الباب الخامس

حديد التسليح

(Steel Reinforcement)

مقدمه :

اولا انواع حديد التسليح

(ا) الصلب الطرى العادى

(ب) الصلب عالى المقاومة

ثانيا : صناعة حديد التسليح

(ا) الصلب الطرى العادى

(ب) صلب ٥٢

(حـ) الصلب المعالج على البارد

(ء) الأسلاك ذات المقاومة العالية للخرسانة سابقة الاجهاد .

ثالثا : لحام حديد التسليح

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

خامسا : اشتراطات اسس التصميم والتنفيذ لحديد التسليح

سادسا : المواصفات القياسية للاسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الاجهاد م . ق ٢٦٣/ ١٩٦٢

١ — مقدمة :

إن تحمل الخرسانة لقوى الشد ضعيف جداً لذلك يوضع الصلب داخل الخرسانة فى أماكن إجهادات 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 بوتلاند ويلكنسن على براءة اختراع عما أسماه « استخدام الأسياخ المبططة والحبال الصلب المبرومة لتقوية الخرسانة فى الأجزاء التى يتولد بها شد » وفى عام ١٨٦٥ قام بتشييد أول مبنى من الخرسانة المسلحة واستخدمت حبال مبرومة من الصلب وضعت فى قاع الكمرات حيث أخذت هذه الحبال ميل حوالى ٣٠° فى نهايتها قبل أن تثبت فى نهاية الكمرة أو الحائط من الجانبين .

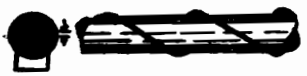
وفى عام ١٨٦٧ أنشأ مونيه بلاطات خرسانية بإستخدام أسلاك رفيعة واستخدمت بعد ذلك أسياخ الصلب فى تسليح الخرسانة وفى عام ١٨٨٤ قام مهندس بالولايات المتحدة الأمريكية بإجراء لى أسياخ الصلب مربعة القطاع بهدف رفع درجة التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح وقد سجلت تجاربه أن البلاطات المسلحة بهذه الأسياخ فاقت قدرتها على التحمل البلاطات المماثلة عند استخدام نفس التسليح بدون إجراء عملية اللى .

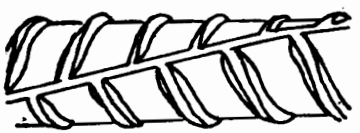
ومنذ استخدام الخرسانة المسلحة فى أوائل القرن العشرين وضعت مواصفات الإجهادات المسموح بها لأسياخ حديد التسليح على أساس أن إجهاد التشغيل لا يتعدى نصف إجهاد الخضوع . وقد حددت المواصفات البريطانية سنة ١٩٠٧ إجهاد التشغيل لحديد التسليح بما قيمته ١٠,٥ كجم / مم٢ عدلت إلى ١١,٥ كجم/مم٢ سنة ١٩١١ ثم إلى ١٢ كجم/مم٢ بعد ذلك حيث كان حديد التسليح هو الصلب الطرى العادى المعروف بصلب ٣٧ الذى يشترط فى مقاومته للشد ألا تقل عن ٣٧ كجم/سم٢ كما أن إجهاد الخضوع له لا يقل عن ٢٤ كجم/سم٢.

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

هو الوفر فى كميات الحديد المستخدمة وما يتبعه أيضا من إمكان الاختصار فى أبعاد الخرسانة نفسها .

واتجه التفكير بعد ذلك إلى إمكان الحصول على صلب عالى المقاومة من الصلب الطرى العادى بليه وسحبه على البارد الأمر الذى يزيد من حد مرونته ومقاومته للشد . وقد ظهرت فى النمسا عام ١٩٢٨ الوصول إلى ذلك فكرة جدل سيخين من الصلب الطرى العادى الدائرى المقطع على بعضهما ليكونا ما يشبه الضفيرة ويسمى صلب أيستج (Isteg Steel) شكل (٥ — ١) . وفى ١٩٣٥ عدلت تلك الفكرة بلى أسياخ من الصلب الطرى دائرية المقطع ذات نتوءات من الجانبين حيث تأخذ النتوءات شكلا حلزونيا يرفع حد إجهاد التشغيل إلى ١٧ كجم / مم٢ ويزيد من التماسك مع الخرسانة وتسمى تلك الأسياخ تورستال (Torstahl) شكل (٥ — ١) ويتحسين نوع الصلب المستخدم أمكن الوصول بإجهاد التشغيل إلى ٢٠ كجم / مم٢ حيث أنتجت بعض أنواع من حديد التسليح مدلفنة على الساخن فى تشيكوسلوفاكيا تعرف باسم ركسور (Roxor) وأخرى فى بولانده باسم جريفل (Grieffel) ، حيث إجهاد الخضوع لها ٣٦ كجم/مم٢ . وفى الدنمارك ابتكر حديد تسليح جديد دائرى المقطع وبه نتوءات على طول السيخ وعرضه عرفت باسم أسياخ تنتور (Tentor) شكل (٥ — ١) تعرض لعمليات التشغيل على البارد بالشد والى ويصل إجهاد الضمان لها حتى ٦٠ كجم / مم٢ مما يمكن من استعمالها فى التشغيل — باعتبار عامل الأمان ٢,٥ — باجهاد حتى ٢٤ كج / مم٢ .





شكل رقم (٥ — ١)
بعض أشكال أسياخ إحديد التسليح عالى المقاومة

وقد استلزمت صناعة الخرسانة سابقة الإجهاد(Prestressed Concrete) استعمال صلب له مقاومة عالية غير عادية حددتها الأسس التطبيقية بما لا يقل عن ١٠٠ كج/مم٢ فأنتجت لذلك أسلاك بأقطار من ملليمتر واحد إلى عشرة ملليمترات بمقاومة قصوى فى الشد تتراوح من ١٣٥ كجم/مم٢ حتى ٢٤٠ كجم / مم٢ .

وكانت مصر قبل الحرب العالمية الثانية تستورد كل احتياجاتها من حديد التسليح من الخارج من البلاد الاوربية وانجلترا . وبدأ إنتاج حديد التسليح محليا بعد الحرب من الحديد الخردة(Scrap iron) التى توفرت من مخلفات الجيوش فأنشئت بعض مصانع لإنتاج حديد التسليح العادى . ونظراً لأن مصير كميات الخردة المتخلفة من الحرب إلى النفاذ كما أن الخردة التى تتجمع من داخل البلاد لا تكفى لتغذية المصانع وكان من الصعب استيراد كميات كبيرة منها لاحتياج معظم البلاد إلى الخردة المتخلفة عندها وتهافتها 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 فى البلاد فكان الأساس لاقامة صناعة مستقرة لحديد التسليح بتزويده للمصانع المحلية بكتل 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 الناتج 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 .

اولا : انواع حديد التسليح :

يمكن تقسيم حديد التسليح إلى الأنواع الرئيسية الآتية :

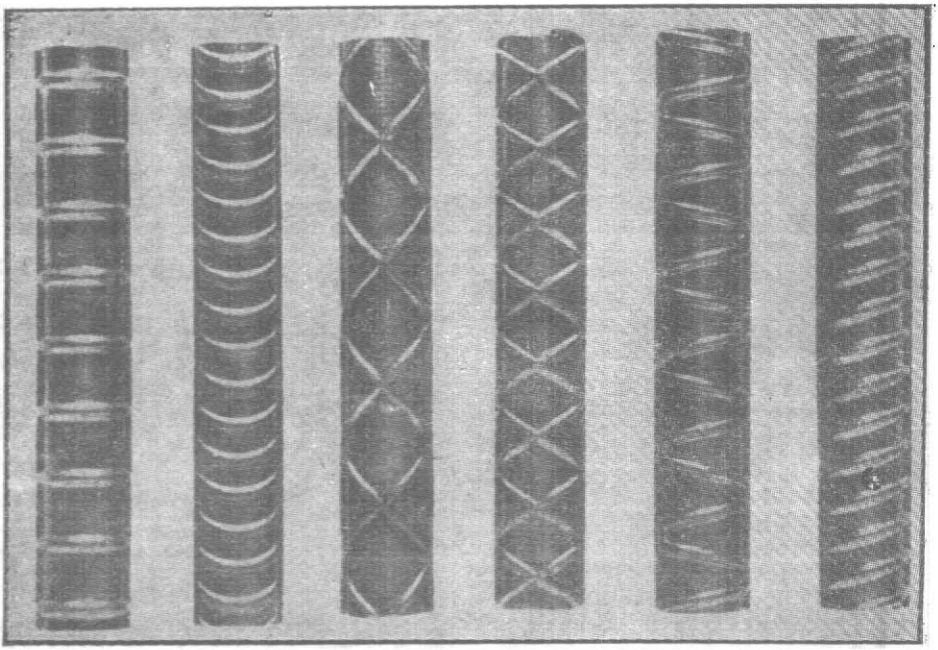
(١) الصلب الطرى العادى : Ordinary Mild Steel

ويصنع من الصلب الكربونى حيث يجب ألا تزيد نسبة الكربون فيه عن ٠,٢٪ وتكون مقاومته للشد ٣٥ كجم /مم٢ على الأقل . ويكون استعماله فى تسليح الخرسانة بإحدى الصور الآتية :

١ ــ أسياخ ملساء (Plain bars) مستديرة المقطع بأقطار تتراوح من ٥ مم إلى حوالى ٥٠ مم وهذه الأسياخ هى الأكثر شيوعا فى الاستعمال لتسليح الخرسانة .

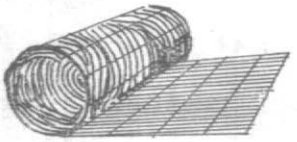
٢ ــ أسياخ ملساء مربعة المقطع وهذه الأسياخ محدودة الاستعمال .

٣ ــ أسياخ ذات نتوءات (Deformed bars) وهى مستديرة المقطع وبها نتوءات عرضية أو طولية أو عرضية وطولية على كامل طولها وذلك بغرض زيادة التماسك (Bond) مع الخرسانة كما فى شكل رقم (٥ ــ ٢) .



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

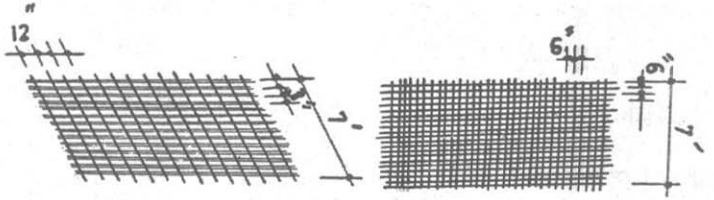
٤ ــ شبكة (Mesh) مكونة من أسياخ أو أسلاك من الصلب منسوجة أو ملحومة معاً وتكون الشبكة إما مربعة أو معينة الفتحات كما تكون على هيئة حصيرة أو لفة (Roll) كما يتبين من الشكل رقم (٥ــ١٣ ، ب). وتستخدم هذه الشبكات لتسليح بلاطات الأسقف والطرق وبلاطات الأرضيات . الخ



Mesh in roll form

شكل رقم (٥ ــ ١٣) لفة لشبكة من أسلاك الصلب لتسليح الخرسانة

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



Longitudinal mesh (Sheets)

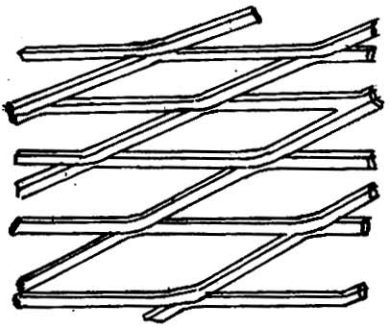
6 In. Square mesh (Sheets)

شبكة طولية (ألواح)

شبكة مربعة (ألواح)

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

٦ ــ قطاعات الصلب المدلفنة مثل الكمرات على شكل حرف I والكمرات على شكل مجرى أو قضبان السكك الحديدية . . . الخ حيث تستخدم لتسليح الثقيل الكمرات والأعمدة فى بعض الحالات مثل الكبارى الخرسانية .



Expanded metal mesh reinforcement

شكل رقم (٥ ــ ٤)
الشبك الممدد لتسليح البلاطات الخرسانية

ويستخدم الصلب الطرى العادى فى تسليح الخرسانات التى تزيد مقاومتها فى الضغط بعد ٢٨ يوم عن ١٨٠ كجم/سم٢ ويكون ذلك بإجهاد تشغيل ١٤ كجم/مم٢ .

(ب) الصلب العالى المقاومة (High Tensile Steel)

ويستخدم هذا الصلب بإحدى الصورتين الآتيين :

١ ــ صلب ٥٢ : وهو كربونى مقاومته للشد لاتقل على ٥٢ كجم / مم٢ ولاتزيد نسبة الكربون فيه عن ٠,٣ ٪ .

٢ ــ صلب معالج على البارد : وهو صلب كربونى عبارة عن صلب طرى عادى تعرض لعمليات التشغيل على البارد بالشد أو الى أو كليهما لكى يكتسب هذا الصلب بتلك العمليات مقاومة عالية فى الشد لاتقل عن ٥٠ كجم/مم٢ .

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

كانت الأسياخ ذات التنوءات هى غالبية الإنتاج لتحسين خاصة التماسك مع الخرسانة بما يتفق مع زيادة المقاومة فى حديد التسليح ويتضح ذلك من بيان مايجرى حدوثه فى الخرسانة المسلحة عندما تتعرض للتحميل كما يلى : الخرسانة مادة قوية فى مقاومة الضغط وضعيفة فى مقاومة الشد وتزود بالتسليح لتعويض هذا الضعف ولكن استطالة الحديد تحت إجهادات التشغيل فى الشد لا تلاحقها استطالة الخرسانة المتصلة به فتتشرخ ويقوم الحديد وحده بمقاومة الشد . ولما كان بقاء الحديد سليما بصفة مستديمة داخل الخرسانة هو الشرط الأساسى لاستمرار المقاومه كان لسعة الشروخ أثر رئيسى فى تحديد قدرة صيانة الغلاف الخرسانى لأسياخ التسليح التى بالداخل .

وقد عملت 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 محتوية 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 مابين ربع وثلث ملليمتر .

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

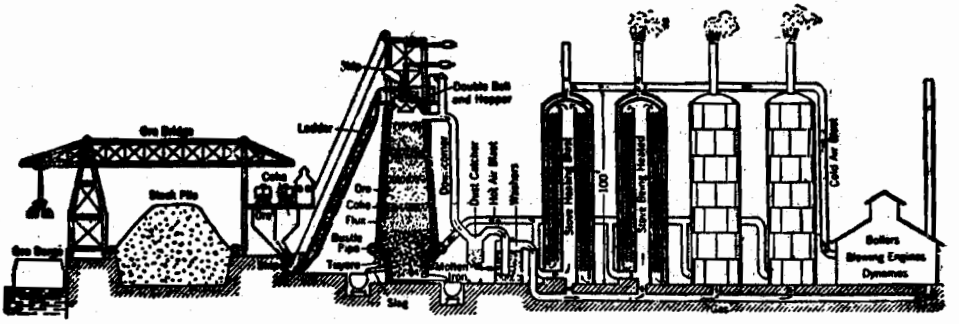
والغرض من استخدام الصلب عالى المقاومة فى تسليح الخرسانة هو الوفر فى كميات حديد التسليح المستخدم وما يستتبعه من إمكان الاختصار فى أبعاد الخرسانة نفسها ويراعى أن الصلب عالى المقاومة يستخدم مع الخرسانات التى لا تقل مقاومتها عن ٢٠٠ كجم/سم٢ حتى تتناسب الاجهادات المرتفعة فى الصلب مع إجهادات الضغط فى الخرسانه وزيادة مقاومه التماسك .

ويلاحظ أن الصلب عالى المقاومة المجهز بالمعالجة على البارد الصلب 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 التقابلى بالمقاومة الكهربائية أو اللحام التقابلى بالإلكترود المعدنى ، كذلك إلا إذا عولجت مواضع اللحام على البارد بطريقة تستعيض خواصها . ويجب أن يستبعد بتاتاً لحام الأكسجين والأسيتيلين أو لحام القوس الكهربائى الكربونى أو اللحام بالحدادة .

ثانيا صناعة حديد التسليح

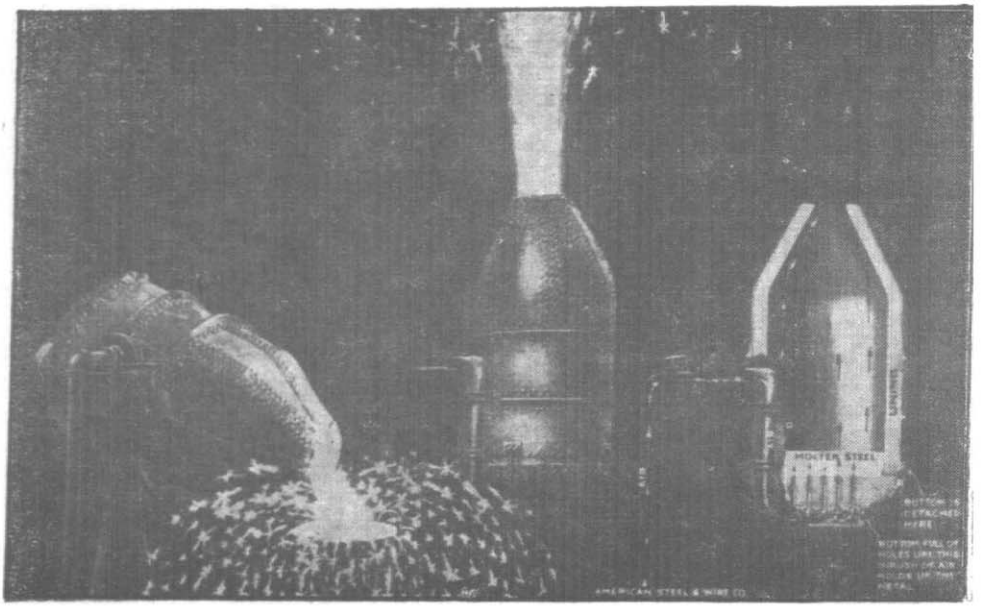
(ا) الصلب الطرى العادى : يصنع حديد التسليح من الصلب الطرى العادى باستخلاص الحديد من الركاز (Ore) بالفرن العالى (Blast Furnace)شكل رقم(٥ — ٥)



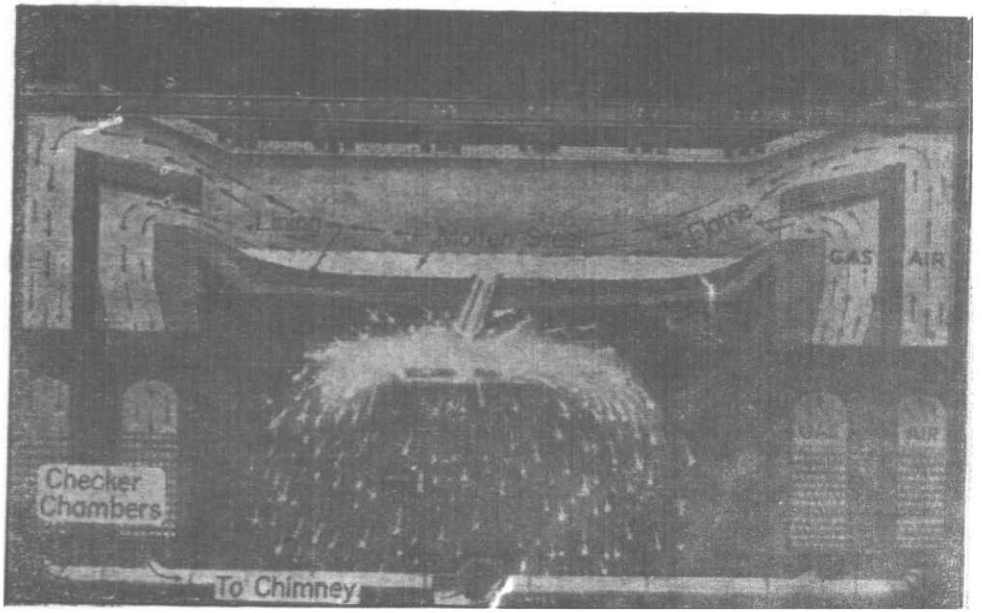
شكل رقم (٥ ـ ٥)

استخلاص الحديد من الركاز بالفرن العالى

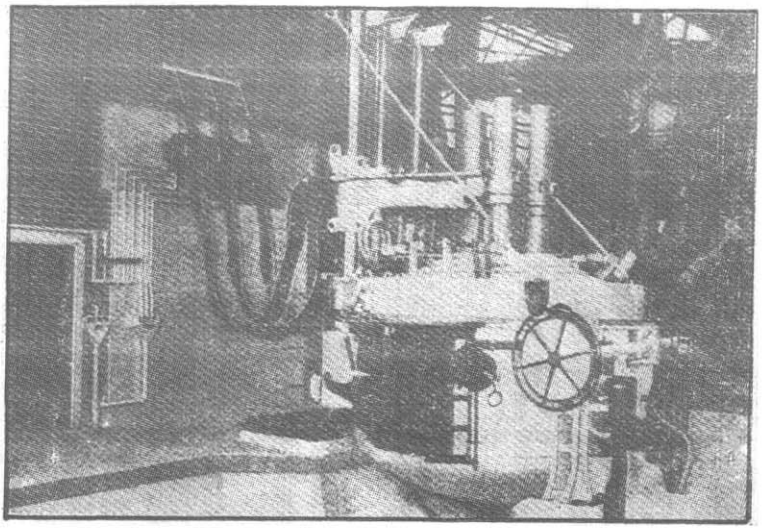
ثم إنتاج الصلب من الحديد الخام (Raw) بمحولات بسمر شكل رقم (٥ — ٦) أو فى أفران سيمنز (الأفران المفتوحة) شكل رقم (٥ — ٧)أوالأفران الكهربائية . شكل رقم (٥ — ٨) ويمكن استخدام الخردة فى أفران سيمنزو الأفران الكهربائية . ثم يصير دلفنة الصلب الناتج على الساخن على هيئة أسياخ شكل رقم (٥ — ٩) ثم تقطيعها بالأطوال المناسبه (حوالى ٦ أو ١٢ مترا) أو جعل السيخ على هيئه لفة شكل رقم (٥ — ١٠) لتسهيل المناوله حيث تستعدل وتقطع عند الاستعمال .



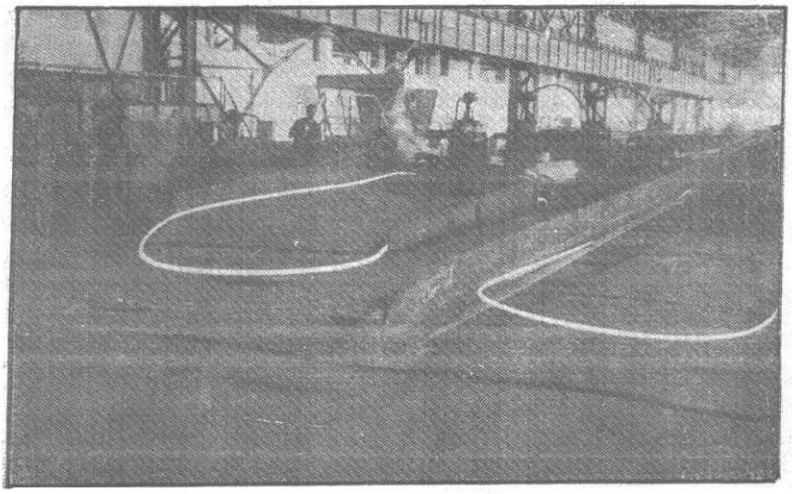
شكل رقم (٥ — ٦) محولات بسمر لانتاج الصلب



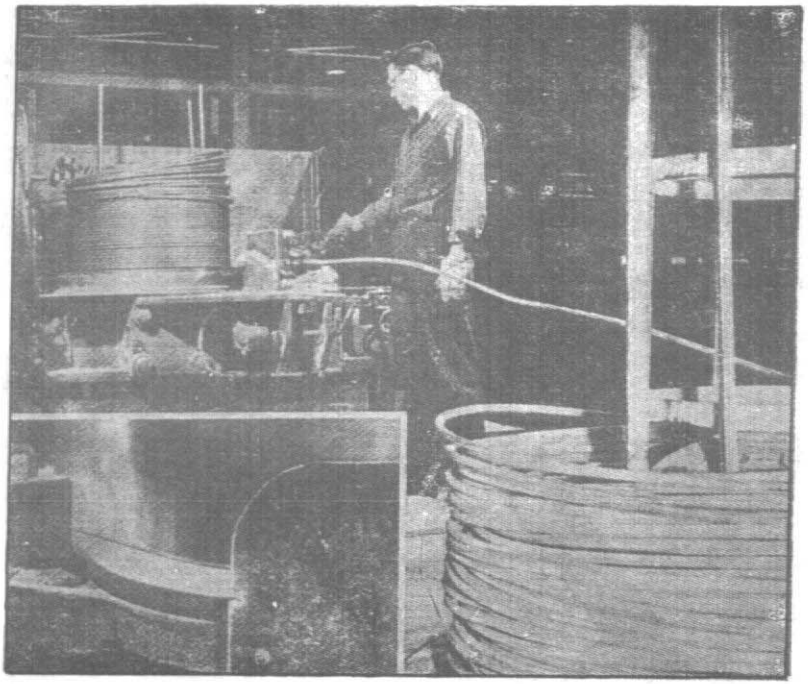
شكل رقم (٥ — ٧) فرن سيمنز (الفرن المفتوح) لانتاج الصلب



شكل رقم (٥ — ٨)
الفرن الكهربائى لانضاج الصلب



شكل رقم (٥ — ٩)
تشكيل أسياخ التسليح



شكل رقم (٥ — ١٠) تشكيل أسياخ التسليح على هيئة لفه

وتقوم مصانع شركة الحديد والصلب بحلوان بإنتاج أسياخ الصلب الطرى العادى التسليح من الحديد الخام بطريقة توماس حيث تتم تنقية الحديد الخام بنفخ الهواء الساخن خلاله ويستمر ذلك حوالى ١٦ دقيقة لتحترق الشوائب وما يحويه الخام من الكربون الذى يجرى تعويضه بالنسبة المطلوبة بإضافة مواد حاوية له بعد انتهاء العملية ثم يجرى صب الحديد المنصهر فى القوالب لتتجمد ثم يصير تسخينها ودلفنتها بقطاعات الأسياخ المطلوبة . وتستخدم بعض شركات إنتاج حديد التسليح الأخرى الأفران المفتوحة كشركة النحاس المصرية أو الأفران الكهربائية مثل شركة مصانع الدلتا الصلب حيث تستخدم الخردة 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 مايصنع 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 صلادته ويقلل الاستطالة عند الكسر لذلك عمل على تحديد كميته بما لايزيد عن ٠,٣٪ لأن أهم مايجب توافره فى هذه الأسياخ هو قابلية التشكيل على البارد مع استطالة مناسبة . كما يلزم تقليل نسبة كل من الفوسفور والكبريت بما لايزيد عن ٠,٠٥٪ لكل منهما . ويراعى ضرورة إنتاج أسياخ هذا الصلب عند دلفنتها لتكون ذات فتوءات لزيادة تماسكها مع الخرسانة وبالتالى إمكان زيادة استغلالها بزيادة إجهادها .

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

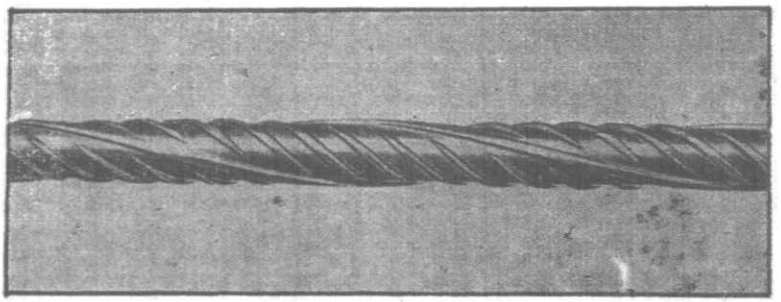
وطريقة المعالجة على البارد الغالب اتباعها هى الى على البارد وفيها يربط طرف السيخ فى منجلة ثابتة ويربط الطرف الآخر فى منجلة مركب عليها محرك دوران . وبإدارة المحرك يفتل السيخ حول محوره وتتمدد أليافه بدرجة تتناسب مع بعد كل منها من المحور . وعلى ذلك فكل خط مستقيم موازى المحور يأخذ شكل حلزون وتكون استطالته 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 الكسر بدرجة تتوقف على مقدار المعالجة ولا ينال محور السيخ أى معالجة كما أن الأجزاء القريبة ينالها نسبة قليلة لذلك فإن تأثير المعالجة على البارد يبلغ أقصاه عند السطح الخارجى من مقطع السيخ .

ويمكن إجراء المعالجة على البارد بالجمع بين طريقتى الشد الطولى واللى لكى ينال الجزء الأوسط من مقطع السيخ معالجة على البارد .

وتجرى عملية اللى على البارد بحيث تكون خطوة الية الواحدة (٣٦٠°) ولاتقل عن ٨ مرات ولا تزيد عن ١٤ مرة من قطر السيخ أو أقل بعد لمقطعه .

ويلاحظ أن عملية اللى على البارد تعتبر اختبارا للأسياخ نفسها وتنظيما 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 أسياخ الصلب المعالج على البارد لزيادة تماسكه مع الخرسانة بما يتناسب مع رفع إجهاد التشغيل فيها . ومن أمثلة ذلك التخشين — أى النتوءات السطحية للسيخ — تزويد السيخ ذى القطاع المستدير بعرقين على جانبيه ارتفاع كل منها عشر القطر ويأخذان شكل حلزونيين بعد اللى شكل رقم (٥ — ١١) حيث يعملان على زيادة التماسك ويساعدان على تمييز نوع الصلب . كما تعبر الخطوة الكاملة للحلزون عن خطوة اللى وبالتالى عن درجة المعالجة على البارد .



شكل رقم (٥ — ١١) سيخ من الصلب المعالج على البارد مزود بعرقين حلزونيين

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 إجهاد 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 :

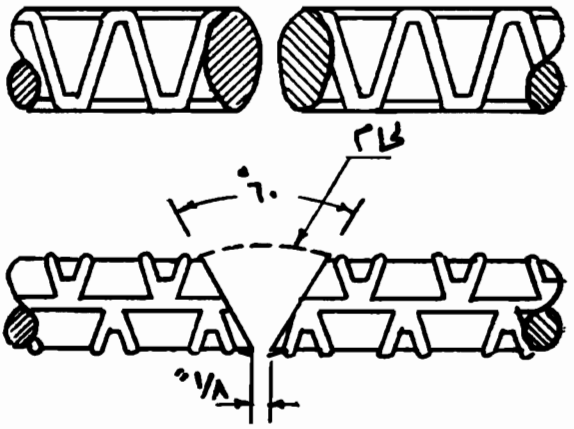
(Hard Drawn Wires for prestressed Concrete)

يلزم لعملية الاجهاد السابق للخرسانة استعمال صلب له مقاومة عالية غير عادية واجهادها بدرجة عالية من الشد تتراوح من ٩٠ إلى ١٢٠ كجم / مم٢ فإذا كان ذلك الاجهاد مساوياً لمقدار ٧٠٪ من مقاومتها للشد فيجب أن تكون مقاومة صلب تلك الأسلاك تتراوح من ١٣٠ إلى ١٨٠ كجم / مم٢ . وقد حددت الأسس التطبيقية أقل قيمة لمقاومة هذه الأسلاك ١٠٠ كجم / مم٢ (للمقارنه يلاحظ أن مقاومة الشد للصلب الطرى العادى تتراوح من ٣٥ إلى ٤٠ كجم / مم٢) .

وتنتج هذه الأسلاك برفع مقاومة الصلب بكل الطرق من إضافة محسنات أو معالجة على البارد بالسحب أو بالى . ولايسمح بأية حال بوصل هذه الأسلاك باللحام وتنتج المصانع هذه الأسلاك بقطاعات مستديرة أو بيضاوية بقطر من ١ إلى ١٠ مم وتعرف برقمين الأول يدل على حد المرونة والثانى على مقاومة الشد بالكيلو جرام / مم٢ مثل صلب ١٣٥ — ١٥٠ حيث حد المرونة ١٣٥ كجم / مم٢ ومقاومة الشد ١٥٠ كجم / مم٢ . وقد حدد لاجهاد تشغيل هذه الأسلاك المبدئى ٨٠ الى ٨٥٪ من حد المرونة أو ٦٥ إلى ٧٠٪ من مقاومة الشد أيهما أقل على ألا تزيد الاجهادات فى حالتها النهائية عن ٦٠٪ من مقاومة الشد .

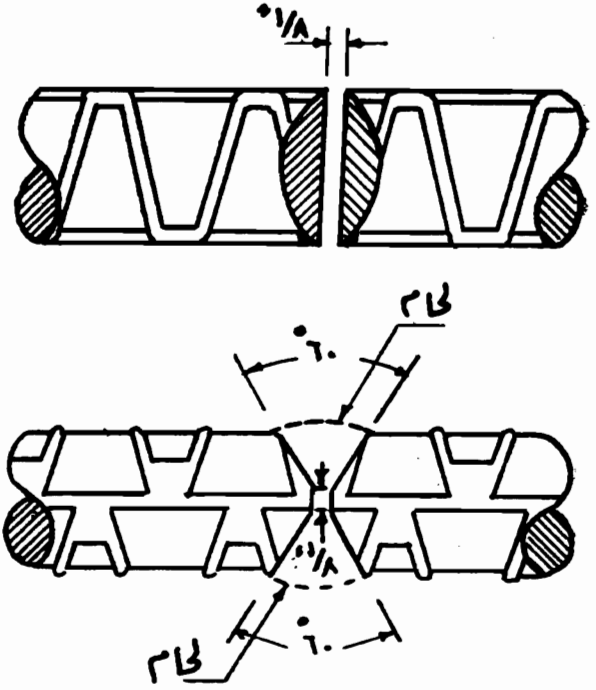
ثالثاً ـ لحام حديد التسليح (Welding of Steel Reinforcement)

يمكن وصل أسياخ حديد التسليح من الصلب العادى والصلب عالى المقاومة (صلب ٥٢) بشرط أن تكون طريقة وكيفية اللحام مناسبة مثل طريقة القوس الكهربائى أو طريقة الاكسى اسيتيلين مع ضرورة التأكد من أن عملية اللحام لم تؤثر على معدن السيخ تأثيراً ضاراً أو أنها لم تغير من استقامة محور السيخ أو من الوضع المطلوب للاسياخ عند الوصلة أما الصلب عالى المقاومة الناتج 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 — للتستعيد خواصها . ويكون وصل أسياخ حديد التسليح بالكيفية المبينة بالأشكال رقم (٥ — ١٢) ، (٥ — ١٣) ، (٥ — ١٤) ، (٥ — ١٥) .



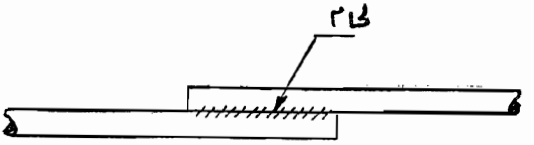
شكل رقم (٥ ـ ١٢)

وصلة لحام تقابلية لسيخ تسليح بشطف على هيئة حرف ٧

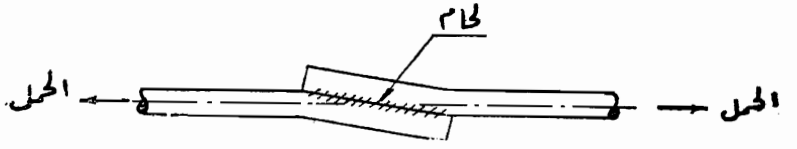


شكل رقم (٥ ـ ١٣)

وصلة لحام تقابلية لسيخ بشطف على هيئة حرف ٧ مزدوج
وذلك للأسياخ الكبيرة القطر



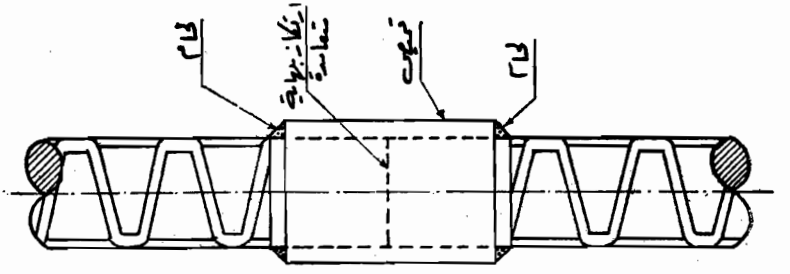
- أ - قبل اللحام



- ب - بعد اللحام

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

رابعا — المواصفات القياسية لاسياخ الصلب لتسليح الخرسانة :

المجال :

تختص هذه المواصفات القياسية بأسياخ الصلب الكربونى المستعملة فى تسليح الخرسانة والمصنوعة بطريقة بسمر القاعدية أو الحامضية أو بالطريقة الكهربائية أو بطريقة الفرن المفتوح (سميز 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 الكربونى الطرى بأى مقطع ترك ليبرد فى الهواء بعد دلفنته على الساخن .

٢ ــ السيخ المعالج على البارد :

سيخ من الصلب الكربونى الطرى بأى مقطع ترك ليبرد فى الهواء بعد دلفنته على الساخن ثم أجريت معالجته على البارد إما بليه حول محوره أو بليه وسحبه .

٣ ــ أبعاد مقطع السيخ الملوى على البارد :

يقصد بأبعاد مقطع السيخ المعالج على البارد أبعاده قبل المعالجة .

٤ ــ القطر المكافىء السيخ المعالج على البارد :

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

(أ) الصلب الطرى الكيميائى :

لا تزيد النسب المئوية الكربون والفوسفور والكبريت فى الصبة عن الحدود الآتية :

كربون ٠,٢ ٪ ، فوسفور + كبريت ٠,١٣ ٪ .

(ب) الصلب عالى المقاومة :

١ ــ صلب ٥٢ : لا تزيد النسب المئوية الكربون والفوسفور والكبريت فى الصبة عن الحدود الآتية :

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

٢ ــ صلب معالج على البارد : لا تزيد النسب المئوية الكربون والفوسفور والكبريت قبل المعالجة على الحدود المنصوص عليها الصلب الطرى العادى .

ملحوظة : فى حالة إجراء تحليل كيميائى للأسياخ بعد دلفنتها يسمح بزيادة الحدود المذكورة بحد أقصاه ٠,٢٥ ٪ .

جودة الأسياخ :

تكون جميع الأسياخ سليمة وخالية من التشققات والعيوب السطحية والقشور وغير ذلك من العيوب الضارة فى الاستعمال .

أما أسياخ الصلب المعالجة على البارد فيجب أن تفى قبل عملية المعالجة على البارد بالاشتراطات الواجب توافرها فى أسياخ التسليح من الصلب الطرى العادى كما يجب ألا تقل خطوة اللية الوحدة (٣٦٠°) على طول المحور عن ثمانية أمثال قطر السيخ أو ثمانية أمثال أصغر بعد فى مقطعه .

الاختبارات :

اختبار الشد :

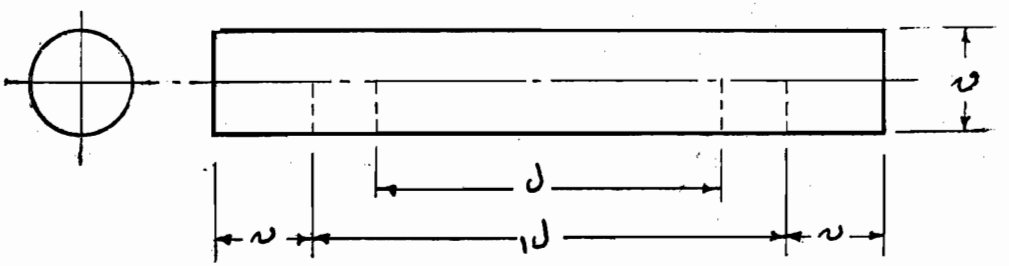
(ا) اختيار العينات :

تؤخذ عينة اختبار من الأسياخ المعدة للاستعمال بدون أن تعرض لأية معالجة حرارية ويجوز استعدال العينة على البارد فى حالة الأعو جاج البسيط .

(ب) شكل قطعة الاختبار :

أولا ــ صلب التسليح الطرى العادى :

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



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

ل = ٥,٦٥ $\sqrt{م}$

، ل١ = لا تقل عن ٦,٨٨ $\sqrt{م}$

حيث ل = طول القياس

، ل١ = الطول المحصور بين كلا بتى مكنة الاختبار = ل + ق على الأقل .

م = المساحة الأصلية لمقطع قطعة الاختبار .

وللأسياخ ذات المقطع المستدير تكون :

ل = ٥ ق

، ل١ = لاتقل عن ٦ ق .

حيث ق = قطر السيخ

ﻫ = طول النهاية ويحدد تبعاً لطول كلا بتى مكنة الاختبار .

ل = الطول الكلى و يحدد تبعا لطول كلابتى مكنة الاختبار .

(ثانيا) صلب التسليح عالى المقاومة :

١ — صلب ٥٢ : تجهز قطع الاختبار فى 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) وبحيث :

ل = ١٠ ق

ل١ = لا تقل عن ١٢ ق

ق = القطر أو القطر المكافىء .

(حـ) عدد اختبارات الشد : يجرى اختبار شد واحد على الأقل لكل مجموعة من الأسياخ تزن ١٠ أطنان أو أقل وفى حالة تعدد مقاسات مقاطع الأسياخ فى المجموعة يجرى اختبار شد واحد على الأقل لكل مقاس منها .

(د) طريقة إجراء اختبار الشد : يجرى هذا الاختبار طبقا للمواصفات القياسية لاختبار الشد للمعادن (م . ق . ٧٦/١٩٦١) .

(هـ) حدود نتائج اختبار الشد :

(أولا) الصلب الطرى العادى :

اجهاد الخضوع لا يقل عن	٢٣ كجم / مم٢
مقاومة الشد لا تقل عن	٣٥ كجم/ مم٢
النسبة المئوية للاستطالة لا تقل عن	٢٠

(ثانيا) الصلب عالى المقاومة :

١ — صلب ٥٢ :

اجهاد ضمان ٠,٢ ٪	لا يقل عن	٣٦ كجم / مم٢
مقاومة الشد	لا تقل عن	٥٢ كجم / مم٢
النسبة المئوية للاستطالة	لا تقل عن	١٠

٢ — الصلب المعالج على البارد :

اجهاد ضمان ٠,٢ ٪	لا تقل عن	٤٠ كجم /مم٢

مقاومة الشد	لا تقل عن	٥٠ كجم/ مم ٢
النسبة المئوية للاستطالة	لا تقل عن	١٠

اختبار الثنى على البارد :

(ا) اختيار العينات :

تؤخذ عينات اختبار الثنى على البارد من الأسياخ المعدة للاستعمال بدون أن تتعرض لأية معالجة حرارية . وفى 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 تزن ١٠ أطنان أو أقل وفى حالة تعدد مقاس مقطع الأسياخ فى المجموعة يجرى اختبار واحد على الأقل لكل مقاس منها .

(حـ) طريقة إجراء الاختبار :

يجب أن تتحمل قطعة الاختبار الثنى وهى باردة حول قطر دائرى بدون حدوث شرخ أو كسر فى منطقة الثنى وذلك فى أثناء ثنيها بالضغط المستمر المتزايد حتى يتوازى طرفاها بشرط أن يكون قطر الدوران الداخلى كما يلى :

(أولا) الصلب الطرى العادى :

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

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

(ثانيا) الصلب عالى المقاومة :

١ ــ صلب ٥٢ : تتوافر فيه نفس اشتراطات الصلب الطرى العادى .

٢ ــ الصلب المعالج على البارد :

---

* فى حالة الأسياخ ذات المقطع المستديرس=ق .

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

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

إعادة الاختبارات :

يعاد إجراء اختبار الشد إذا كانت النسبة المئوية للاستطالة غير مطابقة للحدود المنصوص عليها فى هـــذه المواصفات وكان الكسر واقعاً خارج الثلث الأوسط لطول القياس .

وفى حالة عدم مطابقة أية نتيجة من نتائج الاختبارات للحدود المنصوص عليها فى بند يعاد إجراء الاختبار على عينتين أخريين من نفس مجموعة الأسياخ كانت نتائج الاختبار للعينتين مطابقة للمواصفات تقبل هذه المجموعة وإذا كانت نتائج اختبار إحداهما غير مطابقة للمواصفات ترفض المجموعة التى أخذت منها هذه العينات .

حساب الوزن :

لحساب أوزان أسياخ صلب التسليح تعتبر كثافته ٨,٨٥ جم/ سم٣

التفاوت المسموح به :

(ا) التفاوت فى الطول :

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

أما إذا اشترط المشترى حدا أدنى لاطوال الاسياخ فيكون التفاوت فى مقاسات الاطوال ± ٧٥ مم .

(ب) التفاوت فى أبعاد المقطع :

١ — إذا كان أصغر بعد فى مقطع السيخ (أو القطر فى حالة الاسياخ المتدرة) يساوى ٢٥ مم أو أقل يكون التفاوت المسموح به فى أى بعد من أبعاد المقطع ± ½ مم.

٢ ــ إذا كان أصغر بعد فى مقطع السيخ أكبر من ٢٥مم يكون التفاوت المسموح به فى أى بعد من أبعاد المقطع ± ١ مم .

(ج) التفاوت فى الوزن :

يسمح بتفاوت فى وزن الرسالة ذات المقاس الواحد مقداره ± ٥ ٪ من الوزن المحسوب نظريا طبقا لما هو مبين بهذه المواصفات .

طريقة التمييز :

تميز الأسياخ المصنوعة من الصلب ٥٢ وخصوصا الملساء بعمل أية دلفنة بارزة خاصة بالمنتج على جسم السيخ .

إجراء الاختبارات :

تجرى الاختبارات فى المصنع على جميع العينات المختارة بعد تجهيزها ويكون ذلك على نفقة المنتج ويجوز للمشترى أو من ينوب عنـــه الحضور أثناء أخذ العينات وإجراء الاختبارات.

وفى حالة عدم إمكان المصنع القيام بتحضير العينات أواختبارها أو كليهما معا طبقا لشروط هذه المواصفات يتم ذلك فى جهة مختصة على نفقة المورد .

ويجوز للمشترى أخذ عينات وإجراء الاختبارات عليها فى معمل اختبار معتمد على أن يكون ذلك على نفقته الخاصة وفى هذه الحالة يجوز للمنتج أو من ينوب عنه حضور اجراء هذه الاختبارات .

التفتيش :

يجوز للمشترى أو من ينوب عنه أن يقوم بزيارة المصنع فى وقت إنتاج أسياخ التسليح التى طلبها والتأكد من أنها تجهز طبقا للمواصفات المتعاقد عليها بينه وبين المنتج أو المورد الذى يجب عليه أن يسهل له القيام بذلك .

الشهادات :

على المنتج أو المورد أن يقدم إلى المشترى شهاده بناء على طلبه بنتائج الاختبارات الميكانيكية والتركيب الكيمائى التى نصت عليها المواصفات وذلك فى حالة عدم حضور المشترى أو مندوبه إجراء هذه الاختبارات .

التسليم :

لايجوز تسليم الأسياخ من المصنع المنتج إلا بعد إجراء جميع الاختبارات المطلوبة أو تقديم شهادة بنتائج الاختبارات ومطابقة لنتائجها الحدود المنصوص عليها فى هذه المواصفات .

الأقطار القياسية لأسياخ التسليح ذات المقطع المستدير :

يكون إنتاج أسياخ الصلب ذات المقطع المستدير لتسليح الخرسانة بالأقطار الآتية :

٥ ، ٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٦ ، ١٩ ، ٢٢ ، ٢٥ ، ٢٨ ، ٣٢ ، ٣٨ (مم)

خامسا : اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ لحديد التسليح :

(ا) التنظيف : يجب أن تنظف الأسياخ من القشور الناتجة عن التصنيع والصدأ غير المتماسك والزيوت والشحوم أو أى مواد ضارة وذلك قبل صب الخرسانة .

(ب) الثنى : يجب عدم ثنى أو استعمال الأسياخ بطريقة تضر بمادتها — ويصرح بالثنى على الساخن لدرجة حرارة لا تتعدى ٨٠٠ مئوية وتترك لتبرد تدريجياً فى الهواء ولا يسمح بالتبريد الفجائى للأسياخ بالماء ،

أما الأسياخ التى تعتمد فى مقاومتها على المعاملة على البارد مثل تورستيل فلايسمح بثنيها على الساخن .

(حـ) الرص والتثبيت : يجب وضع الأسياخ فى مواضعها المضبوطة طبقا للرسومات وبحيث تضمن استيفاء الغطاء المحدد للتسليح ، كما يجب حفظها فى هذه المواضع بالربط بالسلك أو اللحام النقطى أو استخدام الركابات وقطع حفظ الأبعاد وعند استخدام هذه الأخيرة من المونة الأسمنتية تكون بنسبة لا تقل عن واحد أسمنت إلى إثنين رمل وتصنع بالسمك المطلوب للغطاء . كما يجب بذل عناية خاصة فى رص وتثبيت التسليح العلوى الرئيسى للبلاطات المستمرة والكوابيل ويمنع 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 التى تعتمد فى مقاومتها على المعالجة على البارد .

(هـ) مقاسات الاسياخ :

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

(و) الغطاء الخرسانى للتسليح :

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

جزء المنشأ	المنشآت الداخلية	المنشآت الخارجية (فى حالة عدم البياض)
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 الخرسانى كما عرف فيما سبق أربعة سنتيمترات على الاقل .

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

(ز) المسافة بين الاسياخ :

١ ــ فى الكمرات :

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

ــ يجب ألا تقل المسافة الخالصة بين طبقات التسليح المتتالية فى الكمرات والتى تحفظ بطريقة فعالة باستعمال المباعدات عن ٢ سم أو قطر أكبر سيخ أيهما أكبر .

٢ ــ فى البلاطات :

ــ يجب ألا تقل نسبة التسليح فى الاتجاه الرئيسى عن ٠,٢٥ ٪ من مساحة القطاع

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

ـ يرتب التسليح بحيث يغطي كافة مناطق الشد ويمتد بعد نهايتها مسافة تساوى الطول اللازم للرباط .

ـ يكسح نصف التسليح على الأقل فى البلاطات المستمرة التى تتساوى أو تتقارب فيها أطوال البحور تحت ظروف التحميل العادية ويكون التكسيح فى خمس البحر الخالص من وجه الركائز ويمتد الجزء العلوى إلى خمس البحور المجاورة زائداً طول الرباط أو إلى ربع هذه البحور إلا فى الحالات التى يكون فيها ترتيب الأسياخ تبعاً لمنحنى عزوم الانحناء .

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

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

يجب ألا تقل أسياخ التوزيع العمودية عل التسليح الرئيسى عن خمس هذا ويحد أدنى ٤ قطر ٦ مم فى المتر .

ـ أصغر قطر للأسياخ الرئيسية المستقيمة فى العادة ٦مم وللأسياخ المكسحة ٨مم ويمكن استعمال أسياخ ذات قطر أصغر فى الأعمال الأقل أهمية وللاعمال سابقة التجهيز .

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

٣ ـ فى الأعمدة :

ـ يجب أن يحتوى العمود على سيخ طولى فى كل ركن من أركانه .

ـ فى الأعمدة التى يوضع بها أسياخ بالأركان فقط يجب ألا يزيد طول أقصى

ضلع فى 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 .

ـ 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 .

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

ـ أدنى قطر للكانات هو ¼ قطر أكبر سيخ طولى على ألا يقل عن ٦ مم وأقل حجم للكانات هو ٠,٢٥ ٪ من حجم الخرسانة .

ـ تستعمر الكانات العادية أو الحلزونية داخل الكمرات .

ـ يجب أن تكون الكانات الحلزونية ذات شكل دائرى أو يقرب من الدائرى .

ـ أقصى خطوة للكانات الحلزونية هى ٨ سم أو ¼ قلب القطاع أيهما أقل وأدنى خطوة هى ٣ سم .

ويجب الاحتفاظ بطول الخطوة ثابتا .

ـ إن استعمال تسليح إضافى لإنقاص أبعاد الأعمدة يرفع من التكاليف . ويمكن الوصول إلى أبعاد اقتصادية لقطاعات الأعمدة باستعمال خرسانة غنية الخلطة .

ـ أقصى نسبة مئوية 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 قوة الخرسانة أعلى من ذلك .

ـ 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 الأشاير عن مساحة تسليح العمود نفسه .

(ح) الرباط :

ـ يجب أن تمتد أسياخ الشد من أى قطاع لمسافة بحيث يكون حاصل ضرب الاجهاد المسموح به للتماسك فى محيط السيخ فى طوله مقاساً من هذا القطاع مساوياً

على الأقل لمقاومة الشد فى السيخ عند القطاع تحت الاختبار .

ـ ويمكن انقاص طول الرباط بمقدار ٢٠٪ فى حالة استخدام الأجناش الطوقيه ويجب أن يكون الجنش على شكل U والصلب الطرى يؤخذ الجنش بقطر داخلى لا يقل عن أربع مرات قطر السيخ وجزء مستقيم قدره أربع مرات قطر السيخ أما فى حالة الصلب عالى الشد فيجب أخذ القيمتين ٨ مرات قطر السيخ .

ـ يجب أن تستخدم دواما أجناش طرفية أو أربطة 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 .

* الأسياخ الرئيسية للاعمدة فى الضغط .

ـ أقل طول الرباط لسيخ الشد تام الاجهاد بجنش هو ٤٠ مرة قطر السيخ . وإذا ما تعرض السيخ للضغط فيعتبر طول الرباط بمقدار ٢٥ مرة القطر كافياً .

ـ يجب أن توزع النقط التى لا تستمر بعدها الأسياخ بطريقة مناسبة كلما كان ذلك ميسوراً من الناحية العملية لمنع تركيز الشروخ .

ـ ليس من الضرورى اتباع الطريقة المألوفة من ثنى كل الأسياخ العلوية لتمتد بكامل طول الجانب السفلى للكابولى .

(ط) وصل الأسياخ :

ـ يجب أن يقلل وصل الأسياخ إلى أدنى حد ممكن .

يجب أن تترك على الأقل ٧٥ ٪ من الأسياخ المطلوبة عند أى قطاع فى أية كمرة أو بلاطة بدون أن توصل وبشرط ألا تعوق الوصلات صب الخرسانة جيداً . (وهذه الفقرة لا تختص بالتسليح فى ناحية الضغط فى الكمرة أو البلاطة فى القطاع عند الارتكاز) .

ـ عندما يتطلب الأمر يجوز عمل الوصلات فى الأسياخ بإحدى الطرق التالية :

* بتراكب السيخين بطول كاف وفى 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 فى البند السابق وبعبارة أخرى فإن طول الوصلة :

$$\text{ل} = \frac{\text{اجهاد الشد فى السيخ} \times \text{قطر السيخ}}{٤ \times \text{الاجهاد المسموح به فى التماسك}}$$

بحد أدنى قدره ٥٠ مرة قطر السيخ فى حالة عدم استعمال جنش طرفى .

* يوضع سيخ تراكب على طول السيخين اللذين تتقابل نهايتهما معا ويجب أن يكون طول السيخ المضاف ضعف الطول المنصوص عليه فى الفقرة السابقة . ويجب أن يوضع متماثلا بالنسبة لنقطة التقابل للسيخين .

* بلحام السيخين حسب ما جاء فى البند (د)

* باستخدام جلب مقلوظة وفى هذه الحالة تعتبر مساحة القلب فقط هى الفعالة .

سادسا ـ المواصفات القياسية رقم ١٩٦٢/٢٦٣ .

الاسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الاجهاد :

المجال :

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

التعاريف :

(ا) 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 أى وصلات أو لحامات .

(جـ) الحزمة : عبارة عن لفتين أو أكثر من السلك ربطت ببعضها ربطا محكما .

طريقة الصناعة :

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

ويجب عند أجراء التحليل الكيميائى لهذه الأسلاك ألا تزيد نسبة الكبريت عن

٠,٠٥ ٪ ونسبة الفوسفور عن ٠,٠٥ ٪ وألا تزيد مجموع نسبتى الكبريت والفسفور عن ٠,٠٩ ٪

جودة الأسلاك :

تكون الأسلاك عالية المقاومة مسحوبة سحبا جيداً 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 فى الاستعمال. كما يجب عدم وجود مواد دهنية أو صدأ أو مواد أخرى على سطح الأسلاك بدرجة تضر بتماسكها مع الخرسانة .

الاختبارات :

اختبارات الشد وإجهاد الضمان :

(ا) اختيار قطع الاختبار : تجهز قطع الاختبار من العينات المقطوعة من نهايات لفات السلك أو أى طول منه بحيث يكون طول هذه العينات كافيا لإجراء الاختبار وذلك بحضور المشترى 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 تزن ١٠ طن أو جزء منها وفى حالة تعدد مقاس مقطع الأسلاك يجرى هذان الاختباران لكل مقاس منها .

(حـ) طريقة إجراء الاختبار : يجرى اختبار تعيين مقاومة الشد واختبار تعيين ٠,٠١ ٪ إجهاد الضمان طبقا للمواصفات القياسية لاختبار الشد للمعادن (م . ق ١٩٦١/٧٦) 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 الشد و ٠,٠١ ٪ إجهاد الضمان للسلك ذى المقاومة العالية لإجهاد الشد عن القيم المبينة بالجدول رقم (١ — ٥) إلا إذا اتفق المشترى والمورد على غير ذلك .

الجدول رقم (٥ — ١) مقاومة الشد وإجهاد الضمان للسلك عالى المقاومة

قطر السلك مم	مقاومة الشد كجم / مم٢	٠,٠١٪ إجهاد الضمان كجم / مم٢
٨	١٣٥	٩٥
٧	١٤٠	١٠٠
٦	١٤٥	١٠٥
٥	١٦٠	١١٥
٤	١٧٥	١٢٥
٣	١٩٠	١٣٥
٢	٢٠٥	١٤٥

اختبار الثنى على البارد :

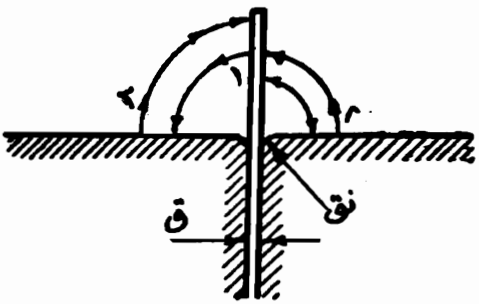
(أ) اختيار عينات اختبار الثنى على البارد : تحضر عينات اختبار الثنى على البارد بنفس الطريقة التى تحضر بها قطع اختبار الشد .

(ب) عدد اختبارات الثنى على البارد : يجرى على الأقل اختبار ثنى واحد على البارد لكل مجموعة من الاسلاك تزن ١٠ طن أو جزء منها وفى حالة تعدد مقاس الأسلاك يجرى هذا الاختبار لكل مقاس منها .

(حـ) طريقة إجراء اختبار الثنى على البارد : يجب أن تتحمل قطعة الاختبار الثنى وهى باردة حول نصف قطر دائرى بدون حدوث شرخ أو كسر فى منطقة الثنى على أن تتبع الطريقة الآتية فى إجراء عملية الثنى على البارد :

يثبت أحد طرفى قطعة الاختبار تثبيتاً محكماً فى منجلة ويثنى الطرف الآخر بزاوية قدرها ٩٠ درجة حول نصف قطـــر دائرى مناسب طبقاً لما هو مبين بالجدول رقم (٥ — ٢) ثم يثنى فى الاتجاه العكسى بنفس نصف القطر بزاوية قدرها ١٨٠ درجة ثم يثنى مرة أخرى إلى وضعه الأصلى كما هو مبين بالشكل رقم (٥ — ١٧) .

إعادة الاختبار :



شكل رقم (٥ — ١٧)
كيفية إجراء إختبار التى على البارد

جدول رقم (٥ — ٢)
قطر السلك ونصف قطر الدوران المقابل له لإجراء التى على البارد

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

يعاد إجراء الاختبار فى حالة عدم مطابقة نتيجة أى اختبار من اختبارات الشد أو اختبارات تعيين ٠,٠١ ٪ إجهاد الضمان أو اختبارات التى على البارد لشروط هذه المواصفات وتكون هذه الإعادة على عينتين أخريين من نفس اللفة التى جهزت منها قطعة الاختبار التى لم توف نتائجها شروط هذه المواصفات فإذا طابقت نتائج اختبار هاتين العينتين شروط هذه المواصفات تعتبر اللفة التى جهزت منها العينة مقبولة أما إذا لم توف نتائج اختبار إحدى هاتين العينتين شروط هذه المواصفات فتعتبر هذه اللفة غير مقبولة وحينئذ تختار لفتين أخريتين من نفس المجموعة التى تزن ١٠ طن أو أقل وتجهز قطعة اختبار من كل منهما لإعادة الاختبار عليهما وفى حالة عدم مطابقة نتائج اختبار أى منهما لشروط هذه المواصفات تعتبر المجموعة كلها (التى 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 اللفات حسب رغبة المشترى .

حساب الوزن :

يحسب وزن الأسلاك ذات المقاومة العالية لإجهاد الشد على أساس أن كثافة مادة هذه الأسلاك ٧,٨٥ جم/سم٣ .

التفاوت فى الأقطار :

١ — إذا كان قطر السلك يساوى ٥ مم أو أكثر يجب ألا يزيد التفاوت المسموح به فى القطر عن ٠,٠٥ مم .

٢ — إذا كان قطر السلك أقل من ٥ مم يجب ألا يزيد التفاوت فى القطر على ٠,٠٢٥ مم ويجوز عند الضرورة السماح بقيم أخرى للتفاوت فى القطر حسب الاتفاق بين البائع والمشترى.

مكان إجراء الاختبارات :

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

وفى حالة عدم إمكان المصنع القيام بتحضير العينات أو اختبارها أو كليهما معاً طبقا لشروط هذه المواصفات يتم ذلك فى جهة مختصة على نفقة المنتج .

ويجوز للمشترى أخذ العينات وإجراء الاختبارات عليها فى الجهة التى يختارها على أن يكون ذلك على نفقته الخاصة وفى هذه الحالة يجوز للمنتج أو من ينوب عنه حضور إجراء هذه الاختبارات وعلى المشترى أن يخطر المنتج بنتائج هذه الاختبارات كتابة فى خلال ثلاثة أسابيع من تاريخ أخذ العينات وإلا اعتبرت النتائج مطابقة للمواصفات.

التفتيش: يجوز للمشترى أو من ينوب عنه أن يقوم بزيارة المصنع فى وقت إنتاج الاسلاك التى طلبها والتأكد من أنها تجهز طبقا للمواصفات المتعاقد عليها بينه وبين المنتج الذى يجب عليه أن يسهل له القيام بذلك .

الشهادات : على المنتج أن يقدم إلى المشترى شهادة بنتائج الاختبارات التى نصت عليها المواصفات وذلك فى حالة عدم حضور المشترى أو مندوبه إجراء هذه الاختبارات .

التسليم : لا يجوز تسليم الاسلاك إلى المشترى إلا بعد إجراء جميع الاختبارات ومطابقة نتائجها للحدود المنصوص عليها فى هذه المواصفات .

وتعتبر موافقة المشترى على تسلم الاسلاك اقراراً منه بمطابقة الاسلاك للشروط المنصوص عليها فى المواصفات .

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