الباب الأول

مقدمة: المواسير المستخدمة فى نقل المياه ومياه الصرف

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الأول

المواسير والقطع المستخدمة في مشروعات المياه

الفهرس

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

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الأول

مقدمة: المواسير المستخدمة فى نقل المياه ومياه الصرف

عند تناول صناعة المواسير يكون الهدف منها هو إجراء إختبارات مراقبة الجودة بكفاءة للمواسير ومشتملات 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 والتى تبدأ مبكرا فى مرحلة الانتاج طبقا للمواصفات التى إشترطها أو وافق عليها المشترى. وتشمل هذه إما المواصفات القياسية المصرية التى تصدرها الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى (التابعة لوزارة الصناعة) أو المواصفات الدولية التى تشارك مصر فى إعدادها (ممثلة فى وزارة الصناعة) والتى تسمى (ISO) وهو إختصار لاسم المنظمة (International standardization Orgoniztion) أو المواصفات الأمريكية (ASTM) أو الألمانيـة (DIN) أو الانجليـزية (BS) أو مواصفات معهد البترول الأمريكى (API) أو مواصفات رابطة أشغال المياه الأمريكى (AWWA) أو مواصفات المنتج التى يوافق عليها المشترى. تشمل إختبارات مراقبة الجودة خمسة أنواع رئيسية وهى: الإختيارات الكيماوية والميكانيكية والهيدروستاتيكية والطبيعيه والشكل العام والأبعاد. وينص فى المواصفات على الاختبارات التى تجرى لنوع معين من المنتج وكذلك معدل إجرائها. فنرى أن إختبارات الضغط الهيدروستاتيكى تجرى على المواسير التى تعمل بالضغط بنسبة ١٠٠ ٪ وبنسب أقل للمواسير التى تعمل بالإنحدار.

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

المواسير من المواد المعدنية وهى تشمل المواسير من الصلب الكربونى والزهر المرن أساسا بالإضافة الى المواسير من الصلب المقاوم والزهر الرمادى وهى أقل استعمالا فى

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 الأسسيتوس. المواسير من المواد الخاملة وتشمل مواسير البلاستيك مثل البى فى سى والبولى إثيلين 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 إيثلين
زهز مرن	خرسانة مسلحة	بولى بروبيلين، بولى إيستر مسلح
صلب مقاوم	خرسانة سابقة الإجهاد	بالصوف الزجاجى
زهر رمادى	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 والتى 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 والأسسيتوس (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 ١٠ جوى) وفى الشبكة والأقطار المتوسطة

(أقل من ٦٠٠ مم) حيث ضغط التشغيل حوالى ٦ جوى تستخدم مواسير البلاستيك والفيبرجلاس. وفى الفرعات المنزلية تستخدم مواسير البولى إثيلين.

وفى 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 والبولى إيستر المسلح بالصوف الزجاجى فى خطوط الضغط والانحدار.

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

الماء يحتوى دائما على الهواء المذاب فيه والذى يتحرر مع خفض الضغط ويتجمع فى نقطة مرتفعة فى 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 تفريغ الهواء (أو دخول الهواء) عند إمتلاء الخط أو تفريغه. كما تصمم محابس الهواء صغيرة الفتحة لخروج كميات صغيرة من الهواء أثناء التشغيل. توضع محابس الغسيل أو التصريف التى تتكون من وصلة حرف T ومحبس سكينه فى النقط المنخفضة لامكان الصرف من الخط أثناء الصيانة أو الاصلاح. قطر هذه المحابس عادة ٣/١ قطر الماسورة لأدنى قطر ١٠٠ مم.

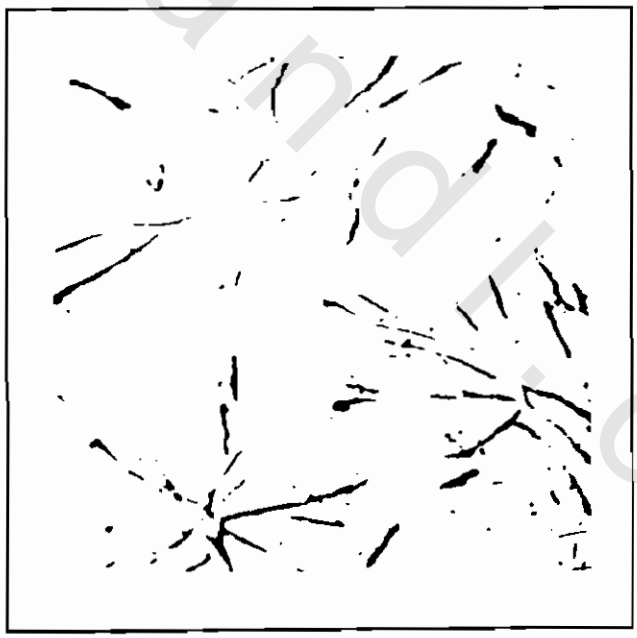
كما توضع محابس على مسار خط المواسير بفواصل من ١ – ٥ كم لامكان عزل قطاعات من الخط لأغراض الصيانة أو لإيقاف التدفق فى حالة الانفجار عادة يستخدم محبس سكينة بقطر ٣/٢ قطر الماسورة عندما يزيد قطر الماسورة عن ٣٠٠ مم.

محابس خفض الضغط أو المحافظة على الضغط والتى تستخدم للتحكم فى الضغط فى شبكة التوزيع أساسا وقد تستخدم فى خطوط النقل الرئيسية والمحابس المستخدمة فى هذه الحالة هى محابس الفراشة أوالكورة.

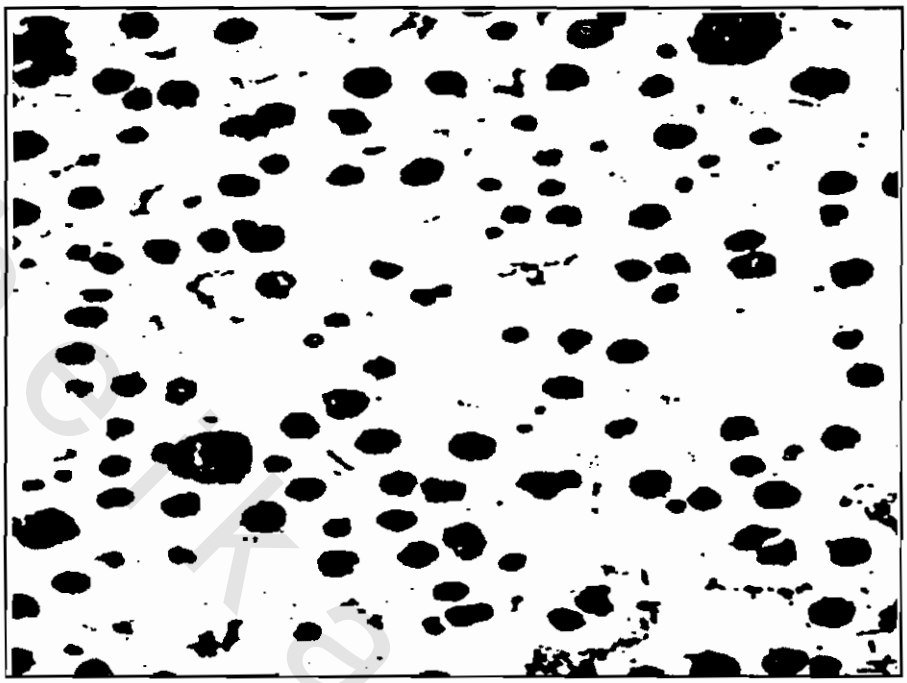
محابس عدم الرجوع وتصميم عند مخارج المياه من الطلمبه أو عند المداخل الى الخزانات وفى مواقع أخرى عندما يكون من الضرورى منع إرتداد المياه عند توقف الطلمبه أو تلف الماسورة. هذا مع عمل الاضافات على الخطوط الرئيسية لمنع الإضطراب الهيدروليكى (Hydraulic Surge) وضبط الفترة الزمنية لقفل المحابس لمنع المطرقة المائية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

١- مواد الصنع للمواسير المعدنية

أ- صناعة الصلب: تتطلب أدنى كمية من الشوائب منها الكبريت والفوسفور ومواد غير معدنية أخرى. ينتج الصلب فى أفران يتم فيها خفض المحتوى من الكربون والشوائب الأخرى لكتل الحديد (Hematite- $Fo_2 O_3$) وينتج الصلب فى شكل كتل (SteelIngots) بأدنى نسبة من الشوائب بما يحسن من جهد الشد والصلابة.



شكل (١) صورة مكبرة لمقطع فى 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 ٠,٠٢٥ ٪. 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 طبقا لنوع الصلب المقاوم حيث تتراوح نسبة الكروم ما بين ٤ – ٢٧ ٪ والنيكل ما بين صفر– ٢٢ ٪. كما تضاف بعض المعادن مثل السيليكون، المنجنيز، النحاس والمولبديتوم والفولقرم لتحسين الخواص الميكانيكيه. كما أن إضافة الثيريوم (Ceruim) كان من نتائجه خفض الكبريت الى ٠,٠٠٥ وتحسين شكل المتبقى منه.

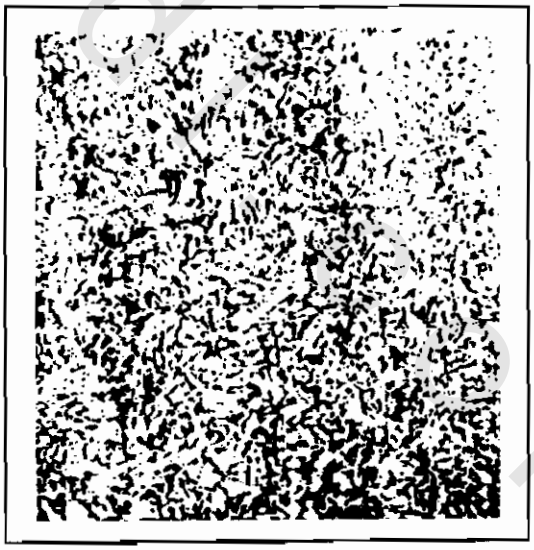
الصلب المقاوم يستخدم فى خزانات المياه وصناعة أحواض خلط الكيماويات وبعض أنواع المحابس والبوابات وأجهزة القياس والتحكم والهدارات.

(٢) الصلب الكربونى (Carbon Steel): يحتوى على كربون حوالى ١ ٪ وكميات صغيرة من السيليكون والمنجنيز والفوسفور والكبريت وهذه العناصر ليست مضافة ولكنها شوائب فى الخام أو فى الوقود لانتاج الصلب ولإزالة الاكسجين 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 الكربونى.

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

ب- صناعة الحديد الزهر: (Cast Iron):

يصنع الحديد الزهر من كتل الجديد (تسمى التماسيح) الناتج من أفران صناعة الحديد من خام الحديد مضافا اليها الحديد الخردة لإنتاج مسبوكات الزهر بعد الصهر فى أفران صهر الزهر. وفى حالة عدم إضافة عناصر أخرى فإن ناتج المسبوك هو الزهر الرمادى والذى 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 في الصلب

(١) الزهر المرن: (Ductile Cast Iron):

مكونات الزهر المرن هى مكونات الزهر الرمادى ولكن شكل الجرافيت فى الزهر المرن يكون كروى بخلاف ما هو فى الزهر الرمادى حيث يكون فى الشكل الإبرى أو العصوى (Flakes). والتغير فى شكل الجرافيت من الإبرى الى الكروى يحسن من الخصائص الميكانيكية للزهر وإعطائه صفة المرونة والتى تنعدم فى الزهر الرمادى لذلك فإن الزهر المرن له خصائص ميكانيكية بين الزهر الرمادى والصلب إلى درجة ما مما جعله مناسبا 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 (Ceruim) لتغيير شكل الجرافيت ولكن المستخدم عادة هو المغنسيوم لرخص التكاليف شكل (١ و ٢) يبين مقطع مكبر للزهر الرمادى، الزهر المرن.

(٢) الزهر عالي السيليكون:

فى هذا النوع من الزهر فإن المحتوى من السيليكون قد يصل حتى ١٤,٥ ٪ وهذ المنتج له مقاومة عالية للتآكل والبرى (Abraison) بالاضافة 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 CastIron)

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.

جـ- أثر الشوائب في الصلب الكربوني والزهر:

تختلف خصائص الصلب والزهر طبقا للمحتوى من العناصر الأخرى عدا الحديد حيث نسبة الحديد فى الصلب الكربونى تصل إلى ٩٩٪ وفى الزهر من ٩٢– ٩٣٪ وذلك بالنسبة للوزن. وتختلف نسبة هذه العناصر الأخرى عدا الحديد بالنسة للحجم نظرا لأن كثافة الجرافيت والسيليكون ٢,٤ وكثافة الحديد ٧,٨٦ لذلك فإن نسبة الشوائب من المواد الغير حديدية بالنسبة للحجم تكون كبيره جدا فى الزهر. لذلك فإن السطح المعرض للتآكل فى الزهر يكون أكبر من السطح المعرض للصلب.

شكل (٣) مقطع مكبر للصلب الكربونى.

د- الخواص الكيماوية والميكانيكيه للصلب والزهر طبقا للمواصفات الامريكية ومعهد البترول الامريكي:

جدول (٢) يوضح الخواص الكيماوية للصلب الكربونى والزهر.
جدول (٣) يوضح الخواص الميكانيكيه للصلب الكربونى
جدول (٤) يوضح الخواص الميكانيكيه للزهر الرمادى والمرن
جدول (٥) يوضح الخواص الميكانيكيه وجهد الشد للصلب الكربونى.

obeikandl.com

جدول (٢) الخواص الكيماويه للصلب الكربونى والزهر الرمادى والمرن:

البيان	كربون	حديد	سيليكون	منجنيز	فوسفور	كبريت	مغنسيوم
١- صلب كربونى							
درجة ٣٨	٠,٢-,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 الميكانيكيه للصلب الكربونى (مواصفات مصرية)

البيان	جهد الشد كج/مم٢	جهد الخضوع كج/مم٢	الاستطالة ٪	النقص فى مساحة المقطع
صلب ٣٨	٣٨	٣٨	٣٨	٣٨
صلب ٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥
صلب ٤٥	٥٢	٥٢	٥٢	٥٢
صلب ٥٦	٥٦	٥٦	٥٦	٥٦

جدول (٤) الخواص الميكانيكيه للزهر الرمادى والمرن

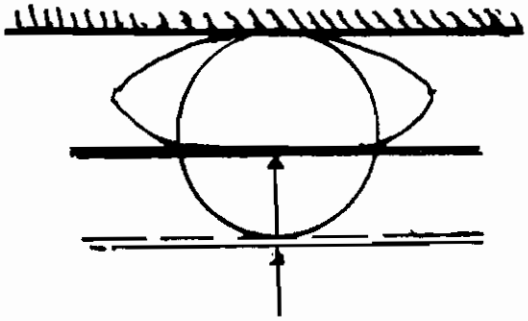
البيان	جهد المشد كج/مم٢	الاستطالة ٪
زهر رمادى		
درجة ١٥	١٥	–
درجة ٢٠	٢٠	–
درجة ٢٥	٢٥	–
درجة ٣٥	٣٠	–
زهر مرن		
درجة ٤٥	٤٥	٦
درجة ٧٠	٧٠	١٠

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

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

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

إن أهم ما يميز الصلب الكربونى والزهر المرن هى خاصية المرونة والتى تكون بنسبة أقل فى الزهر المرن عن الصلب الكربونى وإن كانت خاصية المرونة هذه تنعدم فى الزهر الرمادى. وإختيار الإستطالة هو دلالة للمرونة للمعدن وتنعدم هذه الخاصية فى الزهر الرمادى. بالاضافة 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 المرن

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).

obeikandl.com

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

جدول (٦) مكونات بعض سبائك النحاس

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

جدول (٧) التوصيل الكهربى والحرارى للمعادن مقارنه بالنحاس

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

obeikandi.com

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

تصنع مواسير الصلب من الواح الصلب والتى تنتج بتخانات مختلفة أثناء تشكيل كتل الصلب (Steel Ingots) فى درجات حرارة محددة (Tempering) حيث تزاد خصائصها الميكانيكيةه.

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 الحلزونى (Spirel Fusion Welding. SFW). فى لحام القوس المغمور تكون علامة اللحام طوليه بطول الماسورة بينما اللحام بالصهر الحلزونى تكون علامة اللحام حلزونية.. وفى لحام السيملس لا تظهر علامات للحام.

يتحدد قطر الماسورة المنتجة بواسطة اللحام الطولى (القوس المغمور) يعرض لوح الصلب إلا فى 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) وهى الأكثر استخداما لانتاج مواسير السيملس والتى لا توجد بها لحامات وتستخدم بكثرة فى خطوط البترول ومشتقاته.

وقد تستخدم طريقة التمدد (Extrusion) لانتاج ماسورة السيملس.

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

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

(٢) وفى اللحام المستمر بدون مواد لحام. يتم تسخين لوح الصلب فى فرن تسخين الى درجة حـــرارة 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 الحلزونى (SFW) للحامات الحلزونية وفى هذه الحالات تكون علامات اللحام إما طولية أو حلزونية.

فى اللحام الحلزونى 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 الحزونى هى ٢ : ١، ٢,٥ : ١ .

بعد عمليات اللحام يتم التشكيل النهائى لاستدارة الماسورة بالدرفله (Rolling) مـــع إختبار اللحام والإختبار الهيدروسكاتيكى بضغط المياه.

ب- صناعة المواسير باللحام اليدوي:

قد يتم اللجوء إلى اللحام اليدوى باستخدام مواد اللحام عند لحام المواسير ذات الأقطار الكبيرة (أكبر من ٤٢")، والتى تستخدم غالبا كعدايات. وسيتم تشكيل ألواح الصلب بالقطر المطلوب. ثم يجرى اللحام الطولى للشكل الأسطوانى واللحام العرضى لتوصيل الأسطوانات الملحومة طوليا. فى هذه الحالة يتم إجراء اللحام الخارجى والداخلى للمواسير بعد إعداد النهايات بالشطف.

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

حيث يمكن عمل اللحام اليدوى 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.

جـ- تجهيز النهايات لعمل اللحام اليودي لصناعة المواسير والانشاءات:

يتم تجهيز النهايات طبقا لسمك لوح الصلب كالآتى: شكل (٥).

حتى سمك ٢مم يتم عمل فلنجه بارتفاع ضعف سمك المعدن شكل (٥- أ).

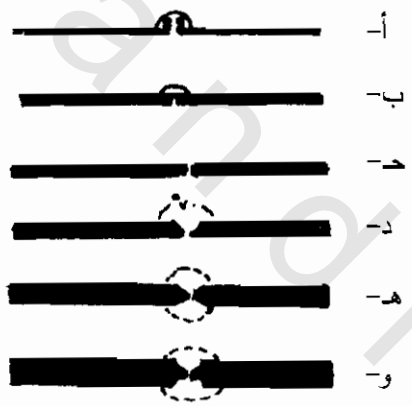
من سمك ٢مم حتى ٥ مم يتم اللحام قورة فى قورة شكل (٥- ب).

من سمك ٥مم حتى ١٠ مم يتم اللحام قورة فى قورة من الجانبين شكل (٥ جـ).

من سمك ١٠مم حتى ١٤ مم يتم تجهيز طرفى اللحام بالشطف فى شكل حرق ٧ متقابلين شكل (٥- د).

من سمك ١٤ مم حتى ٢٠مم يكون الشطف للنهايات فى شكل حرف V من الجانبين شكل (٥- هـ).

من سمك أكبر من ٢٠مم يكون الشطف من الجانبين لاعطاء، شكل حرف U شكل (٥- و).

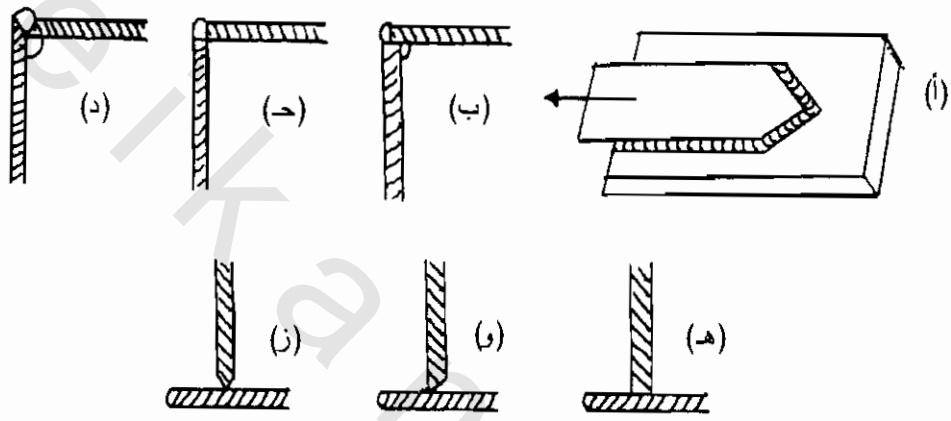


شكل (٥) اللحامات اليدوية

د- لحام الركوب (LapJoints) **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 (٦- ب، جـ، د) وصلات حرف T يتم اللحام بدون شطف فى حالة عدم تعرض المنشأ لأحمال إستاتيكية شكل (٦- هـ). فى حالة السمك من ١٠-٢٠ سم يعمل الشطف من جانب واحد شكل (٦- و) وفى حالة السمك اكبر من ٢٠ سم يعمل الشطف من جانبين شكل (٦- ز).

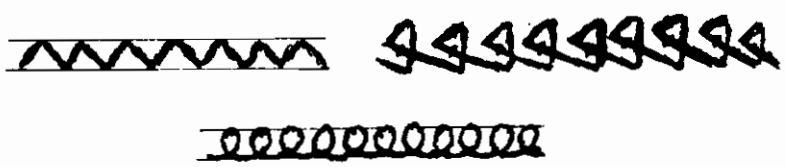


شكل (٦) لحام الركوب والتعامد

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

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

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



شكل (٧) مسار اللحام اليدوى

هـ- اللحام بملىء الفراغات Brazing And Soldering

يستخدم اللحام بملىء 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 الكاديسوم أو سبيكة الزنك (Solders) . وعند استخدام اللحام بالملىء لوصلة لها قوة ميكانيكيه 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 الاختبار على عينه من المعدن الذى تم لحامه. يكون خط اللحام فى منتصف العينة حيث تجرى الاختبارات الخاصة بجهد الشد والاستطالة وزاوية الانحناء عمودية على خط اللحام. هذا بالإضافة إلى إختبارات قوة الصدمة والصلابة (Hardness و Impact) . ويجب أن تكون نتائج الاختبارات 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 الهيدروستاتيكى: والذى يتم بضغط المياه فى الماسورة.

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

* الإختبار المغناطيسى: وذلك باستخدام الإنتشار المغناطيسى للكشف عن الشقوق الشعرية والثقوب فى اللحامات.

* إختبار اللحام باستخدام مجال عدوانى:

عند تعرض لحامات الصلب لمجال عدوانى (محلول ملحى بتركيز ٥٪) فإنه يحدث تآكل بعد فترة زمنية محددة. وهذه الطريقة توضح كفاءة اللحام من عدمه ويتم هذا الإختبار فى جهاز خاص مصمم لهذا الغرض. وتكون النتائج طبقا للآتى شكل (٨).

الحالة (A – أ) يكون اللحام مقبول عند تآكل معدن الأساس ومعدن اللحام بالتساوى

الحالة (A – ب) يكون اللحام جيد عند تآكل معدن الأساس على حساب معدن اللحام

الحالة (A جـ) يكون اللحام ردىء عند تأكل معدن اللحام على حساب معدن الأساسى

الحالة (A– د) يتآكل معدن الأساس على جانبى خط اللحام بسبب الحرارة الزائدة

شكل (٨) إختبار كفاءة اللحام باستخدام مجال عدوانى

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

ويتم الثنى ١٨٠° م فى جهاز الثنى (Jip). فى أحد العينات يكون أحد أوجه اللحام داخل الثنى والآخر خارج الثنى وفى العينه الثانية تكون أوجه اللحام بالعكس. يعتبر اللحام مقبول فى حالة عدم وجود تلفيات فى المعدن أو اللحام يزيد عن ٣ مم وعدم وجود شوائب وثقوب وجيوب فى اللحامات تزيد عن ١,٥ مم. وعند الضروره يتم كسر العينه للفحص الظاهرى.

* الاختبارات الكيماويه: وهذه الاختبارات تجرى للمواسير والأوعيه من الصلب وتتم باستخدام النشادر أو الكيروسين.

طريقة النشادر: تملأ الماسورة بالهواء المضغوط المحتوى على غاز النشادر بنسبة ١ ٪. يغطى السطح الخارجى بورق مشبع بمحلول نترات الزئبق حيث تظهر البقع السوداء فى حالة وجود تسرب بما يدل على عدم كفاءة اللحام.

طريقة الكيروسين: يغطى السطح الخارجى للحام بمحسوق المغنسيوم. يغطى السطح الداخلى للحام «بالكيروسين والزيت لمدة ٢٠- ٣٠ ق. يتم إزالة وكشط مسحوق المغنسيوم والذى يلتصق فى الأماكن التى فيها تسرب للزيت وذلك لظهوره خلال الشقوق الشعرية فى اللحامات.

٣- 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 هى من رقم جدول ١٠ الى رقم جدول ١٦٠ المتوفر عادة هى أرقام جداول ١٠، ٢٠، ٣٠و ٤٠، ٦٠، ٨٠، ١٠٠، ١٢٠، ١٤٠، ١٦٠، وتشمل أرقام الجداول المواسير زائدة الوزن أو القوة أو ضعف زائدة الوزن أو القوة وتشمل الجداول اكبر من ٤٠ والمواسير رقيقة الجدار أو الوزن الخفيف وهذه تقابل الجدول ١٠ فى جميع الأقطار.

أما رقم الجدول القياسى فهو رقم (٤٠) (Standard).

هناك علاقة بين الوزن وسمك جدار الماسورة للقطر الاسمى الواحد. لأى ماسورة القطر الخارجى ثابت ولكن القطر الداخلى يتغير طبقا لسمك جدار الماسورة (لتغير رقم الجدول). ولهذا فإن القطع والمواسير تتساوى فى القطر الخارجى لقطر إسمى معين. ونظرا للتغير فى القطر الداخلى فإن المواسير من قطر ١/٨″ (٣ مم) حتى ١٢″ (٣٠٠ مم) تقسم بالنسبة للقطر الداخلى الاسمى (NID) وليس بالقطر الداخلى الحقيقى. المواسير أقطار أكبر من ١٢″ (٣٠٠ مم) تقسم بالنسبة للقطر الخارجى الحقيقى. سمك جدار الماسورة جدول ٤٠ ثابت للأقطار من ١/٨″ حتى ١٠″.

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 ١/٨″ حتى ٤٢″. القطر الاسمى (ND) هو رقم تقريبى لا يمثل القطر الخارجى أو الداخلى.

مثال لماسورة قطر إسمى ٥″كالآتى جدول (١٠)

البيان	القطر الاسمى	القطر الخارجى	القطر الداخلى	سمك الجدار
ماسورة صلب جدول ٤٠	٥″	٥,٥٦٣″	٥,٠٤٧″	٠,٢٥٨″
ماسورة صلب جدول ٤٠	٥″	٥,٥٦٣″	٤,٨١٣″	٠,٣٧٥″

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

obeikandl.com

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

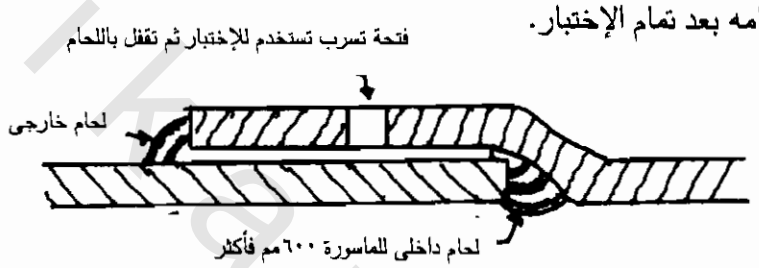
٤ - تجهيز نهايات مواسير الصلب الكربوني:

تجهز نهايات المواسير بالأشكال الآتية وذلك حسب طريقة التوصيل للمواسير:

أ – **القلوظة للنهايات** حيث يتم التوصيل بالجلبة والقلاووظ أو بالقلاووظ فقط بدون جلبة. ونهاية عادية للوصولة 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 والزيل أو الركوب** (Iap Joints) **باللحامات الميدانية:**

يتم تجـهـيـز الرأس (Bell Ends) بالتمدد باستخدام جهاز التمدد الهيدروليكى وفرم خـاصة. يجب أن يكون أدنى قطر لانحناء نـهاية الرأس فى أى 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 عـمق الدخـول للذيل فى الرأس. المحـيط الداخلى للرأس لا يزيد عن المحـيط الخـارجى للزيل بأكـثر من ١٠مم. وتسمح الوصلات بدخول عند التركيب لا يقل عن ٣,٨ سم. وتعد الرأس والزيل بوجود فراغ لتركيب العازل من الحلقة الكاوتش. وفى حـالة اللحامات للرأس والزيل يجـهز الرأس بثقب لإختبارات الضغط الهيدروستاتيكى كما فى الشكل (٩) ثم يعاد لحامه بعد تمام الإختبار.

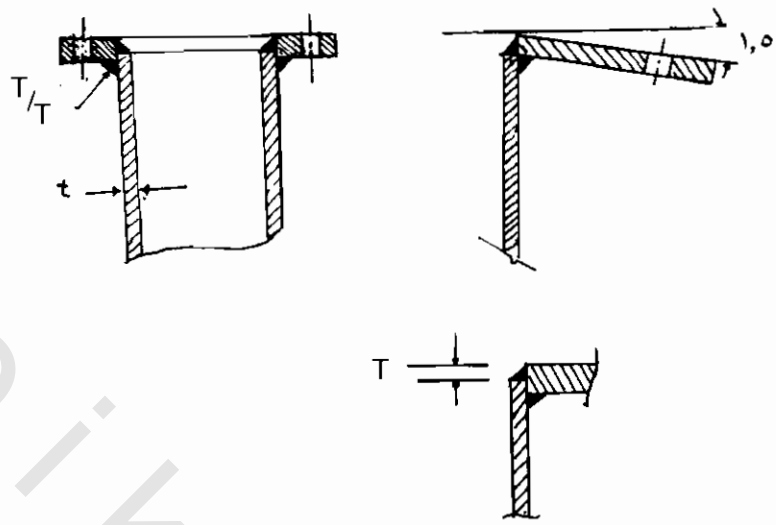


شكل (٩) مقطع لوصلة ركوب ملحومة

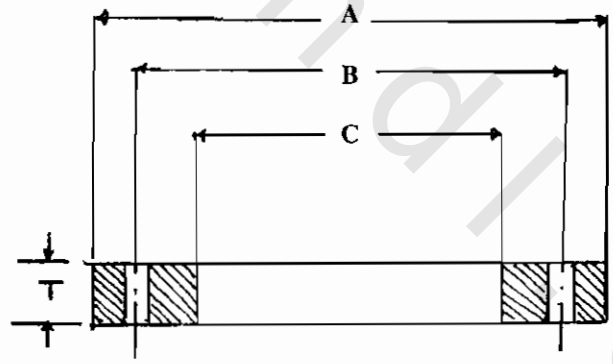
جـ- النهايات العادية: لتركيب بالفلنجات (الأوشاش):

يتم تجهيز الفلنجات ونهايات المواسير ولحامها كما فى الشكل (١٠). يتم إعداد الفلنجة طبقا لضغط التشغيل كما فى الجداول أرقام (١٢، ١٣، ١٤). يراعى لحام الفلنجة بميل ١,٥° للفلنجة الواحدة أو للفلنجتين المتقابلتين وبما لايزيد عن فاصل ١,٥″ لنهايات وجه الفلنجة شكل (١١).

يتم اعداد وجه الفلنجة أو وجه الالتصاق. ويكون الاعداد فى شكل تجاويف بعمق ١,٦ مم بمعدل ٢٤- ٤٠ تجويف كل بوصة. ويكون شكل التجاويف دائرى أو حلزونى داخل دائرة التخريم للفلنجة. وهذه التجاويف تساعد على الالتصاق الجيد للفلنجات على الجوان ومنع التسرب بين السطحين للفلنجات فى الماسورتين.



شكل (١٠) تجهيز النهايات بالفلنجات (الأوشاش)



A = القطر الخارجى للفلنجة
C = قطر دائرة التخريم
A = القطر الداخلى للفلنجة

D = قطر مسمار الرباط
N = عدد مسامير الرباط
T = سمك الفلنجة

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

obeikandl.com

جدول (١١) مقامات 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	(يحدد بواسطة المصمم)	٢٤	٣١,٧٥	٠,٧٥	٠,١٢
٢٨	٣٦,٥		٢٨	٣٤,٠	٠,٧٥	٠,٨٧٥
٣٠	٣٨,٧٥		٢٨	٣٦,٠	٠,٨٧٥	٠,٨٧٥
٣٢	٤١,٧٥		٢٨	٣٨,٥	٠,٨٧٥	٠,٩٣٨
٣٤	٤٣,٧٥		٣٢	٤٠,٥	٠,٨٧٥	٠,٩٣٨
٣٦	٤٦,		٣٢	٤٢,٧٥	٠,٨٧٥	١,٠
٣٨	٤٨,٧٥		٣٢	٤٥,٢٥	٠,٨٧٥	١,٠
٤٠	٥٠,٧٥		٣٦	٤٧,٢٥	٠,٨٧٥	١,٠
٤٢	٥٣,٠		٣٦	٤٩,٥	١,٠	١,١٢٥

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

جدول (١٣) مقاسات الفلنجة 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	٩,٠	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	١٩,٠	١٢,٨٨	١٢	١٧,٠	٠,٨٧٥	٠,٨١٢
١٤	٢١,٠	١٤,١٩	١٢	١٨,٧٥	١,٠	٠,٩٣٨
١٦	٢٣,٥	١٦,١٩	١٦	٢١,٢٥	١,٠	١,٠
١٨	٢٥,٠	١٨,١٩	١٦	٢٢,٢٥	١,١٢٥	١,٠٦٢
٢٠	٢٧,٥	٢٠,١٩	٢٠	٢٥,٠	١,١٢٥	١,١٢٥
٢٢	٢٩,٥	٢٢,١٩	٢٠	٢٧,٢٥	١,٢٥	١,١٨٨
٢٤	٣٢,٠	٢٤,١٩	٢٠	٢٩,٥	١,٢٥	١,٢٥
٢٦	٣٤,٢٥	(يحدد بواسطة المصمم)	٢٤	٣١,٧٥	١,٢٥	١,٣١٢
٢٨	٣٦,٥		٢٨	٣٤,٠	١,٢٥	١,٣١٢
٣٠	٣٨,٧٥		٢٨	٣٦,٠	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,		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	٥٣,٠		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	(يحدد بواسطة المصمم)	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 الكربونى:

اتفق على أن يكون سمك بدن الماسورة من الصلب الكربونى المستخدمة فى نقل المياه ومياه الصرف لجميع الأقطار والاسعمالات سواء للضغط أو الإنحدار طبقا لتوصيات رابطة العاملين فى المياه الأمريكية (A W W A) كالآتي :

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

حيث E = سمك بدن الماسورة

ND = القطر الاسمى للماسورة بالمليمتر

كمثال سمك جدار الماسورة ١٢″ من الصلب الكربونى كالآتى:

$$E = \frac{300}{100} + 3$$
$$= 6 \text{ mm}$$

٥- القطع المصنعة Fabricated Fittings

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

أ- الكيعان المصنعة:

الكعيان إنتاج المصنع تكون عادة بزاوية ٩٠°، ٤٥°. ويمكن تصنيع الكيان من قطعتين أو أكثر وبزوايا مختلفة كالآتى:

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

لتصنيع الكوع من قطعتين يلزم توفر البيانات التالية.

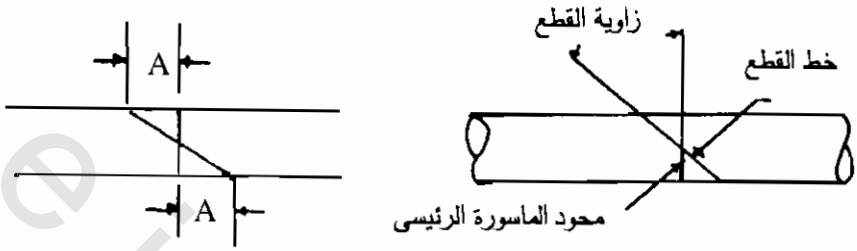
زاوية القطع

مسافة القطع

obeikandl.com

معامل زاوية القطع

زاوية القطع: هى الزاوية على المحور الرأسى للماسورة والتى يبدأ عندها القطع. زاوية القطع هى 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 فى الجدول (١٥).

وهى الزاوية قطع ٤٥° = ١، للزاوية ٢٢,٥ = ٠,٤١٤٢١ وللزاوية ١١,٢٥ = ٠,٢٠٣

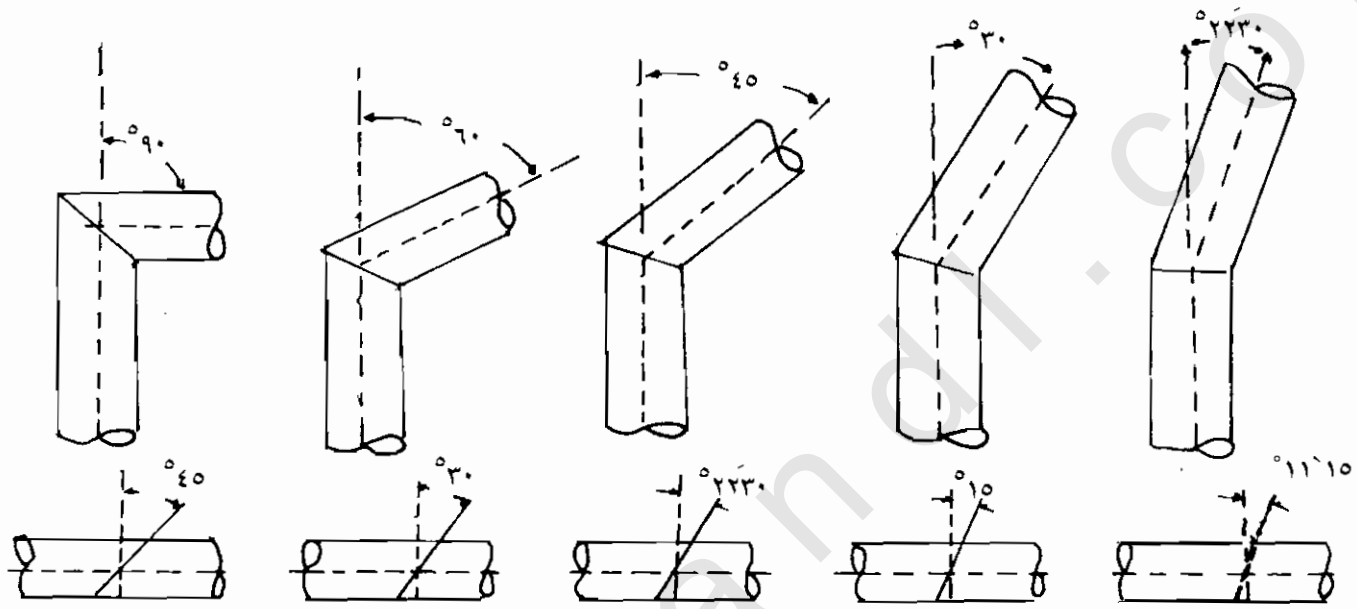
مسافة القطع: وهى المسافة على جانبى المحور الرأسى للماسورة الشكل (١٢) وتحدد مسافة القطع نتيجة ضرب القطر الخارجى للماسورة فى معامل زاوية القطع مقسوما على إثنين. (يقصد بالقطر الخارجى الحقيقى وليس الأسمى).

مسافة القطع = القطر الخارجى للماسورة × معامل زاوية القطع ÷ ٢ شكل (١٢)

obeikandl.com

جدول (١٥) معاملات زاوية القطع: Cutangle Factors

زاوية القطع	المعامل	زاوية القطع	المعامل	زاوية القطع	المعامل
٥° ٣٠′	٠,٠٩٦٢٩	١٨° ٣٠′	٠,٣٣٤٥٩	٣١° ٣٠′	٠,٦١٢٨٠
٦°	٠,١٠٥١	١٩°	٠,٣٤٤٣٣	٣٢°	٠,٦٢٤٨٧
٦° ٣٠′	٠,١١٣٩٣	١٩° ٣٠′	٠,٣٥٤١٢	٣٢° ٣٠′	٠,٦٣٧٠٧
٧°	٠,١٢٢٧٨	٢٠°	٠,٣٦٣٩٧	٣٣°	٠,٦٤٩٤١
٧° ٣٠′	٠,١٣١٦٥	٢٠° ٣٠′	٠,٣٧٣٨٨	٣٣° ٣٣′	٠,٦٦١٨٨
٨°	٠,١٤٠٥٤	٢١°	٠,٣٨٣٦٨	٣٤°	٠,٦٧٥٤١
٨° ٣٠′	٠,١٤٩٤٥	٢١° ٣٠′	٠,٣٩٣٩١	٣٤° ٣٠′	٠,٦٨٧٢٨
٩°	٠,١٥٨٣٨	٢٢°	٠,٤٠٤٠٣	٣٥°	٠,٧٠٠٢١
٩° ٣٠′	٠,١٦٧٣٤	٢٢° ٣٠′	٠,٤١٤٢١	٣٥° ٣٠′	٠,٧١٣٢٩
١٠°	٠,١٧٦٣٣	٢٣°	٠,٤٢٤٤٧	٣٦°	٠,٧٢٦٥٤
١٠° ٣٠′	٠,١٨٥٣٤	٢٣° ٣٠′	٠,٤٣٤٨١	٣٦° ٣٠′	٠,٧٣٩٩٦
١١°	٠,١٩٤٣٨	٢٤°	٠,٤٤٥٢٣	٣٧°	٠,٧٥٣٥٥
١١° ٣٠′	٠,٢٠٣٤٥	٢٤° ٣٠′	٠,٤٥٥٧٣	٣٧° ٣٠′	٠,٧٦٧٣٣
١٢°	٠,٢١٢٥٦	٢٥°	٠,٤٦٦٣١	٣٨°	٠,٧٨١٢٨
١٢° ٣٠′	٠,٢٢١٦٩	٢٥° ٣٠′	٠,٤٦٧٩٧	٣٨° ٣٠′	٠,٧٩٥٤٣
١٣°	٠,٢٣٠٨٧	٢٦°	٠,٤٨٧٧٣	٣٩°	٠,٨٠٩٧٨
١٣° ٣٠′	٠,٢٤٠٠٨	٢٦° ٣٠′	٠,٤٩٨٥٨	٣٩° ٣٠′	٠,٨٢٤٢٤
١٤°	٠,٢٤٥٣٣	٢٧°	٠,٥٠٩٥٢	٤٠°	٠,٨٣٩١٠
١٤° ٣٠′	٠,٢٥٨٦٢	٢٧° ٣٠′	٠,٥٢٠٥٧	٤٠° ٣٠′	٠,٨٥٤٠٨
١٥°	٠,٢٦٧٩٥	٢٨°	٠,٥٣١٧١	٤١°	٠,٨٦٩٢٩
١٥° ٣٠′	٠,٢٧٧٣٢	٢٨° ٣٠′	٠,٥٤٢٩٥	٤١° ٣٠′	٠,٨٨٤٧٢
١٦°	٠,٢٨٦٧٤	٢٩°	٠,٥٤٤٣١	٤٢°	٠,٩٠٠٤٠
١٦° ٣٠′	٠,٢٩٦٢١	٢٩° ٣٠′	٠,٥٦٥٧٧	٤٢° ٣٠′	٠,٩١٦٣٣
١٧°	٠,٣٠٥٧٣	٣٠°	٠,٥٧٧٣٥	٤٣°	٠,٩٣٢٥١
١٧° ٣٠′	٠,٣١٥٣	٣٠° ٣٠′	٠,٥٨٩٠٤	٤٣° ٣٠′	٠,٩٤٨٩٦
١٨°	٠,٣٢٤٩٢	٣١°	٠,٦٠٠٨٦	٤٤°	٠,٩٦٥٨٩
				٤٤° ٣٠′	٠,٩٨٢٨٥
				٤٥°	١,٠٠٠



زاوية القطع = $\frac{٢٢`٣٠^\circ}{٢}$ − ١١`١٥° = $\frac{٣٠}{٢}$ = ١٥° = $\frac{٤٥}{٢}$ = ٢٢`٣٠° = $\frac{٦٠}{٢}$ = ٣٠° = $\frac{٩٠}{٢}$ = ٤٥°

المعامل = ٠,٢٠٣٤٥ = ٠,٢٦٧٩٥ = ٠,٤١٤٢١ = ٠,٥٧٧٣٥ = ١

شكل (١٣) الكيعان من قطعتين المستخدمة عادة

obeikandl.com

(٢) تصنيع كوع ٩٠° من أكثر من قطعتين: شكل (١٤)

يصنع الكوع ٩٠° من ٣- ٤ قطع أو أى عدد آخر. البيانات اللازمة لعمل الكوع ٩٠° من عدة قطع هى نفسها المطلوبة لعمل الكوع من قطعتين بالإضافة الى طول القطع اللازمة لعمل الكوع. وهذه المعلومات هى:

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 مضروبا فى ٢ حيث عدد اللحامات = عدد القطع - ١

مثال: عين زاوية القطع لكوع ٤″ من أربع قطع بزاوية ٩٠°

$$\therefore \text{زاوية القطع} = \frac{٩٠}{٢ \times (٤ - ١)} = ١٥^\circ$$

معامل زاوية القطع (من الجدول)

مساحة القطع = القطر الخارجى للماسورة X معامل زاوية القطع ÷ ٢

وهذه تبين المسافة من المحور الرأسى للماسورة وعلى جانبيها لبدء ونهاية القطع.

مسافة القطع لكوع (من ماسورة ٤″) ٩٠° من ٤ قطع.

زاوية القطع ١٥° كما فى المثال السابق.

مساحة القطع = القطر الخارجى الحقيقى × معامل زاوية القطع ÷ ٢

= ٤,٥ × ٠,٢٦٧٩٥ = ٠,٦″ = ٠,٦ × ٢,٥٤ = ١٥,٣ مم

يتم تعليم مسافة القطع التى تم حسابها على جانبى المحور الرأسى للماسورة.

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

طول قطع النهاية A = ١/٢ القطر للكوع X معامل الزاوية.

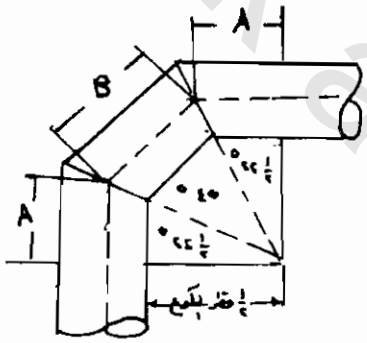
طول القطع الوسطى B = الطول A × ٢

مثال: لإيجاد طول القطع (A) النهاية والقطع (B) الوسطى لكوع ٩٠° نصف قطر الكوع ٢٤".

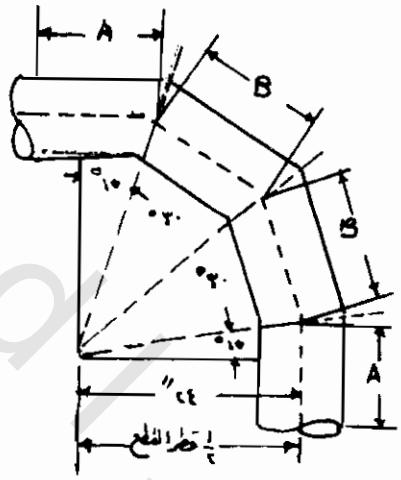
طول القطع A = ١/٢ قطر الكوع X معامل الزاوية = ١/٢ × ٢٤ × ٠,٢٦٧٩٥

= ٦,٤٣" = ١٦٣,٣ مم

طول القطع B = الطول A × ٢ = ١٢,٨٦" = ٣٢٦,٦ مم

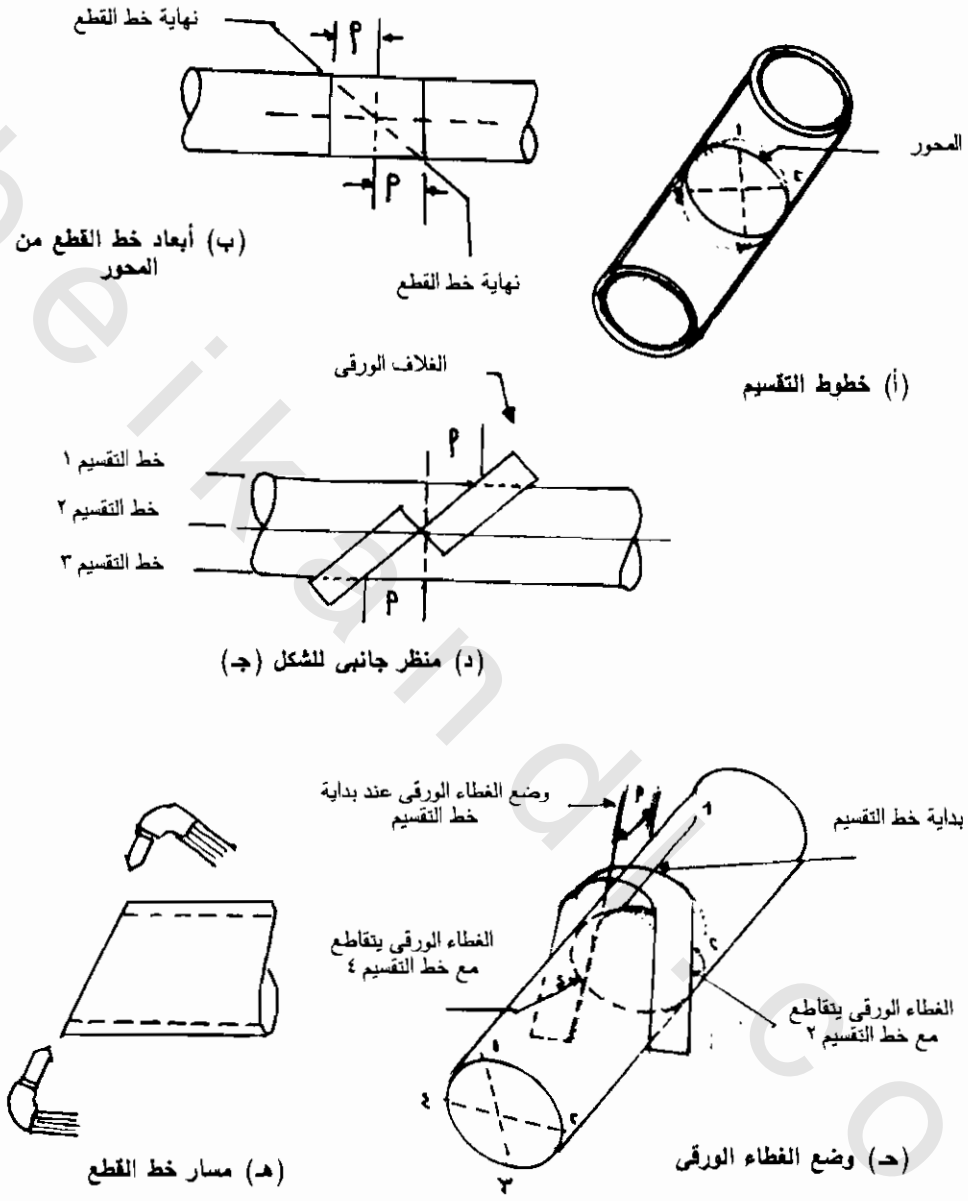


كوع ٩٠° من ٣ قطع



أ- كوع ٩٠° من ٤ قطع

شكل (١٤) كوع ٩٠° من أكثر من قطعتين



(ب) أبعاد خط القطع من المحور

(أ) خطوط التقسيم

(د) منظر جانبى للشكل (جـ)

(هـ) مسار خط القطع

(حـ) وضع الغطاء الورقى

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 كالآتى:

للكوع 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 جانبى 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 (جـ) . كلا جانبى الغطاء توضح لتتقاطع مع خطوط التقسيم ٢ ، ٤ (الجانبية) فى منتصف المحور الرأسى للماسورة (المحيط) شكل (جـ) 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 = ٢/١ 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) إستخدام خيط الميزان وشريط القياس: شكل (١٦– جـ)

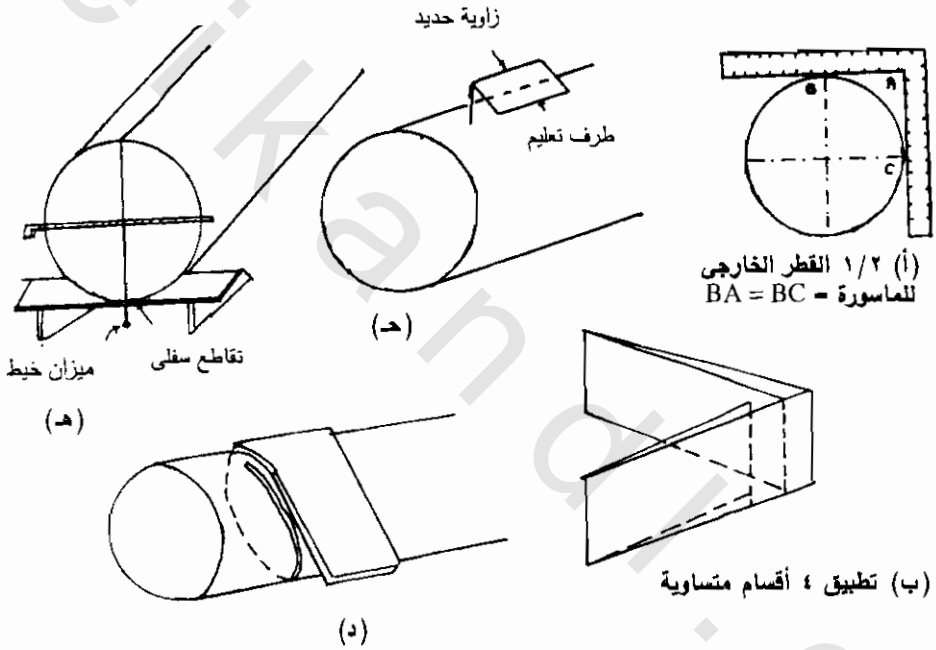
فى حالة المواسير ذات القطر الكبير والتى تتطلب أكثر من ٤ خطوط تقسيم. يستخدم خيط الميزان وشريط القياس. يوضع شريط القياس المعدنى على المقطع الجانبى للماسورة. يوضع خيط الميزان (بثقل) أعلا الماسورة. يتم تعليم خطوط التقسيم الطولية على المحيط الخارجى للماسورة من بدء علامة خطوط التقسيم باستخدام زاوية حديدية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

(٤) تحديد خط الدوران المحيطي 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 ٢/١ 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 – ء) .

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

يستخدم شريط مقاس لتقسيم الماسورة الى أى عدد من خطوط التقسيم المتساوية. الخطوة الأولى هى تعيين محيط الماسورة وذلك لقياس القطر الخارجى × ٣,١٤١٦ أو بالقياس المباشر للمحيط باستخدام شريط القياس. ثم يتم تقسيم المحيط طبقا لعدد خطوط التقسيم المطلوبة. ويتم ذلك بلف شريط المقاس حول الماسورة وتعليم نقاط التقسيم.



شكل (١٦) طرق عمل خطوط التقسيم على استطالة 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 إضافى على المحيط الخارجى للماسورة الآتى 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 علي خطوط التقسيم

$$\text{مسافة القطع من العلامة١ (لخط ١)} = \frac{\text{القطر الخارجى للماسورة X معامل زاوية القطع}}{٢}$$

ولايجاد مسافة القطع من محور الماسورة لباقى النقط على خط التقسيم لتحديد مسار خط القطع تستخدم أحد المعادلات التالية.

• لعدد ٨ أقسام: شكل (١٧)

مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٧٠٧ (س٢)

• لعدد ١٦ قسم: شكل (١٨)

مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٩٢٤

مسافة القطع من النقطة ٣ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٧٠٧

مسافة القطع من النقطة ٤ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٣٨٣

• لعدد ٣٢ قسم

مسافة القطع من النقطة ٢ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٩٧٨ (س٢)

مسافة القطع من النقطة ٣ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٩٢٤

obeikandl.com

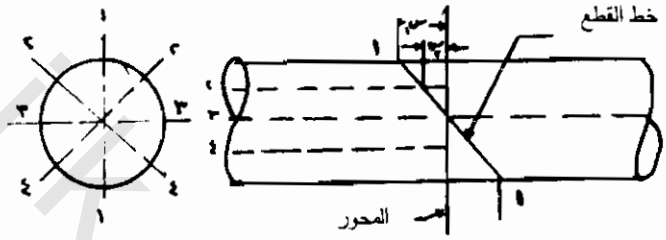
مسافة القطع من النقطة ٤ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٨٣١

مسافة القطع من النقطة ٥ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٧٠٧

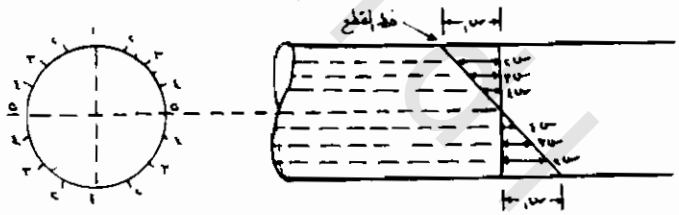
مسافة القطع من النقطة ٦ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٥٥٨

مسافة القطع من النقطة ٧ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٣٨٣

مسافة القطع من النقطة ٨ = مسافة القطع من النقطة ١ × ٠,٢٠٠



شكل (١٧) تحديد خط القطع لعدد ٨ تقسيمات



شكل (١٨) تحديد مسار خط القطع لعدد ١٦ تقسيم

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

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

معامل زاوية القطع = ١

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

= ١٢,٧٥ × ١ ÷ ٢ = ٦,٣٧٥″

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

مسافة خط القطع من النقطة ٢ (الى محور رأسى الماسورة) = ٦,٣٧٥ × ٠,٩٢٤ = ٥,٩″

مسافة خط القطع من النقطة ٣ (الى محور رأسى الماسورة) = ٦,٣٧٥ × ٠,٧٠٧ = ٤,٥″

مسافة خط القطع من النقطة ٤ (الى محور رأسى الماسورة

= ٦,٣٧٥ × ٠,٣٨٢ = ٢,٤٣٥″

(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 إرسم خطوط التقسيم عمودية على خط المحور وبطول الماسورة.
- علم خطوط التقسيم ١، ٢، ٣، ٤ مبتدآ 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 جانبى الغطاء المحيطى يتم وضعهما ليقطعا خطوط النقط ٢، ٣، ٤، ٥ (بداية القطع لهذه النقط).
- علم المنحنى الذى تم تحديده بواسطة الغطاء المحيطى بالطباشير.

obeikandl.com

- تدار الماسورة ١٨٠° (أو إقلب الغطاء المحيطى) ثم تنفذ مراحل تعليم النفط ٢ و٣ و ٤ و ٥ كما سبق للجزء السفلى من الماسورة، وتوصيلها بالنقطة ١ على الخط السفلى.
- يتم القطع بالأسيتيلين ثم الشنفره (الشطف) بعد القطع.

جـ – عمل الفرعة حرف T على الماسورة: شكل (١٩)

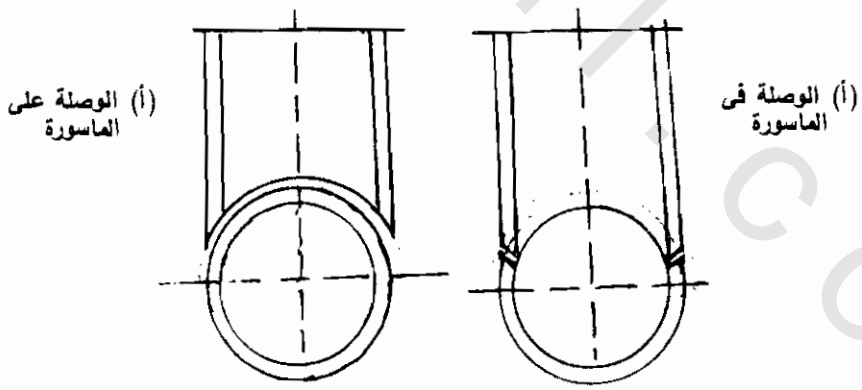
(١) **طريقة عمل الفرعة T من نفس قطر الماسورة:** وهذه الطريقة تتكون من شكلين وهما إما أن ترتكز الفرعة على الجدار الخارجى للماسورة (أ) أو الفرعة تكون داخل الماسورة الرئيسية (ب).

- طريقة عمل الفرعه T فى الماسورة:

فى هذه الطريقة يكون إسقاط الفرعة داخل الماسورة ويكون التنفيذ كالآتى:

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

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



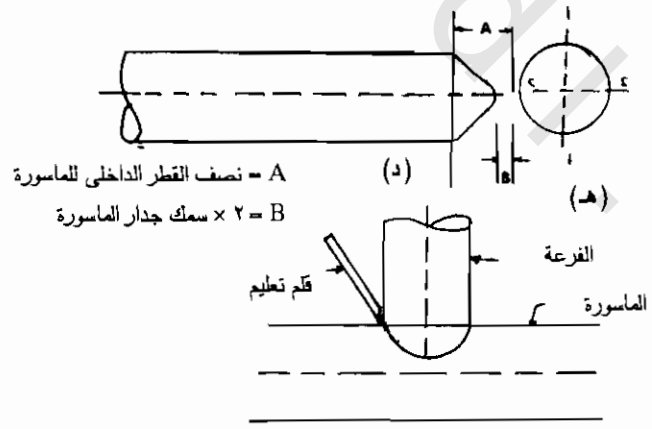
شكل (١٩– أ) عمل الفرعة حرف T على الماسورة

من منتصف محيط الماسورة يستمر خط التقسيم رقم (٢) (على جانبى الماسورة) ضع غطاء حول الماسورة لعمل قوس على شكل حرف (U) والذى يمس خط التقسيم رقم (١) فى منتصف المحيط وجانبى القوس (U) توضع للتقاطع مع خط التقسيم رقم (٢) عند نهاية الماسورة. يتم تعليم المنحنى على جانبى القوس (U) باستخدام الطباشير أو الصابون الحجرى.

تدار الماسورة ١٨٠° أو الغطاء لعمل قوس (U) على الجانب الآخر للماسورة مع خط التقسيم رقم ١ .

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



شكل (١٩ – ب) عمل الفرعه 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 كالآتى:

يتم قياس مسافة تساوى نصف القطر الداخلى للماسورة من نهاية الماسورة و تعليمها. 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 .

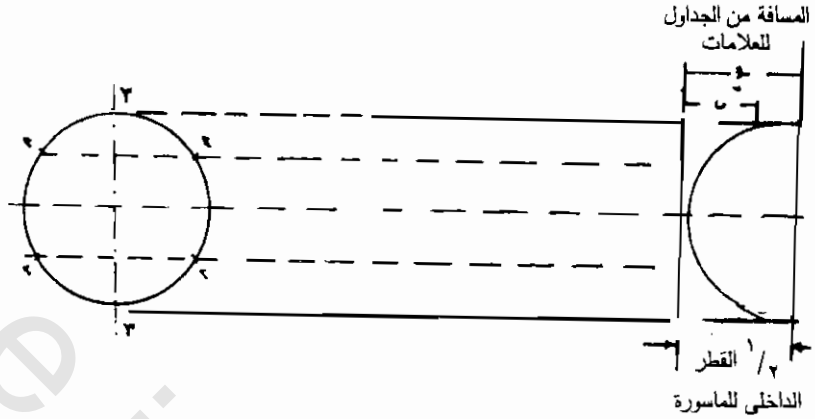
يتم القطع الدائرى لاعطاء قطع مربع. ثم تعليم مكان الفرعة فى الماسورة. ثم عمل الشطف للفرعة.

obeikandi.com

جدول (١٥) لـ مسافات خط القطع من العلامات ٢ و ٣ لوصلة T بقطر أصغر بالمليمتر:

قطر الفرعة T بالمليمتر/ بوصة	قطر الماسورة الرئيسية بالملميتر / بوصة												أرقام خطوط التقسيم
	٥٠ / ٢″	٨٠ / ٣″	١٠٠ / ٤″	١٥٠ / ٦″	٢٠٠ / ٨″	٢٥٠ / ١٠″	٣٠٠ / ١٢″	٣٥٠ / ١٤″	٤٠٠ / ١٦″	٤٥٠ / ١٨″	٥٠٠ / ٢٠″	٥٥٠ / ٢٢″	٦٠٠ / ٢٤″	
٢/٥٠″	٦	٣	٣	٢	٢	١	–	–	–	–	–	–	–	٢
	١٤	٨	٦	٥	٣	٢	–	–	–	–	–	–	–	٣
٣/٨٠″	–	–	٦	٥	٣	٣	٢	٢	–	–	–	–	–	٢
	–	–	١٦	١٠	٦	٥	٢	٢	–	–	–	–	–	٣
٣/١٠٠″	–	–	١٣	٨	٦	٥	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	٢
	–	–	٣٢	١٨	١٣	١٠	٨	٦	٦	٥	٥	٥	٣	٣
٦/١٥٠″	–	–	–	١٩	١٤	١١	١٠	١٠	٨	٦	٦	٥	٥	٢
	–	–	–	٤٩	٣٢	٣٤	١٩	١٨	١٦	١٣	١٣	١١	١١	٣
٨/٢٠٠٢″					٢٧	٢١	١٨	١٦	١٤	١٣	١١	١٠	١٠	٢
					٦٨	٤٥	٣٧	٣٢	٢٧	٢٤	٢٢	١٩	١٩	٣
١٠/٢٥٠″	–	–	–	–	–	٣٢	٢٧	٤٥	٢٣	١٩	١٨	١٦	١٤	٢
	–	–	–	–	–	٨٧	٦٢	٥٤	٤٥	٦٥	٣٥	٢٩	٢٩	٣

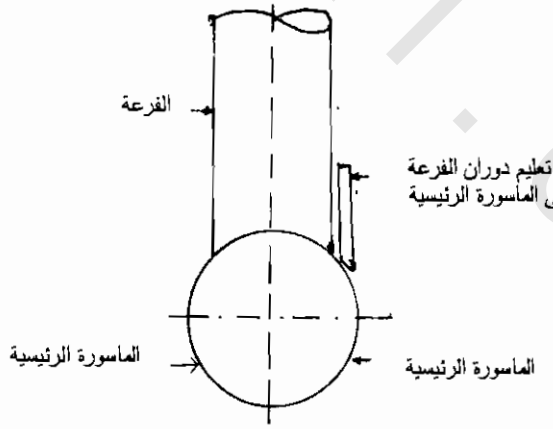
obeikandl.com



شكل (٢٠) خطوط التقسيم لعمل فرعة T من قطر أقل من قطر الماسورة

(٣) عمل فتحة للوصولة في الماسورة الرئيسية:

لعمل فتحة فى الماسورة الرئيسية للوصلة T ذات القطر الأقل. تستخدم قطعة الفرعة بعد عمل القطع الدائرى للنهاية والشطف. توضع الفرعة على مكان عمل الفتحة فى الماسورة الرئيسية. يتم تعليم الفتحة باستخدم قلم تعليم حول دوران الفرعة كما فى الشكل (٢١). يتم القطع للفتحة فى الماسورة الرئيسية داخل خط القطع حتى لا تتسع الفتحة فى الماسورة الرئيسية.



شكل (٢١) عمل فتحة للوصله فى الماسورة الرئيسيه

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

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

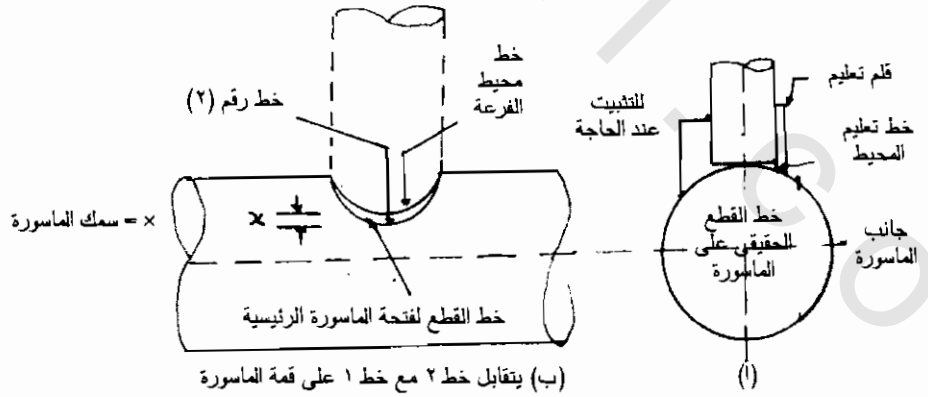
هـ- لعمل الفتحة في الماسورة الرئيسية:

• 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 لسمك جدار الماسورة الرئيسية بعيدا عن علامة خط المحيط الخارجى للفرعة على جانبى 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) .



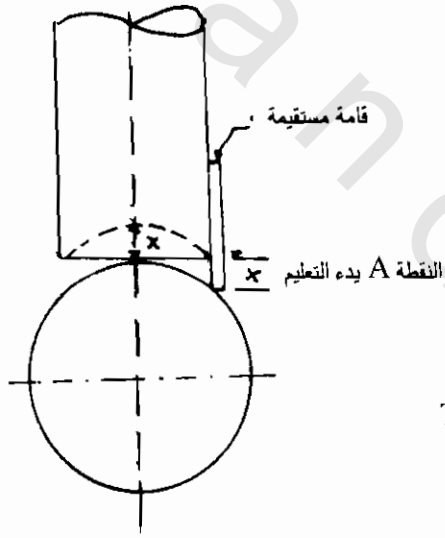
شكل (٢٢) لعمل الفتحة فى الماسورة الرئيسية

(د) لعمل القطع في الفرعة (T):

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

والطريقة التبادلية شكل (٢٣) . عندما تكون الفرعة مازالت مثبتة (لعمل الفتحة فى 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 يحيد عن نهاية الماسورة.

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



شكل (٢٣) عمل القطع فى الفرعة T

و - تصنيع الفرعات: (Lateral Layout)

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

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

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

يتم رسم خط الحد الخارجى للماسورة حول المحاور. المسافة على جانبى المحور = ١/٢ القطر الخارجى للماسورة شكل (ب).

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

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

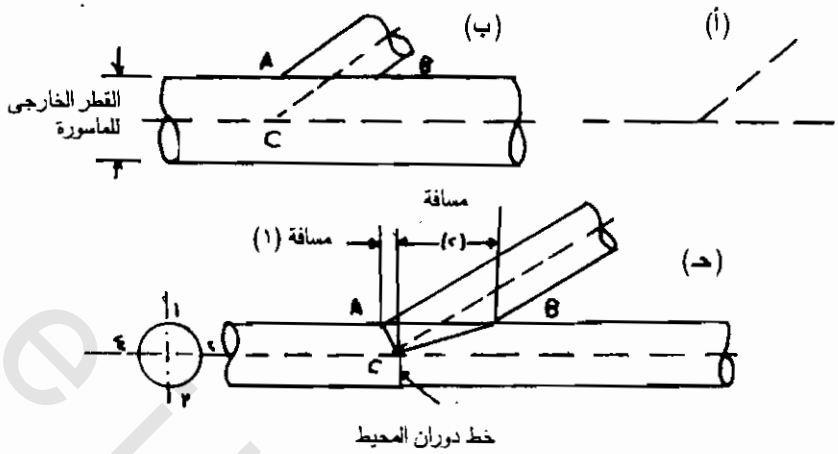
تقاس المسافة الأفقية على الرسم من A و B الى C وهذه هى المسافات (١)، (٢) شكل (جـ).

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 جانبى خطوط التقسيم الجانبية للماسورة الرئيسية.

إستخدم 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 فى الماسورة الرئيسية

(٢) خطوط القطع في الفرعة: شكل (٢٥)

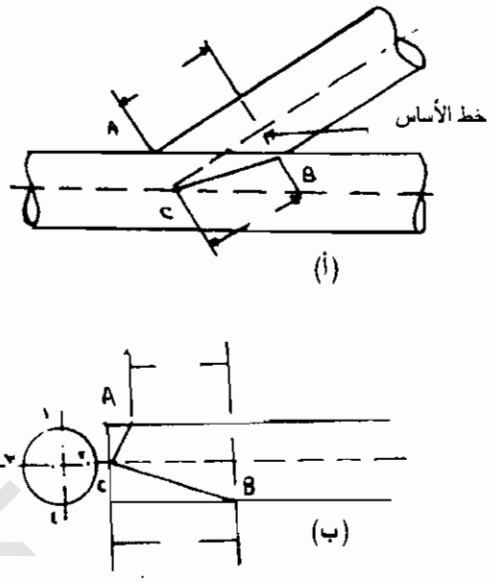
• تقسم ماسورة الفرعة إلى أربع أقسام متساوية قرب نهاية الماسورة شكل (أ).

• على الرسم يتم عمل خط زاوية قائمة عند القنطة B لاستخدامه كخط أساسى. تقاس المسافة بين تقاطع النقطة C وخط الأساس.

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

إستخدم غطاء محيطى لربط B على خط التقسيم السفلى للفرعة والنقطة C على خط التقسيم الأوسط عند نهاية الماسورة.

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



شكل (٢٥) تحديد خط القطع للفرعة

(٣) الطريقة السريعة لتصنيع الفرعات:

Quick Method Fo Reducing Laterals)

فى هذه الطريقة يتم تعليم خطوط القطع للفرعة والماسورة الرئيسية باستخدام الشكل الجانبى الحقيقى للوصلة. وذلك حسب الخطوط التالية شكل (٢٦).

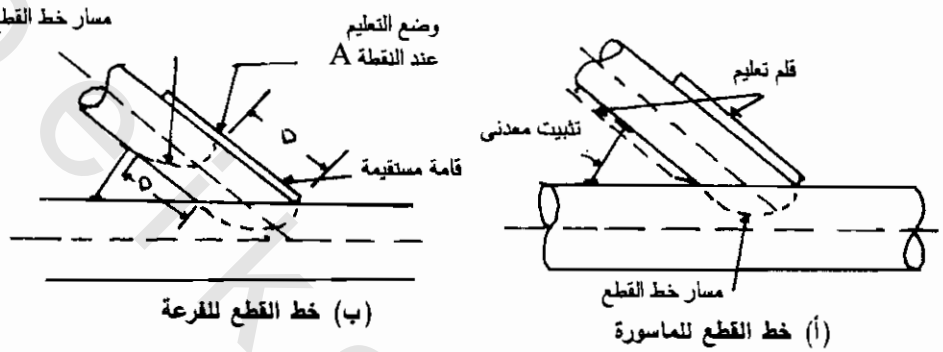
• حدد الزاوية الصحيحة لميل الفرعة على الماسورة الرئيسية مع تثبيت كل منهما فى مكانة باستخدام وسيلة ربط معدنية شكل (٢٦– أ).

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

• مع إستمرار الفرعة ثابتة فى 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 الصابونى) عند النقطة (A) على القامة المستقيمة وحرك القامة بدقة حول الفرعة، مع المحافظة على نهايتها عند سطح الماسورة الرئيسية.

- القطع يكون دائرى يليه شطف للقطع فى فتحة الماسورة الرئيسية.



شكل (٢٦) الطريقة السريعة لتصنيع الفرعات

هـ- الحيود في إستقامة مسار خط المواسير: (FipeOffsets)

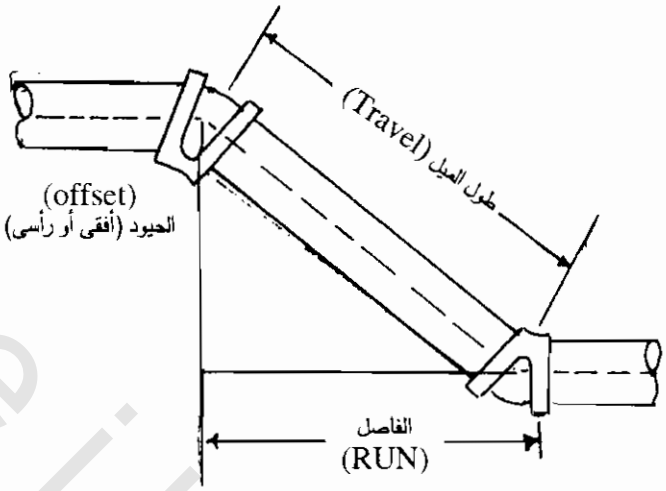
فى معظم خطوط المياه يصعب وجود مسار مستقيم لخط المواسير بدون حيود يمكن عمل الحيود بسهولة باستخدام كيعان ٩٠°، ولكن للفقد الكبير فى الضغط بالإحتكاك. لذلك فإن معظم الحيود يتم عملها بكيعان ذات إنحناء أقل من ٩٠°. ولكن الكيعان لدرجات حيود أقل من ٩٠° (٤٥°، ٢/١٢٢°، ٤/١ ١١°) تتطلب طرق أكثر تعقيدا لحساب طول الماسورة للحيود.

الشكل (٢٧) يوضح حيود ٤٥° والمصطلحات المستخدمة لمختلف أجزاء الحيود هى:

الحيود: (Offset): هو المسافة العمودية بين محورى خطين مواسير متوازيين.

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

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



شكل (٢٧) مصطلحات الحيود

(١) طرق حساب الحيود: Offset Calculation Methods

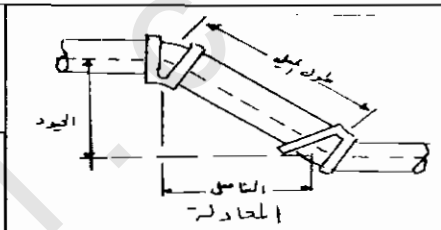
حساب أطوال مختلف المواسير التى تشكل الحيود يمكن بطرق مختلفة مثل نظرية فيثاغورث أو حساب المثلثات أو بالضرب فى معامل ثابت لطول معلوم. الثابت والمعادلات لمختلفة زوايا الحيود موضحة فى الجدول (١٣).

كما إستخدام هذا الجدول لأى قطر ولأى مادة للمواسير طالما أن الحيود مطابق لزاوية الكوع فى الجدول.

مثال: أوجد طول الميل (Travel) لحيود ٢٢ ١/٢° حيث طول المشوار (run) ١٢″ من الجدول:

طول الميل = طول المشوار (١٢″) x ١,٠٨٢ = ١٢,٩٨٤″

جدول (١٧) الثابت والمعادلات لمختلف زوايا الحيود

	الثابت والمعادلة لحساب الحيود العادى						
	وصـــلة الكـــوع						
المعادلـــــة	كوع ٧٢°	كوع ٦٠°	كوع ٤٥°	كوع ٣٠°	كوع ٢/١ ٥°	كوع ٤/١ ٥°	كوع ٨/٥ ٥°
طول الميل = الحـــيـــود×	١,٠٥٢	١,١٥٥	١,٤١٤	٢,٠٠	١٠,١٨	٥,١٢٦	١٠,١٨
طول الميل = الفـــاصل ×	٣,٢٣٦	٢,٠٠٠	١,٤١٤	١,١٥٥	١,٠٨٢	١,٠١٩	١,٠٠٤
الفـــاصل = الحـــيـــود ×	٠,٣٢٥	٠,٥٧٧	١,٠٠٠	١,٧٣٢	٢,٤١٤	٥,٠٢٧	١٠,١٥٨
الفـــاصل = طول الميل ×	٠,٣٠٩	٠,٥	٠,٧٠٧	٠,٨٦٦	٠,٩٢٤	٠,٩٨	٠,٩٩٥
الحـــيـــود = طول الميل ×	٠,٩٥١	٠,٨٦٦	٠,٧٠٧	٠,٥٠٠	٠,٣٨٣	٠,١٩٥	٠,٠٩٨
الحـــيـــود = الفـــاصل ×	٣,٠٧٨	١,٧٣٢	١,٠٠٠	٠,٥٧٧	٠,٤١٤	٠,١٩٨	٠,٠٩٨

obeikandl.com

مثال: أوجد طول الميل لحيود رأسى ٤٥° . قيمة الحيود ١٥″ .

طول الميل = ١٥ × ١,٤١٤ =٢١,٢١″

(٢) مسافة الإنتشار لحيود أفقي لماسورتين متوازيتين: Equalspread 2 pipe Offsets

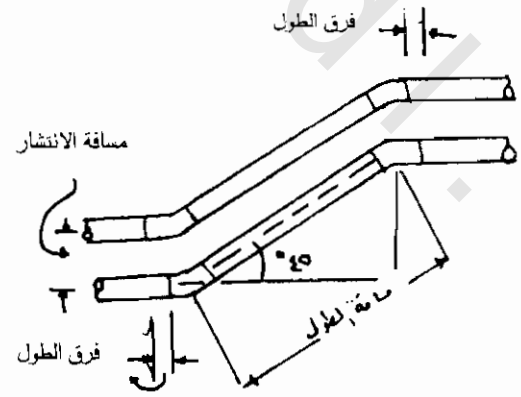
عندما تكون ماسورتين متوازيتين مطلوب تغيير مسارهما، تستخدم مسافة الانتشار المتساوية للحيود. وهذا يحقق وفر فى الإنحناءات. شكل (٢٨) .

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 الخطن المتوازيين.

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

الفرق فى الطول = مسافة الانتشار × ثابت.

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



شكل (٢٨) حيود ٤٥° متساوى فى مسافة الانتشار

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

المعادلـــة	زاويـــــة الحيـــــود						
الفرق فى الطول = مسافة الانتشار ×	حيود ٩٠°	حيود ٧٢°	حيود ٦٠°	حيود ٤٥°	حيود ٣٠°	حيود ٢٢½°	حيود ١١¼°
	١,٠٠٠	٠,٧٢٧	٠,٥٧٧	٠,٤١٤	٠,٢٦٨	٠,١٩٩	٠,٠٩٨

مثال: لتعيين مسافة الانتشار المتساوية لحيود (٢½°٢٢):

الحل: الفرق فى الطول = مسافة الأنتشار × ٠,١٩٩ (الجدول ٢)

الفاصل = الحيود x ثابت الحيود x ٢,٤١٤ (الجدول١)

طول الميل ١، ٢ = الحيود × ٢,٦١٤

الحيود = الفاصل x ٠,٤١٤

مثـال ٢ : لتعيين الفرق فى الطول لماسورتين أفقيتين إنحناء ٦٠° مع تساوى مسافة الانتشار– مسافة الانتشار ١٠″ (٢٥٤ مم) بين محورى الماسورتين

فرق الطول = الانتشار x ٠,٥٧٧ = ٥,٧٧″= ١٤٦,٥٥٨مم.

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 رمليه.

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″.

obeikandl.com

سمك بدن الماسورة طبقا للجدول الآتى رقم (١٩)

ضغط الاختبار كج/سم^{٢}	سمك بدن الماسورة بالمليمتر	نوع المنتج
١٠ – ١٥	$^{١٠}/_{١٢}$ (٧ + ٠,٠٢ ق)	أ
٢٠ – ٢٥	$^{١٠}/_{١٢}$ (٧ + ٠,٠٢ ق)	ب
٢٥ – ٣٠	(٧ + ٠,٠٢ ق)	حـ

ق = القطر الاسمى بالمليمتر

∴ سمك بدن ماسور ١٢″ ب = $^{١١}/_{١٢}$ (٧ + ٠,٠٢ × ٣٠٠) = ١١,٩مم

ب – المواسير من الزهر المرن:

تصنع مواسير الزهر المرن بطريقة الطرد المركزى فى قوالب معدنية بأقطار قياسية ١٠٠ مم، ١٥٠ مم، ٢٠٠ مم، ٣٠٠ مم، ٤٠٠ مم، ٥٠٠ م، ٦٠٠مم، 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 طبقا للقطر الاسمى كالآتى:

من قطر ١٠٠ مم حتى ٣٠٠ مم ضغط الاختبار = ٠,٥ + (١ + K)^{٢}

من قطر ٤٠٠ مم حتى ٦٠٠ مم ضغط الاختبار = ٠,٥ K^{٢}

من قطر ٧٠٠ مم حتى ١٠٠ مم ضغط الاختبار = ٠,٥ + (١ – K)^{٢}

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

∴ ضغط الاختبار = ٠,٥ × K^{٢} = ٠,٥ × ١٠^{٢} = ٥٠ جوى

openkanar.com

وضغط الاختبار لماسورة ٣٠٠ مم = ٠,٥ + (١ + K)^{٢} = ٦٠ جوى

وضغط الاختبار لماسورة ١٠٠ مم = ٠,٥ + (١ – K)^{٢} = ٤٠ جوى

سمك بدن الماسورة من الزهر المرن طبقا للقطر الاسمى:

لحساب سمك بدن الماسورة تستخدم المعادلة التالية:

(القطر الاسمى × ٠,٠٠١ + ٠,٥) K = سمك البدن بالمليمتر

حيث K = معامل يساوى ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢

مثال: لماسورة k = ١١

سمك البدن لقطر ٥٠٠ مم = ١١ (٥٠٠ × ٠,٠٠١ + ٠,٥) ١١مم

سمك البدن لقطر ١٠٠ مم = ١١ (١٠٠٠ × ٠,٠٠١ + ٠,٥) ١٦,٥مم

ولحساب ضغط الاختبار وسمك البدن لماسورة ٤٠٠ مم حيث K = ٩

ضغط الاختبار = ٠,٥ × ١٠ K^{٢} = ٠,٥ x ٨١ = ٤٠ جوى

سمك البدن = (٥٠٠ × ٠,٠٠١ + ٠,٥) ٩ = ٩ 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 = ١٠، ٩.

obeikandl.com

جدول (٢٠) يوضح سمك البدن وضغط الاختبار للمواسير
من الزهر المرن ذات معامل K = ١٠ ، ٩

القطر الاسمى مم	K = ١٠			K = ٩		
	القطر الخارجى مم	سمك البدن مم	ضغط الاختبار كج / سم٢	القطر الخارجى مم	سمك البدن مم	ضغط الاختبار كج / سم٢
١٠٠	١٨٨	٦	٦٠	١١٨	٥,٤	٥٠
١٥٠	١٧٠	٦,٥	٦٠	١٧٠	٥,٨٥	٥٠
٢٠٠	٢٢٢	٧	٦٠	٢٢٢	٦,٣	٥٠
٣٠٠	٣٢٦	٨	٥٠	٣٢٦	٧,٢	٥٠
٤٠٠	٤٢٩	٩	٥٠	٤٢٩	٨,١	٤٠
٥٠٠	٥٣٢	١٠	٥٠	٥٣٢	٩,	٤٠
٦٠٠	٦٣٥	١١	٤٠	٦٣٥	٩,٩	٤٠
٧٠٠	٧٣٨	١٢	٤٠	٧٣٨	١٠,٨	٣٢
٨٠٠	٨٤٢	١٣	٤٠	٨٤٢	١١,٧	٣٢
٩٠٠	٩٤٥	١٤	٤٠	٩٤٥	١٢,٦	٣٢
١٠٠٠	١٠٤٨	١٥	٤٠	١٠٤٨	١٣,٥	٣٢

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 الأسيتوس.

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

obeikandl.com

أ- مكونات مواد الصنع:

الأسمنت: يستخدم الأسمنت عالى الألومنيا (المقاوم) فى صناعة مواسير المياه قليله العسر وقليله الفلويه 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 الخلطه الخرسانية أو المونة الأسمنتية.

الماء: يجب عدم زيادة الكلوريدات فى الماء المستخدم فى صناعة الخلطه 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/ سم٢

بعد ٧ يوم ٢٤٠ كج/ سم٢

بعد ٢١ يوم ٤٠٠ كج/ سم٢

النفازيه (Permeability) لا تزيد عن ١٠٠ مم٣ / سم٢ / ٢ساعة بالإضافة الى توفير اللدونة (Plasticity) للخلطة بما يمكن من حسن إستخدامها (Workability).

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

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

ب- المواسير من الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة:

المواسير من الخرسانة العادية تصنع بدون تسليح بأقطار لا تزيد عن ٦٠٠ مم وتستخدم فى خطوط الانحدار فقط وضغط الإختبار لها هو ١,٥ جوى.

المواسير من الخرسانة المسلحة والتى لها تسليح داخلى وتسليح خارجى يوضع فى فورمه حديديه حيث تصب الخرسانة، تنزع الفورمه بعد ٣ يوم حتى تمام الشك النهائى.

جـ- 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 الماسوره يتم إختبار اللحام ثم الإختبار الهيدروستاتيكى للماسورة بضغط ١,٥ جوى لتأكيد عدم تسرب المياه لتكون حاجز مانع لنفاز 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/ مم٢ ولا

يزيد عن ٧٥٪ من جهد الخضوع. يوضع السلك سابق الاجهاد ويلف حلزونيا حول الطول الكلى للماسورة طبقا لفاصل (Pitch) بمعدل ٣٠-٥٠ سلك فى المتر. يتم تشذيب الماسورة من الداخل لتحسين خواص التدفق. قبل وضع طبقة التغطية الأخيره فإن الماسورة تختبر هيدروستاتيكيا الى ١,٥ ضعف ضغط التشغيل المقترح. ثم يتم تغطية السلك سابق الاجهاد بطبقة من المونه الأسمنتيه 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 وبضغوط إختبار من ١٦ الى ٣٢ ضغط جوى.

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

الماسورة الخرسانيه بدون الأسطوانة الصلب:

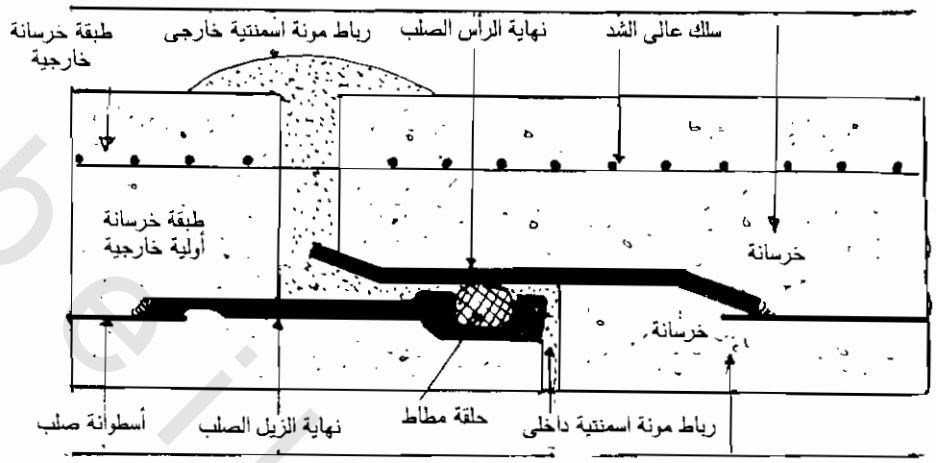
فى المرحلة الأولى لانتاج الماسورة بدون الأسطوانة الصلب يتم وضع أسياخ تسليح عالية الشد طوليا فى قالب من الصلب. يتم شد الأسلاك الى الإجهاد التصميمى وتثبيتها فى حلقات نهاية على كلا جانبى القالب الصلب. حلقات النهاية وسيلة للتثبيت الطولى وتعمل كذلك كسطح التوصيل للماسورة. ينقل القالب الى ماكينه صب خرسانية 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 اللف الحلزونى لسلك الصلب عالى الشد حول الماسورة طبقا لجهد شد محدد. يتوقف قطر السلك والفاصل (Pitch) على ضغط الإختبار للماسوره وقطرها. وتستكمل الماسورة بالتغطية الميكانيكية للماسورة (للسلك سابق الإجهاد) بطبقة من الخرسانة الغنيه الكثيفة المحتوية على ركام صغير الحجم والتى تحقن بعد خلطها من قادوس على سطح الماسورة التى تدور أفقيا 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 لنفاذ المياه. ضغط الإختبار الذى يتم فى الموقع يجب ألا يزيد عن ضغط التشغيل للماسورة. حيث عادة يحدد ضغط التشغيل بحوالى ٣/٢ ضغط إختبار الخط. أقصى ضغط تشغيل قد يزاد تحت ظروف الاضطراب الهيدروليكى (Surge) على أساس عدم زيادته عن ٤٠ ٪ من ضغط التشغيل.

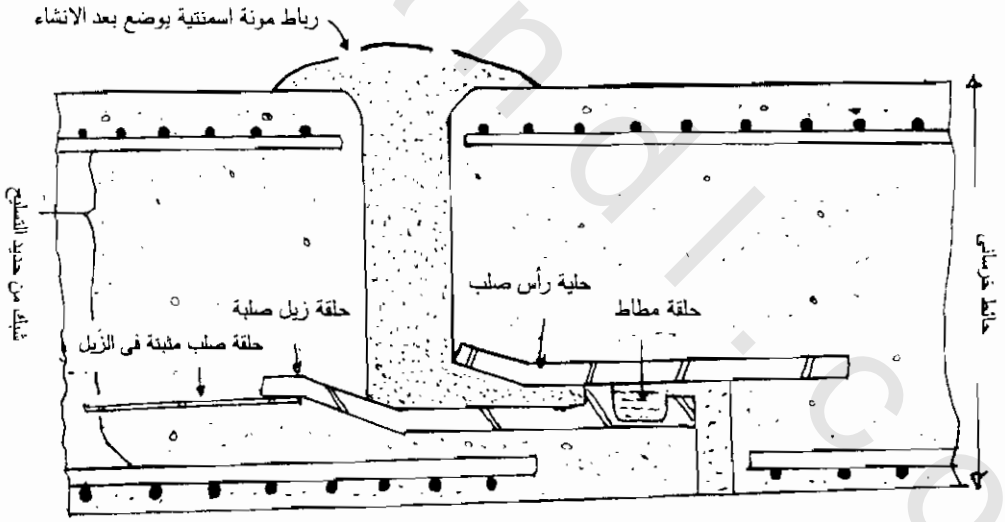
فى عملية الانتاج قد تسبب الاضافات للخلطة الخرسانية التآكل للسلك ولذلك فهذا غير مصرح به. وفى حالة التربة العدوانية يستخدم الاسمنت عالى الألومنيا أو التغطية بالكولتار وفى حالات معينة يمكن عمل الحماية الكاثوريه للسلك سابق الإجهاد وللأسطوانة الصلب.

القطع للماسورة بالأسطوانة الصلب تختلف عن الماسورة بدون أسطوانة صلب. وهذه تشمل التيهات، وصلات الحيود (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 الاختبار الهيدروستاتيكى للماسورة يجب أن تملأ وتضغط بالماء لعدة أيام مثل عمل الاختبار الهيدروستاتيكى (والحماية الداخلية) وذلك للسماح للخرسانة الداخلية بامتصاص المياه. ويمكن معرفة تمام إمتصاص المياه بواسطة الماسورة يعمل منحنى للمياه المضافة للمحافظة على استمرار الضغط مقابل الوقت. وهذا الاختبار يتم بهذه الطريقة لجميع المواسير الأسمنتية وكذلك مواسير الأسبستوس.



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



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

د- مواسير الأسبستوس: جدول (٢١)

مواسير الأسبتوس ذات قيمة عندما تكون التربة شديدة العدوانية بالنسبة للصلب والزهر وهى تستخدم عادة فى نقل المياه ومياه الصرف.

تصنع مواسير الأسبتوس من شعيرات الأسبتوس الطبيعى والأسمنت وقد يضاف مسحوق الرمل (CrushedSand). وتصنع بطريقتين طبقا لنوع الأسمنت المستخدم وهما درجة Π التى يستخدم فى إنتاجها الأسمنت عالى الألومنيا ودرجة I المستخدم فى إنتاجها الأسمنت البورتلاندى العادى- كما أن الماسورة تنتج بدرجات أ، ب، جـ، د، هـ بضغوط إختبار ٦، ١٢، ١٨، ٢٤، ٣٠ جوى حيث يختلف سمك بدن الماسورة طبقا لضغط الإختبار.

عملية تصنيع ماسورة الأسبستوس تتم باستخدام الأسمنت وتسليحه 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 قوقها 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 والإختبار الهيدروستاتيكى الذى يتم بضغط ضعف ضغط التشغيل للماسورة. عادة يتم غمر ماسورة الأسبستوس فى حوض به بثيومين سائل. تصنع الماسوره بأطوال ٣، ٤، ٥ متر وبأقطار من ٤" حتى ٢٨" (من ١٠ مم حتى ٧٠٠ مم).

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

ماسورة الأسبستوس لها هشاشة الى درجة ما وخاصة فى حالة الأقطار الصغيرة. المواسير بأقطار أقل من ٢٠ مم (٤″) لا تتحمل الإجهادات الناتجة فى حالة كونها دعامة رأسية (Beam Stress) وتتحطم بسهولة فى حالة التداول الخاطىء. كثيرا ما يحدث تلف لمواسير الأسبستوس أثناء النقل والتداول، كما يجب تجنب الارتطام لنهايات الماسورة الذى يمكن أن يسبب شروخ شعرية والتى 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 فى حالة المواسير الخرسانية وسابقة الإجهاد).

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

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

هـ- المونة الأسمنتيه المبطنه لمواسير الزهر والصلب

نظرا للمكون الأسمنتى فى إنتاج هذه المواسير. وبهدف الإطمئنان الى سلامة البطانة الأسمنتية والتى يتراوح سمكها ما بين ٣مم حتى ١٢مم طبقا لسمك الماسورة وذلك من ناحية تمام التصاق البطانة بسطح المعدن وعدم وجود تطبيل والذى 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 الهيدروستاتيكى للماسورة بعد ٧ أيام من وضع البطانة الأسمنتية. حيث يتم ضخ الماء فى الماسورة لمدة ٤-٦ ساعة للتشبع البطانة الاسمنتية. وعند الإختبار تزاد كمية المياه الممتصه وتختبر الماسورة. وتكون النتيجة كشف مناطق التطبيق 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)

القطر الاسمى	القطر الداخل بالبوصة	قوة التهشم كج/سم٢ Crushing Strength				
		١٠٠ سمك الجدار	١٥٠ سمك الجدار	٢٢٠ سمك الجدار	٢٥٠ سمك الجدار	٣٥٠ سمك الجدار
٦	٦,٠	″٠,٤٦	″٠,٤٩	″٠,٥٧		
٨	٨,٠	٠,٥١	٠,٥٢	″٠,٦١		
١٠	١٠,٠	٠,٥٦	٠,٥٨	٠,٦٨	٠,٧٥	″٠,٥٨
١٢	١٢,٠٥	–	٠,٦٣	٠,٧٥	٠,٨٢	″٠,٩٥
١٤	١٤,٠٥	–	٠,٦٨	٠,٨١	٠,٨٩	١,٠٠
١٦	١٦,٠٥	–	٠,٧٣	٠,٨٦	٠,٩٥	١,٠٧
١٨	١٨,٠٥	–	٠,٧٧	٠,٩١	١,٠١	١,١٣
٢٠	٢٠,٠٥	–	٠,٨١	٠,٩٦	١,٠٦	١,١٩
٢٤	٢٤,٠٥	–	٠,٨٩	١,٠٥	١,١٦	١,٣٠
٣٠	٣٠,٠٥	–	–	١,١٢	١,٣	١,٤٥
٣٦	٣٦,٠٥	–	–	–	١,٤٢	١,٥٩

د- المواسير الخرسانية المبطنة بالطوب الأزرق بطريقة الفرم من المطاط:

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

جدول (٢١- أ) سمك وقطر مواسير الأسبستوس:

أ- مواسير الضغط (Pressure Piper)

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

obeikandl.com

٨- المواسير من المواد الخاملة:

وهذه تشمل مواسير البلاستيك ومواسير الفخار المزجج.

المواسير البلاستيك (Plastic Pipes)

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

أ- المواسير من الثيرموبلاستيك:

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

ABC - Acrylonitrile Budiene styrene
BVC - Poly Vinyl Chloride
PB - Poly Butylene
PE - Poly Ethy lene
PL - Poly propy lene
PVCF - Polyvinylidine Flouride
CPVC - Chlorinated Polyvinyl Chloride
UPVC - Unplasticised Pvc

مواسير البلاستيك التى تستخدم فى 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) هى متوسط القطر الخارجى للماسورة مقسوما على أدنى سمك لبدن الماسورة.

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

مواسير البلاستيك عموما لا تحتاج الى حماية داخلية أو خارجية عند استخدامها فى مشروعات المياه والصرف الصحى ولكنها تتلف فى التربة المحتوية على مخلفات عضوية أو فى 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 البي في سي PVC:

مواسير بى فى سى والقطع المخصوصة لونها رمادى للجدول (٤٠، ٨٠، ١٢٠) وتوجد مواسير ذات اللون الأبيض أو الأزرق. واختلاف اللون يرجع الى المواد المضافة للون وكذلك لمادة المليء التى تكون عادة من كربونات الكالسيوم المرسبه. وفى 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 فهى تستخدم كمواسير ضغط ومواسير إنحدار فى شبكات المياه والصرف الصحى كما تستخدم فى نظم الرى وقيسونات آبار المياه الجوفية. وتوصيل المواسير هى إما باستخدام مذيب أو الحلقة الكاوتش للمواسير بالرأس والذيل أو بالجلبة والقلاووظ أو الفلنجة ومسامير الرباط.

مواسير بي في سي المكلورة: 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 فى الاستخدامات الصناعية التى تتطلب درجة حرارة أعلا من بى فى سى. وتتوفر مواسير بى فى سى المكلورة فى الشكل الصلب. أقصى درجة حرارة للاستخدام هى ٩٩°م حيث تنخفض قدرتها عندئذ بنسبة ٨٥٪ والطرق المستخدمة للتوصيل مثل مواسير بى فى سى.

(٢) مواسير البولي إيثيلين: (PE)

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

(٣) مواسير البولي بروبيلين (PL):

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

جدول (٢٢) ضغط الإختبار ونسبة الأبعاد القياسية:

cpvc - pvc			PE		
رطل/بوصة	كجم/سم٢	SDR N°	رطل/بوصة	كجم/سم٢	SDR N°
٣١٥	٢٢,١٥	١٣,٥	١٦٠	١١,٢٥	٩
٢٥٠	١٧,٥٧	١٧	١٣٠	٩,١٤	١٣,٥
٢٠٠	١٤,٠٦	٢١	١٠٠	٧,٠	١٧
١٦٠	١١,٢٥	٢٦	٨٠	٥,٦٢	٢١
١٢٥	٨,٦٩	٣٢,٥	٦٥	٤,٥٧	٢٦
١٠٠	٧,٠	٤١	٥٠	٣,٥١	٣٢,٥
٦٣	٤,٤٣	٦٣			

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

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

معامل التحويل من رطل/ بوصة مربعة الى كج/ سم٢ إقسم على ١٤,٢٢٣ معامل التحويل من رطل/ بوصة مربعة الى كيلو بار اضرب فى ٦,٨ .

obeikandl.com

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

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

يتم ضرب ضغط الاختبار فى معامل التصحيح يعطى حيث ضغط الاختبار عند درجة الحرارة المعينة.

ضغط التشغيل للخط ٥٠٪ من ضغط الاختبار للماسورة.

obeikandl.com

ب - مواسير البلاستيك من الثريموسيت المسلحة:

(ReinForced Thermosetting Resin Pipes)

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

ومن هذه المواسير ودرجات حرارة التشغيل

الإيبوكسى المسلح بالصوف الزجاجى Epoxy	١٤٩°م
البولى إيستر المسلح بالصوف الزجاجى Polyester	١٠٧°م
الفينيل ايستر 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 الثيرموبلاسيت 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 PlasticGRP) والتى تصنع من البولى إيستر والصوف الزجاجى والرمل. فى بعض الحالات إستخدم البولى ايستر كمادة بلاستيك مفضلة لرخص التكاليف بالإضافة الخصائص الطبيعية الجيدة والقدرة على التشكيل بدون ضغط. توجد مواد أخرى تتفوق على البولى إيستر فى مجالات معينة مثل المقاومة للكيماويات والحرارة مثل مادة الإبيوكس 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.

obeikandl.com

مواد الملىء تضاف الى البلاستيك لتحسين الخواص الطبيعية ولخفض التكاليف. تختلف طرق لف شعيرات (نسيج) الفيبرجلاس فى إنتاج المواسير ولكن كل طرق الانتاج تشمل وضع الراتنج المسلح بالصوف الزجاجى على أسطوانة من الصلب أو من الخشب. وتختلف طرق الانتاج أساسا طبقا للزاوية التى يوضع بها التسليح من الصوف الزجاجى. فعند اللف الحلزونى لشعيرات الصفوف الزجاجى بزاوية ٥٤,٧° على محور الماسورة يوفر أقصى زاوية للإجهاد المحيطى والمحورى. وعند لف شعيرات الصوف الزجاجى بالدوائر المتعامدة على زوايا صفر، ٩٠° 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 البدن) وهذا النوع من المواسير يختلف عن مواسير GRP التقليدية فى أنه يسمى RPM وهو اختصار (Reinforced Plastic MatrixPipes) 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 ٦ جوى ومواسير الضغط المنخفض على ضغط ١٢ جوى ومواسير الضغط المتوسط والعالى بضغط إختبار ٢٠، ٢٤، ٣٠، ٣٢ جوى. تنتج الماسورة بأطوال مختلفة طبقا لطلب العميل. سمك بدن الماسورة يختلف طبقا لضغط الاختبار. وتنتج بأقطار ٦" حتى ٨٠" .

وتجرى على هذه المواسير عدة إختبارات طبيعية وميكانيكية وكيماوية وهيدروستاتيكية بمعدلات مختلفة منها إختبار الضغط الهيدروستاتيكى وقياس الأبعاد والتخانة والاستدارة والنهايات بنسبة ١٠٠ ٪ على المواسير المنتجة أما إختبار الحرق لتعيين كمية البولى إيستر والمواد المضافة وشكل نسيج الصوف الزجاجة وكميته تقيم بالنسبة للكمية المباعة مرة

واحدة. وكذلك إختبارات الإجهاد الطولى والإجهاد المحيطى واختبار الانفعال على المدى الطويل والمدى القصير فيتم كذلك على عينة من الكمية المباعة. أما الاختبار الهام فهو إختبار الجساءة (Stiffness) والذى يتم بتجميل 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. وتجرى 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 البلاستك من الثيرموبلاستك 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 الثيرموبلاستيك ومزايا الثيرموسيت المسلح بالصوف الزجاجى لما له من صلابة.

كما يمكن كذلك استخدام المعادن مع البلاستيك لانتاج 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 (الثيرموبلاستيك فى الحالتين). عندئذ تتوفر للماسورة المتانة الخاصة بالمعدن وقوة التحمل ومقاومة التآكل لمادة البلاستيك.

جـ- 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) والخلط بالماء فى خلاطات خاصة حلزونية لانتاج عجينه تصنيع الماسورة. يتم تشكيل الماسورة طبقا للقطر الاسمى وسمك البدن فى فرم خاصة لكل منتج. يتم حرق الماسورة فى أفران إما ثابتة أو نفقية (Tunnel) عند درجات حرارة متدرجة ولمدد 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 والذى يعادل ١,٥ السمك العادى فى حالة الاستخدام بالتحميل الزائد تختبر الماسورة بضغط هيدروستاتيكى ٠,٧ جوى لمدة ٥ ثوان بمعدلات خاصة طبقا للقطر. كما تجرى إختبارات التهشيم ومقاومة الأحماض والقلويات وإختبارات التحميل وامتصاص المياه.

تضع المواسير والقطع بالراس والذيل والتوصيل بحبل القلفاط والمونة الاسمنتيه ويفضل استخدام الوصلة المرنة (مادة البلاستيك مبطنة 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 (RigidJoints)

وصلات شبه صلبه (Semi RigidJoints)

وصلات مرنة (Flexible)

أ- الوصلات الصلبة:

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

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

(١) اللحامـــات:

اللحامات لمواسير الصلب:

لحام قورة فى 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 كالآتى شكل (٣٧) .

- يتم القطع العمودى للماسورة باستخدام المنشار اليدوى أو باستخدام قاطع مواسير البلاستيك (PlasticPipe Cutter) .
- يتم إزالة كل الشوائب من نهاية الماسورة وكذلك أى رطوبة أو أتربة.
- تستخدم فرشه التوسيع المناسبة طبقا لقطر الماسورة المستخدمة كما فى 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 ببطىء عند التثبيت ثم الامساك 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.

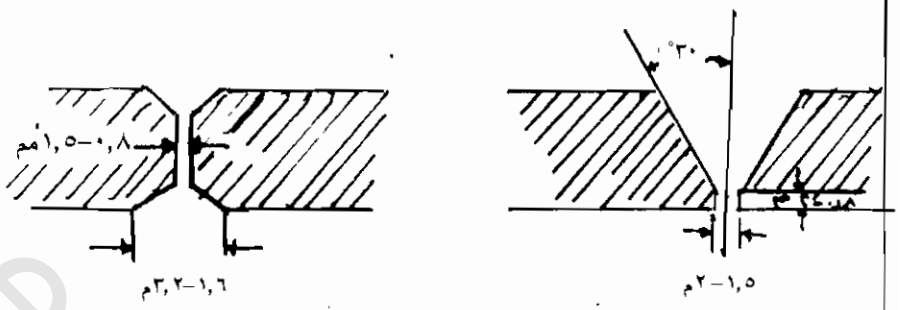
جدول (٢٥) فرشة التوسيع للماسورة البلاستك حسب قطر الماسورة

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

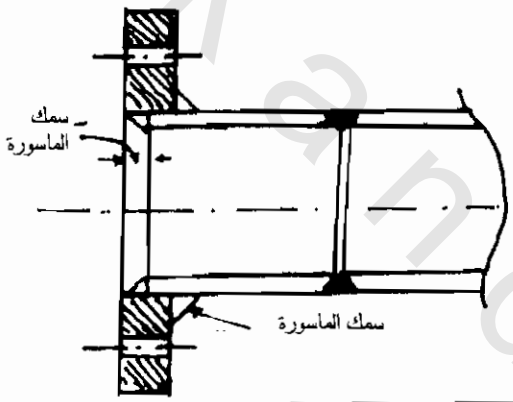
جدول (٢٤) ، الشك الأولى والنهائى لمادة اللصق فى درجة حرارة ١٥- ٤٠ م

القطر	بوصة ملميتر	١/٢ - ١ ١/٤ ١٥ - ٣٢	١ ١/٢ - ٣ ٤٠ - ٨٠	٣ ١/٢ - ٨ ٩٠ - ٢٠٠	١٠ - ١٤ ٢٥٠ - ٣٥٠	١٦ - ٢٤ ٤٠٠ - ٦٠٠
الشك الأولى		١٥ ق	٣٠ ق	١ ساعة	٢ ساعة	٤ ساعة
الشك النهائى		١ - ٦ ساعة	٢ - ١٢ ساعة	٦ - ٢٤ ساعة	٢٤ ساعة	٤٨ - ٧٢ ساعة

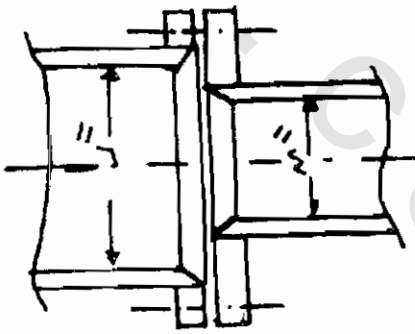
الشك (التصلب) الأولى يمكن من الانشاء العادى والتداول، الشك النهائى يمكن من التشغيل تحت ضغط. يلزم زيادة زمن الشك ٥٠٪ فى الأماكن الرطبة.



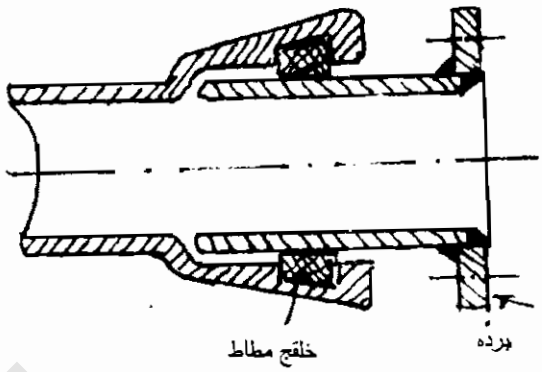
شكل (٣١) شطف النهايات لعمل اللحامات اليدوية



شكل (٣٢)
لحام فلنجة بالرقبة فى ماسورة صلب



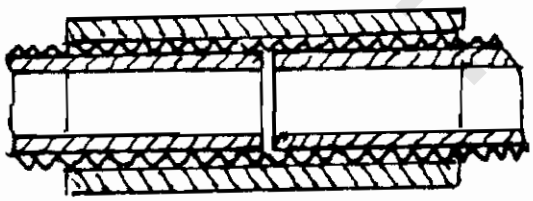
شكل (٣٣)
فلنجات لتوصيل الأقطار المختلفة



شكل (٣٤)

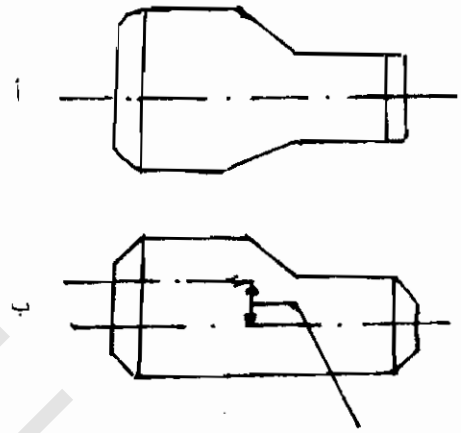
فلنجة برقبة لتوصيل ماسورة بالفلنجة

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



شكل (٣٥)

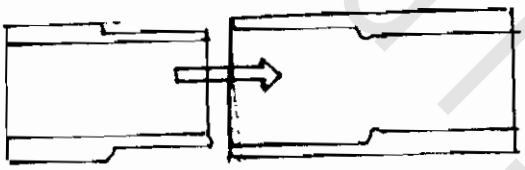
جلبة لتوصيل طرفى ماسورتين صلب بالفلاووظ



شكل (٣٦) المساليب

أ- مسلوب مركزى

ب- مسلوب غير مركزى



شكل (٣٧)

اللحام بالمذيب للمواسير

PVC

obeikandi.com

لحام مواسير البولي إثيلين (PE)

يتم لحام مواسير البولى إثيلين بالحرارة المباشرة أو الغير مباشرة على أسطح الاتصال. تجرى اللحامات للمواسير بالرأس والزيل حيث يتم إدخال الزيل فى الرأس أو اللحام قورة فى قورة للنهايات المستوية والتى تلتصق تحت الضغط أثناء التسخين.

تستخدم تقنيات خاصة للتحكم فى درجة الحرارة والضغط واستقامة المواسير بعد اللحام لتجنب الأخطاء البشرية.

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

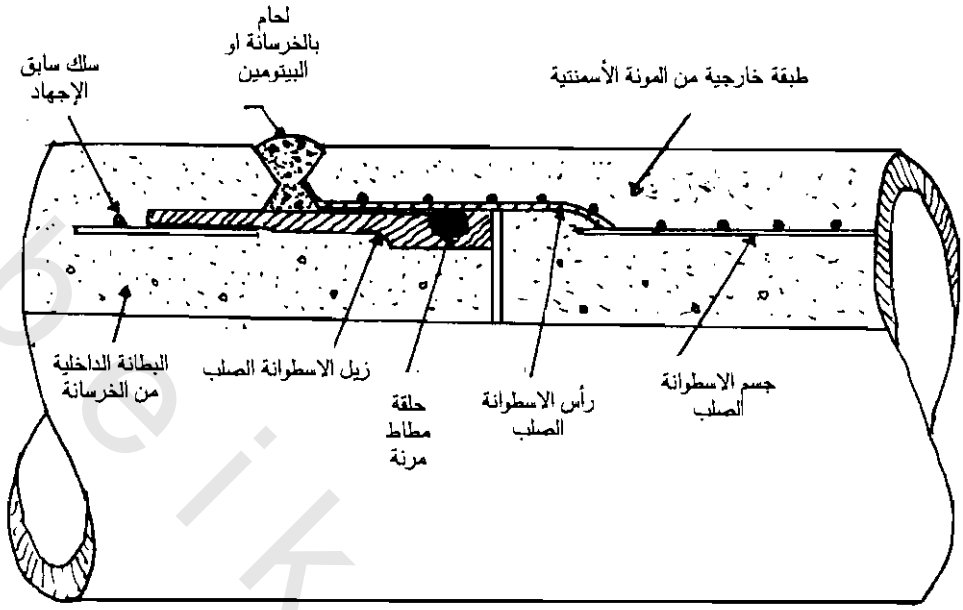
التوصيلات شبه الصلبة تشمل لحام الرأس والذيل لمواسير الزهر والصلب مع ملىء الفراغ بالرصاص أو مركب الأسسيتوس. والجى بولت (Gland Bolt) لمواسير GRB، الأسسيتوس، الخرسانة ، الملحة، البلاستيك بنهايات مستوية.

الوصلات المرنة: Flexible Joint

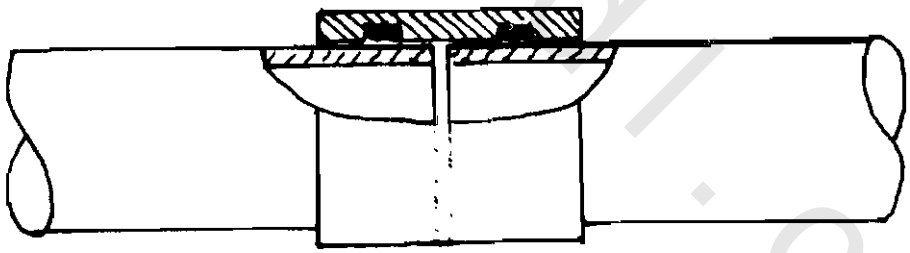
وهى إما بالحلقة المطاط المفردة كما فى حالة مواسير البلاستيك راس وذيل ومواسير الزهر أو الصلب أو الخرسانة سابقة الإجهاد ذات الرأس والذيل.

أو بالحلقة المطاط المزدوجة كما فى حالة مواسير الفخار راس وذيل بالوصلة المرنة او الوصلة المنيانى المستخدمة فى مواسير الأسستبوس حيث تستخدم جزء من ماسورة لربط ماسورتين ويكون الفاصل بين السطح الداخلى للرباط والسطح الخارجى للمواسير حوالى اسم ليسمح بتمدد الأسمنت عند الالتصاق بالماء.

توجد وصلات بالمونة الأسمنتية فقط وهى تعتبر من الوصلات الصلبه. وتستخدم فى مواسير الفخار راس وزيل وفى مواسير الخرسانة سابقة الإجهاد راس وزيل، حيث يتم الملىء بالقلفاظ وهو شريط من الأسسيتوس المعالج ثم إكتمال العمه بالمونة الأسمنتيه. فى التربة الحامضية يتحول أكسيد الكالسيوم فى الاسمنت الى الكبريتات وتحدث زيادة فى الحجم وتشقق فى الرباط الأسمنتى والذى يسبب التسرب. ولذلك يفضل استخدام الوصلة المرنة باستخدام الحلقة المطاط فى مثل هذه الحالات. أى استخدام الوصلة المرنة بدلا من الوصلة الصلبة. أنواع الوصلات شكل (٤٢).



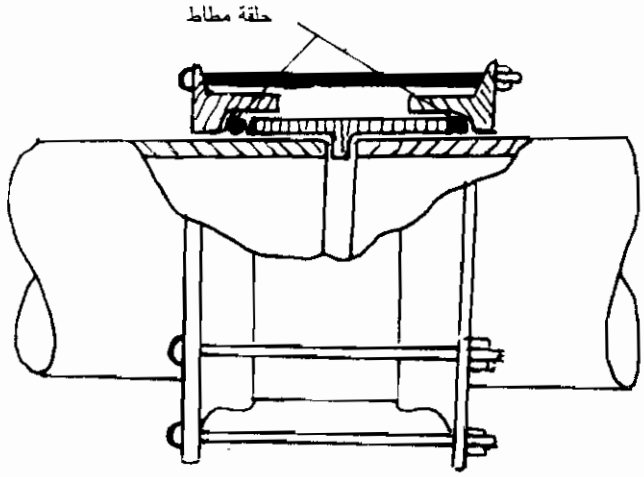
شكل (٣٨) التوصيل لمواسير سابقة الإجهاد بالأسطوانة الصلب



شكل (٣٩)

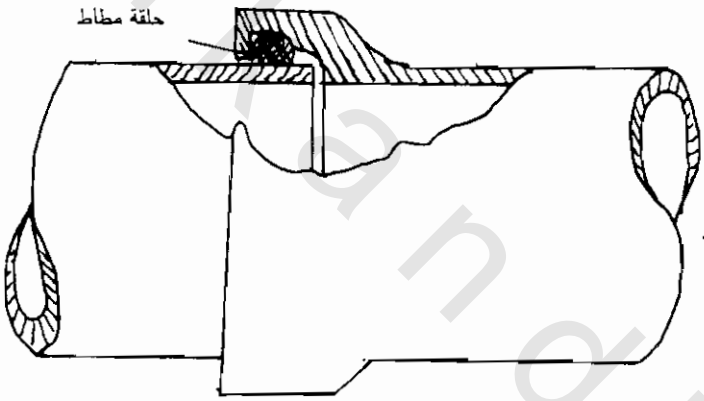
الوصلة المنيانى باستخدام، حلقة مطاط لمواسير الأسبستوس

obeikandl.com



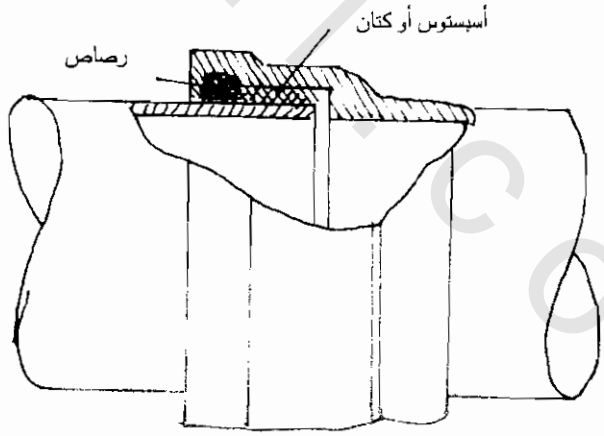
شكل (٤٠)

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



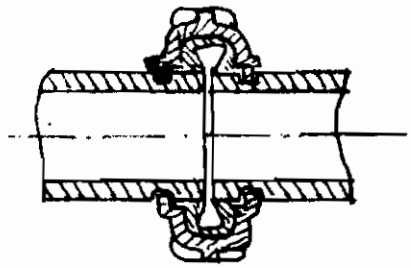
شكل (٤١- أ)

الوصلة المرنة بالحلقة المطاط للمواسير براس وزيل

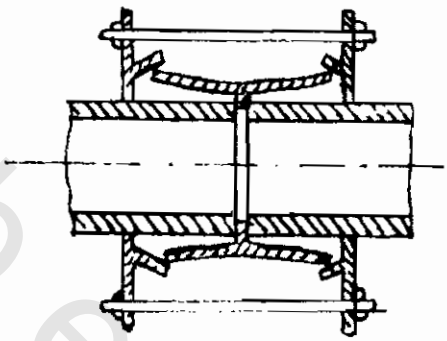


شكل (٤١- ب)

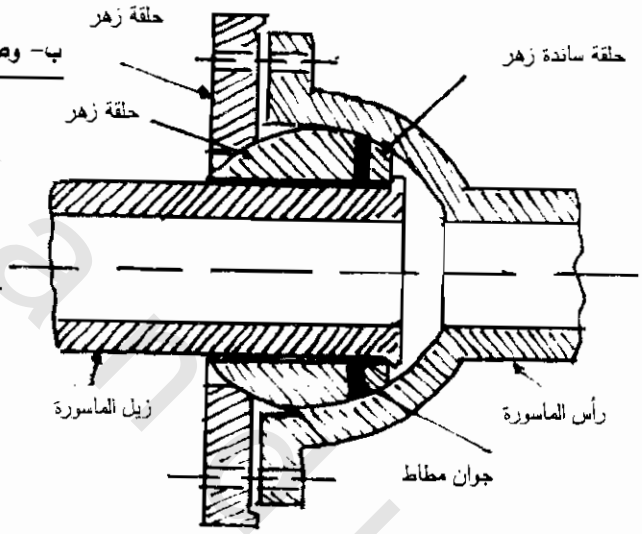
الوصلة راس وزيل بالملىء



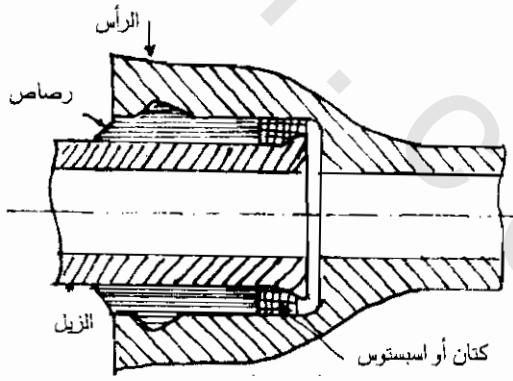
أ- وصلة Victaulic



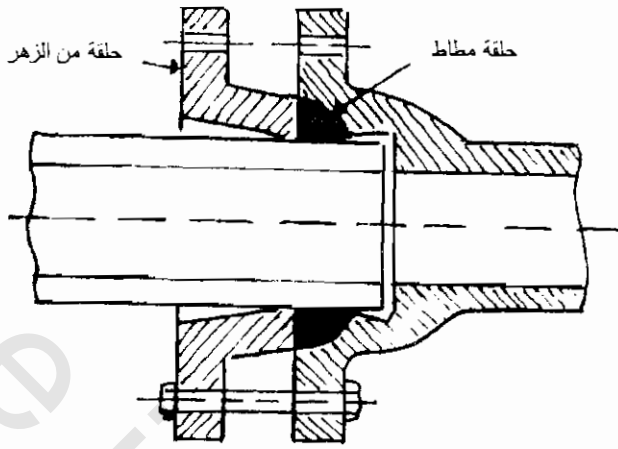
ب- وصلة الغطاء (Dvesser Coupl)



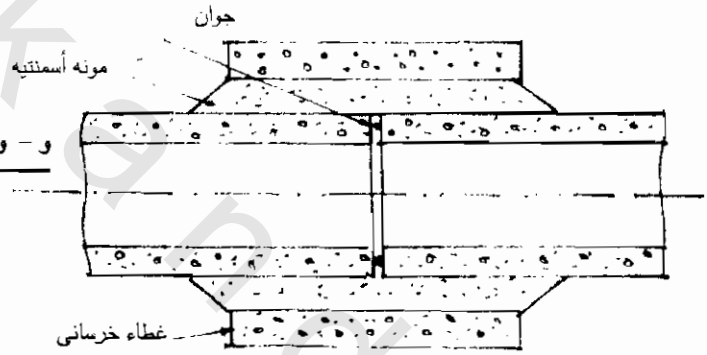
جـ - وصلة مرنة



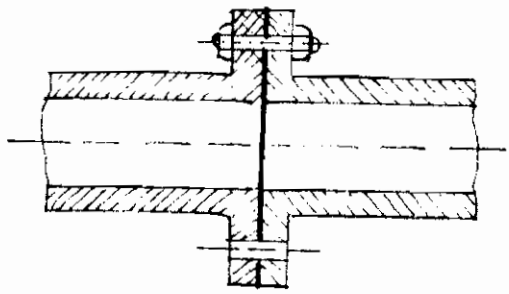
د - توصيل الراس والزيل باستخدام الرصاص



هـ – وصلة تمدد



و – وصلة غطاء خـرسـانى



ز – وصلة للمواسير الصلب بالفلنجات

شكل (٤٢) أنواع الوصلات (أ– ز)

جـ- الجوانات والحلقات المطاط المستخدمة في التوصيل:

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

يجب أن تكون الجوانات أو الحلقات المطاط بالحجم الكافى لملىء الفراغ وأن تكون من قطعة واحدة بما يجعلها محكمة وغير منفذه للمياه. وأن يكون السطح أملس خالى من الثقوب والشقوق والعيوب المماثلة.

يكون المطاط المستخدم بما لا يقل عن ٥٠ ٪ من المطاط الصناعى أو المخلوط فرز أول والباقى ما لا يقل عن ١٠ – ٢٠ ٪ من مادة SBR- 1500 للمحافظة على كفاءة الخاصية المطاطية والباقى مواد ملىء 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 ٢/١".

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

تجرى اختبارات حلقات المطاط (أو الجوانات) 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 لاحكام عدم التسرب أو التلف.