الى C وهذه هي المسافات (١) ، (٢) شكل (ج) .

يتم تعليم المسافات (١) ، (٢) من خط الدوران المحيطى على الماسورة الحقيقية . ثم توضع المسافات على خط التقسيم الحقيقى للماسورة (الخط ١) .

النقطة C تحدد وتعلم على جانبي خطوط التقسيم الجانبية للماسورة الرئيسية .

يستخدم الغطاء المحيطى لتوصيل النقطة A على خط التقسيم العلوى بالنقطة C على خطوط التقسيم الجانبية . يتم تعليم المنحنى الذى تم عمله بالغطاء المحيطى على الماسورة .

يتم تعليم النقطة B والنقطة C وتوصيلهم بنفس الطريقة السابقة . الخط المنحنى الذى تم تعليمه يصبح خط القطع لفتحة الماسورة الرئيسية .



شكل (٢٤) خطوط القطع في الماسورة الرئيسية

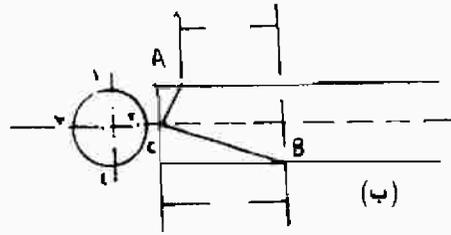
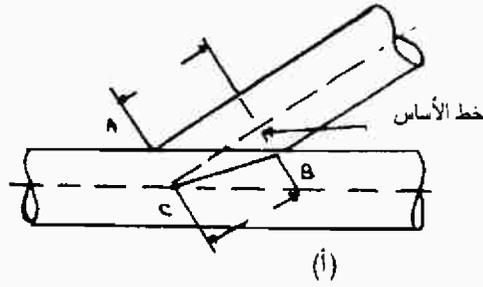
(٢) خطوط القطع في الفرعة : شكل (٢٥)

- تقسم ماسورة الفرعة إلى أربع أقسام متساوية قرب نهاية الماسورة شكل (أ).
- على الرسم يتم عمل خط زاوية قائمة عند النقطة B لاستخدامه كخط أساسي. تقاس المسافة بين تقاطع النقطة C وخط الأساس.

تقاس المسافة على الرسم بين النقطة A وخط الأساس. تعلم هذه المسافة على خط التقسيم العلوي الفرعة حتى خط الأساس شكل (ب). ضع غطاء محيطي بين النقطة A الى نقطة التقسيم الوسطى C عند نهاية الماسورة. علم المنحنى على الفرعة الذي تحدد بالغطاء المحيطي.

إستخدم غطاء محيطي لربط B على خط التقسيم السفلي للفرعة والنقطة C على خط التقسيم الأوسط عند نهاية الماسورة.

عند القطع لكل من الماسورة الرئيسية والفرعة إستخدم أولاً وسيلة للقطع ثم وسيلة للشطف.



شكل (٢٥) تحديد خط القطع للفرعة

(٣) الطريقة السريعة لتصنيع الفرعات:

(Quick Method For Reducing Laterals)

في هذه الطريقة يتم تعليم خطوط القطع للفرعة والماسورة الرئيسية باستخدام الشكل الجانبي الحقيقي للوصلة. وذلك حسب الخطوط التالية شكل (٢٦).

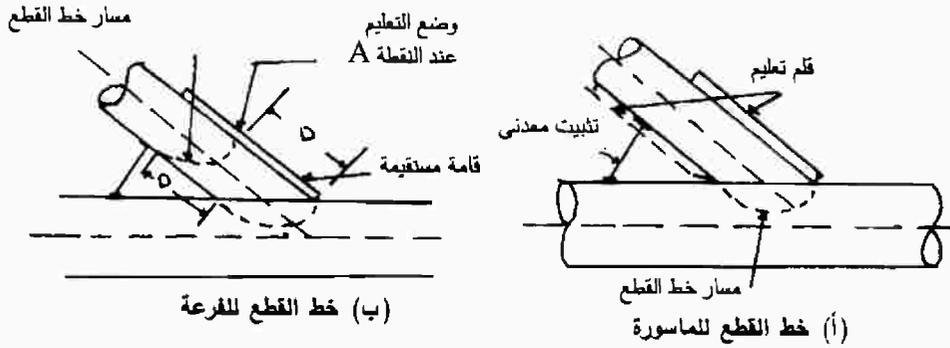
• حدد الزاوية الصحيحة لميل الفرعة على الماسورة الرئيسية مع تثبيت كل منهما في مكانة باستخدام وسيلة ربط معدنية شكل (٢٦-أ).

• باستخدام وسيلة تعليم طويلة وحادة بمحاذاة الفرعة، يتم برفق تعليم فتحة القطع للماسورة الرئيسية بالاسترشاد بماسورة الفرعة.

• مع استمرار الفرعة ثابتة في مكانها. تحدد المسافة D على كل من أعلى وأسفل ماسورة الفرعة. وهذه ستعين مسافة البدء والنهاية لتكون النقطة A ليست خارج نهاية الماسورة عند تعليم منحنى خط القطع للفرعة شكل (٢٦-ب). ضع قامة مستقيمة على

طول الفرعة ونهايتها تلامس الماسورة الرئيسية. ثبت وسيلة تعليم (من الحجر الصابوني) عند النقطة (A) على القامة المستقيمة وحرك القامة بدقة حول الفرعة، مع المحافظة على نهايتها عند سطح الماسورة الرئيسية.

• القطع يكون دائري يليه شطف للقطع في فتحة الماسورة الرئيسية.



شكل (٢٦) الطريقة السريعة لتصنيع الفرعات

هـ- الحيوذ في إستقامة مسار خط المواسير (Pipe Offsets):

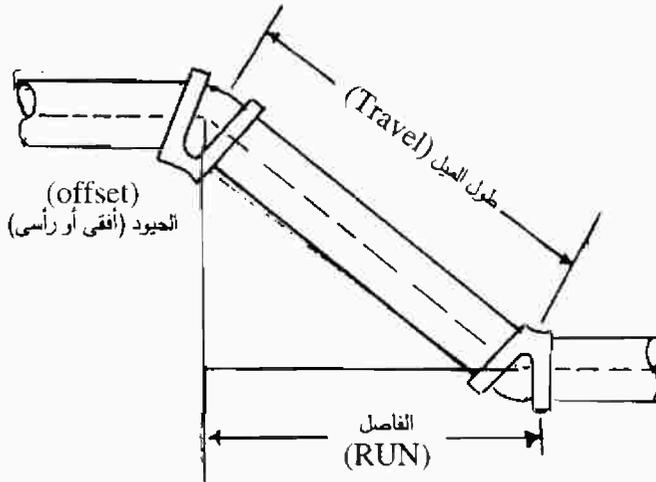
في معظم خطوط المياه يصعب وجود مسار مستقيم لخط المواسير بدون حيوذ يمكن عمل الحيوذ بسهولة باستخدام كيعان 90° ، ولكن للفقد الكبير في الضغط بالإحتكاك. لذلك فإن معظم الحيوذ يتم عملها بكيعان ذات إنحناء أقل من 90° . ولكن الكيعان لدرجات حيوذ أقل من 90° (45° ، $22\frac{1}{2}^\circ$ ، $11\frac{1}{4}^\circ$) تتطلب طرق أكثر تعقيدا لحساب طول الماسورة للحيوذ.

الشكل (٢٧) يوضح حيوذ 45° والمصطلحات المستخدمة لمختلف أجزاء الحيوذ هي:

الحيوذ: (Offset): هو المسافة العمودية بين محوري خطين مواسير متوازيين.

الفواصل: (Run): المسافة الأفقية بين محوري الانحناء لخطين مواسير متوازيين رأسيين أو أفقيين.

طول الميل: (Travel): المسافة المائلة بين محوري خطين مواسير متوازيين



شكل (٢٧) مصطلحات الحيويد

(١) طرق حساب الحيويد: Offset Calculation Methods

حساب أطوال مختلف المواسير التي تشكل الحيويد يمكن بطرق مختلفة مثل نظرية فيثاغورث أو حساب المثلثات أو بالضرب في معامل ثابت لطول معلوم. الثابت والمعادلات لمختلفة زوايا الحيويد موضحة في الجدول (١٣).

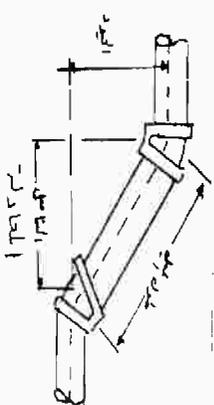
كما استخدام هذا الجدول لأي قطر ولأي مادة للمواسير طالما أن الحيويد مطابق لزاوية الكوع في الجدول.

مثال: أوجد طول الميل (Travel) لحيويد $22\frac{1}{4}^\circ$ حيث طول المشوار (run) ١٢" من الجدول:

$$\text{طول الميل} = \text{طول المشوار (12)} \times 1,082 = 12,984$$

جدول (١٧) الثابت والمعادلات لمختلف زوايا العيود

الثابت والمعادلة لحساب العيود العادي						
وصلة الكوع						
كوع $50^\circ/8$	كوع $50^\circ/1$	كوع $50^\circ/2$	كوع 30°	كوع 45°	كوع 60°	كوع 72°
١٠,١٨	٥,١٢٦	١٠,١٨	٢,٥٠٠	١,٤١٤	١,١٥٥	١,٠٥٢
١,٠٠٤	١,٠١٩	١,٠٨٢	١,١٥٥	١,٤١٤	٢,٠٠٠	٢,٢٣٦
١٠,١٥٨	٥,٠٢٧	٢,٤١٤	١,٧٣٢	١,٠٠٠	٠,٥٧٧	٠,٣٢٥
٠,٩٩٥	٠,٩٨	٠,٩٢٤	٠,٨٦٦	٠,٧٠٧	٠,٥	٠,٣٠٩
٠,٩٥٠	٠,١٩٥	٠,٣٨٣	٠,٥٠٠	٠,٧٠٧	٠,٨٦٦	٠,٩٥١
٠,٠٩٨	٠,١٩٨	٠,٤١٤	٠,٥٧٧	١,٠٠٠	١,٧٣٢	٢,٠٧٨



المعادلة

- × طول المييل = الح - ي - وود
- × طول المييل = الف - ص - ل
- × الف - ص - ل = الح - ي - وود
- × الف - ص - ل = طول المييل
- × الح - ي - وود = طول المييل
- × الح - ي - وود = الف - ص - ل

مثال: أوجد طول الميل لحيود رأسى 45° . قيمة الحيود 15 ."

$$\text{طول الميل} = 15 \times 1,414 = 21,21$$

(٢) مسافة الانتشار لحيود أفقى لمارسورتين متوازيتين: Equalspread 2 pipe Offsets

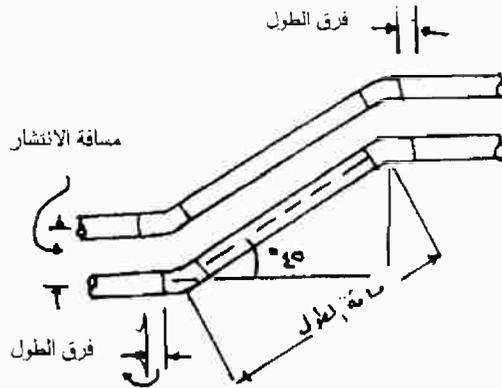
عندما تكون ماسورتين متوازيتين مطلوب تغيير مسارهما، تستخدم مسافة الانتشار المتساوية للحيود. وهذا يحقق وفر فى الإنحناءات. شكل (٢٨).

طول الميل للحيود المتوازى متساوى ويتم حسابه كما فى حالة الحيود المنفرد. والفرق الرئيسى بين الحيود المنفرد والمتوازى هو المسافة من حيث يبدأ الحيود ثم ينتهى على كل خط. وهذا الفرق فى الطول يحسب باستخدام مسافة الانتشار بين الخطين المتوازيين.

يتم ضرب مسافة الانتشار بين الخطين المتوازيين فى ثابت لكل زاوية كوع أو إنحناء فى الحيود.

$$\text{الفرق فى الطول} = \text{مسافة الانتشار} \times \text{ثابت.}$$

الجدول (١٨) يوضح قيمة الثابت اللازم لمختلف زوايا الحيود لمسافات الانتشار المتساوية:



شكل (٢٨) حيود 45° متساوى فى مسافة الانتشار

جدول (١٨) ثوابت مسافة الانتشار المتساوية لتعيين بداية ونهاية فروق الطول

زاوية الحيود							المعادلة
حيود °١١' / ٤	حيود °٢٢' / ٤	حيود °٣٠	حيود °٤٥	حيود °٦٠	حيود °٧٢	حيود °٩٠	الفرق في الطول =
٠,٠٩٨	٠,١٩٩	٠,٢٦٨	٠,٤١٤	٠,٥٧٧	٠,٧٢٧	١,٠٠٠	مسافة الانتشار ×

مثال: لتعيين مسافة الانتشار المتساوية لحيود (٢/°٢٢):

الحل: الفرق في الطول = مسافة الانتشار × ٠,١٩٩ (الجدول ٢)

الفاصل = الحيود × ثابت الحيود × ٢,٤١٤ (الجدول ١)

طول الميل ٢,١ = الحيود × ٢,٦١٤

الحيود = الفاصل × ٠,٤١٤

مثال ٢: لتعيين الفرق في الطول لماسوريتين أفقيتين إنحاء ٦٠° مع تساوى مسافة

الانتشار - مسافة الانتشار ١٠" (٢٥٤ مم) بين محوري الماسوريتين

فرق الطول = الانتشار × ٠,٥٧٧ = ٥,٧٧" = ١٤٦,٥٥٨ مم.

٦- صناعة المواسير من حديد الزهر:

أ - المواسير من الزهر الرمادى: تصنع هذه المواسير بأحد الطرق الآتية:

- الطرد المركزى داخل قوالب معدنيه

- الصب الرأسى أو الأفقى داخل قوالب رملية.

تصنع مواسير الزهر الرمادى إما بنهاية مربعة أو مشطوفة أو برأس وزيل أو بشفه فى

نهاية الماسورة وبأطول من ٤-٧ متر مع تجاوز فى الطول من ٠,٥ - ١ متر.

أقطار مواسير الزهر الرمادى ٢"، ٣"، ٤"، ٥"، ٦"، ٨"، ١٠"، ١٢"، ١٤"، ١٨"،

٢٠"، ٢٤"، حتى ٤٠" .

سمك بدن الماسورة طبقاً للجدول الآتى رقم (١٩)

نوع المنتج	سمك بدن الماسورة بالمليمتر	ضغط الاختبار كج/سم ^٢
أ	$\frac{10}{12} (7 + 0,02 \times ق)$	١٥ - ١٠
ب	$\frac{10}{12} (7 + 0,02 \times ق)$	٢٥ - ٢٠
ح	$(7 + 0,02 \times ق)$	٣٠ - ٢٥

ق = القطر الاسمى بالمليمتر

$$\therefore \text{سمك بدن ماسور } 12'' \text{ ب} = \frac{10}{12} (7 + 0,02 \times 300) = 11,9 \text{ مم}$$

ب - المواسير من الزهر المرن:

تصنع مواسير الزهر المرن بطريقة الطرد المركزي فى قوالب معدنية بأقطار قياسية ١٠٠ مم، ١٥٠ مم، ٢٠٠ مم، ٣٠٠ مم، ٤٠٠ مم، ٥٠٠ مم، ٦٠٠ مم، ٧٠٠ مم، ٨٠٠ مم، ٩٠٠ مم، ١٠٠ مم.

وتصنع الماسورة بالرأس والزيل أو بنهاية مشطوفة أو بشفه وبأطوال ٤، ٥، ٥، ٥، ٦

متر.

ضغط الاختبار الماسورة الزهر المرن طبقاً للقطر الاسمى كالاتى:

$$\text{من قطر } 100 \text{ مم حتى } 300 \text{ مم ضغط الاختبار} = (1 + K) + 0,5$$

$$\text{من قطر } 400 \text{ مم حتى } 600 \text{ مم ضغط الاختبار} = 2K + 0,5$$

$$\text{من قطر } 700 \text{ مم حتى } 1000 \text{ مم ضغط الاختبار} = (1 - K) + 0,5$$

K = معامل يستخدم فى حساب ضغط الاختبار وكذلك فى حساب

سمك بدن الماسورة. وهذا المعامل يساوى ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢،

مثال:

• لحساب ضغط الاختبار لماسورة ٦٠٠ مم حيث K = ١٠

$$\therefore \text{ضغط الاختبار} = 2K \times 0,5 = 2 \times 10 \times 0,5 = 20 \text{ جوى}$$

وضغط الاختبار لماسورة ٣٠٠ مم $= 0,5 + (1 + K)^2 = 60$ جوى

وضغط الاختبار لماسورة ١٠٠ مم $= 0,5 + (1 - K)^2 = 40$ جوى

سمك بدن الماسورة من الزهر المرن طبقا للقطر الاسمى:

لحساب سمك بدن الماسورة تستخدم المعادلة التالية:

(القطر الاسمى $\times 0,001 + 0,5$) $K =$ سمك البدن بالمليمتر

حيث $K =$ معامل يساوى ٨،٩، ١٠، ١١، ١٢

مثال: لماسورة $k = 11$

سمك البدن لقطر ٥٠٠ مم $= 11 (0,5 + 0,001 \times 500)$

سمك البدن لقطر ١٠٠ مم $= 11 (0,5 + 0,001 \times 1000)$

ولحساب ضغط الاختبار وسمك البدن لماسورة ٤٠٠ مم حيث $K = 9$

ضغط الاختبار $= 0,5 + K^2 \times 10 = 81 \times 0,5 = 40$ جوى

سمك البدن $= 9 (0,5 + 0,001 \times 500) = 9$ مم

القطر الخارجى والقطر الاسمى لماسورة الزهر:

القطر الخارجى هو القطر الاسمى ولكن القطر الداخلى يتغير طبقا لسمك البدن للماسورة.

الجدول التالى رقم (٢٠) يوضح سمك البدن وضغط الاختبار للمواسير ذات معامل $K =$

٩، ١٠

جدول (٢٠) يوضح سمك البدن وضغط الاختبار للمواسير
من الزهر المرن ذات معامل $K = 9, 10$

$9 = K$			$10 = K$			القطر الاسمي مم
ضغط الاختبار كج / سم ^٢	سمك البدن مم	القطر الخارجي مم	ضغط الاختبار كج / سم ^٢	سمك البدن مم	القطر الخارجي مم	
٥٠	٥,٤	١١٨	٦٠	٦	١٨٨	١٠٠
٥٠	٥,٨٥	١٧٠	٦٠	٦,٥	١٧٠	١٥٠
٥٠	٦,٣	٢٢٢	٦٠	٧	٢٢٢	٢٠٠
٥٠	٧,٢	٣٢٦	٥٠	٨	٣٢٦	٣٠٠
٤٠	٨,١	٤٢٩	٥٠	٩	٤٢٩	٤٠٠
٤٠	٩,	٥٣٢	٥٠	١٠	٥٣٢	٥٠٠
٤٠	٩,٩	٦٣٥	٤٠	١١	٦٣٥	٦٠٠
٣٢	١٠,٨	٧٣٨	٤٠	١٢	٧٣٨	٧٠٠
٣٢	١١,٧	٨٤٢	٤٠	١٣	٨٤٢	٨٠٠
٣٢	١٢,٦	٩٤٥	٤٠	١٤	٩٤٥	٩٠٠
٣٢	١٣,٥	١٠٤٨	٤٠	١٥	١٠٤٨	١٠٠٠

٧- صناعة المواسير من المواد الغير معدنية:

تشمل المواسير من المواد الغير معدنية: المواسير الخرسانية والخرسانية المسلحة والمواسير سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب والمواسير سابقة الإجهاد بدون الأسطوانة الصلب. والمواسير الأستيتوس.

المكون الرئيسي في صناعة هذه المواسير هو الأسمنت هذا بالإضافة الى استخدام الأسمنت في عمل طبقة البطانة الداخلية لأغراض الحماية من التآكل للمواسير الصلب والزهر.

أ - مكونات مواد الصنع:

الأسمنت: يستخدم الأسمنت عالى الألومنيا (المقاوم) فى صناعة مواسير المياه قليله العسر وقليله القلويه وكذلك فى صناعة مواسير الصرف الصحى . الأسمنت عالى الألومنيا يحتوى على نسبة أقل من ١ ٪ من أكسيد الكالسيوم الحر الغير متفاعل (Free Cao) ونسبة عالية من ألومانيات الكالسيوم . ويستخدم الاسمنت البورتلاندى العادى والذى يحتوى على أكسيد الكالسيوم الحر بنسبة حوالى ١٥ ٪. أكسيد الكالسيوم الحر هو الذى يضعف مقاومة الخرسانة فى حالة التصاق الخرسانة بالمياه ذات الرقم الهيدروجينى المنخفض (مثل مياه الصرف الصحى) أو المياه ذات القلوية المنخفضة أو المياه ذات العسر المنخفض . فى هذه الحالات يتفاعل أكسيد الكالسيوم الحر مع الماء مكونات أيدروكسيد الكالسيوم الذى يزال بفعل حركة المياه وبذا يتفكك الرباط الأسمنتى ويتوالى التفكك والتحلل لباقى المركبات الأسمنتية مثل ألومنيات الكالسيوم أو سيليكات الكالسيوم .

الركام: الركام من الزلط والرمل يجب أن يكون بالتدرج المناسب وخالى من الأملاح والمواد العضوية والشوائب وذلك بغسيله بالمياه قبل عمل الخلطة الخرسانية أو المونة الأسمنتية .

الماء: يجب عدم زيادة الكلوريدات فى الماء المستخدم فى صناعة الخلطة الخرسانية أو الأسمنتية على ٠,٠٦ ٪ (حوالى ٧٠٠ جزء فى المليون) وخاصة عند إستخدام الخلطة فى السلك سابق الإجهاد فى صناعة المواسير سابقة الإجهاد .

الخلطة الخرسانية: تصمم الخلطة لتوفير الخصائص الآتية:

إجهاد كسر بعد ٣ يوم = ٢٠٠ كجرام / سم^٢

بعد ٧ يوم ٢٤٠ كج / سم^٢

بعد ٢١ يوم ٤٠٠ كج / سم^٢

النفازيه (Permeability) لا تزيد عن ١٠٠ مم / ٣ سم / ٢ ساعة بالإضافة الى توفير اللدونة (Plasticity) للخلطة بما يمكن من حسن إستخدامها (Workability) .

تتكون نسبة الماء إلى الأسمنت ٤,٠ أو أقل ونسبة الأسمنت للركام ٣٥٠-٤٠٠ كج أسمنت في المتر المكعب.

يتم الخلط الميكانيكي الجيد في زمن خلط مناسب بما يحقق أقصى كثافة وأقل نفازيه وأقصى إجهاد كسر وعدم الفصل للخلطة (segregation). تتم عملية الخلط في درجة حرارة لا تقل عن ٥° م ولا تزيد عن ٣٨° م. وفي حالة المعالجة الحرارية بالبخار المشبع يجب ألا تقل نسبة الرطوبة عن ٨٥٪ وأن تزداد درجة الحرارة بمعدل ١٠° م كل ساعة وذلك بعد درجة ٣٨° م إلى أن تصل إلى ٦٥° م.

ب- المواسير من الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة:

المواسير من الخرسانة العادية تصنع بدون تسليح بأقطار لا تزيد عن ٦٠٠ مم وتستخدم في خطوط الانحدار فقط وضغط الإختبار لها هو ١,٥ جوى. المواسير من الخرسانة المسلحة والتي لها تسليح داخلي وتسليح خارجي يوضع في فورمه حديديه حيث تصب الخرسانة، تنزع الفورمه بعد ٣ يوم حتى تمام الشك النهائى.

ج- المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد: شكل (٢٩، ٣٠)

توجد طريقتين لتصنيع الماسورة الخرسانية سابقة الإجهاد وهما الماسورة الخرسانية سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب والماسورة الخرسانية سابقة الإجهاد بدون أسطوانة صلب. الماسورة الخرسانية بالأسطوانة الصلب:

يبدأ إنتاج هذه الماسورة بصناعة الأسطوانة الصلب من ألواح الصلب بسمك ١ مم وتجهيزها بالرأس والزيل ولحامها. بعد تصنيع الماسورة يتم إختبار اللحام ثم الإختبار الهيدروستاتيكي للماسورة بضغط ١,٥ جوى لتأكيد عدم تسرب المياه لتكون حاجز مانع لنفاذ المياه فى الماسورة المصنعة. ثم توضع طبقة من الخرسانه عالية الجودة على السطح الداخلى للماسورة ثم إعطائها الوقت الكافى للشك قبل وضع السلك الصلب سابق الإجهاد. يكون قطر السلك الصلب ٥ مم أو ٦ مم. الإجهاد للسلك سابق الإجهاد يكون حوالى ١٦٠ كج/ مم^٢ ولا

يزيد عن ٧٥٪ من جهد الخضوع. يوضع السلك سابق الاجهاد ويلف حلزونياً حول الطول الكلى للماسورة طبقاً لفاصل (Pitch) بمعدل ٣٠-٥٠ سلك في المتر. يتم تشذيب الماسورة من الداخل لتحسين خواص التدفق. قبل وضع طبقة التغطية الأخيرة فإن الماسورة تختبر هيدروستاتيكية الى ١,٥ ضعف ضغط التشغيل المقترح. ثم يتم تغطية السلك سابق الاجهاد بطبقة من المونة الأسمنتية لا يقل سمكها عن ٢ سم وتكون عالية الكثافة لحماية السلك الصلب من التآكل والتلف. ويصنع هذا النوع من المواسير بأقطار من ٦٠٠ مم حتى ٤ متر ويضغوط إختبار من ١٦ الى ٣٢ ضغط جوى.

وعند إستخدام الماسورة فى نقل مياه الصرف الصحى تجهز أثناء التصنيع بأسطوانة من البولى إيثيلين (Poly Ethylene Tlock- PE-Tock) لحماية طبقة الخرسانة الداخلية من التلف. وعند إنتاج المواسير عالية الضغط فإنه يتم لف السلك الحلزونى سابق الإجهاد كطبقة أخرى فوق طبقة المونة الأسمنتية ثم تغطية السلك بطبقة ثانية من المونة الأسمنتية لحماية السلك سابق الإجهاد. ولقد حدث تطوير بما حقق زيادة فى ضغط الماسورة بدون الحاجة الى مضاعفة السلك سابق الإجهاد

الماسورة الخرسانية بدون الأسطوانة الصلب:

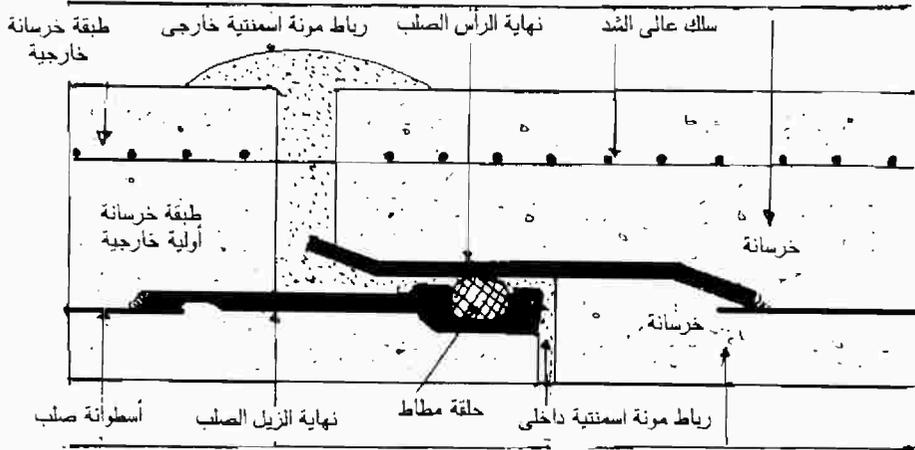
فى المرحلة الأولى لانتاج الماسورة بدون الأسطوانة الصلب يتم وضع أسياخ تسليح عالية الشد طولياً فى قالب من الصلب. يتم شد الأسلاك الى الإجهاد التصميمى وتثبيتها فى حلقات نهاية على كلا جانبي القالب الصلب. حلقات النهاية وسيلة للتثبيت الطولى وتعمل كذلك كسطح التوصيل للماسورة. ينقل القالب الى ماكينه صب خرسانية حيث يتم صب الخرسانة أثناء دوران القالب الصلب. تعطى الوقت للخرسانة للشك داخل القالب حتى الوصول الى القوة الكافية لإزالة القالب. بعد فترة شك أخرى يتم لف الحلزونى لسلك الصلب على الشد حول الماسورة طبقاً لجهد شد محدد. يتوقف قطر السلك والفاصل (Pitch) على ضغط الإختبار للماسورة وقطرها. وتستكمل الماسورة بالتغطية الميكانيكية للماسورة (للسلك سابق الإجهاد) بطبقة من الخرسانة الغنيه الكثيفة المحتوية على ركام صغير الحجم والتي تحقق بعد خلطها من قادوس على سطح الماسورة التى تدور أفقياً على محورها الطولى.

تصنع الماسورة الخرسانية سابقة الإجهاد بالرأس والذيل، حيث توضع الحلقة الكاوتش فى نهاية الذيل ويتم التوصيل بدفع الذيل الى الرأس، وهكذا يتم ضغط الحلقة الكاوتش ما بين الذيل والرأس وبذا تكون الوصلة مانعة لِنفاذ المياه . ضغط الإختبار الذى يتم فى الموقع يجب ألا يزيد عن ضغط التشغيل للماسورة . حيث عادة يحدد ضغط التشغيل بحوالى $\frac{2}{3}$ ضغط إختبار الخط . أقصى ضغط تشغيل قد يزداد تحت ظروف الاضطراب الهيدروليكي (Surge) على أساس عدم زيادته عن ٤٠٪ من ضغط التشغيل .

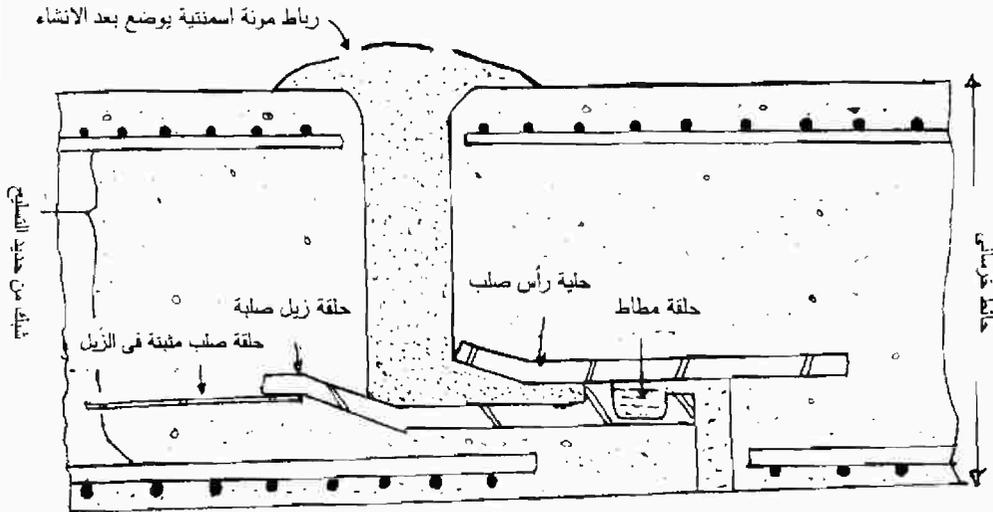
فى عملية الانتاج قد تسبب الاضافات للخلطة الخرسانية التآكل للسلك ولذلك فهذا غير مصرح به . وفى حالة التربة العدوانية يستخدم الاسمنت على الألومنيا أو التغطية بالكولتار وفى حالات معينة يمكن عمل الحماية الكاثوريه للسلك سابق الإجهاد ولأسطوانة الصلب .

القطع للماسورة بالأسطوانة الصلب تختلف عن الماسورة بدون أسطوانة صلب . وهذه تشمل التيهات، وصلات الحيوذ (offsets)، القطع التى تغطى ميل ٢-٤° للتغير فى الاتجاه، المساليب... الخ . وهذه القطع تصنع من الصلب الثقيل المبطن بالخرسانة أو أى مادة حماية أخرى .

المواسير سابقة الإجهاد ثقيلة وليس بها مرونة ولا يمكن قطعها وميول الماسورة عند الوصلات محدودة . وعند عمل الإختبار الهيدروستاتيكي للماسورة يجب أن تملأ وتضغط بآماء لعدة أيام مثل عمل الإختبار الهيدروستاتيكي (والحماية الداخلية) وذلك للسماح للخرسانة الداخلية بامتصاص المياه . ويمكن معرفة تمام إمتصاص المياه بواسطة الماسورة يعمل منحني للمياه المضافة للمحافظة على استمرار الضغط مقابل الوقت . وهذا الإختبار يتم بهذه الطريقة لجميع المواسير الأسمنتية وكذلك مواسير الأسبتوس .



شكل (٢٩) مقطع في ماسورة خرسانية سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب



شكل (٣٠) مقطع في ماسورة خرسانية سابقة الاجهاد بدون الأسطوانة الصلب

د- مواسير الأسبستوس: جدول (٢١)

مواسير الأسبستوس ذات قيمة عندما تكون التربة شديدة العدوانية بالنسبة للصلب والزهرة وهي تستخدم عادة في نقل المياه ومياه الصرف.

تصنع مواسير الأسبستوس من شعيرات الأسبستوس الطبيعي والأسمنت وقد يضاف مسحوق الرمل (Crushed Sand). وتصنع بطريقتين طبقاً لنوع الأسمنت المستخدم وهما درجة II التي يستخدم في إنتاجها الأسمنت عالي الألومينا ودرجة I المستخدم في إنتاجها الأسمنت البورتلاندى العادى- كما أن الماسورة تنتج بدرجات أ، ب، ج، د، هـ بضغط اختبار ٦، ١٢، ١٨، ٢٤، ٣٠ جوى حيث يختلف سمك بدن الماسورة طبقاً لضغط الاختبار.

عملية تصنيع ماسورة الأسبستوس تتم باستخدام الأسمنت وتسلحه بألياف الأسبستوس، وذلك بإمرار خليط من الأسمنت وشعيرات الأسبستوس والماء الى حوض حيث تدور أسطوانة تلتقط طبقه رقيقة من المادة. تحمل هذه الطبقة الرقيقة بواسطة سير ناقل الى أسطوانة صلب لامعة يبنى فوقها جسم الماسورة بطبقات كل طبقة بسمك ٠,٢٥ مم. أثناء هذه العملية تجرى بكرات ضاغطة (Rollers) على طول الماسورة لتأكيد تكثيف المادة والإلتصاق بين الطبقات المتتالية. تزال الماسورة الأسبستوس من على سطح الأسطوانة الصلب (Mandrell) بإدخال فورمة أسطوانية خشبية لمنع التشويه للماسورة قبل بدء الشك الأولى. تسحب الفورمه الخشبية بعد ١٢-٢٤ ساعة ثم يستكمل الشك إما بالغمر فى المياه لمدة ٧-١٢ يوم أو باستخدام البخار عالى الضغط ثم يتم تشذيب وعمل الشطف للنهايات الى القطر الخارجى الصحيح لتتطابق فى عمليات الإتصال والاختبار الهيدروستاتيكي الذى يتم بضغط ضعف ضغط التشغيل للماسورة. عادة يتم غمر ماسورة الأسبستوس فى حوض به بثيومين سائل. تضع الماسوره بأطوال ٣، ٤، ٥ متر وبأقطار من ٤" حتى ٢٨" (من ١٠ مم حتى ٧٠٠ مم).

التوصيل لمواسير الأسبستوس يتم باستخدام جى بولت (Gland Bolt) أو وصلة جونسون أو الوصلة المنيانى (التي هى جزء من ماسورة الأسبستوس) مع توفير فاصل لا يقل عن اسم وذلك لانتفاخ الماسورة عند التشبع بالماء.

ماسورة الأسبستوس لها هشاشة الى درجة ما وخاصة في حالة الأقطار الصغيرة. المواسير بأقطار أقل من ٢٠ مم (٤") لا تتحمل الإجهادات الناتجة في حالة كونها دعامة رأسية (Beam Stress) وتتحطم بسهولة في حالة التداول الخاطيء. كثيرا ما يحدث تلف لمواسير الأسبستوس أثناء النقل والتداول، كما يجب تجنب الارتطام لنهايات الماسورة الذى يمكن أن يسبب شروخ شعرية والتي لا تكتشف بالعين المجردة. وعند تركيب الماسورة يجب توفير قاع حفر ناعم خالى من الكتل الحجرية والزلطية الكبيرة، وكذلك الروم يجب أن يكون خالى من هذه الكتل (كما يحدث في حالة المواسير الخرسانية وسابقة الإجهاد).

الإختبار الهيدروستاتيكي مشابه لباقى المواسير ولكنه يشبه حالات المواسير سابقة الإجهاد حيث يلزم ملء الماسورة بالمياه لمدة ٢-٤ يوم قبل الاختبار وذلك للسماح لجدار الماسورة بامتصاص المياه. وفي حالة عدم تنفيذ ذلك فإن نتائج الإختبار لا تكون كافية.

عند التداول الخاطيء لماسورة الأسبستوس فإن الماسورة تضعف بالشروخ الشعرية التى لا يمكن رؤيتها والتي تزداد مع التدرج فى زيادة الضغط أثناء إختبار ضغط الشبكة بعد التركيب وبذا تكون خطوات الإختبار مضیعة للوقت. ولكن على الجانب الاخر فإن ماسورة تزداد قوة مع زيادة الوقت.

هـ- المونة الأسمنتية المبطنه لمواسير الزهر والصلب

نظرا للمكون الأسمنتى فى إنتاج هذه المواسير. ويهدف الإطمئنان الى سلامة البطانة الأسمنتية والتي يتراوح سمكها ما بين ٣ مم حتى ١٢ مم طبقا لسمك الماسورة وذلك من ناحية تمام التصاق البطانة بسطح المعدن وعدم وجود تطبيل والذي يزال عند ضغط المياه فى الشبكة بما يعرض السطح الداخلى للماسورة للتآكل فى حالة إزالة طبقة الحماية فى مناطق التطبيل. لذلك فإن مراقبة الجودة الألمانية لجأت الى إختبار الضغط الهيدروستاتيكي للماسورة بعد ٧ أيام من وضع البطانة الأسمنتية. حيث يتم ضخ الماء فى الماسورة لمدة ٤-٦ ساعة للتشيع البطانة الاسمنتية. وعند الإختبار تزداد كمية المياه الممتصه وتختبر الماسورة. وتكون النتيجة كشف مناطق التطبيل وعمل المرمات اللازمة لها وكذلك الشروخ العميقة. أما الشروخ الشعرية الغير عميقة فهى تلتئم (Heal) عند إمتصاصها للمياه.

ب- جدول (٢١- ب) مواسير الانحدار المستخدمة في الصرف الصحي (Gravity Pipos)

قوة التهشم كج/سم ^٢ Crushing Strength					القطر الداخل بالبوصة	القطر الاسمى
٣٥٠ سمك الجدار	٢٥٠ سمك الجدار	٢٢٠ سمك الجدار	١٥٠ سمك الجدار	١٠٠ سمك الجدار		
		"٠,٥٧	"٠,٤٩	"٠,٤٦	٦,٠	٦
		"٠,٦١	٠,٥٢	٠,٥١	٨,٠	٨
"٠,٥٨	٠,٧٥	٠,٦٨	٠,٥٨	٠,٥٦	١٠,٠	١٠
"٠,٩٥	٠,٨٢	٠,٧٥	٠,٦٣	-	١٢,٠٥	١٢
١,٠٠	٠,٨٩	٠,٨١	٠,٦٨	-	١٤,٠٥	١٤
١,٠٧	٠,٩٥	٠,٨٦	٠,٧٣	-	١٦,٠٥	١٦
١,١٣	١,٠١	٠,٩١	٠,٧٧	-	١٨,٠٥	١٨
١,١٩	١,٠٦	٠,٩٦	٠,٨١	-	٢٠,٠٥	٢٠
١,٣٠	١,١٦	١,٠٥	٠,٨٩	-	٢٤,٠٥	٢٤
١,٤٥	١,٣	١,١٢	-	-	٣٠,٠٥	٣٠
١,٥٩	١,٤٢	-	-	-	٣٦,٠٥	٣٦

د- المواسير الخرسانية المبطننة بالطوب الأزرق بطريقة الفرغ من المطاط:

يستخدم هذا النوع من المواسير فى شبكات المجارى التى تعمل بالانحدار حيث يستخدم الطوب الأزرق المعالج بمواد كيميائية لمقاومة تأثير التآكل بفعل مياه الصرف الصحي العدوانية. طريقة الفرغ من المطاط عبارة عن البالونة طولها يتراوح من ٢٠ - ٣٠ متر وقطرها من ٩٠ الى ١٢٠ سم وتنفذ كالاتى: يتم الحفر وتصب الخرسانة العادية المسلحة الخاصة بالمبول المطلوبة للمجارى ثم يبدأ نفخ البالونة فوق خرسانة الأساسات المسلحة ويبنى حولها بالطوب الأزرق بغرض التبطين أسفل البالونة وأعلىها- تصب الخرسانة المسلحة حول الطوب الأزرق- بعد شك الخرسانة يتم تفرغ البالونه وسحبها بعد تشكيل الماسورة بالقطر المطلوب.

جدول (٢١- أ) سمك وقطر مواسير الاستيتوس :

أ- مواسير الضغط (Pressure Piper)

سمك الجدار	صنط تشغيل ١٢ جوى		صنط تشغيل ١٠ جوى		صنط تشغيل ٦ جوى		الطول بالمتر	القطر الاسمي بالبرصة
	القطر الداخلى	سمك الجدار	القطر الداخلى	سمك الجدار	القطر الداخلى	سمك الجدار		
"٠,٤٣	"٣,٩٥	"٠,٤٣	"٣,٩٥	"٠,٣٥	"٣,٩٥	٤	٤	
٠,٦	٥,٧٠	٠,٥٣	٥,٨٥	٠,٤٢	٥,٨٥	٤	٦	
٠,٧٥	٤,٦٠	٠,٦٣	٧,٨٥	٠,٤٢	٧,٨٥	٤	٨	
١,٠١	٩,٦٣	٠,٨٣	١٠,٠	٠,٥٢	٩,٨٥	٤	١٠	
١,١٨	١١,٦٥	٠,٩٤	١٢,٠	٠,٦٤	١١,٧	٤	١٢	
١,٣١	١٣,٥٩	١,١١	١٤,٠	٠,٧٤	١٣,٥٩	٤	١٤	
١,٤٨	١٥,٢٠	١,٢٣	١٦,٠	٠,٨٣	١٥,٥	٤	١٦	

٨- المواسير من المواد الحاملة:

وهذه تشمل مواسير البلاستيك ومواسير الفخار المزجج.

المواسير البلاستيك (Plastic Pipes)

تقسم مادة البلاستيك التي تصنع منها المواسير الى قسمين رئيسيين وهما:
الثيرموبلاستيك والثيرموسيت (Thermoplastic, And- Thermoset)

أ- المواسير من الثيرموبلاستيك:

مادة البلاستيك من نوع الثيرموبلاستيك يمكن إعادة تسخينها الى حالة السيولة ثم إعادة تشكيلها وتبريدها بدون حدوث تغير في خصائصها كمادة بلاستيك. المواسير من الثيرموبلاستيك تلين عند التسخين مع الانخفاض في ضغط التشغيل وإجهاد الشد. وعند التبريد تصبح أكثر صلابة وهشاشة مع الانخفاض في مقاومة الصدمة. وتشمل مواسير البلاستيك من الثيرموبلاستيك الأنواع الآتية:

ABC - Acrylonitrile Butadiene styrene

BVC - Poly Vinyl Chloride

PB - Poly Butylene

PE - Poly Ethylene

PL - Poly propylene

PVCF - Polyvinylidene Fluoride

CPVC - Chlorinated Polyvinyl Chloride

UPVC - Unplasticised Pvc

مواسير البلاستيك التي تستخدم في الضغط توصف إما برقم الجدول (schedule No) أو بضغط الإختبار عند درجة حرارة معينة و/ أو بنسبة الأبعاد القياسية (SDR- Standard Dimention Ratio) نسبة الأبعاد القياسية (SDR) هي متوسط القطر الخارجى للماسورة مقسوما على أدنى سمك لبدن الماسورة.

مثال لمواسير الضغط من الترموبلاستيك ونسبة الأبعاد القياسية جدول (٢٢)، أقصى ضغط تشغيل لمواسير الترموبلاستيك جدول ٤٠، ٨٠ موضح في جدول (٢٣). معامل التصحيح لضغط الإختبار مع إرتفاع درجة الحرارة موضح في الجدول (٢٤).

مواسير البلاستيك عموماً لا تحتاج الى حماية داخلية أو خارجية عند استخدامها في مشروعات المياه والصرف الصحي ولكنها تتلف في التربة المحتوية على مخلفات عضوية أو في حالة تعرضها للمذبات أو لبعض مشتقات البترول (الجازولين). يلزم عدم تعرض ماسورة البلاستيك لأشعة الشمس حيث أنها تتلف وتقل مقاومتها بفعل الأشعة تحت الحمراء. إضافة ٢٪ كربون لمكونات مادة البلاستيك فإن الماسورة تصبح مقاومة لأشعة الشمس ويمكن التعرف عليها بلونها الأسود.

(١) مواسير البى في سى PVC:

مواسير بى فى سى والقطع المخصصة لونها رمادى للجدول (٤٠، ٨٠، ١٢٠) وتوجد مواسير ذات اللون الأبيض أو الأزرق. واختلاف اللون يرجع الى المواد المضافة للون وكذلك لمادة الملء التى تكون عادة من كربونات الكالسيوم المرسبه. وفي حالة إضافة كربون بنسبة ٢٪ يكون لون الماسورة أسود وتكون لها مقاومة للتعرض المباشر لأشعة الشمس.

مواسير بى فى سى من مواسير البلاستيك واسعة الانتشار والاستخدام فهي تستخدم كمواسير ضغط ومواسير إنحدار فى شبكات المياه والصرف الصحي كما تستخدم فى نظم الري وقيسونات آبار المياه الجوفية. وتوصيل المواسير هي إما باستخدام مذيب أو الحلقة الكاوتش للمواسير بالرأس والذيل أو بالجلبة والقلاووظ أو الفلنجة ومسامير الرباط.

مواسير بى فى سى الكلورة: CPVC

وهذه المواسير ذات لون رمادى فاتح للجدول ٤٠، ٨٠. وقد يكون اللون بنى فاتح (بيج). المواسير ذات نسبة الأبعاد القياسية ١٣,٥ لها لون برتقالى ويشمل الاستخدام مواسير

المياه البارد والساخن وكذلك في الاستخدامات الصناعية التي تتطلب درجة حرارة أعلا من بي في سي . وتتوفر مواسير بي في سي المكلورة في الشكل الصلب . أقصى درجة حرارة للاستخدام هي ٩٩° م حيث تنخفض قدرتها عندئذ بنسبة ٨٥٪ والطرق المستخدمة للتوصيل مثل مواسير بي في سي .

(٢) مواسير البولي إيثيلين: (PE)

مواسير ووصلات البولي إيثيلين برتقالية اللون أو قد تكون سوداء في حالة إضافة ٢٪ كربون . معظم مواسير البولي إيثيلين تستخدم في شبكات الغاز ونقل المياه بالإضافة الى الاستخدامات الأخرى في نظم الري والصرف المغطى والاستخدامات الأخرى الصناعية . تتوفر مواسير البولي إيثيلين في الشكل الصلب والشكل المرن في لفائف حتى ٣" (٧٥ مم) وبالأطوال الصلبة للأقطار أكبر من ٣"يم أقصى درجة حرارة للتشغيل هي ٦٠° م . الطرق المستخدمة للتوصيل هي التسخين للرأس والزيت باللحام الحرارى (Heat Fusion) والقلاووظ والفلنجات .

(٣) مواسير البولي بروبيلين (PL):

مواسير البولي بروبيلين ذات لون أسود للجداول ٤٠ ، ٨٠ ، وباقي الأنواع لونها أبيض . وتستخدم هذه المواسير في التطبيقات الصناعية وفي صرف المعامل وكذلك في أنظمة الصرف الصناعى . الطرق المستخدمة للتوصيل هي الصهر الحرارى للرأس والذيل والصهر بالمقاومة الكهربائية والتوصيل الميكانيكى باستخدام (G-Bolt) أو وصلة جونسون . أقصى درجة حرارة للتشغيل ٨٢° م .

جدول (٢٢) ضغط الإختبار ونسبة الأبعاد القياسية:

PE			cpvc - pvc		
SDR N°	كجم/سم ^٢	رطل/بوصة	SDR N°	كجم/سم ^٢	رطل/بوصة
٩	١١,٢٥	١٦٠	١٣,٥	٢٢,١٥	٣١٥
١٣,٥	٩,١٤	١٣٠	١٧	١٧,٥٧	٢٥٠
١٧	٧,٠	١٠٠	٢١	١٤,٠٦	٢٠٠
٢١	٥,٦٢	٨٠	٢٦	١١,٢٥	١٦٠
٢٦	٤,٥٧	٦٥	٣٢,٥	٨,٦٩	١٢٥
٣٢,٥	٣,٥١	٥٠	٤١	٧,٠	١٠٠
			٦٣	٤,٤٣	٦٣

جدول (٢٣) ضغط الاختبار رطل/ بوصة مربعة جدول ٤٠ ، جدول ٨٠:

CPVC . PVC				القطر الأسمى بالبوصة
جدول ٨٠			جدول ٤٠ راس وزيل	
فلانجه	قلاووظ	راس وزيل		
١٥٠	١٦٠	٣٢٠	٢٢٠	٤
١٥٠	-	٢٨٠	١٨٠	٦
١٥٠	-	٢٥٠	١٦٠	٨
١٥٠	-	٢٣٠	١٤٠	١٠
١٥٠	-	٢٣٠	١٣٠	١٢
١٥٠	-	٢٢٠	١٣٠	١٤
١٥٠	-	٢٢٠	١٣٠	٢٤-١٦

معامل التحويل من رطل/ بوصة مربعة الى كج/ سم^٢ إقسم على ١٤,٢٢٣ معامل التحويل من رطل/ بوصة مربعة الى كيلو بار اضرب في ٠,٦٨ .

جدول (٢٤) معامل التصحيح لدرجة الحرارة للمواسير المستخدمة من الثرموبلاستيك

معامل التصحيح				درجة حرارة التشغيل م°
PE	PP	CPVC	PVC	
١	١	١	١	٢١
٠,٩٥	٠,٩٧	٠,٩٦	٠,٩	٢٧
٠,٨٨	٠,٩١	٠,٩٢	٠,٧٥	٣٢
٠,٨٢	٠,٨٥	٠,٨٥	٠,٦٢	٣٨
٠,٧٦	٠,٨	٠,٧٧	٠,٥	٤٣
٠,٧٢	٠,٧٧	٠,٧٤	٠,٤٥	٤٦
٠,٦٩	٠,٧٥	٠,٧	٠,٤	٤٩
٠,٦٦	٠,٧١	٠,٦٦	٠,٣٥	٥٢
٠,٦٣	٠,٦٨	٠,٦٢	٠,٣	٥٤
غير موصى	٠,٦٥	٠,٥٥	٠,٢٢	٦٠
غير موصى	٠,٥٧	٠,٤٧	غير موصى	٦٦
غير موصى	٠,٥	٠,٤	غير موصى	٧١
غير موصى	٠,٢٦	٠,٣٢	غير موصى	٧٧
غير موصى	غير موصى	٠,٢٥	غير موصى	٨٢
غير موصى	غير موصى	٠,١٨	غير موصى	٩٣
غير موصى	غير موصى	٠,١٥	غير موصى	٩٩

يتم ضرب ضغط الاختبار في معامل التصحيح يعطى حيث ضغط الاختبار عند درجة الحرارة المعنية.

ضغط التشغيل للخط ٥٠٪ من ضغط الاختبار للماسورة.

ب - مواسير البلاستيك من التيرموسيت المسلحة:

(Reinforced Thermosetting Resin Pipes)

مادة التيرموسيت بمجرد أن تتجمد (Cured) لا يمكن إعادة تسخينها لتأثر التركيب الكيماوى للمادة بالتسخين. وهى دائما مادة صلبة. مواسير التيرموسيت تكون دائما مسلحة بالصوف الزجاجى والذى يسمى الفيبيرجلاس. ولذلك يسمى هذا النوع من المواسير بمواسير الفيبيرجلاس.

ومن هذه المواسير ودرجات حرارة التشغيل

الإيبوكسى المسلح بالصوف الزجاجى Epoxy	١٤٩° م
البولى إىستر المسلح بالصوف الزجاجى Polyester	١٠٧° م
الفينيل اىستر المسلح بالصوف الزجاجى Vinylesters	١٢١° م
الفيورين المسلح بالصوف الزجاجى Furan	١٤٩° م

وهذا النوع من المواسير يستخدم فى جميع العمليات الصناعية.

ولقد استخدمت مادة التيرموبلاست المسلح بالصوف الزجاجى منذ عام ١٩٣٠ فى عمل هياكل القوارب والعربات، خوزه الحماية، الحوائط، المواسير. نظرا لما تتصف به المادة من خفة الوزن والقوة العالية استخدمت فى أغراض أخرى كثيرة.

فتم تصنيع ماسورة الـ (Fiberglass Reinforced with Plastic GRP) والتي تصنع من البولى إىستر والصوف الزجاجى والرمل. فى بعض الحالات إستخدم البولى اىستر كمادة بلاستيك مفضلة لرخص التكاليف بالإضافة الخصائص الطبيعية الجيدة والقدرة على التشكيل بدون ضغط. توجد مواد أخرى تتفوق على البولى إىستر فى مجالات معينة مثل المقاومة للكيماويات والحرارة مثل مادة الإيبوكس ولكنها مكلفة. بمجرد تشكيل البلاستيك الى الشكل المطلوب فإنه يتصلب الى مادة البلاستيك الصلب بفعل العامل المساعد المضاف.

الصوف الزجاجى المستخدم فى تسليح البلاستيك ينتج من الزجاج السائل فى شكل شعيرات زجاجية ولأغراض صناعة المواسير فإنه ينتج فى شكل نسيج.

مواد الملىء تضاف الى البلاستيك لتحسين الخواص الطبيعية ولخفض التكاليف. تختلف طرق لف شعيرات (نسيج) الفيببرجلاس فى إنتاج المواسير ولكن كل طرق الإنتاج تشمل وضع الراتنج المسلح بالصوف الزجاجى على أسطوانة من الصلب أو من الخشب. وتختلف طرق الإنتاج أساسا طبقا للزاوية التى يوضع بها التسليح من الصوف الزجاجى. فعند اللف الحلزوني لشعيرات الصوف الزجاجى بزاوية $54,7^\circ$ على محور الماسورة يوفر أقصى زاوية للإجهاد المحيطة والمحورى. وعند لف شعيرات الصوف الزجاجى بالدوائر المتعامدة على زوايا صفر، 90° يمكن أن يغير فى قوة الماسورة.

نظرا لأن ماسورة GRP يمكن أن تتحمل الضغط حتى فى حالة الجدار الرقيق لذلك تم عمل إضافات لزيادة قوة جدار الماسورة وذلك لامكان التداول الآمن للمواسير. فزيادة الصلابة (Rigidity) يمكن توفيرها بإضافة رمل بتدرج معين على جدار الماسورة لإضافة تخانة (زيادة سمك البنية) وهذا النوع من المواسير يختلف عن مواسير GRP التقليدية فى أنه يسمى RPM وهو اختصار (Reinforced Plastic Matrix Pipes) وكلا من مواسير GRP، RPM يعتبر من النوع المرن نظرا لخفة الوزن وسهولة التداول والقدرة على التحمل وغير معرضة للتآكل الداخلى أو الخارجى. وهى مثل باقى أنواع مواسير البلاستيك عموما ذات سطح داخلى ناعم جدا بما يقلل من الفقد فى الضغط ويستخدم كمواسير ضغط وكمواسير إنحدار.

تختبر مواسير الانحدار على ضغط 6 جوى ومواسير الضغط المنخفض على ضغط 12 جوى ومواسير الضغط المتوسط والعالى بضغط إختبار 20، 24، 30، 32 جوى. تنتج الماسورة بأطوال مختلفة طبقا لطلب العميل. سمك بدن الماسورة يختلف طبقا لضغط الإختبار. وتنتج بأقطار 6" حتى 80".

وتجرى على هذه المواسير عدة إختبارات طبيعية وميكانيكية وكىماوية وهيدروستاتيكية بمعدلات مختلفة منها إختبار الضغط الهيدروستاتيكى وقياس الأبعاد والتخانة والاستدارة والنهيات بنسبة 100% على المواسير المنتجة أما إختبار الحرق لتعيين كمية البولى إيستر والمواد المضافة وشكل نسيج الصوف الزجاجى وكميته تقيم بالنسبة للكمية المباعة مرة

واحدة . وكذلك إختبارات الإجهاد الطولى والإجهاد المحيضى واختبار الانفعال على المدى الطويل والمدى القصير فيتم كذلك على عينة من الكمية المباعة . أما الاختبار الهام فهو إختبار الجساءة (Stiffness) والذي يتم بتحميل عينة من الماسورة بحمل حتى حدوث إنضغاط قيمته ٥ % من القطر ثم عند التحرر من الثقل يتم مراجعة إستعادة عينة الماسورة لاستدارتها والكشف عن التشققات أو الشروخ . وتجري هذه الاختبارات طبقا لقطر الماسورة وضغط الاختبار المقرر .

توصيل مواسير الفيبرجلاس يتم باستخدام الجى بولت وحلقه المطاط أو باستخدام الوصلة الميكانيكية . وقد تجهز بعض أنواع المواسير طبقا لطريقة التصنيع بالرأس والذيل حيث يمكن عندئذ التوصيل بدفع الزيل فى الرأس باستخدام حلقة المطاط .

مواسير البلاستيك ذات الطبقات المركبة

Laminated And Composition Plastic Pipes:

هذا النوع من مواسير البلاستيك يجمع ما بين البلاستيك من الثيرموپلاستيك كبطانة داخلية (Liner) ومادة البلاستيك من الثيرموسيت للجسم الخارجى للماسورة . وهذا النوع من المواسير يسمى كذلك المواسير ذات الطبقات المزدوجة (Duallaminated Pipes) وهى توفر مزايا الثيرموپلاستيك ومزايا الثيرموسيت المسلح بالصوف الزجاجى لما له من صلابة .

كما يمكن كذلك استخدام المعادن مع البلاستيك لانفاج ماسورة ذات قدرة تحمل عالية ومقاومة للتآكل . فى حالة الماسورة من المعدن والبلاستيك فإنها تكون من المعدن المغلف من الخارج بالبلاستيك والمبطن من الداخل بالبلاستيك (الثيرموپلاستيك فى الحالتين) . عندئذ تتوفر للماسورة المتانة الخاصة بالمعدن وقوة التحمل ومقاومة التآكل لمادة البلاستيك .

ج - مواسير الفخار المزجج: Vitrified ClayPipes

مواسير الفخار المزجج هى مواسير إنحدار ولا تستخدم سوى فى شبكات الصرف الصحى أساسا . وتنتج الماسورة والقطع من طفله خام الحديد الأسوانلى ومسحوق التالف من

المواسير (الجروج) والخط بالماء فى خلاطات خاصة حلزونية لانتاج عجينه تصنيع الماسورة. يتم تشكيل الماسورة طبقاً للقطر الاسمى وسمك البدن فى فرم خاصة لكل منتج. يتم حرق الماسورة فى أفران إما ثابتة أو نفقية (Tunnel) عند درجات حرارة متدرجة ومدد معينة. يتم التزجيج (Glazing) إما بخلط العجينة بالملح أو محلول البوكسايت أو برش الملح فى الأفران الثابتة أو بغمر الماسورة بعد تشكيلها فى مستحلب البوكسايت. ويمكن عمل التزجيج إما داخلى أو خارجى أو كليهما. وحرق الملح أو البوكسايت ينتج عنه طبقة زجاجية مانعة لنفاذ المياه ومقاومة لأنواع التآكل من املاح السيليكا والحديد. تنتج الماسورة بالسمك العادى أو السمك الزائد والذي يعادل ١,٥ السمك العادى فى حالة الاستخدام بالتحميل الزائد. تختبر الماسورة بضغط هيدروستاتيكي ٠,٧ جوى لمدة ٥ ثوان بمعدلات خاصة طبقاً للقطر. كما تجرى إختبارات الت هشيم ومقاومة الأحماض والقلويات وإختبارات التحميل وامتصاص المياه.

تضع المواسير والقطع بالراس والذيل والتوصيل بحبل القلقاط والمونة الاسمنتية ويفضل استخدام الوصلة المرنة (مادة البلاستيك مبطنه للرأس ومحيطه بالذيل) فى التربة العدوانية. أطوال المواسير من ١,٥ - ٢ متر.

٩- طرق توصيل المواسير والقطع أشكال (٣١-٣٧) (Joining Method)

الأنواع المختلفة من المواسير تكون عادة مستقيمة ويتم توصيل المواسير عند وضعها فى الخندق. و توصيل المواسير يمكن أن يوصف بالآتى:

وصلات صلبه (Rigid Joints)

وصلات شبه صلبه (Semi Rigid Joints)

وصلات مرنة (Flexible)

أ- الوصلات الصلبة:

الوصلات الصلبة تكون إما باللحام أو التوصيل بالفلنجات ولا يحدث أى إنحناء بين المواسير المتقابلة بعد عمل الوصلة. وبعض هذه الوصلات الملحومة مثل لحام الراس والذيل

يمكن أن يوفر إنحناءاً نسبياً قبل إكتمال اللحام بما يمكن وضع خط المواسير على شكل منحني. أشكال ٣٢، ٣٥.

(١) اللحامات:

اللحامات لمواسير الصلب:

لحام قورة في قورة للنهايات المشطوفة شكل (٥، ٣١).

لحام راس وزيل شكل (٩).

اللحامات لمواسير البلاستيك.

باستخدام المذيب لتوصيل المواسير والقطع من PVC، CPVC حيث تتم خطوات الالتصاق بالمذيب كالآتي شكل (٣٧).

• يتم القطع العمودي للماسورة باستخدام المنشار اليدوي أو باستخدام قاطع مواسير البلاستيك (Plastic Pipe Cutter).

• يتم إزالة كل الشوائب من نهاية الماسورة وكذلك أى رطوبة أو أتربة.

• تستخدم فرشاة التوسيع المناسبة طبقاً لقطر الماسورة المستخدمة كما في الجدول (٢٣).

• يتم تليين سطح التلامس (الالتصاق) باستخدام المذيب (مادة الالتصاق).

• تستخدم مادة الإلتصاق التى تكفى للماسورة والوصلة لملىء الفراغ شكل (٣٧).

• تثبيت الماسورة والوصلة عندما تكون مادة اللصق مازالت سائلة.

• يتم لف الماسورة ببطء عند التثبيت ثم الإمساك بعد ذلك لمدة ٣٠ ثانية لمنع خروج الماسورة من اللحام.

• تزال مادة اللصق الزائدة عن اللحام. يتم التداول بحرص فى مرحلة الجفاف.

الجدول (٢٤) يوضح أدنى زمن للشك لمختلف أقطار المواسير ودرجات الحرارة.

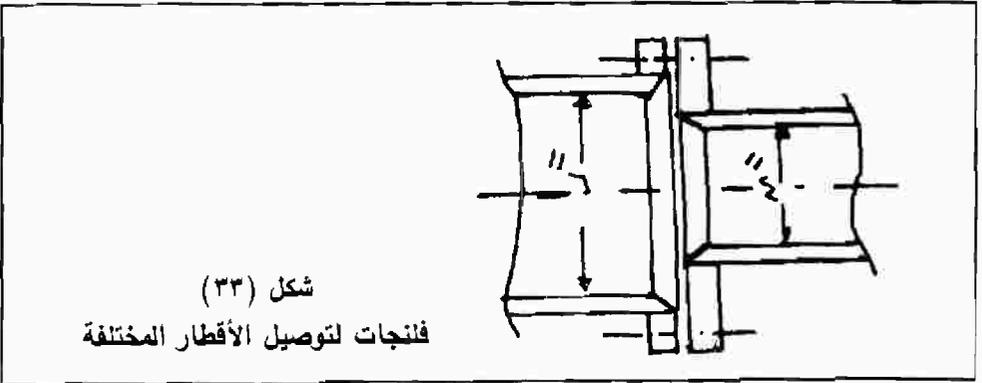
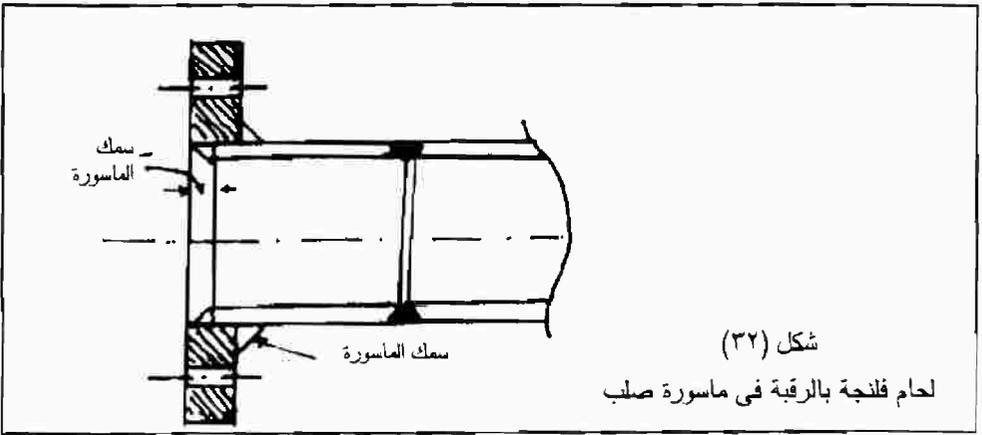
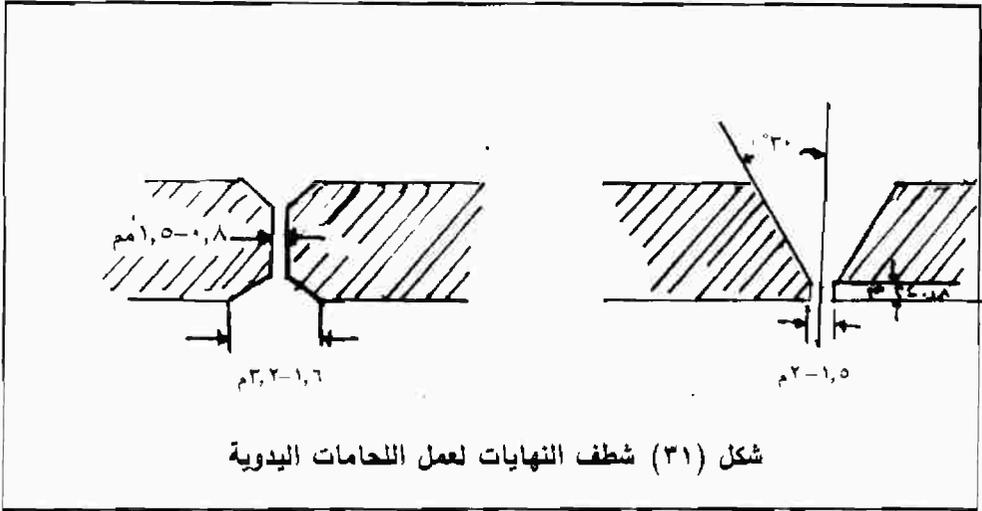
جدول (٢٥) فرشاة التوسيع للماسورة البلاستيك حسب قطر الماسورة

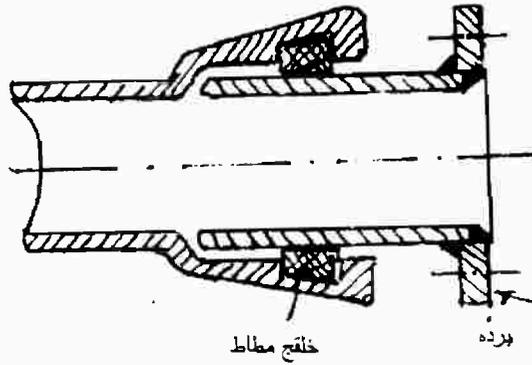
أدنى طول		أقصى عرض		أدنى طول	
مليمتر	بوصة	مليمتر	بوصة	مليمتر	بوصة
٤٠	١ ١/٢	٢٥	١	٣٢-٢٥	١ ١/٤ - ١
٥٠	٢	٤٠	١ ١/٢	٥٠-٤٠	٢ - ١ ١/٢
٨٠	٣	٦٥	٢ ١/٢	٨٠	٣
٩٠	٣ ١/٢	٨٠	٣	١٠٠	٤
١٤٠	٥ ١/٢	١٢٥	٥	١٥٠	٦
١٥٠	٦	١٨٠	٦	٢٠٠	٨

جدول (٢٤) ، الشك الأولى وانتهائى لمادة اللصق فى درجة حرارة ١٥ - ٤٠ م

القطر	بوصة مليمتر	١ ١/٤ - ١/٢	٣ - ١ ١/٢	٨ - ٣ ١/٢	١٤ - ١٠	٢٤ - ١٦
الشك الأولى	٣٢ - ١٥	٣٠ ق	١ ساعة	٢ ساعة	٤ ساعة	٦٠٠ - ٤٠٠
الشك النهائى	٦ - ١ ساعة	٢ - ١٢ ساعة	٦ - ٢٤ ساعة	٢٤ ساعة	٧٢ - ٤٨ ساعة	٣٥٠ - ٢٥٠

الشك (التصلب) الأولى يمكن من الانشاء العادى والتداول ، الشك النهائى يمكن من التشغيل تحت ضغط . يلزم زيادة زمن الشك ٥٠% فى الأماكن الرطبة .

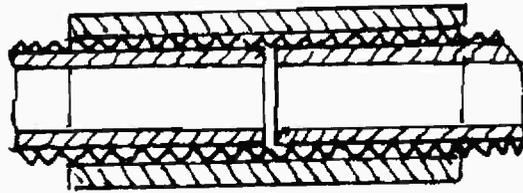




شكل (٣٤)

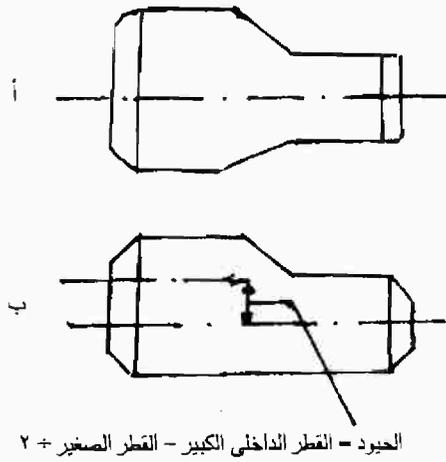
فلنجة برقية لتوصيل ماسورة بالفلنجة

بماسورة رأس وذيل أو التوصيل القطع والمحابس بالفلنجات في خط مواسير رأس وذيل زهر مرن واللحام بالرصاص أو مركب الأسبستوس أو الحلقة المطاط عند التوصيل بمواسير الأسبستوس أو الخرسانية



شكل (٣٥)

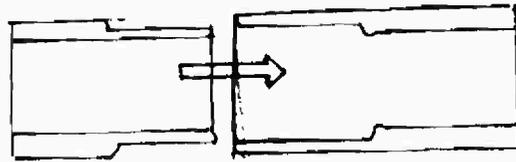
جلبة لتوصيل طرفي ماسورتين صلب بالقلاووظ



شكل (٣٦) المساليب

أ- مسلوب مركزي

ب- مسلوب غير مركزي



شكل (٣٧)

اللحام بالمذيب للمواسير

PVC

لحام مواسير البولي إيثيلين (PE)

يتم لحام مواسير البولي إيثيلين بالحرارة المباشرة أو الغير مباشرة على أسطح الاتصال. تجرى اللحامات للمواسير بالرأس والذيل حيث يتم إدخال الذيل في الرأس أو اللحام قورة في قورة للنهايات المستوية والتي تلتصق تحت الضغط أثناء التسخين. تستخدم تقنيات خاصة للتحكم في درجة الحرارة والضغط واستقامة المواسير بعد اللحام لتجنب الأخطاء البشرية.

ب- الوصلات شبه صلبة: اشكال (٣٤، ٣٨، ٣٩، ٤٠، ٤١) Semi Rigid Joints

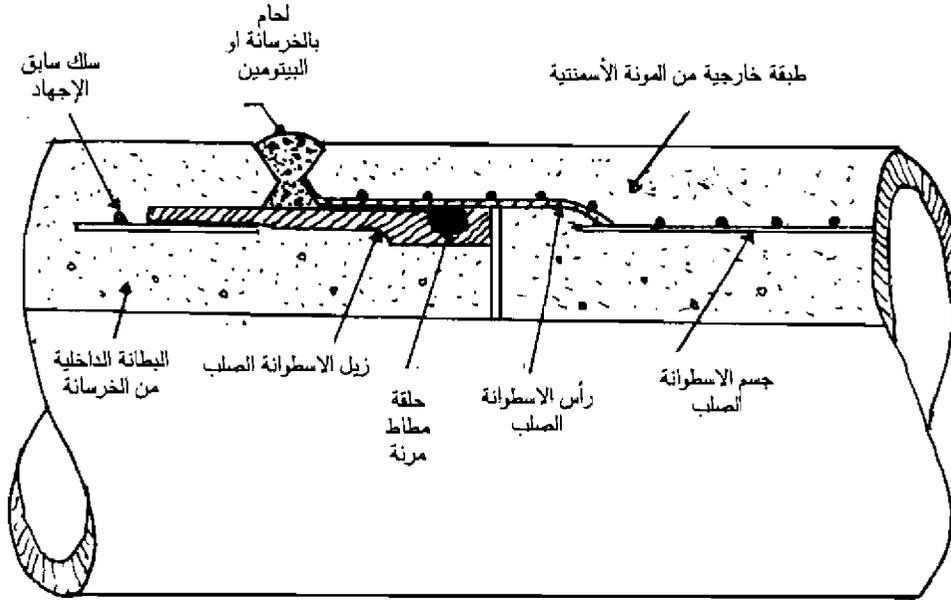
التوصيلات شبه الصلبة تشمل لحام الرأس والذيل لمواسير الزهر والصلب مع ملء الفراغ بالرصاص أو مركب الأسيتوس. والجي بولت (Gland Bolt) لمواسير GRB، الأسيتوس، الخرسانة، الملح، البلاستيك بنهايات مستوية.

الوصلات المرنة: Flexible Joint

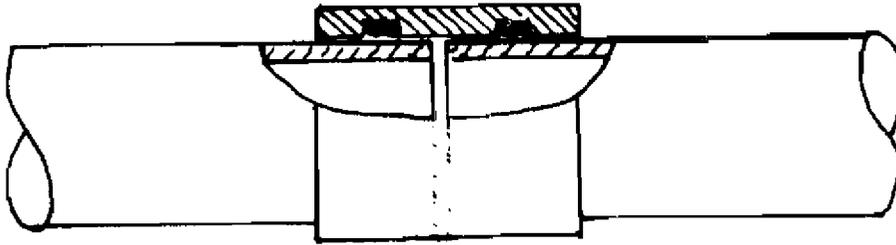
وهي إما بالحلقة المطاط المفردة كما في حالة مواسير البلاستيك رأس وذيل ومواسير الزهر أو الصلب أو الخرسانة سابقة الإجهاد ذات الرأس والذيل.

أو بالحلقة المطاط المزدوجة كما في حالة مواسير الفخار رأس وذيل بالوصلة المرنة أو الوصلة المنياني المستخدمة في مواسير الأسيتوس حيث تستخدم جزء من ماسورة لربط ماسورتين ويكون الفاصل بين السطح الداخلي للرباط والسطح الخارجي للمواسير حوالى اسم يسمح بتمدد الأسمنت عند الالتصاق بالماء.

توجد وصلات بالمونة الأسمنتية فقط وهي تعتبر من الوصلات الصلبة. وتستخدم في مواسير الفخار رأس وذيل وفي مواسير الخرسانة سابقة الإجهاد رأس وذيل، حيث يتم الملء بالقفاظ وهو شريط من الأسيتوس المعالج ثم إكمال العمه بالمونة الأسمنتية. في التربة الحامضية يتحول أكسيد الكالسيوم في الاسمنت الى الكبريتات وتحدث زيادة في الحجم وتشقق في الرباط الأسمنتى والذي يسبب التسرب. ولذلك يفضل استخدام الوصلة المرنة باستخدام الحلقة المطاط في مثل هذه الحالات. أى استخدام الوصلة المرنة بدلا من الوصلة الصلبة. أنواع الوصلات شكل (٤٢).



شكل (٣٨) التوصيل لمواسير سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب

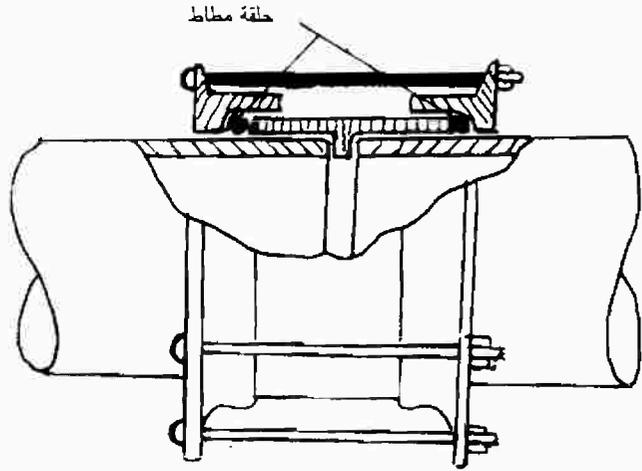


شكل (٣٩)

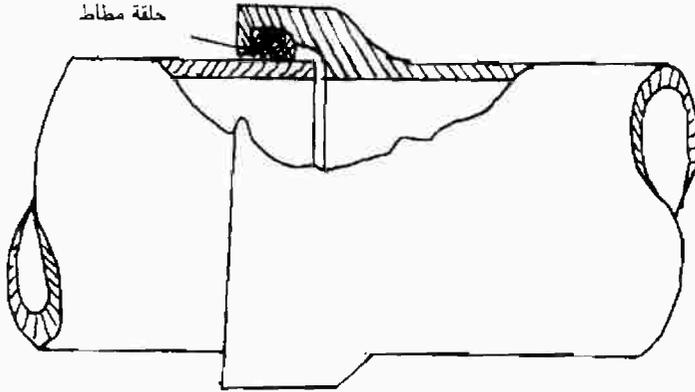
الوصلة المنياني باستخدام، حلقة مطاط لمواسير الأسيتوس

شكل (٤٠)

جى بولت، ٢ حلقة مطاط
للنهايات المستوية لمواسير
الاسينوس، الزهر، جى آرى،
البلاستيك، الخرسانة المسلحة



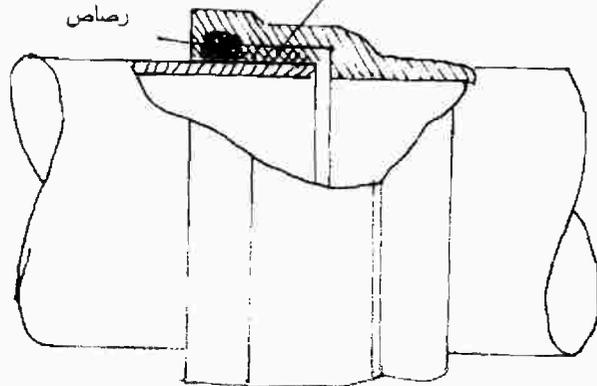
حلقة مطاط



شكل (٤١ - أ)

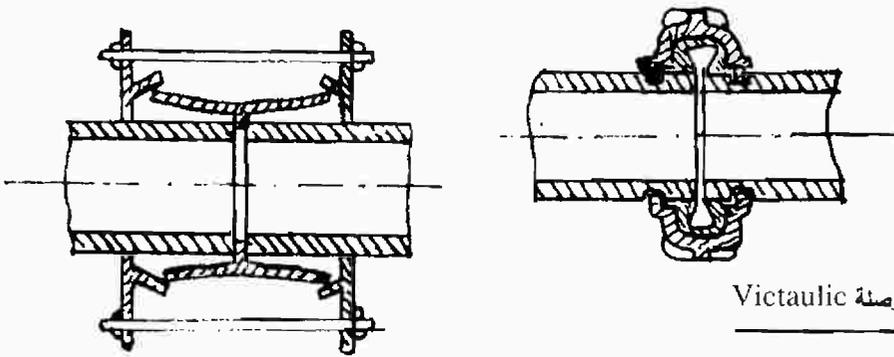
الوصلة المرنة بالحلقة المطاط
للمواسير براس وزيل

أسبستوس أو كتان
رصاص

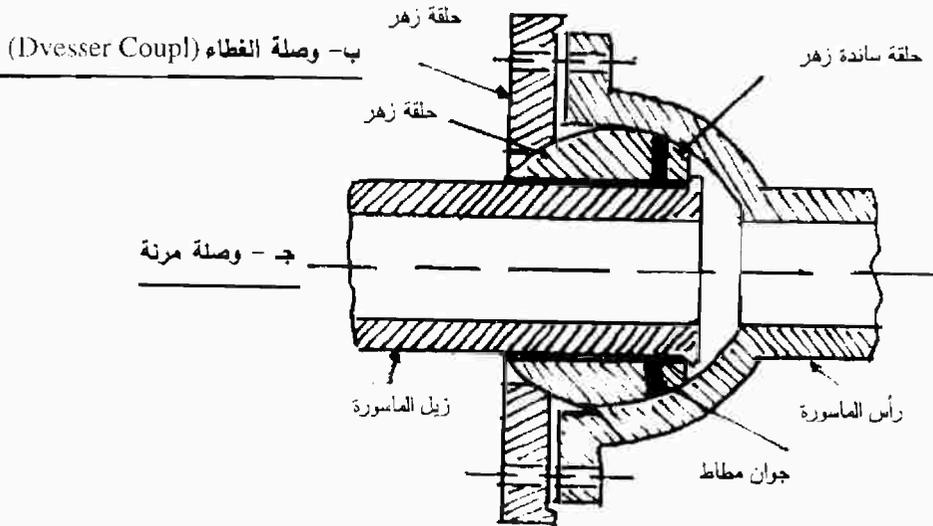


شكل (٤١ - ب)

الوصلة راس وزيل
بالملىء



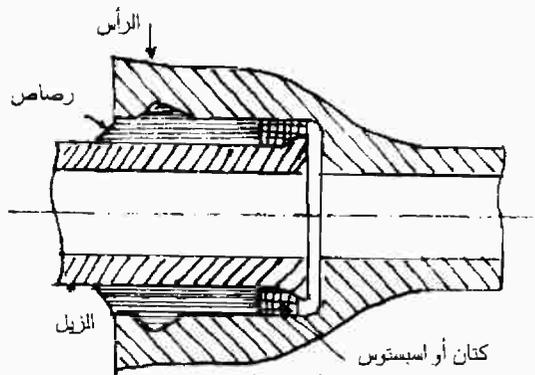
أ- وصلة Victaulic

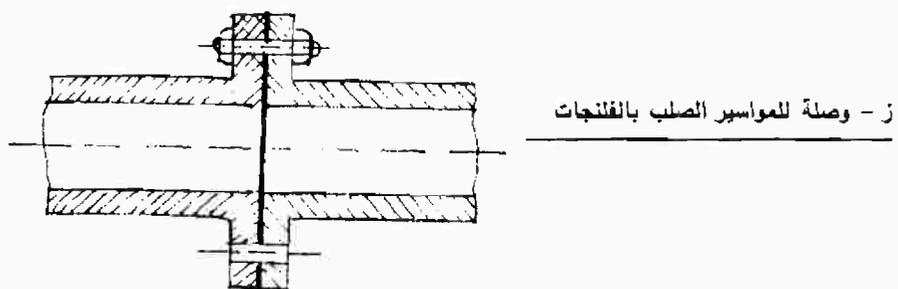
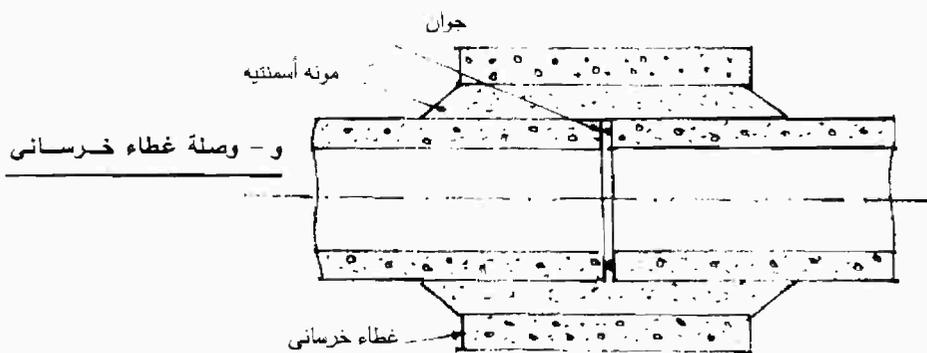
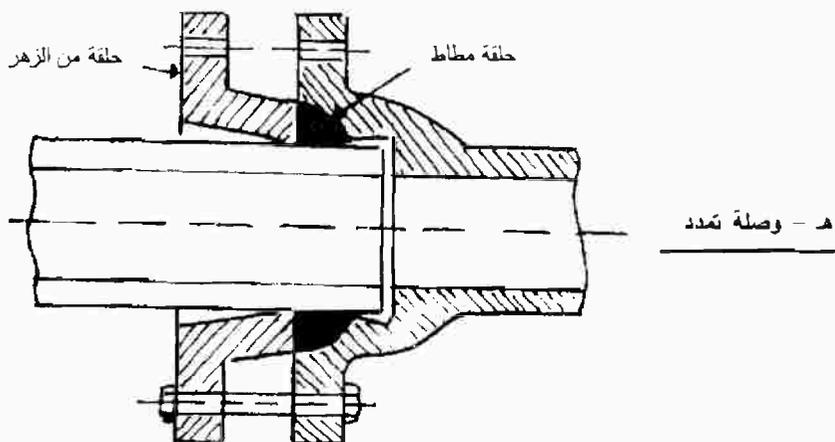


ب- وصلة الغطاء (Dvesser Coupl)

ج - وصلة مرنة

د - توصيل الرأس
والزيت باستخدام الرصاص





شكل (٤٢) أنواع الوصلات (أ- ز)

ج- الحيوانات والحلقات المطاط المستخدمة في التوصيل:

تستخدم الحيوانات بين أو شاش الفلنجات وتكون إما باتساع وجه الفلنجة أو في الحيز الداخلي لدائرة التخريم. ويكون الجوان إما من المطاط أو مادة الأسبستوس المعالجة للضغوط العادية كما في حالة شبكات المياه. أما في حالة الضغوط المرتفعة وعدوانية السائل (مثل خامات ومشتقات البترول) عندئذ تكون الحيوانات من مادة لا تتآكل كالمطاط، الحديد الطرى أو الاسبستوس المعالج، عندئذ يكون شكل الجوان إما مستوى أو في شكل متعرج (Corrilated) لإحكام عدم التسرب عند الانضغاط.

يجب أن تكون الحيوانات أو الحلقات المطاط بالحجم الكافي لملء الفراغ وأن تكون من قطعة واحدة بما يجعلها محكمة وغير منفذة للمياه. وأن يكون السطح أملس خالي من الثقوب والشقوق والعيوب المماثلة.

يكون المطاط المستخدم بما لا يقل عن ٥٠٪ من المطاط الصناعي أو المخلوط فرز أول والباقي ما لا يقل عن ١٠ - ٢٠٪ من مادة SBR- 1500 للمحافظة على كفاءة الخاصية المطاطية والباقي مواد ملء من المطاط الكهنة.

يجب أن يتوفر لدى مركب المطاط المواصفات التالية.

الاستطالة حتى القطع لا تقل عن ٣٥٠٪

الكثافة النوعية من ٠,٩٥ الى ١,٤٥ ± ٠,٠٥

اختبار الانضغاط لا يزيد عن ٢٠٪ ويتم على قرص من المطاط سمك ٣/١".

بعد التعرض للعوامل الجوية لمدة ٩٦ ساعة في الهواء عند درجة حرارة ٧٠°م لا يزيد الانخفاض في جهد الشد عن ٢٠٪ من جهد الشد الأصلي.

تجرى اختبارات حلقات المطاط (أو الحيوانات) للتأكد من أن المادة تم استوائها (Cured) وأنها متجانسة وأنه عند القطع للمطاط لا تظهر أى فراغات أو عيوب أخرى التى تعيق الضغط اللازم والحجم اللازم لإحكام عدم التسرب أو التلف.