

الباب الخامس

حديد التسليح

(Steel Reinforcement)

مقدمه :

اولا انواع حديد التسليح

(١) الصلب الطرى العادى

(ب) الصلب عالى المقاومة

ثانيا : صناعة حديد التسليح

(١) الصلب الطرى العادى

(ب) صلب ٥٢

(ج) الصلب المعالج على البارد

(د) الاسلاك ذات المقاومة العالية للخرسانة سابقة الاجهاد .

ثالثا : خام حديد التسليح

رابعا : المواصفات القياسية لاسياخ الصلب لتسليح الخرسانة م : ق ١٩٦٢ / ٢٦٢ -

خامسا : اشتراطات اسس التصميم والتنفيذ لحديد التسليح

سادسا : المواصفات القياسية للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة في الخرسانة

سابقة الاجهاد م . ق ١٩٦٢ / ٢٦٣

١ - مقدمة :

إن تحمل الخرسانة لقوى الشد ضعيف جداً لذلك يوضع الصلب داخل الخرسانة في أماكن لإجهادات الشد ليتولى عنها تحمل هذه الإجهادات . ويسمى ذلك الصلب « حديد التسليح » كما تسمى تلك الخرسانة « بالخرسانة المسلحة » . وقد بدأ استخدام حديد التسليح سنة ١٨٥٤ حيث حصل بوقلاند وبلكنسن على براءة اختراع عما أسماه « استخدام الأسياخ المبطة والحبال الصلب المبرومة لتقوية الخرسانة في الأجزاء التي يتولد بها شد » . وفي عام ١٨٦٥ قام بتشيد أول مبنى من الخرسانة المسلحة واستخدمت حبال مبرومة من الصلب وضعت في قاع الكرات حيث أخذت هذه الحبال ميل حوالى ٣٠° في نهايتها قبل أن تثبت في نهاية الكرة أو الحائط من الجانبين .

وفي عام ١٨٦٧ أنشأ مونييه بلاطات خرسانية باستخدام أسلاك رفيعة واستخدمت بعد ذلك أسياخ الصلب في تسليح الخرسانة . وفي عام ١٨٨٤ قام مهندس بالولايات المتحدة الأمريكية بإجراء لي أسياخ الصلب مربعة القطع بهدف رفع درجة تماسك بين الخرسانة وحديد التسليح وقد سجلت تجاربه أن البلاطات المسلحة بهذه الأسياخ فاقت قدرتها على التحمل البلاطات المائلة عند استخدام نفس التسليح بدون إجراء عملية اللي .

ومنذ استخدام الخرسانة المسلحة في أوائل القرن العشرين وضعت مواصفات الإجهادات المسموح بها لأسياخ حديد التسليح على أساس أن إجهاد التشغيل لا يتعدى نصف إجهاد الخضوع . وقد حددت المواصفات البريطانية سنة ١٩٠٧ إجهاد التشغيل لحديد التسليح بما قيمته ١٠,٥ كجم/مم^٢ عدلت إلى ١١,٥ كجم/مم^٢ سنة ١٩١١ ثم إلى ١٢ كجم/مم^٢ بعد ذلك حيث كان حديد التسليح هو الصلب الطرى العادى المعروف بصلب ٣٧ الذى يشترط في مقاومته للشد ألا تقل عن ٣٧ كجم/سم^٢ كما أن إجهاد الخضوع له لا يقل عن ٢٤ كجم/مم^٢ .

ثم بدأ بعد ذلك ظهور حديد التسليح عالى المقاومة في أمريكا وعم إنتاجه أوروبا فانتجت إنجلترا الكرومودور وفرنسا الحديد ٤٨ وألمانيا الحديد ٥٢ وجميعها من الصلب المنتج بالدلفنة والغرض من استخدام هذا النوع من الصلب في تسليح الخرسانة

هو الورق في كيات الحديد المستخدمة وما يتبعه أيضا من إمكان الاختصار في أبعاد الخرسانة نفسها .

واتجه التفكير بعد ذلك إلى إمكان الحصول على صلب عالي المقاومة من الصلب الطرى العادى بليه وسحب على البارد الأمر الذى يزيد من حد مرونته ومقاومته للشد . وقد ظهرت في النمسا عام ١٩٢٨ الوصول إلى ذلك فكرة جدل سينجين من الصلب الطرى العادى الدائرى المقطع على بعضهما ليكونا ما يشبه الضفيرة ويسمى صلب أيسنج (Isteg Steel) شكل (٥ - ١) . وفى ١٩٣٥ عدلت تلك الفكرة بلى أسياخ من الصلب الطرى دائرية المقطع ذات تتواءات من الجانبين حيث تأخذ التواءات شكلا حلزونيا برفع حد إجهاد التشغيل إلى ١٧ كجم / مم^٢ ويزيد من التماسك مع الخرسانة



أسياخ مريمه مبدولة

وتسمى تلك الأسياخ تورستال (Torstahl) شكل (٥ - ١)

وبتحسين نوع الصلب المستخدم

أمكن الوصول بإجهاد التشغيل

إلى ٢٠ كجم / مم^٢ حيث

أنتجت بعض أنواع من حديد

التسليح مدلفنة على الساخن في

تشيكوسلوفا كيا تعرف باسم

ركسور (Rozor) وأخرى

في بولانده باسم جريفيل

(Griefel) ، حيث لإجهاد

المنضوع لها ٣٦ كجم / مم^٢ .

وفى الدنمارك ابتكر حديد

تسليح جديد دائرى المقطع وبه



أسياخ ايسنج



أسياخ تورستال



أسياخ تفتور

شكل رقم (٥ - ١)

بعض أشكال أسياخ أحديد التسليح مالى المقاومة

تتواءات على طول السيخ وعرضه عرفت باسم أسياخ تفتور (Tentor) شكل

(٥ - ١) تمرض لعمليات التشغيل على البارد بالشد والى ويصل لإجهاد الضمان

لها حتى ٦٠ كجم / مم^٢ كما يمكن من استعمالها فى التشغيل - باعتبار عامل الأمان

٢,٥ - بإجهاد حتى ٢٤ كج / مم^٢ .

وقد استلزمت صناعة الخرسانة سابقة الإجهاد (Prestressed Concrete) استعمال صلب له مقاومة عالية غير عادية حددتها الأساس التطبيقية بما لا يقل عن ١٠٠ كج/مم^٢ فأنتجت لذلك أسلاك بأقطار من المليمتر واحد إلى عشرة مليمترات بمقاومة قصوى في الشد تتراوح من ١٢٥ كج/مم^٢ حتى ٢٤٠ كج/مم^٢.

وكانت مصر قبل الحرب العالمية الثانية تستورد كل احتياجاتها من حديد التسليح من الخارج من البلاد الأوروبية وانجلترا. وبدأ إنتاج حديد التسليح محلياً بعد الحرب من الحديد الخردة (Scrap iron) التي توفرت من مخلفات الجيوش فألشت بعض مصانع لإنتاج حديد التسليح العادى. ونظراً لأن مصير كميات الخردة المتخلفة من الحرب إلى النفاذ كما أن الخردة التي تتجمع من داخل البلاد لا تكفى لتغذية المصانع وكان من الصعب استيراد كميات كبيرة منها لاحتياج معظم البلاد إلى الخردة المتخلفة عندها وتمهاتها على شراء الخردة من البلاد الأخرى، فإن ذلك حدد العمل بمصانع حديد التسليح. وقد أنقذ الموقف ظهور حركة التصنيع بعد الثورة بإنشاء مصنع الحديد والصلب بحلوان لاستخلاص الحديد من خاماته المتوفرة في البلاد فكان الأساس لإقامة صناعة مستقرة لحديد التسليح بتزويده للمصانع المحلية بكل الحديد لتصنيعها وكذلك بصناعة حديد التسليح أيضاً. فقام مصنع الحديد والصلب والمصانع المحلية الأخرى بالجمهورية (مثل مصنع شركة الدلتا ومصنع شركة النحاس المصرية ... إلخ) بإنتاج أنواع حديد التسليح المختلفة من الحديد العادى وعالى المقاومة للتأخر من الصلب عالى المقاومة صناعياً أو من الصلب العادى بتشغيله على البارد. وكان إنتاج هذه المصانع من الكفاية بدرجة تغطى احتياجات حديد التسليح المطلوبة وكذلك على درجة من الجودة تتفق مع اشتراطات المواصفات القياسية لحديد التسليح.

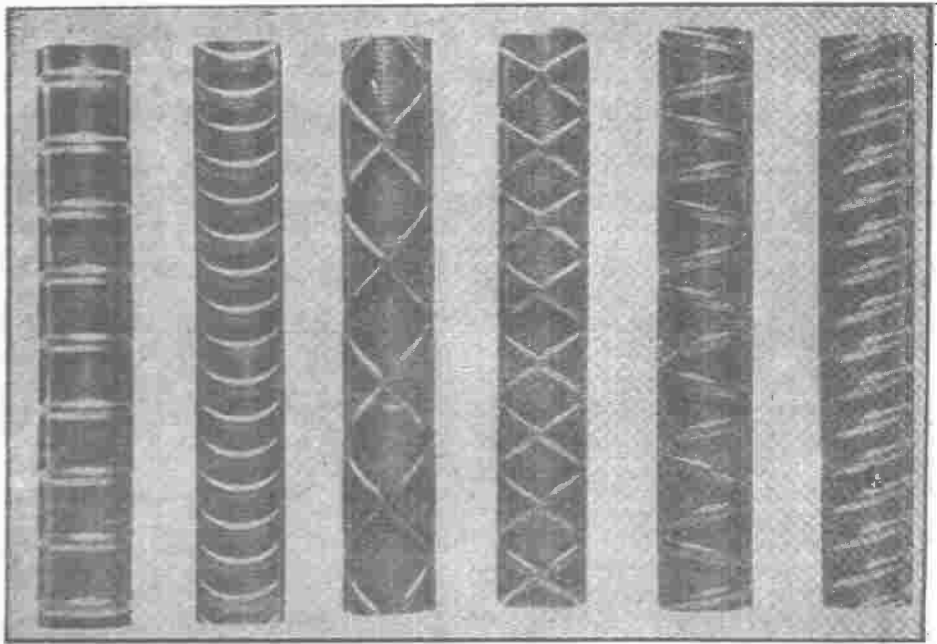
أولاً : أنواع حديد التسليح :

يمكن تقسيم حديد التسليح إلى الأنواع الرئيسية الآتية :

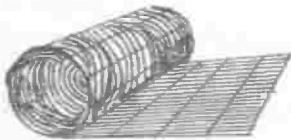
(١) الصلب العادى : Ordinary Mild Steel

ويصنع من الصلب الكربونى حيث يجب ألا تزيد نسبة الكربون فيه عن ٠,٢ ٪ وتكون مقاومته للشد ٣٥ كج/مم^٢ على الأقل. ويكون استعماله في تسليح الخرسانة بإحدى الصور الآتية :

- ١ - أسياخ ملساء (Plain bars) مستديرة المقطع بأقطار تتراوح من ٥ مم إلى حوالي ٥٠ مم وهذه الأسياخ هي الأكثر شيوعاً في الاستعمال لتسليح الخرسانة .
- ٢ - أسياخ ملساء مربعة المقطع وهذه الأسياخ محدودة الاستعمال .
- ٣ - أسياخ ذات نتوءات (Deformed bars) وهي مستديرة المقطع وبها نتوءات عرضية أو طولية أو عرضية وطولية على كامل طولها وذلك بغرض زيادة التماسك (Bond) مع الخرسانة كما في شكل رقم (٥ - ٢) .



شكل رقم (٥ - ٢) أسياخ ذات نتوءات لتسليح الخرسانة

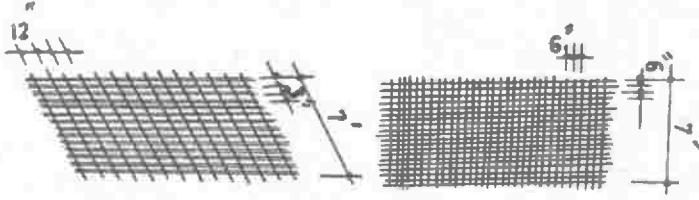


Mesh in roll form

شكل رقم (٥ - ٢) لفة لشبكة
من أسلاك الصلب لتسليح الخرسانة

- ٤ - شبكة (Mesh) مكونة من أسياخ أو أسلاك من الصلب منسوجة أو ملحومة معاً وتكون الشبكة إما مربعة أو معينة الفتحات كما تكون على هيئة حميرة أولفة (Roll) كما يتبين من الشكل رقم (٥ - ٢، ب). وتستخدم هذه الشبكات لتسليح بلاطات الأسقف والطرق وبلاطات الأرضيات. الخ

٥ - الشبك الممدد (Expanded Metal) كما في شكل رقم (٥ - ٤) وتستخدم لتسليح البلاطات أيضاً .



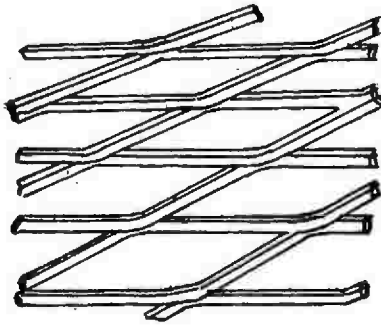
Longitudinal mesh
(Sheets)

6 in. Square mesh
(Sheets)

شبكة طولية (ألواح)

شبكة مربعة (ألواح)

شكل رقم (٥ - ٣ ب) شبكة من أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة



Expanded metal mesh
reinforcement

شكل رقم (٥ - ٤)

الشبك الممدد لتسليح البلاطات الخرسانية

٦ - قطاعات الصلب المدلفنة مثل الكرات على شكل حرف I والكرات على شكل جري أو قضبان السكك الحديدية . . . الخ حيث تستخدم لتسليح الثقيل للكرات والاعمدة في بعض الحالات مثل السكك الحديدية الخرسانية .

ويستخدم الصلب الطرى العادى في تسليح الخرسانات التى تزيد مقاومتها في الضغط بعد ٢٨ يوم عن ١٨٠ كجم/سم^٢ ويكون ذلك بإجهاد تشغيل ١٤ كجم/سم^٢ .

(ب) الصلب العالى المقاومة (High Tensile Steel)

ويستخدم هذا الصلب بإحدى صورتين الآتين :

١ - صلب ٥٢ : وهو كربونى مقاومته للشد لاتقل على ٥٢ كجم / مم^٢ ولا تزيد نسبة الكربون فيه عن ٠,٠٣ % .

٢ - صلب معالج على البارد : وهو صلب كربونى عبارة عن صلب طرى عادى تعرض لعمليات التشغيل على البارد بالشد أو التلي أو كليهما لكي يكتسب هذا الصلب تلك العمليات مقاومة عالية في الشد لاتقل عن ٥٠ كجم/مم^٢ .

ويكون إنتاج الصلب العالى المقاومة على هيئة أسياخ ملساء أو ذات نتؤات وإن

كانت الاسياخ ذات التواءات هي غالبية الإنتاج لتحسين خاصية التماسك مع الخرسانة بما يتفق مع زيادة المقاومة في حديد التسليح ويتضح ذلك من بيان مايجرى حدوثه في الخرسانة المسلحة عندما تتعرض التحميل كما يلي : الخرسانة مادة قوية في مقاومة الضغط وضعيفة في مقاومة الشد وتزود بالتسليح لتعويض هذا الضعف واسكن استطالة الحديد تحت إجهادات التشغيل في الشد لا تلاحقها استطالة الخرسانة المتصلة به فتشترخ ويقوم الحديد وحده بمقاومة الشد . ولما كان بقاء الحديد سليما بصفة مستديمة داخل الخرسانة هو الشرط الاساسى لاستمرار المقاومة كان لسعة الشروخ أثر رئيسى في تحديد قدرة صيانة الغلاف الخرسانى لاسياخ التسليح التى بالداخل .

وقد علمت غالبية المنشآت الخرسانية المسلحة منذ نشأتها باستعمال الحديد العادى وأثبت ذلك صلاحية مع الزمن من حيث مقاومة المؤثرات الجوية وصيانة حديد التسليح . وبطبيعة الحال كانت مناطق الشد عتوية على الشروخ الشعرية الناتجة من الاستطالة . ومن هذه الوجهة أعتبرت سعة الشقوق التى فى مثل هذه المنشآت كحد أقصى لا يصح تجاوزه لإستيفاء مناعة الخرسانة لصيانة الحديد وقد بلغت سعة الشقوق ما بين ربع وثلاث ملليمتر .

وعند استعمال الصلب على المقاومة ترتفع استطالة الحديد بارتفاع إجهاد التشغيل وينتج عن ذلك زيادة بمجموع هذه الشقوق . وللاحتفاظ بالسعة المسموح بها يجب زيادة عدد الشقوق بنسبة ارتفاع الإجهاد أى بزيادة توزيع الشقوق . ويتأتى ذلك بزيادة تخشين أسطح الاسياخ صناعيا بتزويدها بتجديدات وتواءات عرضية أو طولية وهو ما يشترط فى إنتاج الصلب على المقاومة لإمكان استغلال خواصه كاملة .

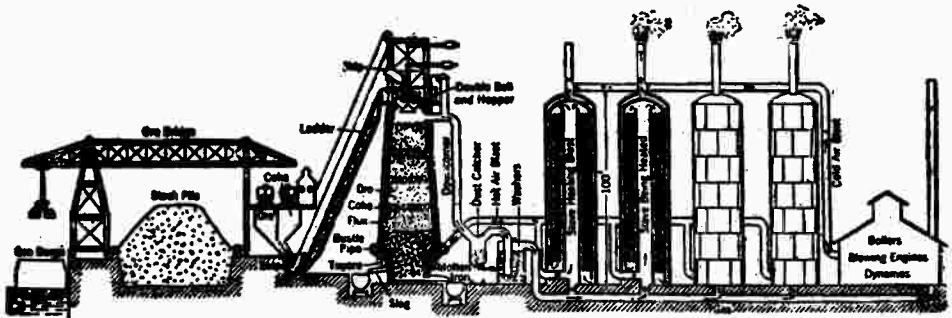
والغرض من استخدام الصلب على المقاومة فى تسليح الخرسانة هو الوفر فى كميات حديد التسليح المستخدم وما يستتبعه من إمكان الاختصار فى أبعاد الخرسانة نفسها ويراعى أن الصلب على المقاومة يستخدم مع الخرسانات التى لا تقل مقاومتها عن ٢٠٠ كجم/سم^٢ حتى تتناسب الاجهادات المرتفعة فى الصلب مع إجهادات الضغط فى الخرسانة وزيادة مقاومة التماسك .

ويلاحظ أن الصلب على المقاومة المجهز بالمعالجة على البارد للصلب الطرى العادى ، يفقد خواصه المكتسبة من هذه المعالجة إذا تعرض لدرجات حرارة عالية ويعود

ثانية إلى نوعه كصلب طرى عادى الذى بدأ منه . لذلك يجب مراعاة عدم تعرضها لمصادر الحرارة المرتفعة وهذا يحد من إمكان لحامها إلا إذا كان اللحام بالطريقة التى لا تعطى حرارة عالية مثل اللحام التقابل بالمقاومة الكهربائية أو اللحام التقابل بالإلكترود المعدنى ، كذلك إلا إذا عولجت مواضع اللحام على البارد بطريقة تسهيس خواصها . ويجب أن يستبعد بتاتا لحام الأكسجين والاسيتيلين أو لحام القوس الكهربائى الكربونى أو اللحام بالحدادة .

ثانيا صناعة حديد التسليح

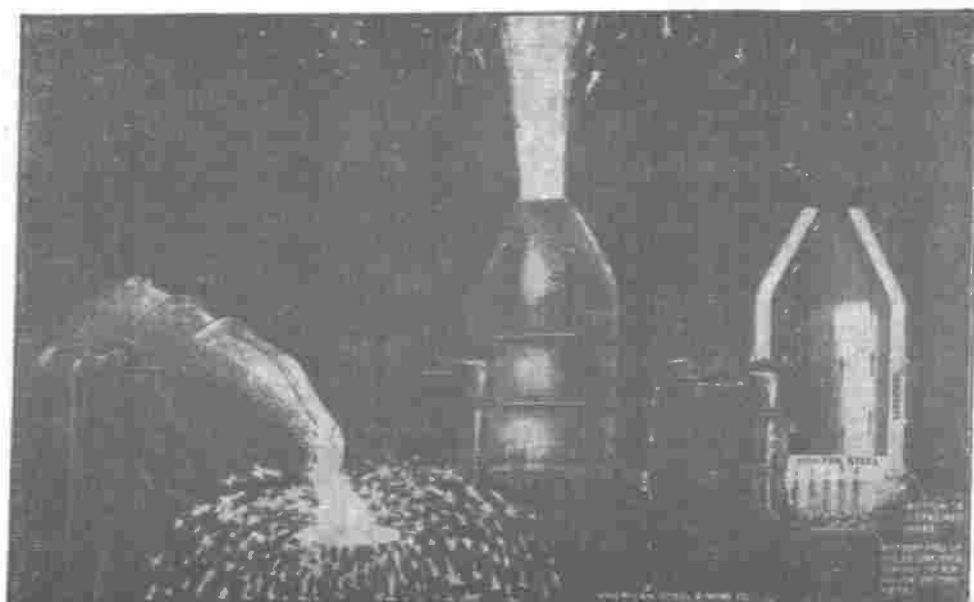
(١) الصلب الطرى العادى : يصنع حديد التسليح من الصلب الطرى العادى باستخلاص الحديد من الركاز (Ore) بالفرن العالى (Blast Furnace) شكل رقم (٥-٥)



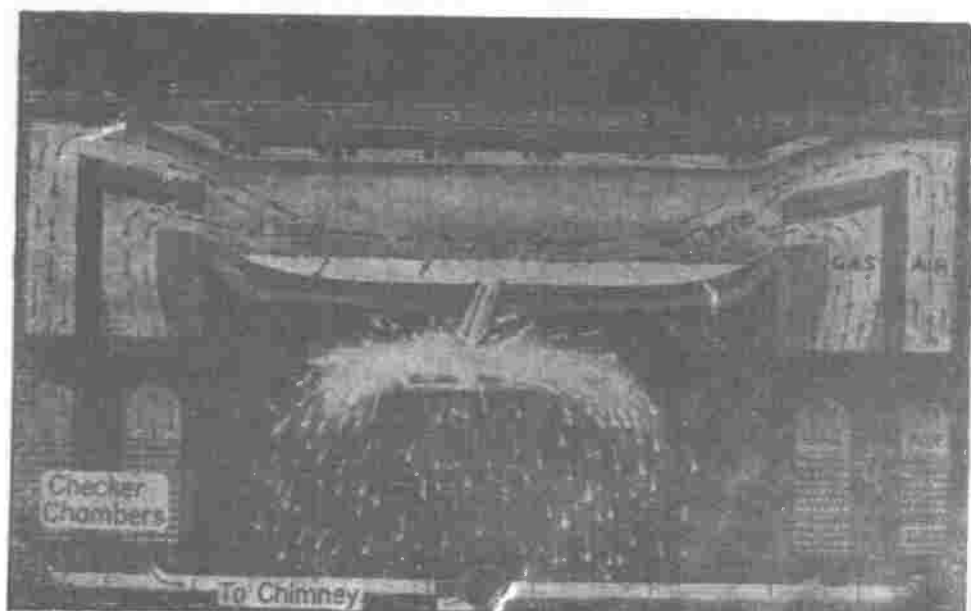
شكل رقم (٥ - ٥)

استخلاص الحديد من الركاز بالفرن العالى

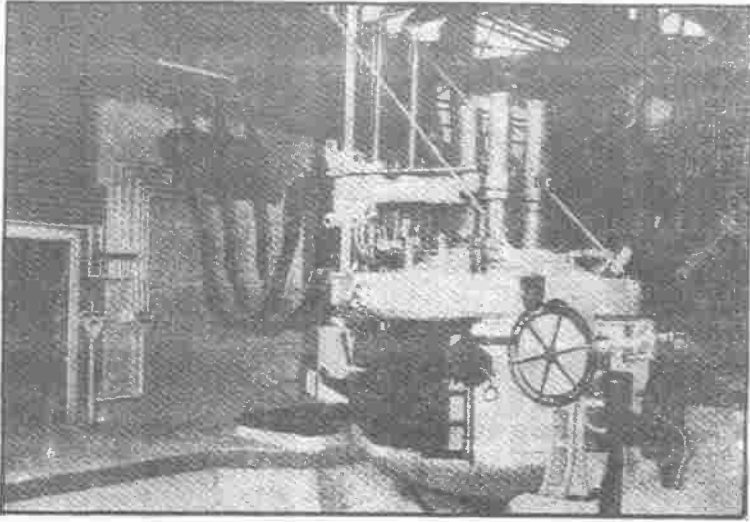
ثم إنتاج الصلب من الحديد الخام (Raw) بمحولات بسم شكل رقم (٥ - ٦) أو فى أفران سيمنز (الأفران المفتوحة) شكل رقم (٥-٧) أو الأفران الكهربائية . شكل رقم (٥-٨) ويمكن استخدام الخردة فى أفران سيمنز أو الأفران الكهربائية . ثم يصير دلفنة الصلب الناتج على الساخن على هيئة أسياخ شكل رقم (٥ - ٩) ثم تقطيعها بالأطوال المناسبة (حوالى ٦ أو ١٢ مترا) أو جعل السيخ على هيئة لفة شكل رقم (٥ - ١٠) لتسهيل المناولة حيث تستعمل وتقطع عند الاستعمال .



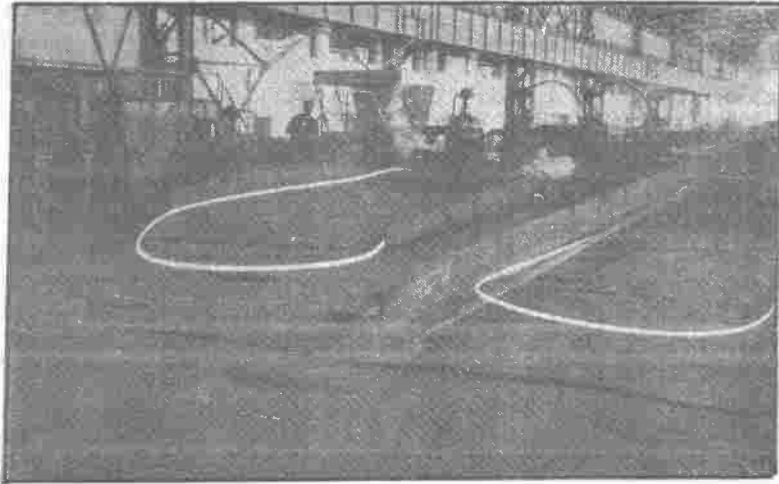
شكل رقم (٥-٦) مولات بسر لانتاج الصلب



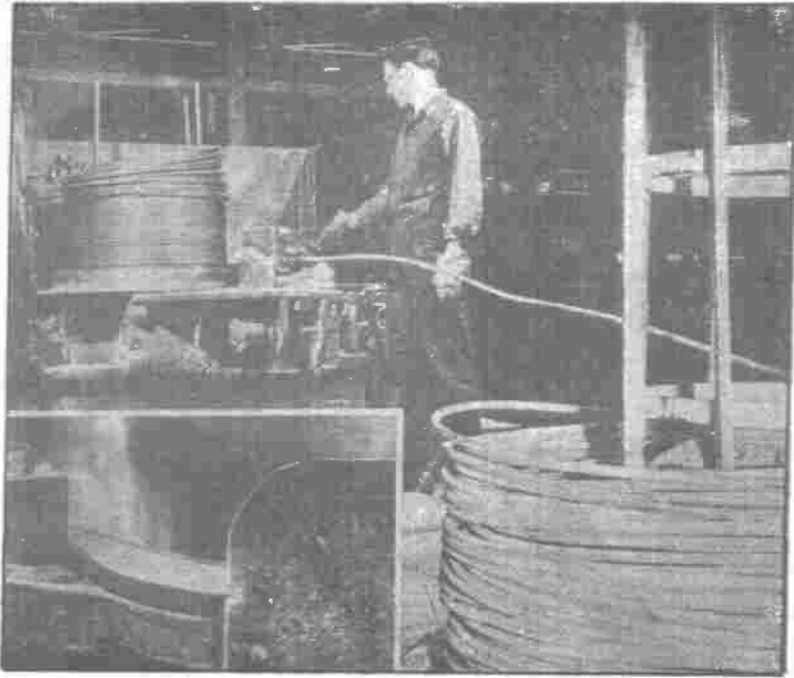
شكل رقم (٥-٧) فرن سينز (الفرن المتقو ح) لانتاج الصلب



شكل رقم (٥ - ٨)
الفرن الكهربائي لامواج الصلبة



شكل رقم (٥ - ٩)
تشكيل أسياخ القصايح



شكل رقم (٥ - ١٠) تشكيل أسياخ الصلب على هيئة لفه

وتقوم مصانع شركة الحديد والصلب بحلول إنتاج أسياخ الصلب الطرى العادى لتسليح من الحديد الخام بطريقة توماس حيث تم تنقية الحديد الخام بنفخ الهواء الساخن خلاله ويستمر ذلك حوالى ١٦ دقيقة لتحترق الشوائب وما يحويه الخام من الكربون الذى يجرى تويينه بالنسبة المطلوبة بإضافة مواد حاوية له بعد انتهاء العملية ثم يجرى صب الحديد المنصهر فى القوالب لتجمد ثم يصير تسخينها ودلفتها بقطاعات الاسياخ المطلوبة . وتستخدم بعض شركات إنتاج حديد التسليح الأخرى الأفران المفتوحة كشركة النحاس المصرية أو الأفران الكهربائية مثل شركة مصانع الدلتا للصلب حيث تستخدم الحردة بجانب الحديد الخام لتصنيع حديد التسليح .

(ب) صلب ٥٢ : وهو صلب عالى المقاومة بحالته المنتج بها بعد الدلفنة . وتستلزم طريقة صناعة هذا النوع من الصلب تعديل طريقة عمل الصلب من الحديد الخام سواء فى عملية الإنتاج أو التركيب الكيميائى وغالبا ما يصنع هذا الصلب بطريقة سيمنز

سارتن (الأفران المفتوحة) أو الأفران الكهربائية وبإضافة المحسنات المعروفة التي ترفع من مقاومة المعدن مثل الكروم والمنجنيز والسليكا ويلاحظ أن الكربون يرفع من مقاومة الصلب ولكنه يزيد صلابته ويقلل الاستطالة عند السكسر لذلك عمل على تحديد كميته بما لا يزيد عن ٠,٣٪ لأن أهم ما يجب توافره في هذه الأسياخ هو قابلية التشكيل على البارد مع استطالة مناسبة . كما يلزم تقليل نسبة كل من الفوسفور والكبريت بما لا يزيد عن ٠,٠٥٪ لكل منهما . ويراعى ضرورة إنتاج أسياخ هذا الصلب عند دلفتها لتكون ذات نتوءات لزيادة تماسكها مع الخرسانة وبالتالي إمكان زيادة استغلالها بزيادة إجهادها .

(ج) الصلب المعالج على البارد (Cold Worked Steel) : يجهز هذا الصلب بإجهاد الصلب الطرى العادى على البارد إلى ما بعد حد المرونة لتحسين المقاومة المرنة والمقاومة الكلية للصلب وتعمل المعالجة على البارد بالشد الطولى إذا أمكن ضمان انتظام توزيع الاستطالة الكلية على طول أجزاء السبيخ حتى يتألف كل منها المعالجة الكاملة . ويتطلب ذلك دائماً قياس قوة الشد والاستطالة معاً لأن وجود تناسب بينهما دليل على نجاح العملية . أما قياس الاستطالة فقط فلا يدل على هذا النجاح إذ قد يحدث أن تتركز هذه الاستطالة في جزء ضعيف صاف وجوده في السبيخ فلا تنال بقية الأجزاء من المعالجة القدر الكافى . لذلك كانت طريقة المعالجة على البارد بالشد الطولى فقط غير عملية وغير شائعة الاستعمال .

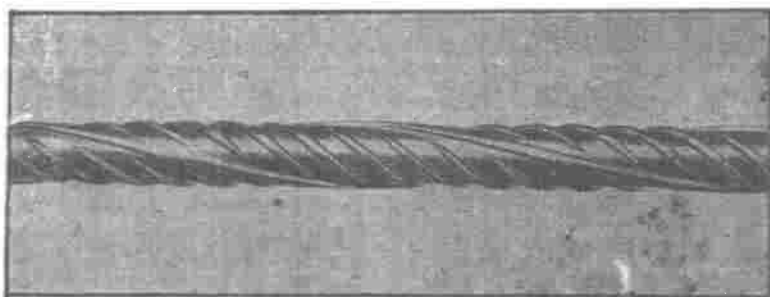
وطريقة المعالجة على البارد الغالب اتباعها هى إلى على البارد وفيها يربط طرف السبيخ في منجلة ثابتة ويربط الطرف الآخر في منجلة مركب عليها محرك دوران . وبإدارة المحرك يفتل السبيخ حول محوره وتتمدد أليافه بدرجة تتناسب مع بعد كل منها من المحور . وعلى ذلك فكل خط مستقيم موازى المحور يأخذ شكل حلزون وتكون استطالته عبارة عن الفرق بين طول الحلزون وبين الطول الأصلى المستقيم . وينتج عن هذه العملية تعديل منحى الحمل والاستطالة للصلب مصحوباً بارتفاع فى المقاومة المرنة للشد وفى مقاومة الشد ونقص فى الاستطالة عند السكسر بدرجة تتوقف على مقدار المعالجة ولا يتألف محور السبيخ أى معالجة كما أن الأجزاء القريبة منها نسبة قليلة لذلك فإن تأثير المعالجة على البارد يبلغ أقصاه عند السطح الخارجى من مقطع السبيخ .

ويمكن إجراء المعالجة على البارد بالجمع بين طريقتي الشد الطولي والى لى ينال الجزء الأوسط من مقطع السيخ معالجة على البارد .

وتجرى عملية اللى على البارد بحيث تكون خطوة الية الواحدة (٢٦٠°) ولا تقل عن ٨ مرات ولا تزيد عن ١٤ مرة من قطر السيخ أو أقل بعد لمقطعه .

ويلاحظ أن عملية اللى على البارد تعتبر اختباراً للأسيخ نفسها وتنظيماً لرفع المقاومة على طول السيخ ، فالأجزاء الضعيفة إما أن تنكسر أو ينالها قسط أكبر من اللى أى من المعالجة فتلاحق بذلك مقاومة الأجزاء الأخرى من السيخ .

ويجب أن يراعى تخشين سطح أسيخ الصلب المعالج على البارد لزيادة تماسكه مع الخرسانة بما يتناسب مع رفع إجهاد التشغيل فيها . ومن أمثلة ذلك التخشين — أى التواءات السطحية السيخ — تزويد السيخ ذى القطاع المستدير بمرقنين على جانبيه لارتفاع كل منها عشر القطر وبأخذان شكل حلزوين بعد اللى شكل رقم (٥ — ١١) حيث يعملان على زيادة تماسكه ويساعدان على تمييز نوع الصلب . كما تعتبر الخطوة الكاملة للتزويد عن خطوة اللى وبالتالي عن درجة المعالجة على البارد .



شكل رقم (٥ — ١١) سيخ من الصلب المعالج على البارد مزود بمرقنين حلزوين

ويلاحظ أنه كلما زادت درجة المعالجة على البارد (أى كلما صغرت خطوة الية ارتفع حد المرونة واقترب من مقاومة الشد ولذلك خطورته من الوجهة الإنشائية فكلما اقترب لإجهاد التشغيل من حد المرونة القريب من مقاومة الشد اقترب الصلب من حد الكسر . لذلك فقد حددت خطوة الية بما لا يقل عن ٨ مرات قطر السيخ وحدد الفاصل بين إجهاد التشغيل فى قيمته القصوى وبين حد المرونة بحوالى من ١٠ إلى ١٥ ٪.

(د) الأسلاك ذات المقاومة العالية للخرسانة سابقة الاجهاد :

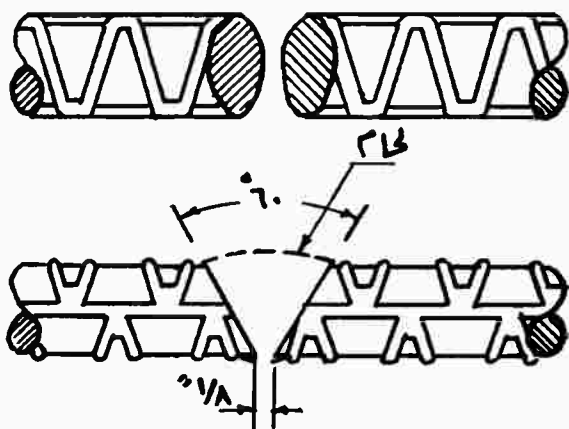
(Hard Drawn Wires for prestressed Concrete)

يلزم لعملية الاجهاد السابق للخرسانة استعمال صلب له مقاومة عالية غير عادية واجهادها بدرجة عالية من الشد تتراوح من ٩٠ إلى ١٢٠ كجم / مم^٢ فإذا كان ذلك الاجهاد مساوياً لمقدار ٧٠٪ من مقاومتها للشد فيجب أن تكون مقاومة صلب تلك الأسلاك تتراوح من ١٣٠ إلى ١٨٠ كجم / مم^٢ . وقد حددت الاسس التطبيقية أقل قيمة لمقاومة هذه الأسلاك ١٠٠ كجم / مم^٢ (للمقارنة يلاحظ أن مقاومة الشد للصلب الطرى العادى تتراوح من ٣٥ إلى ٤٠ كجم / مم^٢) .

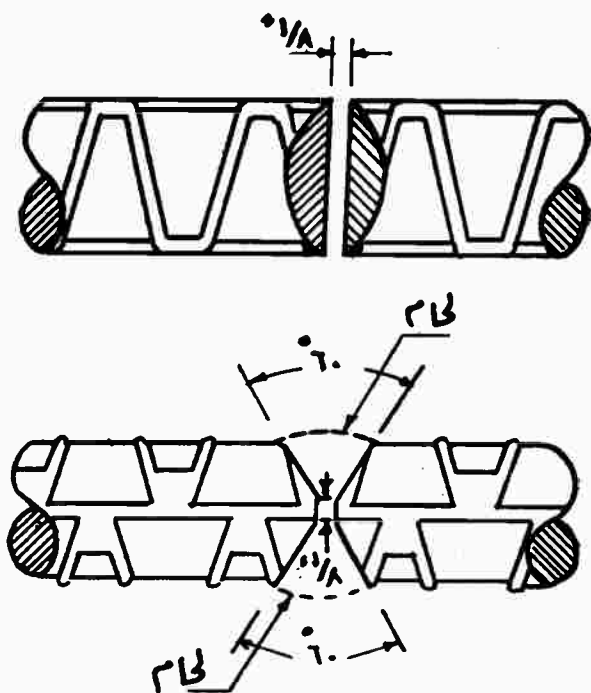
وتنتج هذه الأسلاك برفع مقاومة الصلب بكل الطرق من إضافة محسنات أو معالجة على البارد بالسحب أو باللي . ولايسمح بأية حال بوصل هذه الأسلاك بالحام وتنتج المصانع هذه الأسلاك بقطاعات مستديرة أو بيضاوية بقطر من ١ إلى ١٠ مم وتعرف برقين الأول يدل على حد المرونة والثاني على مقاومة الشد بالكيلو جرام / مم^٢ مثل صلب ١٣٥ — ١٥٠ حيث حد المرونة ١٣٥ كجم / مم^٢ ومقاومة الشد ١٥٠ كجم / مم^٢ . وقد حدد لاجهاد تشغيل هذه الأسلاك المبدئى ٨٠ إلى ٨٥٪ من حد المرونة أو ٦٥ إلى ٧٠٪ من مقاومة الشد أيهما أقل على ألا تزيد الاجهادات في حالتها النهائية عن ٦٠٪ من مقاومة الشد .

ثالثاً - لحام حديد التسليح (Welding of Steel Reinforcement)

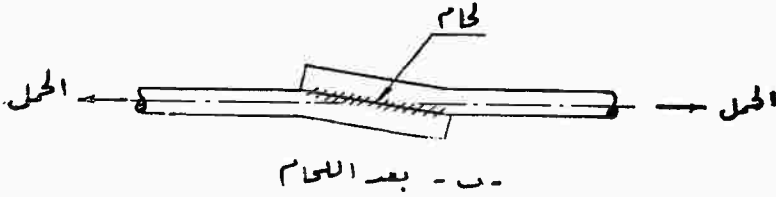
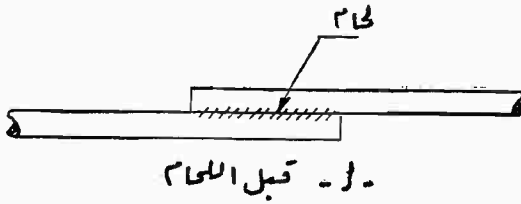
يمكن وصل أسياخ حديد التسليح من الصلب العادى والصلب على المقاومة (صلب ٥٢) بشرط أن تكون طريقة وكيفية اللحام مناسبة مثل طريقة القوس الكهربائى أو طريقة الأكسى اسيتيلين مع ضرورة التأكيد من أن عملية اللحام لم تؤثر على معدن السبخ تأثيراً ضاراً أو أنها لم تغير من استقامة محور السبخ أو من الوضع المطلوب للأسياخ عند الوصلة أما الصلب على المقاومة فلتنائج من الصلب العادى المعالج على البارد فلا يسمح فى غالب الأحيان بلحامه إلا فى الحالات الخاصة حيث تستخدم حرارة لحام غير مرتفعة مع معالجة المواضع الملحومة — بعد إجراء اللحام — لتستعيد خواصها . ويكون وصل أسياخ حديد التسليح بالكيفية المبينة بالأشكال رقم (٥ - ١٢) ، (٥ - ١٣) ، (٥ - ١٤) ، (٥ - ١٥) .



شكل رقم (١٢-٥)
وصلة لحام تقابلية لسيخ بشطفت على هيئة حرف ٧

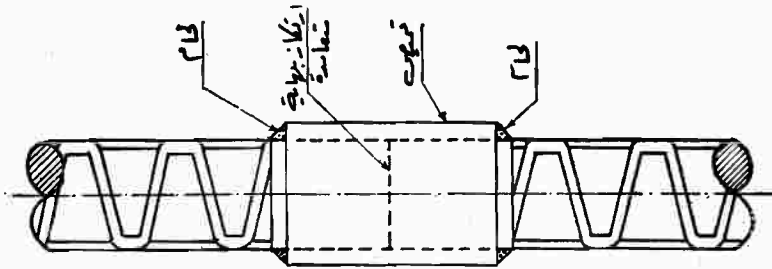


شكل رقم (١٣-٥)
وصلة لحام تقابلية لسيخ بشطفت على هيئة حرف ٧ مزدوج
وذلك للأسياخ الكبيرة القطر



شكل رقم (٥ - ١٤)

لحام سيخين من حديد التسليح ومراعاة استقامة محور كل من السيخين وانطباقه على خط التحميل



شكل رقم (٥ - ١٥) لحام سيخ من حديد التسليح ليقاوم إجهاد الضغط

رابعاً — المواصفات القياسية لاسياخ الصلب لتسليح الخرسانة :
المجال :

تختص هذه المواصفات القياسية بأسياخ الصلب الكربوني المستعملة في تسليح الخرسانة والمصنوعة بطريقة بسمر القاعدية أو الحامضية أو بالطريقة الكهربائية أو بطريقة الفرن المفتوح (سميذ مارتن) أو بأى طريقة أخرى يتفق عليها عند التعاقد . ويكون الصلب الذى تصنع منه الأسياخ إما صلب طرى عادى أو (صلب عالى المقاومة) (صلب ٥٢ أو صلب معالج على البارد) .

التعاريف :

١ — السيخ العادى :

سيخ من الصلب الكربوني الطرى بأى مقطع ترك ليبرد فى الهواء بعد دلفته على الساخن .

٢ - السيخ المعالج على البارد :

سيخ من الصلب الكربوني الطرى بأى مقطع ترك ليبرد فى الهواء بعد دلفته على الساخن ثم أجريت معالجته على البارد إما بلبه حول محوره أو بلبه وسجه .

٢ - أبعاد مقطع السيخ الملولى على البارد :

يقصد بأبعاد مقطع السيخ المعالج على البارد أبعاده قبل المعالجة .

٤ - القطر المكافئ للسيخ المعالج على البارد :

قطر الدائرة التى تساوى مساحتها المساحة السكبية لمقطع السيخ غير الدائرى .

(١) الصلب الطرى الكيمايى :

لا تزيد النسب المئوية للكربون والفوسفور والكبريت فى الصلب عن الحدود الآتية :

كربون ٠,٢ ٪ ، فوسفور + كبريت ٠,١٣ ٪ .

(ب) الصلب عالى المقاومة :

١ - صلب ٥٢ : لا تزيد النسب المئوية للكربون والفوسفور والكبريت فى

الصلب عن الحدود الآتية :

كربون ٠,٣ ٪ ، فوسفور ٠,٠٥ ٪ ، كبريت ٠,٠٥ ٪ .

٢ - صلب معالج على البارد : لا تزيد النسب المئوية للكربون والفوسفور

والكبريت قبل المعالجة على الحدود المتصوص عليها لصلب الطرى العادى .

ملحوظة : فى حالة إجراء تحليل كيميائى للأسياخ بعد دلفتها يسمح بزيادة الحدود

المذكورة بمقد أقصاه ٢٥ ٪ .

جودة الأسياخ :

تكون جميع الأسياخ سليمة وغالية من التشققات والعيوب السطحية والقشور

وغير ذلك من العيوب الضارة فى الاستعمال .

أما أسياخ الصلب المعالجة على البارد فيجب أن تنق قبل عملية المعالجة على البارد

بالاشتراطات الواجب توافرها فى أسياخ التسليح من الصلب الطرى العادى كما يجب

ألا تقل خطوة الية الوحدة (٣٦٠ °) على طول المحور عن ثمانية أمثال قطر السيخ

أو ثمانية أمثال أصغر بعد فى مقطعه .

الاختبارات :

اختبار الشد :

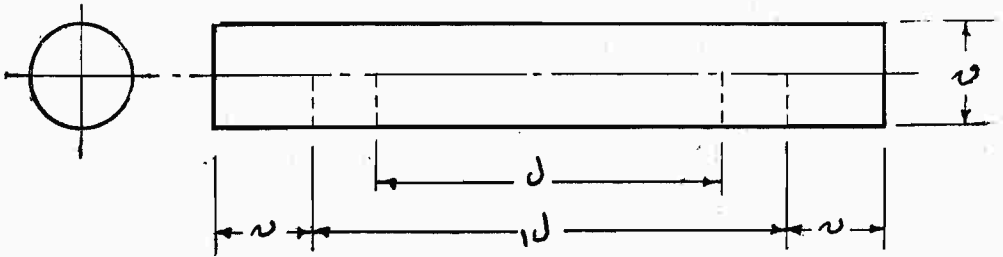
(١) اختيار العينات :

تؤخذ عينة اختبار من الأسياخ المعدة للاستعمال بدون أن تعرض لاية معالجة حرارية ويجوز استبدال العينة على البارد في حالة الاعوجاج البسيط .

(ب) شكل قطعة الاختبار :

أولاً - صلب التسليح الطرى العادى :

يكون شكل قطعة اختبار الشد مطابقاً للرسم الموضح بالشكل رقم (٥ - ١٦)



شكل رقم (٥ - ١٦) عينة اختبار الشد لصلب التسليح العادى

$$L = 5,65 \sqrt{A}$$

$$l = 1, لا تقل عن 6,88 \sqrt{A}$$

حيث L = طول القياس

$$L + 2l = \text{الطول المحصور بين كلا بتى مكنة الاختبار} = L + 2l \text{ على الاقل .}$$

$$A = \text{المساحة الاصلية لمقطع قطعة الاختبار .}$$

والأسياخ ذات المقطع المستدير تكون :

$$L = 5$$

$$l = 1, لا تقل عن 6$$

حيث d = قطر السيخ

$$L = \text{طول النهاية ويحدد تبعاً لطول كلا بتى مكنة الاختبار .}$$

ل = الطول الكلى ويحدد تبعا لطول كلا من مكنة الاختبار .

(ثانيا) صلب التسليح على المقاومة :

١ - صلب ٥٢ : يتميز قطع الاختبار في هذا النوع من الصلب بنفس أبعاد

قطع اختبار الصلب الطرى العادى .

٢ - الصلب المعالج على البارد: يكون شكل قطعة اختبار الشد مطابقا للرسم الموضح

بالشكل رقم (٥ - ١٦) وبمقياس :

ل = ١٠ ص

١٧ = لا تقل عن ١٢ ص

ص = القطر أو القطر المكافئ .

(ح) عدد اختبارات الشد : يجرى اختبار شد واحد على الأقل لكل مجموعة من

الاسياخ وزن ١٠ أطنان أو أقل وفي حالة تعدد مقاسات مقاطع الاسياخ في المجموعة

يجرى اختبار شد واحد على الأقل لكل مقاس منها .

(و) طريقة إجراء اختبار الشد : يجرى هذا الاختبار طبقا للدراسات القياسية

لاختبار الشد للمعادن (م . ق . ٧٦٠ / ١٩٦١) .

(هـ) حدود نتائج اختبار الشد :

(أولا) الصلب الطرى العادى :

اجهاد الخضوع لا يقل عن ٢٣ كجم / مم^٢

مقاومة الشد لا تقل عن ٣٥ كجم / مم^٢

النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن ٢٠

(ثانيا) الصلب على المقاومة :

١ - صلب ٥٢ :

اجهاد ضمان ٢,٠ % لا يقل عن ٣٦ كجم / مم^٢

مقاومة الشد لا تقل عن ٥٢ كجم / مم^٢

النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن ١٠

٢ - الصلب المعالج على البارد :

اجهاد ضمان ٢,٠ % لا تقل عن ٤٠ كجم / مم^٢

مقاومة الشد لا تقل عن ٥٠ كجم/مم^٢
 النسبة المتوية للاستطالة لا تقل عن ١٠
 اختبار الثني على البارد :

(١) اختيار العينات :

تؤخذ عينات اختبار الثني على البارد من الأسياخ المعدة للاستعمال بدون أن تتعرض لأية معالجة حرارية . وفي حالة الأسياخ المعالجة على البارد يراعى ألا يقل طول عينة الاختبار عن ثلاث خطوات .

(ب) عدد الاختبارات :

يجرى اختبار واحد على الأقل لكل مجموعة من الأسياخ وزن ١٠ أطنان أو أقل وفي حالة تعدد مقاس مقطع الأسياخ في المجموعة يجرى اختبار واحد على الأقل لكل مقاس منها .

(ج) طريقة إجراء الاختبار :

يجب أن تتحمل قطعة الاختبار الثني وهي باردة حول قطر دائري بدون حدوث شرخ أو كسر في منطقة الثني وذلك في أثناء ثنيها بالضغط المستمر المتزايد حتى يتوازي طرفاها بشرط أن يكون قطر الدوران الداخلي كما يلي :

(أولا) الصلب العنبري العادي :

إذا كان أصغر بعد لمقطع السبخ (س) * = ٢٥ مم أو أقل فيكون قطر الدوران الداخلي ٢ س .

إذا كان أصغر بعد لمقطع السبخ (س) * = أكبر من ٢٥ مم فيكون قطر الدوران الداخلي ٣ س .

(ثانيا) الصلب عالي المقاومة :

١ - صلب ٥٢ : تتوافر فيه نفس اشتراطات الصلب العنبري العادي .

٢ - الصلب المعالج على البارد :

إذا كان أكبر بعد لمقطع السبخ (ص) = ٢٥ مم أو أقل فيكون قطر الدوران الداخلي ٢ ص .

إذا كان أكبر بعد لمقطع السبخ (ص) أكبر من ٢٥ مم فيكون قطر الدوران الداخلي ٣ ص .

إعادة الاختبارات :

يعاد إجراء اختبار الشد إذا كانت النسبة المثوبة للاستطالة غير مطابقة للحدود المنصوص عليها في هذه المواصفات وكان الكسر واقعاً خارج الثلث الأوسط لطول القياس .

وفي حالة عدم مطابقة أية نتيجة من نتائج الاختبارات للحدود المنصوص عليها في بنات يعاد إجراء الاختبار على عينتين أخريين من نفس مجموعة الأسياخ كانت نتائج الاختبار العينتين مطابقة للمواصفات قبل هذه المجموعة وإذا كانت نتائج اختبار إحداهما غير مطابقة للمواصفات ترفض المجموعة التي أخذت منها هذه العينات .

حساب الوزن :

لحساب أوزان أسياخ صلب التسليح تعتبر كثافته ٨,٨٥ جم/سم^٣ التفاوت المسموح به :

(١) التفاوت في الطول :

في حالة تقطيع الأسياخ إلى أطوال معينة فيكون التفاوت في مقاسات هذه الأطوال ± ٥٠ مم .

أما إذا اشترط المشتري حداً أدنى لأطوال الأسياخ فيكون التفاوت في مقاسات الأطوال ± ٧٥ مم .

(ب) التفاوت في أبعاد المقطع :

١ - إذا كان أصغر بعد في مقطع السبخ (أو القطر في حالة الأسياخ المتديرة) يساوي ٢٥ مم أو أقل يكون التفاوت المسموح به في أي بعد من أبعاد المقطع ± ٢ مم .

٢ - إذا كان أصغر بعد في مقطع السيخ أكبر من ٢٥ مم يكون التفاوت المسموح به في 'أى بعد من أبعاد المقطع ± 1 مم .
(ج) التفاوت في الوزن :

يسمح بتفاوت في وزن الرسالة ذات المقاس الواحد مقداره ± 0.5 % من الوزن المحسوب نظريا طبقا لما هو مبين بهذه المواصفات .
طريقة التمييز :

يتميز الأسياخ المصنوعة من الصلب ٥٢ وخصوصا الملساء بعمل أية دلفنة بارزة خاصة بالمنتج على جسم السيخ .
إجراء الاختبارات :

تجرى الاختبارات في المصنع على جميع العينات المختارة بعد تجهيزها ويكون ذلك على نفقة المنتج ويمحوز للشترى أو من ينوب عنه الحضور أثناء أخذ العينات وإجراء الاختبارات .

وفي حالة عدم إمكان المصنع القيام بتحضير العينات أو اختبارها أو كليهما مما طبقا لشروط هذه المواصفات يتم ذلك في جهة مختصة على نفقة المورد .
ويمحوز للشترى أخذ عينات وإجراء الاختبارات عليها في معمل اختبار معتمد على أن يكون ذلك على نفقته الخاصة وفي هذه الحالة يحوز للنتج أو من ينوب عنه حضور إجراء هذه الاختبارات .
التفتيش :

يحوز للشترى أو من ينوب عنه أن يقوم بزيارة المصنع في وقت إنتاج أسياخ التسليح التي طلبها وللتأكد من أنها تجهز طبقا للمواصفات المتعاقد عليها بينه وبين المنتج أو المورد الذي يجب عليه أن يسهل له القيام بذلك .
الشهادات :

على المنتج أو المورد أن يقدم إلى المشتري شهادته بناء على طلبه بنتائج الاختبارات الميكانيكية والتركيب الكيماوى التي نصت عليها المواصفات وذلك في حالة عدم حضور المشتري أو مندوبه لإجراء هذه الاختبارات .

التسليم :

لا يجوز تسليم الاسياخ من المصنع المنتج إلا بعد إجراء جميع الاختبارات المطلوبة أو تقديم شهادة بنتائج الاختبارات ومطابقة نتائجها للحدود النصوص عليها في هذه المواصفات .

الاقطار القياسية لاسياخ التسليح ذات المقطع المستدير :
يكون إنتاج أسياخ الصلب ذات المقطع المستدير لتسليح الخرسانة بالاقطار الآتية :
٢٨ ، ٣٢ ، ٣٨ ، ٤٥ ، ٥٢ ، ٦٩ ، ٨٦ ، ١٠٨ ، ١٣٠ ، ١٦٠ ، ١٩٠ ، ٢٢٠ ، ٢٥٠ ، ٢٨٠ ، ٣٢٠ (مم)

خامساً : اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ لحديد التسليح :

(أ) التنظيف : يجب أن تنظف الاسياخ من القشور الناتجة عن التصنيع والصدأ غير المتناسك والزيوت والشحوم أو أى مواد ضارة وذلك قبل صب الخرسانة .
(ب) الثنى : يجب عدم ثنى أو استعمال الاسياخ بطريقة تعرض بمادتها — وصرح بالثنى على الساخن لدرجة حرارة لا تتعدى ٨٠٠ مئوية وترك لتبرد تدريجياً في الهواء ولا يسمح بالتبريد الفجائي للأسياخ بالماء ،
أما الاسياخ التي تعتمد في مقاومتها على المعاملة على البارد مثل تورستيل فلا يسمح بثنيها على الساخن .

(جـ) الرص والتثبيت : يجب وضع الاسياخ في مواضعها المضبوطة طبقاً للرسومات وبحيث تضمن استيفاء الغطاء المحدد للتسليح ، كما يجب حفظها في هذه المواضع بالربط بالسلك أو اللحام النقطة أو استخدام الركابات وقطع حفظ الأبعاد وعند استخدام هذه الأخيرة من المونة الأسمنتية تكون بنسبة لا تقل عن واحد أسمنت إلى اثنين رمل وتضمن بالسمك المطلوب للغطاء . كما يجب بذل عناية خاصة في رص وتثبيت التسليح العلوي الرئيسي للبلاطات المستمرة والكوابيل ومنع منعاً باتاً تكسيح البلاطات أثناء الصب .

(د) وصل الاسياخ باللحام : يسمح بوصل الاسياخ باللحام حسب المواصفات القياسية على أن يظل محور الاسياخ الملحومة على استقامة واحدة عند موضع اللحام وعلى أن تختبر عينات من الاسياخ الملحومة على استقامة واحدة عند موضع اللحام ولا يجوز استعمال اللحام للأسياخ التي تعتمد في مقاومتها على المعالجة على البارد .

(هـ) مقاسات الاسياخ :

يفضل استخدام أقل عدد ممكن من المقاسات المختلفة للأسياخ في أى عضو من المنشأ .

(و) الغطاء الخرساني للتسليح :

يجب اعتبار القيم التالية لسمك الغطاء الخرساني مقاسة من السطح الخارجى للأسياخ أو الكانات للسطح الخارجى للمنشأ كحد أدنى .

جزء المنشأ	المنشآت الداخلية	المنشآت الخارجية (في حالة عدم اليباض)
البلاطات	١,٠ سم	٢,٠ سم
الكمرات والاعمدة	١,٥ سم	٢,٥ سم

ولاعمال الخرسانة غير المحمية والمواجهة للردم يجب أن يكون الغطاء الخرساني كما عرف فيما سبق أربعة سنتيمترات على الأقل .

وفي أى حالة يجب ألا يقل الغطاء عن قطر أكبر سيخ مستخدم وفي حالات المنشآت المعرضة لتأثير العوامل الكيميائية يحدد الغطاء حسب الاحوال بحد أقصى قدره ٥ سم وإلا وجب استخدام تسليح شبكى خفيف على أن يحمى حاية فعالة بإجراءات خاصة مثل الدهانات الواقية أو الكساوى المناسبة . . . الخ .

(ز) المسافة بين الاسياخ :

١ - في الكمرات :

— يجب ألا تقل المسافة الخالصة بين الاسياخ في الطبقة الواحدة في الكمرات عن قطر السيخ أو ٢,٥ سم أو أكبر مقاس للركام أيهما أكبر .

— يجب ألا تقل المسافة الخالصة بين طبقات التسليح المتتالية في الكمرات والتي تحفظ بطريقة فعالة باستعمال المبادعات عن ٢ سم أو قطر أكبر سيخ أيهما أكبر .

٢ - في البلاطات :

— يجب ألا تقل نسبة التسليح في الاتجاه الرئيسى عن ٠,٢٥٪ من مساحة القطاع

المطلوب للبلاطة على ألا تقل عن ٠,١٥ م. من المساحة الفعلية .

— يرتب التسليح بحيث يغطي كافة مناطق الشد ويمتد بعد نهايتها مسافة تساوي الطول اللازم للرباط .

— يكسح نصف التسليح على الأقل في البلاطات المستمرة التي تتساوى أو تتقارب فيها أطوال البحور تحت ظروف التحميل العادية ويكون التسكيج في خمس البحر الخالص من وجه الركاز ويمتد الجزء العلوي إلى خمس البحور المجاورة زائداً طول الرباط أو إلى ربع هذه البحور إلا في الحالات التي يكون فيها ترتيب الأسياخ تبعاً لمنحنى عزوم الانحناء .

— أكبر مسافة بين أسياخ التسليح الرئيسى في منتصف البحر تكون مرة ونصف سمك البلاطة وبحيث لا تتعدى ٢٠ سم على أنه يسمح باستخدام ٦ أسياخ في المتر في البلاطات التي سمكها ١٠ سم أو أقل .

— يجب ألا تقل أسياخ التسليح المستقيمة والممتدة إلى الارتكازات عن ثلث التسليح الموجب المستعمل في منتصف البحر .

يجب ألا تقل أسياخ التوزيع العمودية على التسليح الرئيسى عن خمس هذا ويجب أدنى ٤ قطر ٦ مم في المتر .

— أصغر قطر الأسياخ الرئيسة المستقيمة في العادة ٦ مم وللأسياخ المكسحة ٨ مم ويمكن استعمال أسياخ ذات قطر أصغر في الأعمال الأقل أهمية وللأعمال سابقة التجهيز .

— أكبر مسافة بين أسياخ التسليح الرئيسى في منتصف البحر تكون مرتين سمك البلاطة في حالة البلاطات ذات الاتجاهين وبحيث لا تتعدى ٢٠ سم على أنه يسمح باستخدام خمسة أسياخ في المتر للبلاطات التي سمكها ١٠ سم أو أقل ويجب ألا يقل التسليح في الاتجاه الثانوى عن ٠,٢٥ من التسليح الرئيسى وألا يقل عن ٤ قطر ٦ مم في المتر .

٣ — في الأعمدة :

— يجب أن يحتوى العمود على سنخ طولى في كل ركن من أركانه .

— في الأعمدة التي يوضع بها أسياخ بالاركان فقط يجب ألا يزيد طول أقصى

ضلع في مقطعها عن ٣٥ سم وإلا وجب وضع أسياخ متوسطة على مسافات لا تزيد عن ٣٠ سم بين أسياخ الأركان ، ويجب مسك هذه الأسياخ بكانات خاصة .
— يجب ألا تزيد أقصى مسافات بين الكانات عن أى من القيم التالية .

- ١٥ مرة قطر أصغر سيخ طولى
- طول أدنى ضلع من قطاع العمود .
- ٢٥ سم .

— أدنى قطر للأسياخ الطولية هو ١٣ مم على أن يسمح فى الأعمال الأقل أهمية باستعمال أسياخ قطر ١٠ مم .

— أدنى قطر للكانات هو $\frac{1}{4}$ قطر أكبر سيخ طولى على ألا يقل عن ٦ مم وأقل حجم للكانات هو ٠,٢٥٪ من حجم الخرسانة .
— تستمر الكانات العادية أو الحلزونية داخل الكرات .
— يجب أن تكون الكانات الحلزونية ذات شكل دائرى أو يقرب من الدائرى .
— أقصى خطوة للكانات الحلزونية هى ٨ سم أو $\frac{1}{4}$ قلب القطاع أيهما أقل وأدنى خطوة هى ٣ سم .
ويجب الاحتفاظ بطول الخطوة ثابتا .

— إن استعمال تسليح إضافى لإنقاص أبعاد الأعمدة يرفع من التكاليف . ويمكن الوصول إلى أبعاد اقتصادية لقطاعات الأعمدة باستعمال خرسانة غنية الخلطة .
— أقصى نسبة مثوية للصلب فى الأعمدة عند استعمال خرسانة قوتها فى ٢٨ يوما لا تزيد عن ١٨٠ كجم / سم^٢ هى ٣٪. تزداد إلى ٦٪ من قطاع الخرسانة إذا كانت فئة الخرسانة أعلى من ذلك .

— أدنى طول للوصلات هو ٢٠ مرة قطر السيخ على ألا يقل عن ٤٠ سم . وفى الأعمدة المعرضة لضغط بكامل مسطحها يمكن الاستغناء عن الوصلات إذا كان اللحام أكثر اقتصادا . ويجب أن لا تقل مساحة الإشارير عن مساحة تسليح العمود نفسه .

(ح) الرباط :

— يجب أن تمتد أسياخ الشد من أى قطاع لمسافة بحيث يكون حاصل ضرب الأبعاد المسدوح به للتماسك فى محيط السيخ فى طوله مقاساً من هذا القطاع مساوياً

على الأقل لمقاومة الشد في السيخ عند القطاع تحت الاختبار .

— ويمكن انقاص طول الرباط بمقدار ٢٠٪ في حالة استخدام الاجنash الطويقه ويجب أن يكون الجنش على شكل U والصلب الطرى يؤخذ الجنش بقطر داخل لا يقل عن أربع مرات قطر السيخ وجزء مستقيم قدره أربع مرات قطر السيخ أما في حالة الصلب على الشد فيجب أخذ القيمتين ٨ مرات قطر السيخ .

— يجب أن تستخدم دراما أجنash طرفية أو أربعة طرفية أخرى فيما عدا الحالات التالية حيث يمكن الاستغناء عنها :

• تسليح البلاطات اذا كان قطر السيخ ١٠ مم أو أقل بحيث يكون السيخ الطول الكامل اللازم للرباط .

• الاسياخ الرئيسية للاعمدة في الضنط .

— أقل طول للرباط لسيخ الشد تام الاجهاد بجفش هو ٤٠ مرة قطر السيخ . وإذا ما تعرض السيخ للضنط فيعتبر طول الرباط بمقدار ٢٥ مرة القطر كافيًا .

— يجب أن توزع النقط التي لا تستمر بعدما الاسياخ بطريقة مناسبة كلما كان ذلك ميسوراً من الناحية العملية لمنع تركيز الشروخ .

— ليس من الضروري اتباع الطريقة المألوفة من ثنى كل الاسياخ العلوية لتمتد بكامل طول الجانب السفلى للكبولى .

(ط) وصل الاسياخ :

— يجب أن يقل وصل الاسياخ إلى أدنى حد ممكن .

يجب أن تترك على الأقل ٧٥٪ من الاسياخ المطلوبة عند أى قطاع في أية كرهة أو بلاطة بدون أن توصل وبشرط ألا تنوق الوصلات صب الخرسانة جيداً . (وهذه الفقرة لا تختص بالتسليح في ناحية الضنط في الكرهة أو البلاطة في القطاع عند الارتكاز) .

— عندما يتطلب الأمر يجوز عمل الوصلات في لاسياخ ياحدى الطرق التالية :

• بتراكب السيخين بطول كاف وفي هذه الحالة إما أن يوضع السيخان المتراكبان أحدهما قريب من الآخر أو على مسافة خالصة تسمح بمرور الخرسانة بين السيخين .

ويجب أن يتبع طول التراكب لما نص عليه في البند السابق وبعبارة أخرى فإن طول الوصلة :

$$L = \frac{\text{اجهاد الشد في السيخ} \times \text{قطر السيخ}}{E \times \text{الاجهاد المسموح به في التماسك}}$$

- يجد أدنى قدره ٥٠ مرة قطر السيخ في حالة عدم استعمال جنش طرفي .
- يوضع سيخ تراكب على طول السيخين اللذين تتقابل نهايتهما مما ويجب أن يكون طول السيخ المضاف ضعف الطول المنصوص عليه في الفقرة السابقة . ويجب أن يوضع متاثلاً بالنسبة لنقطة التقابل للسيخين .
- يلحم السيخين حسب ما جاء في البند (د)
- باستخدام جلب مقلوطة وفي هذه الحالة تعتبر مساحة القلب فقط هي الفعالة .

سادساً - المواصفات القياسية رقم ١٩٦٣/٢٦٣ .

الاسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة في الخرسانة سابقة الاجهاد :

المجال :

تختص هذه المواصفات القياسية بالاسلاك العادية المصنوعة من صلب ذى مقاومة عالية لتحمل إجهاد الشد للاستعمال في الخرسانة سابقة الإجهاد .

التعاريف :

(١) سلك ذو مقاومة عالية لإجهاد الشد : سلك من الصلب المسحوب على البارد ذو مقطع مستدير لا يزيد قطره عن ٨ سم .

(ب) اللفة : طول مستمر من السلك بحالته كما سحب على البارد على هيئة لفة بدون أي وصلات أو لحامات .

(ج) الحزمة : عبارة عن لفتين أو أكثر من السلك ربطت ببعضها ربطاً محكماً .
طريقة الصناعة :

تصنع الاسلاك عالية المقاومة بسحبها على البارد من صلب مصنوع بالطريقة الحامضية أو القاعدية حسب رغبة المنتج إلا إذا نص على طريقة أخرى معينة في العقد المبرم بين المنتج والمشتري .

ويجب عند إجراء التحليل الكيميائي لهذه الاسلاك ألا تزيد نسبة الكبريت عن

٠,٠٥٪ ونسبة الفوسفور عن ٠,٠٥٪، وألا تزيد مجموع نسبتي الكبريت والفوسفور عن ٠,٠٩٪.

جودة الأسلاك :

تكون الأسلاك عالية المقاومة مسحوبة سحبا جيدا بمقاسات مطابقة لما هو منصوص عليه بهذه المواصفات . كما يجب أن تكون الأسلاك سليمة وخالية من التشققات والتصدعات السطحية والقشور وزوائد الأحرف وغير ذلك من العيوب الضارة في الاستعمال. كما يجب عدم وجود مواد دهنية أو صدا أو مواد أخرى على سطح الأسلاك بدرجة تضر بتناسكها مع الحرساة .

الاختبارات :

اختبارات الشد وإجهاد الضمان :

(أ) اختيار قطع الاختبار : تجهز قطع الاختبار من العينات المقطوعة من نهايات لقات السلك أو أى طول منه بحيث يكون طول هذه العينات كافيا لإجراء الاختبار وذلك بحضور المشتري أو مندوبه وتستعمل هذه العينات إذا لزم الأمر ويراعى عدم إجراء أى معاملة حرارية على العينات كما يراعى فى حال استعمال العينة أن يتم ذلك على البارد .

(ب) عدد اختبارات مقاومة الشد وإجهاد الضمان : يجرى على الأقل اختبار شد واحد لتعيين مقاومة الشد واختبار آخر لتعيين ٠,٠١٪ إجهاد الضمان لكل مجموعة من الأسلاك وزن ١٠ طن أو جزء منها وفى حالة تعدد مقاس مقطع الأسلاك يجرى هذان الاختباران لكل مقاس منها .

(ح) طريقة إجراء الاختبار : يجرى اختبار تعيين مقاومة الشد واختبار تعيين ٠,٠١٪ إجهاد الضمان طبقا للخواص القياسية لاختبار القدد للعائد (م ١٠ ق ٧٦ / ١٩٦١) على أن يلاحظ عدم إجراء اختبار تعيين إجهاد الضمان قبل مرور ٤٨ ساعة على سحب السلك .

(د) حدود مقاومة الشد وإجهاد الضمان : يجب ألا تقل مقاومة القدد ٠,٠١٪ لإجهاد الضمان للسلك ذى المقاومة العالية لإجهاد الشد عن القيم المبينة بالجدول رقم (١ - ٥) إلا إذا اتفق المشتري والمورد على غير ذلك .

المجول رقم (٥ - ١) مقاومة الشد وإجهاد الضمان للسلك على المقاومة

قطر السلك مم	مقاومة الشد كجم / مم ^٢	٠,٠١٪ إجهاد الضمان كجم / مم ^٢
٨	١٣٥	٩٥
٧	١٤٠	١٠٠
٦	١٤٥	١٠٥
٥	١٦٠	١١٥
٤	١٧٥	١٢٥
٣	١٩٠	١٣٥
٢	٢٠٥	١٤٥

اختبار التني على البارد :

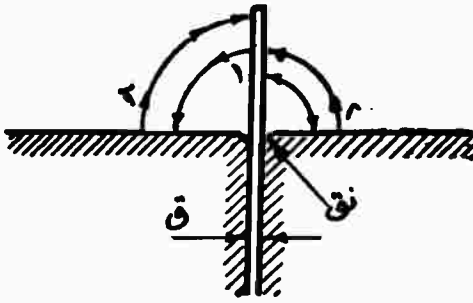
(١) اختبار عينات اختبار التني على البارد : تحضر عينات اختبار التني على البارد بنفس الطريقة التي تحضر بها قطع اختبار الشد .

(ب) عدد اختبار لصلاتي على البارد : يجرى على الأقل اختبار تني واحد على البارد لكل مجموعة من الاسلاك تزن ١٠ طن أو جزء منها وفي حالة تعدد مقاس الاسلاك يجرى هذا الاختبار لكل مقاس منها .

(ج) طريقة إجراء اختبار التني على البارد : يجب أن تحمل قطعة الاختبار التني وهي باردة حول نصف قطر دائري بدون حدوث شرخ أو كسر في منطقة التني على أن تتبع الطريقة الآتية في إجراء عملية التني على البارد :

يلت أحد طرفي قطعة الاختبار تثبيتاً محكماً في منجاة ويشي الطرف الآخر بزاوية قدرها ٩٠ درجة حول نصف قطر دائري مناسب طبقاً لما هو مبين بالجدول رقم (٥ - ٢) ثم يقني في الاتجاه العكسي بنفس نصف القطر بزاوية قدرها ١٨٠ درجة ثم يقني مرة أخرى إلى وضعه الأصلي كما هو مبين بالشكل رقم (٥ - ١٧) .

إعادة الاختبار :



شكل رقم (٥ - ١٧)
كيفية إجراء اختبار التني على البارد
جدول رقم (٥ - ٢)
قطر السلك ونصف قطر الدوران المقابل له
لإجراء التني على البارد

نصف قطر الدوران (ق) (م)	قطر السلك (ق) مم
٢٥	٨
٢٠	٧
١٨	٦
١٢	٥
١٥	٤
٩	٣
٥	٢

يعاد إجراء الاختبار في حالة عدم مطابقة نتيجة أى اختبار من اختبارات العدد أو اختبارات تعيين ٠,٠١ % إجهاد الضمان أو اختبارات التني على البارد لشروط هذه المواصفات وتكون هذه الإعادة على عينتين أخريين من نفس اللفة التي جهزت منها قطعة الاختبار التي لم توف نتائجها شروط هذه المواصفات فإذا طابقت نتائج اختبار هاتين العينتين شروط هذه المواصفات تعتبر اللفة التي جهزت منها العينة مقبولة أما إذا لم توف نتائج اختبار إحدى هاتين العينتين شروط هذه المواصفات فتعتبر هذه اللفة غير مقبولة وخيئذ نختار لفتين أخريتين من نفس المجموعة التي تزن ١٠ طن أو أقل ونجهز قطعة اختبار من كل منهما

لإعادة الاختبار عليهما وفي حالة عدم مطابقة نتائج اختبار أى منهما لشروط هذه المواصفات تعتبر المجموعة كلها (التي تزن ١٠ طن أو أقل) غير مقبولة .
مقاس لفة السلك :

يكون قطر لفات السلك ذى المقاومة العالية لإجهاد الشد كبيراً بقدر كاف لضمان استقامة السلك ويجوز تحديد قطر لفات حسب رغبة المشتري .

حساب الوزن :

بحسب وزن الاسلاك ذات المقاومة العالية لإجهاد الشد على أساس أن كثافة حادة هذه الاسلاك ٧,٨٥ جم/سم^٣ .

التفاوت في الاقطار :

١ - إذا كان قطر السلك يساوي ٥ مم أو أكثر يجب ألا يزيد التفاوت المسموح به في القطر عن ٥ - ٠,٥ مم .

٢ - إذا كان قطر السلك أقل من ٥ مم يجب ألا يزيد التفاوت في القطر على ٠,٢ مم . ويجوز عند الضرورة السماح بقم أخرى للتفاوت في القطر حسب الاتفاق بين البائع والمشتري .

مكان إجراء الاختبارات :

تجرى الاختبارات في المصنع على جميع العينات المختارة بعد تجهيزها للاختبار ويكون ذلك على نفقة المنتج ويجوز للمشتري أو من ينوب عنه الحضور أثناء أخذ العينات وإجراء الاختبارات في جهة مختصة .

وفي حالة عدم إمكان المصنع القيام بتحضير العينات أو اختبارها أو كليهما معاً طبقاً لشروط هذه المواصفات يتم ذلك في جهة مختصة على نفقة المنتج .

ويجوز للمشتري أخذ عينات وإجراء الاختبارات عليها في الجهة التي يختارها على أن يكون ذلك على نفقته الخاصة وفي هذه الحالة يجوز للمنتج أو من ينوب عنه حضور إجراء هذه الاختبارات وعلى المشتري أن يخطر المنتج بنتائج هذه الاختبارات كتابة في خلال ثلاثة أسابيع من تاريخ أخذ العينات وإلا اعتبرت النتائج مطابقة للمواصفات .
التفتيش: يجوز للمشتري أو من ينوب عنه أن يقوم بزيارة المصنع في وقت إنتاج الاسلاك التي طلبها والتأكد من أنها تجهز طبقاً للمواصفات المتعاقد عليها بينه وبين المنتج الذي يجب عليه أن يسهل له القيام بذلك .

الشهادات : على المنتج أن يقدم إلى المشتري شهادة بنتائج الاختبارات التي نصت عليها المواصفات وذلك في حالة عدم حضور المشتري أو مندوبه لإجراء هذه الاختبارات .
التسليم : لا يجوز تسليم الاسلاك إلى المشتري إلا بعد إجراء جميع الاختبارات ومطابقة نتائجها للحدود المنصوص عليها في هذه المواصفات .

وتعتبر موافقة المشتري على تسليم الاسلاك اقراراً منه بمطابقة الاسلاك للشروط المنصوص عليها في المواصفات .

رفض الاسلاك : في حالة عدم مطابقة عينات الاسلاك للشروط المنصوص عليها في المواصفات ترفض تلك المجموعة من الاسلاك التي أخذت منها هذه العينات .