الباب الرابع

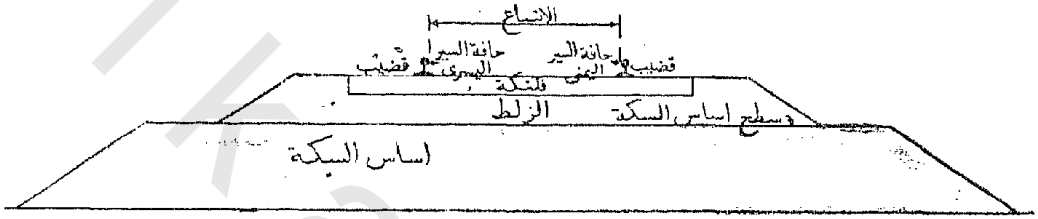
السكة

تتكون السكة Track شكل نمرة (٤٧) من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

أولا — قضيبان متوازيان مستمران .

ثانياً — فلنكات يثبت فوقها القضيبان .

ثالثاً — زلط يفرش فوق أساس السكة لتتكئ عليه الفلنكات .



شكل نمرة (٤٧)

وتتكاتف هذه الأجزاء الثلاثة لتكون فيما بينها طريقاً يطلق عليه اسم « السكة » صالحاً لسير القطارات فوقه بسرعة وخفة . وتؤدى هذه الأجزاء فيما بينها الأغراض الآتية :

(١) تهيئ طريقاً يقوى على الاضطلاع بالحركة فوقه فيسمح بها فى فتراتها .

(٢) توزع الأحمال على أساس السكة بحيث تضمن عدم تجاوز مادة الأساس جهودها المسموح بها .

(٣) تقاوم القوى والصدمات الناجمة عن حركة القطارات المتتابعة حتى لا يتسبب عنها انهيار للجسور .

ولكى تتمكن السكة من الاضطلاع بمهمتها يجب أن تتوفر فيها الشروط الأساسية الآتية :

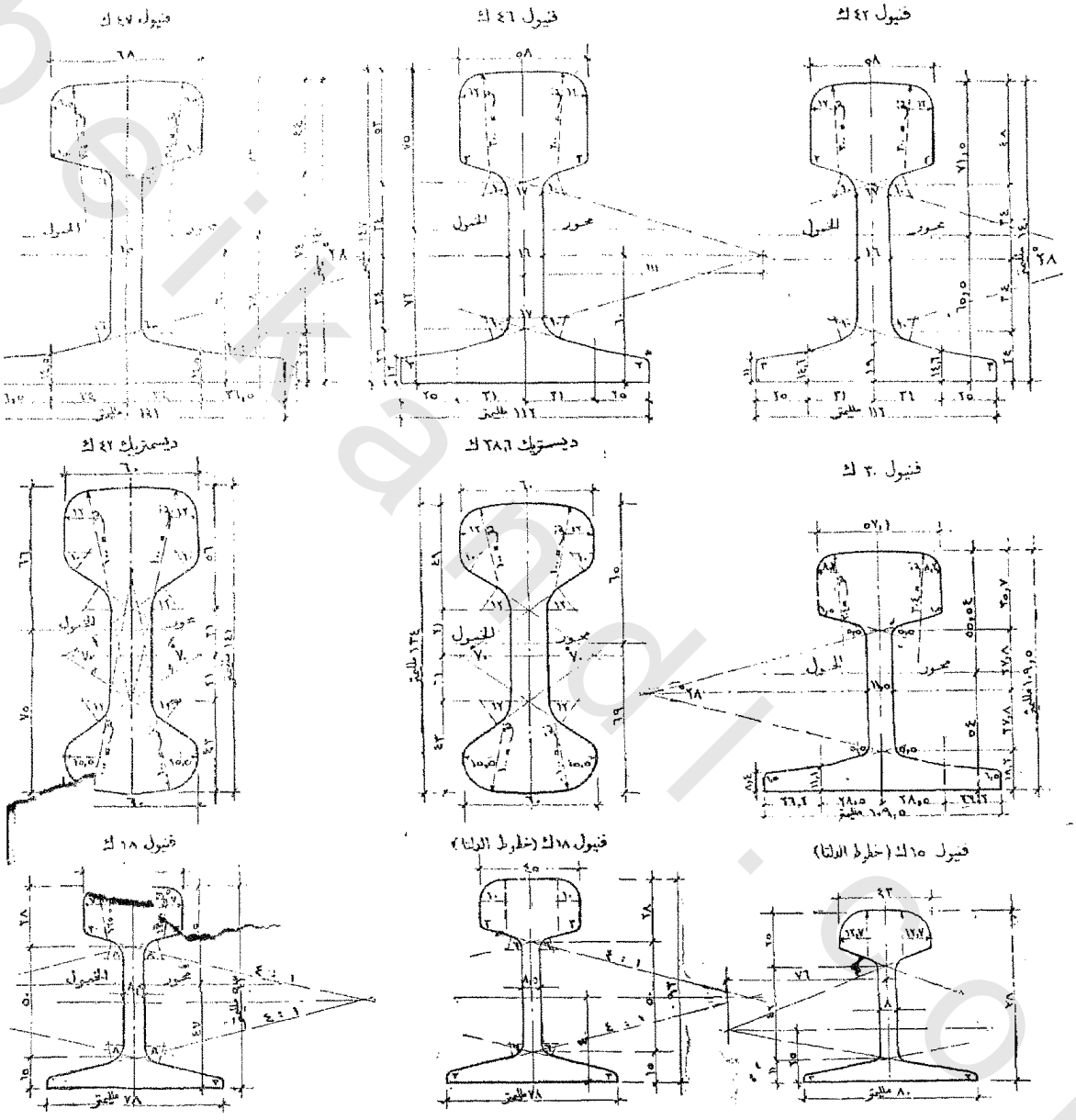
أولا — يجب أن تظل حافتى السير فى استقامة واحدة كما يجب أن يبقى السطح العلوى للقضيب مستمراً لا سقوط مفاجئ فيه ولا ارتفاع .

ثانياً — يجب أن تبقى المسافة بين القضيبين ثابتة . ويطلق على هذه المسافة وهى المحصورة بين حافتى السير للقضيبين لفظة « الاتساع » Gauge . ولا يجب أن يسمح للاتساع بأن يضيق أو يتسع وإلا قفزت العجلة لناحية أو للأخرى مما يتسبب عنه خروجها عن السكة وحدوث كارثة للقطار بأكمله .

ثالثاً — يجب أن تبقى القضبان والفلنكات ثابتة فى موضعها أثناء مرور القطارات فوقها .

الاتساع :

عمل الاتساع بادىء ذى بدء ٤ قدم و ٨½ بوصة وذلك لأنه كان يتفق مع اتساع خطوط المناجم



شكل نمرة (٤٨)

obeikandi.com

التى استعملت فى جرها القاطرات لأول مرة .

وقد استعملت اتساعات أكبر من هذا ومنها اتساع سبعة أقدام الذى كان قائما فى سكة حديد الغرب الكبرى بانجلترا بحجة أن هذا الاتساع أكثر اقتصاداً فى التشغيل وفى إمكان بلوغ أقصى السرع من الاتساعات الضيقة . ولكن سرعان ما وجد أن اختلاف الاتساع فى قطر ضيق غاص بالسكان مثل انجلترا يحوى كثيراً من المراكز التجارية المهمة المتقاربة فيه مضيعة للوقت وزيادة فى العناء من جراء الشحن والتفريغ الذى لا مبرر له بين سكك شركة وأخرى فعدلت السكك المختلفة اتساعها إلى ٤ قدم و ٨½ بوصة وتبعتهم سكك حديد الغرب الكبرى فى سنة ١٨٩٢ .

وفيما يلى الاتساعات المختلفة المستعملة فى مختلف أقطار المعمورة :

الاتساع	الممالك	النسبة المئوية لخطوط الاتساع فى العالم
بوصة قدم ٦ — ٥ (أقصى اتساع)	أسبانيا . البرتغال . شيلى . البرازيل . الهند وسيلان . الأرجنتين .	٧
بوصة قدم ٣ — ٥	إرلنده . البرازيل . فكتوريا وأستراليا الجنوبية . زيلندة الجديدة .	٧
٥ قدم	الروسيا فقط .	
بوصة قدم ٨½ — ٤ (الاتساع العادى) ١٫٤٣٥ متر	بريطانيا العظمى . فرنسا . ألمانيا . هولنده . البلجيك . النمسا . هنغاريا . تركيا . سويسره . إيطاليا . النرويج . السويد . الدنمارك . مصر . الولايات المتحدة . كندا . المكسيك . البرازيل . ويلز الجنوبية الجديدة .	٥٦
بوصة قدم ٦ — ٣	اتحاد جنوب أفريقيا . السودان . كوينزلاند وجنوب وغرب أستراليا . تسمانيا . اليابان . النرويج . البرازيل .	٧
بوصة قدم ٣⅜ — ٣ ١ متر	فرنسا . سويسره . الهند وسيلان . البرازيل . الأرجنتين .	١٣
بوصة قدم ٦ — ٢ ٧٥ سنتيمتر	الهند . مصر .	١٠
٢ قدم ٦٠ سنتيمتر	الهند .	

ولقد استنفذت أموال طائلة فى مختلف الممالك فى إقامة سككها الحديدية بحيث أصبح من المتعذر الآن حتى فى المملكة الواحدة توحيد الاتساع إذ أن ذلك يتكلف أموالا لا مبرر لصرفها . والاتساع

السائد والمعمول به فى أكثر ممالك أوروبا وفى مصر هو اتساع ٤ قدم ٦ ½ ٨ بوصة (١٫٤٣٥ متر) وهو ما أصبح يطلق عليه « الاتساع العادى » Normal Gauge .

وعلى الاتساع يتوقف البعد بين العجلتين وهذا بدوره يتحكم فى تصميم القاطرة والعربات التى تجوب هذا الاتساع .

القضبان

تكلمنا عن تطور القضبان فى باب السكة والقاطرة وتطوراتهما وذكرنا أن القضبان آلت إلى شكلين هما القضيب الديسمتريكى وقضيب الفنيول والأول مستعمل فى سكك حديد انجلترا أما الثانى فمستعمل فى باقى الممالك . ونبين فى الشكل نمرة (٤٨) قطاعات أهم القضبان المستعملة فى سكك حديد الحكومة المصرية وسكك حديد الدلتا ونعطى فى الجدول التالى بعض خصائصها :

القضيب	الوزن فى المتر كيلوجرام	مساحة القطع سم٢	أقصى تآكل مسموح ملليمتر	البعد بالملليمتر من محور الخول إلى الحافة				عزم القصور الذاتى سم٤	
				قضيب جديد		قضيب متآكل		قضيب جديد	قضيب متآكل
				العليا	السفلى	العليا	السفلى		
فنيول ٤٧ ك	٤٧	٥٩,٨٤	١٢	٧٣	٦٨	٦٧,٧	٥٩,٣	١٥٩٩	١٠٩١,٢٥
« ٤٦ ك	٤٦	٥٩,٥٠	١٢	٧٥	٧٢	٦٩,٥	٦٣,٥	١٦٠٢	١٠٩٣
« ٤٢ ك	٤٢	٥٤,٥٠	١٢	٧١,٥	٦٨,٥	٦٥,٥	٦٠,٥	١٣٤٥	٩٢١
« ٣٠ ك	٣٠	٣٨,٠٦	١٠	٥٥,٥	٥٤	٤٩,٨	٤٧,٧	٦٢٥	٣٩٢,٢٨
« ١٨ ك	١٨	٢٣,٧٤	٥	٤٦,٢	٤٦,٨	٤١,٥	٤٤,٥	٢٦٨,٦٨	١٩٧,١٠
ديسمتريك ٤٢ ك	٤٢	٥٣,٠٠	١٢	٦٦,٥	٧٤,٥	٦١,٢	٦٥,٨	١١٣٨	٨٧٠,٧٥
« ٣٨,٦ ك	٣٨,٦	٤٨,٦٠	١٢	٦٤,٥	٦٩,٥	٦٠,٥	٥٩,٥	٩٥٢,٣٦	٧٢٣,٠٠

وحيث أنه لا يوجد من سكة الديسمتريكى فى مصر سوى ٢٠٠ كيلو متراً من مجموع نحو أربعة آلاف كيلو متر لذا فسنبدأ ببحث قضيب الفنيول .

قضيب الفنيول :

يتكون قضيب الفنيول من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

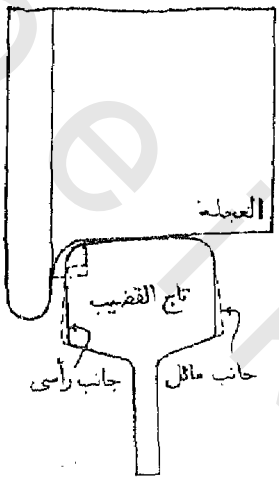
(١) الرأس أو التاج Head .

(٢) الروح Web .

(٣) القاعدة أو الفرش Foot .

الرأس :

تختلف أشكال هذا القضيب باختلاف شكل الرأس وميولها السفلية ويجب أن يتمشى شكل الرأس مع شكل العجلة نفسها حتى لا يتعرض كلاهما للتآكل . وحيث أن الرأس تعد لحمل العجلة ولتوجيه شفتها يعمل سطحها العلوى منحنياً لأن ذلك يقلل من التآكل إذ يجعل التماس فى نقطة كما يمكن من جعل ارتكاز العجلة على القضيب يقع فى منتصف سطحها انظر شكل نمرة (٤٩) .



شكل نمرة (٤٩)

ويعتبر نصف قطر المنحنى بين السطح العلوى للرأس وجانبه من أهم تفاصيل الرأس . ويعمل ذلك ١٤ ملليمترا فى أوروبا و ٩٫٥ ملليمترا فى قضيب الفنيول ٤٧ بمصر .

ويمكن تقدير أهمية استدارة أركان الرأس بتقدير ما يحصل إذا تركت بدون استدارة فإن ذلك يسمح بقطع الركن فى طوق العجلة مما يتلف شفتها ويجعل السير رديئاً . وكثيراً ما ينجم عن هذا القطع أن تجد الشفة طريقاً لها بالنسبة لحدتها بين سن الأرة والقضيب عند مرورها على المفاتيح مما يتسبب عنه خروجها عن الخط .

ويجب أن يعمل نصف قطر ركن الرأس أصغر من نصف القطر الموصل بين العجلة وشفتها لأن هذا يمنع الالتصاق المباشر بين رأس القضيب وشفة العجلة أثناء سيرها غير أنه لا يمنعه فى المنحنيات حيث تعمل القوة المركزية الطاردة على دفع الشفة ناحية الرأس .

وتعمل جوانب الرأس عمودية فى العادة وقد تعمل مائلة ميلا خفيفاً كما هو مبين فى الشكل .

الروح والقاعدة :

تلعب العلاقة بين ارتفاع القضيب واتساع قاعدته من حيث توزيع المادة بين الرأس والروح والقاعدة دوراً هاماً فكلما صغرت هذه العلاقة تحسنت قدرة القضيب على مقاومة القوى العرضية وقوى اتزانه . كذلك تصبح مسامير التثبيت فى الفلنكة أقل عرضة للاجهادات . غير أن عزم التقصور الذاتى moment of inertia وعزم المقاومة moment of resistance يضعفان فى هذه الحالة إذ هما يتناسبان مع مكعب الارتفاع ومربعه على التوالى وعلى ذلك فزيادة الارتفاع تفيد من حيث مقاومة القوى الرأسية وقد وجد بالتجربة أنه كلما قربت العلاقة السابقة من الوحدة أمكن التوفيق بين العوامل المتأثرة . وهذه العلاقة تساوى الوحدة فى قضيب الفنيول ٤٧ المستعمل فى سكك الطوانى إذ ارتفاع القضيب واتساع قاعدته يساوى كل منهما ١٤١ ملليمترا .

وينحصر الاتجاه الآن فى توزيع المادة بانتظام بين أجزاء القضيب الثلاثة وبناء عليه زيد فى سمك

الروح واتساع القاعدة عما كان متبعاً قبل ذلك . وأحسن التوزيع ما روعى فيه الأرقام الآتية :

الرأس ما يقرب من ٤٠ ٪

الروح ما يقرب من ٢٢ ٪

القاعدة ما يقرب من ٣٨ ٪

ويساعد الانتظام فى توزيع المادة على منع « البرودة السريعة » rapid cooling أثناء عملية صناعة القضبان حتى لا تحتفظ باجهادات داخلية نتيجة الاختلاف فى معدل برودة أجزائها إذ هذا يساعد على تكوين تشققات شعرية لا تظهر إلا بالفحص الميكروسكوبى وهذه تؤدى إلى عجز القضيب عن تحمل أوزان الدناجل التى أصبحت تبلغ فى مصر ما يقرب من تسعة عشر طناً .

أطوال القضبان واتساع الفجوة بينها :

تعمل القضبان قصيرة فى العادة وذلك بالنظر إلى صعوبة نقل الأطوال الكبيرة وقد عملت الأطوال فى البداية بطول ٤٠ مترا ف ٦٠ مترا وكانت تقطع إلى أطوال أقصر حسب احتياجات السكك الحديدية المختلفة . والطول القياسى فى مصر هو ١٢ مترا وفى فرنسا ١٨ مترا ف ٢٤ مترا وفى انجلترا ٣٠ ياردة .

ومن الأفضل أن يزاد طول القضيب على قدر الإمكان فإن هذا يقلل عدد الوصلات فى السكة والوصلات هى منبت الضرر ومحط الرعاية والصيانة وخصوصا فى البلاد التى تتراوح الحرارة فيها كثيرا . ففى مصر حيث يبلغ هذا التراوح ٦٥° مئوية وجب أن تكون فجوة الوصلة من الاتساع بحيث تسمح بمقدار التمدد الذى يساوى :

معامل التمدد × فرق درجة الحرارة (بين الحالية وأقصى درجة) × طول القضيب .

ويضاف إلى هذا القدر ملليمترين أو ثلاثة فى العادة للتعويض عن الخطأ المحتمل فى قراءة درجات الحرارة . على أن اتساع الفجوة لا يجب أن يزيد على ١٢ ملليمترا .

وبما أن مسامير التثبيت فى الفلنكات تمنع القضبان من التمدد أو الانكماش إلى درجة ما فإن اتساع الفجوة يقل وعلى ذلك فبالإمكان استعمال أطوال أكبر . وقد عملت تجارب فى أمريكا وأوربا ومصر لزيادة أطوال القضبان وذلك بلحامها فجعل الطول فى أمريكا خمسة كيلو مترات وفى فرنسا وانجلترا ٩٠ مترا ف ١٢٠ . وقامت التجربة فى سنة ١٩٣٦ على خط العباسية حلوان حيث لحم طول كيلو متر منه روقب مدة سنتين فأثبتت التجربة نجاحها .

والغرض من تقليل الوصلات هو تقليل الأضرار التى تحدثها بالسكة أملا فى الوصول بها إلى مستوى أعلا من سلاسة السير فإنه قد اتضح أن السكة الملحومة أسلس سيرا من غيرها غير الملحومة .

أوزان القضبان :

يعرف القضيب فى العادة بوزنه بالرطل للياردة الطولية أو الكيلو جرام للمتر الطولى والاتجاه السائد

الآن فى جميع السكك الحديدية هو زيادة أوزان القضبان وذلك لمواجهة الزيادة المضطردة فى أوزان القاطرات وسرعتها . وقد دلت التجربة أنه من الأفضل استعمال قضبان ثقيلة على فلنكات متباعدة عن استعمال قضبان خفيفة على فلنكات متقاربة هذا فضلا عن أن الزيادة فى الوزن ينجم عنها زيادة فى الاحتمال strength وزيادة فى مقاومة الترخيم stiffness فاذا زاد الوزن مثلا بمقدار ١٠ ٪ زادت تكاليف الصنع بنفس المقدار أيضا ولكن قوة الاحتمال تزداد بحوالى ١٥ ٪ ومقاومة الترخيم بمقدار ٢٠ ٪ لأن قوة الاحتمال تتناسب مع مكعب ارتفاع القضيب ومقاومة الترخيم مع (الارتفاع)٤ . ومعنى ذلك أن الزيادة فى الوزن ينجم عنها زيادة مماثلة فى التكاليف وزيادة ونصف فى قوة الاحتمال وزيادتان فى مقاومة الترخيم . وإذن فالزيادة فى وزن القضيب مهما كانت تافهة هى فى صالحه .

تقوس القضيب بين الفلنكات :

تسبب العجلة عند مرورها بين الفلنكات تقوس القضيب على هيئة موجة وإذن فالعجلة فى مسيرها تصعد على انحدارات متتالية . وكلما خف القضيب زاد تقوسه وكبر الميل الذى يتطلب الصعود عليه وهذا مبعث لفقدان وحدات من الشغل يحسن تلافيه بتقليل تقوس الموجة وهذا يتأتى أولا بزيادة وزن القضيب وثانياً بتقارب الفلنكات للبعد المعقول .

التركيب الكيماوى للقضبان العادية :

تتركب القضبان فى العادة من نحو ٩٨ ٪ من الحديد ، ٢ ٪ من مواد أخرى تكسب القضيب الخواص المطلوبة وهذه المواد الأخرى هى الكربون والمنجنيز والسليكا والفسفور والكبريت .

فالكربون يكسب الحديد صلابة وقوة وذلك إلى حد محدود إذا تعدى استمرت الصلابة فى الصعود والقوة فى الهبوط نتيجة أن المادة تصبح هشة . وقد كان الكربون فى أول العهد يضاف بمقدار يتراوح بين ٠٫٣ ، ٠٫٥ ٪ وذلك عندما كانت القضبان خفيفة إذ كانت الأحمال خفيفة أيضا ولكن زيادة الأحمال أحدثت تركيزاً فوق سطح القضيب سبب سيولته بالنسبة للمونته فزيدت نسبة الكربون إلى أن أصبحت تتراوح الآن بين ٠٫٤٥ ، ٠٫٧٥ ٪ .

والمنجنيز يكسب الحديد صلابة هو الآخر وذلك لمقاومته لتكوين الجرافيت غير أن مقداره لا يجب أن يتجاوز ١ ٪ وإلا أصبح الصلب هشا . ويساعد المنجنيز فى نفس الوقت على تقليل مقدار الكبريت .

أما السليكا فهى تعمل على فصل الكربون وإذن فكلما قل مقدارها زادت كمية الكربون المتحد . وعلى هذا الأساس تعتبر السليكا الضابط لمقدار الكربون اللازم .

وأما الفسفور فليس له أثر يذكر على الكربون ولكنه يساعد على تكوين عنصر قابل للانصهار بسبب انخفاض درجة السيولة مما يجعل المادة سهلة التشكيل . وإذن فيجب خفض مقداره إلى الحد الأدنى .

وأما الكبريت فتأثيره مضاد لتأثير السليكا إذ يساعد على تكوين الجرافيت فيكثر بذلك مقدار الكربون المتحد مما يزيد الصلابة والهشاشة . وإذن فيجب خفض مقداره إلى الحد الأدنى .

فإذا ما ضبطت المواد السابقة أمكن استنتاج الصلب الملائم للقضبان . وتتراوح نسب هذه المواد فى القضبان الصالحة للاستعمال فى الخطوط الرئيسية حيث الحركة عادية والتآكل كذلك بين الأرقام الآتية :

كربون ٠ر٤٥ — ٠ر٧٠ ٪
منجنيز ٠ر٧٠ — ٠ر٩٠ ٪
سليكا ٠ر١٠ — ٠ر٣٠ ٪
فسفور ٠ر٠٥ — ٠ر٠٧ ٪
كبريت ٠ر٠٥ — ٠ر٠٧ ٪

ويحسن استعمال الصلب العالى الشد فى الأجزاء من الخطوط التى تحدث فيها عجلة ازدياد أو تقصير كمداخل المحطات ومخارجها وكذلك فى المنحنيات الحادة وفى خطوط الضواحى وخطوط تحت الأرض حيث التآكل شديد .

قضبان الصلب السبائكى :

وهناك من أنواع الصلب السبائكى Alloy steel ما يصلح لمقاومة الهرش بدرجة تسترعى الانتباه وهذه تستعمل فى التقاطعات والمفاتيح التى تكثر فوقها الحركة . ومن هذه الأنواع الصلب النيكلى والصلب النيكلى الكرومى والصلب المنجنيزى . وقد أثبتت مجموعة التقاطعات عند مدخل محطة نيوكاسل بانجلترا قيمة صنعها من الصلب المنجنيزى إذ هى تقاوم الهرش بدرجة عالية .

ولو أن الصلب الخاص أغلا من الصلب العادى إلا أن درجة مقاومته للهرش التى تبلغ من خمسة أضعاف إلى عشرة أضعاف الصلب العادى تعزز استعماله فى مثل تلك المواضع .

اختبار القضبان :

للتأكد من صلاحية القضبان للغرض المصنوعة له يجرى عليها نوعان من التجارب على عينات مأخوذة من كل ٢٠ أو ٥٠ أو ١٠٠ طن حسب الاتفاق .

أولا — التجربة الكيماوية : وذلك لتقدير نسب العناصر المكونة لصلب القضبان للتثبت من أنها تقع داخل الحدود المطلوبة .

ثانياً — التجارب الميكانيكية : وهذه تتلخص فى القيام بتجربتين :

الأولى — تجربة الشد وذلك لمعرفة الجهد النهائى فى الشد والاستطالة المئوية حيث يعبر الرقم الأول عن متانة القضيب والثانى عن مرونته .

الثانية — تجربة الثقل الساقط : وذلك بإسقاط كتلة معلوم وزنها من علو محدود على جزء من القضيب مرتكز على فتحة محدد سعتها ثم يقاس الترخيم الناتج .

وتفيد هذه التجربة فى الدلالة على مقدار تحمل القضيب للصدمات . ويعتبر القضيب صالحا إذا ما وفى الشرطان الآتيان :

(١) أن لا يزداد الترخيم عن قدر معلوم .

(٢) أن لا يظهر على القضيب أية شروخ[1].

سيولة معدن القضيب flow of metal :

تعمل أطواق العجلات فى العادة من صلب عالى الصلابة أما القضبان فتقل صلابتها عنها وإذن فالتأثير الناجم عن أوزان الدناجل يظهر على القضبان ولا يظهر على أطواق العجلات .

وقد عملت تجربتان بجهاز يضغط بضاغط على شكل عجلة يستطيع أن يحدث حملا يبلغ ٥٨٠ ألف رطل وهو ما يقدر بوزن الدنجل عشرين مرة . وأعد رأس القضيب بخروق على هيأة الخابور تمتد تحت سطحه قليلا ثم سيرت عجلة الاختبار فوق القضيب وزيد ضغطها تدريجياً من صفر إلى ٣٠ ألف رطل فلم يحدث بالخروق أى تغيير فى شكلها أو فى مقاسات قطريها الطولى أو العرضى . وعند ما حمل القضيب بالحمل المذكور بغتة تغير مقاس قطرى الخروق مما دل على تأثر المعدن بالسيولة .

وعند ما عرض القضيب لحمل مقداره ١٥٠ ألف رطل ثم أنقص بالتدريج إلى ٣٠ألف رطل قل التغير فى المقاسات ولما زيد الحمل ثانية إلى ٥٨٠ ألف رطل لم تتأثر الخروق ثانية وذلك لأن جهد الضغط عند التماس قل أيضاً إذ التماس لم يعد خطا بل أصبح سطحاً .

تآكل القضبان :

لا يتوقف تآكل القضبان على مقدار الحركة التى تجوب الخط بقدر ما يتوقف على أثقل حمل يصيبها من عجلة واحدة . فمثلا تمر عربة البضاعة ذات الأربعة عجلات والتى تزن أربعة أطنان على القضيب مليون مرة دون أن تحدث فيه تآكلا يذكر بينما القاطرة المكونة من ست عجلات والتى قد تزن بصهريجها ٨٠ طنا فقط قد تحدث فيه أقصى تآكل بمرورها خمسين ألف مرة فقط ولو أن الثقل المار فى الحالتين واحد .

ويعتبر مقدار الحركة فى الظروف العادية مقياساً لمقدار التآكل وذلك فى القضبان المتماثلة من حيث القطع والمادة والتى تبلغ الصيانة فيها درجة واحدة فإذا كانت القاطرات التى تجوب الخطوط

---

(١) تنص مواصفات السكك الحديد المصرية فيما يختص بتجربة الثقل الساقط على قضيب الفنيول ٤٧ ك بأن ينتخب جزء من القضيب بطول خمسة أقدام يوضع على ركيزتين البعد بينهما ٣½ قدماً ويعرض لحمل ثقله طن ساقط من ارتفاع ٢٥ قدماً دون أن تظهر على القضيب أية شقوق أو يزداد ترخيمه عن ٣,٥ بوصة .

من طراز واحد فيحسن اعتبار عددها فى الخط الواحد مقياساً للتآكل وذلك بدلا من مقدار الحركة .

ولا يجب أن يغيب عن البال أن العطب الذى ينتاب وحدة من وحدات الخط أو التواكل فى صيانتها يؤثر فى الوحدات الأخرى تأثيرا مباشرا فيضعفها فالبلنجة الضعيفة مثلا تثير الصدمات عند الوصلة معجلة بذلك تآكل طرفى القضيبين والفلنكات تحتهما .

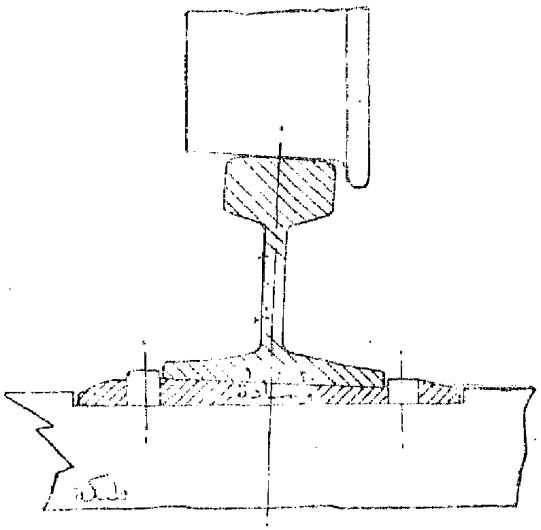
وإذا صممت القضبان فى الأطوال الأفقية المستقيمة لتضطلع بالحركة جيداً فإن تآكلها لا يكاد يكون بسبب الحركة بل بالصدأ الذى يعترى أسطحها . على أن الصدأ ينتاب سطح القضيب أكثر مما ينتاب الأسطح الأخرى وذلك بسبب صقله من تعاقب مرور العجلات فيتآكل السطح بدرجة عاجلة . ويقل الصدأ فى البلاد التى تطول فيها فترات الجفاف أو الرطوبة عن تلك التى يتعاقبان فيها .

ويكتسب سطح القضيب صلابة باطراد مرور العجلات فوقه فإذا زاد الوزن أو إذا لم يتوزع على المساحة الكافية من سطح القضيب فإن المعدن ينضغط بالتدريج ويفقد تماسكه ويتداعى السطح على هيأة وريقات متناهية فى الدقة .

وتنضغط أسطح التماس بين أطواق العجلات وسطوح القضبان نتيجة الثقل لعمق يعتبر المقياس المباشر لإعياء مادة القضيب . وهذه المسافة تتناسب طردياً مع حمل العجلة وعكسياً مع مساحة سطح التماس . هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن ترخيم القضيب المتكرر بين الفلنكات يثير إعياء فى ألياف المعدن تقلل من قدرته على تحمل الإجهادات المعرضة له .

امالة القضيب الداخل :

إن القوة العرضية التى تحدثها القطارات أثناء سيرها تنتقل إلى رؤوس القضبان بواسطة شفة العجلات فتعمل على قلبها إلى الخارج . وينتقل تأثير هذه القوى إلى مسامير التثبيت وإن فى إمالة القضيب إلى الداخل ما يساعد على إعفاء هذه المسامير من ذلك التأثير . وينفذ هذا الميل بجعل سطح وسادة القضيب مائلا مع الأفق . وقد وجد بالتجربة أن أنسب ميل هو ١ : ٢٠ أنظر شكل نمرة (٥٠) .



شكل نمرة (٥٠)

القضيب الديسمتريكى :

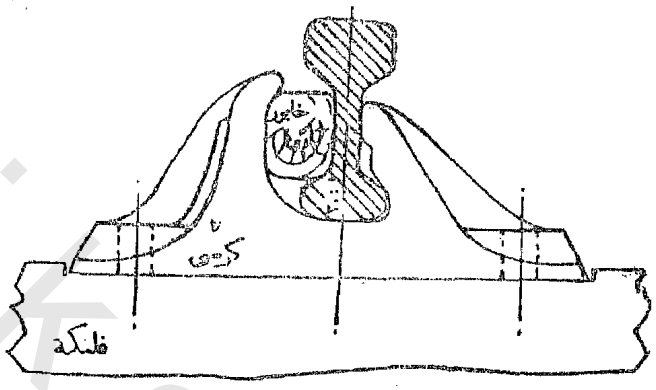
ذكرنا تطور هذا القضيب قبلا إلى أن انتهى الى شكله الحالى الذى يحتوى على رأسين علوية كبيرة وسفلية صغيرة يصلهما ببعضهما الروح . وقد عملت الرأس العليا كبيرة لتقاوم التآكل .

ويتوزع الصلب فى أجزاء القضيب الثلاثة على النحو التالى :

الرأس العليا : ٥٠ ٪ تقريباً .

الروح : ٣٠ ٪ « .

الرأس السفلى : ٢٠ ٪ « .



شكل نمرة (٥١)

ويميل القضيب الديسمتريكى إلى الداخل بمقدار ١ : ٢٠ أيضاً وذلك بواسطة كراسيه انظر شكل نمرة (٥١) .

الوسائد والكراسى

الوسائد saddle plates :

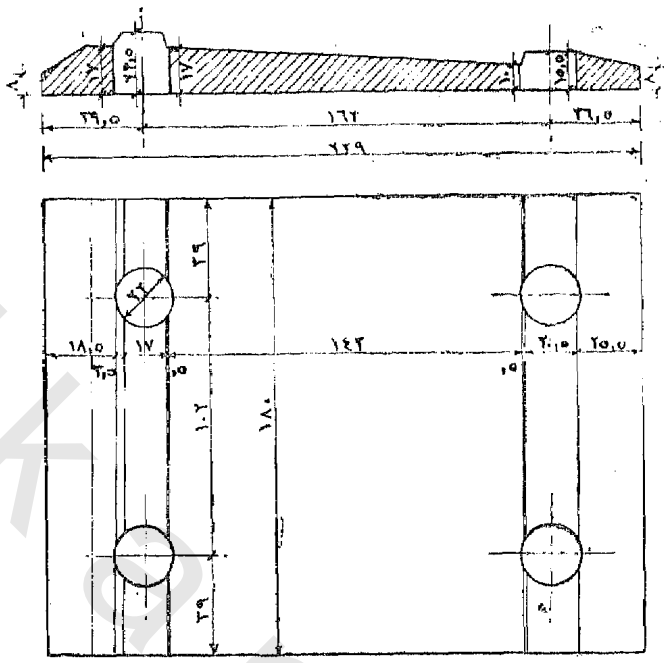
يثبت قضيب الفنيول إما فوق الفلنكة مباشرة وذلك فى الخطوط الخفيفة أو فوق وسائد من الصلب وذلك فى الخطوط الرئيسية .

والوسادة عبارة عن لوح من الصلب يشكل سطحه العلوى من الوسط وبعرض قاعدة القضيب كى يعطى ميلا مقداره ٢٠ : ١ ويعلو الصلب قليلا على جانبى هذا السطح المائل ليكون معه مجرى تستقبل قاعدة القضيب . وبالوسادة أربعة خروق مثقوبة فى الجانبين المرتفعين تمر من ثلاثة منها المسامير الخشابى التى تربط القضيب بالفلنكة . أنظر شكل نمرة (٥٢) .

وللوسائد المزايا الآتية :

أولا — معلوم أن الأخشاب اللينة ينقص عمرها نتيجة قطع القضيب فيها وكذلك نتيجة تلف ثقوبها . وعلى ذلك فسرعان ما تصبح الفلنكة غير صالحة للاستعمال وذلك بالرغم من أنها لاتكون قد بليت . فإذا ما كبرت مساحة ارتكاز القضيب باستعمال الوسائد فان ذلك يصون الفلنكة ويزيد من عمرها . وقد وجد بالتجربة أن القطع فى الفلنكة لا ينتج من ضغط

القضيب بقدر ما ينتج من الصدمات الناتجة من الاهتزازات المتعاقبة .



شكل نمرة (٥٢)
وسادة قضيب الفنيول ٤٧ ك

ثانياً — القضيب الخارجى فى المنحنيات عرضة للانقلاب نتيجة الصدمات التى تنشأ رأسه من القوى العرضية وهـذه تسبب زيادة قطع الحافة الخارجية لقاعـدة القضيب فى الفلنكة كما تسبب أيضاً خلخلة المسمار الخشابى الداخلى . واستعمال الوسائد يقلل من هذا القطع .

ثالثاً — تساعد الوسادة فى جعل المسـامير الخشابى على جانبى القضيب تساهم معاً فى مقاومة القوى الأفقية العرضية .

رابعاً — تساعد الوسادة على تقليـل الاحتـكاك بين فرش القضيب والمسمار الخشـابى نتيجة الاهتزازات الرأسية .

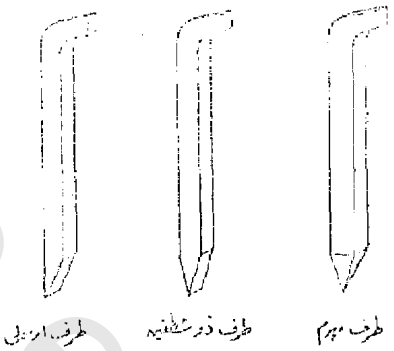
مسامير الحربة والمسامير الخشابى screw spikes & dog spikes :

يثبت قضيب الفنيول فى الفلنكة إما بواسطة مسامير حربة تدق فى الثقوب المعدة لها على جانبى قاعدة القضيب وذلك فى السكك الثانوية والضيقة أو بواسطة مسامير خشابى فى حالة السكك الرئيسية .

مسامير الحربة :

مسامير الحربة هى مسامير ساقها مربع ينتهى بشطف أو شطفين أو أربعة أنظر شكل نمرة (٥٣) .

والشطف إما أن يكون من جهة واحدة أو من جهتين متقابلتين فيصبح طرفه حاداً فإذا كان من جهة واحدة سمى المسمار مسماراً ذا طرف أزميلى أو من الجهتين سمى ذا الشطفين . أما إذا كان الشطف من الأربعة جهات أصبح طرفه مدبباً وسمى مسماراً هرمياً . ويبلغ طول الشطف فى العادة ضعف سمك المسمار .



شكل نمرة (٥٣)

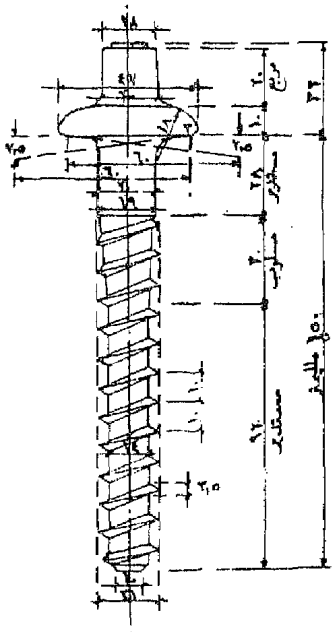
ولمسمار الحربة رأس من جهة واحدة يلزم دقها جيداً فوق فرش القضيب لتنطبق عليه . ويبلغ أقصى مقاس لمسمار الحربة $\frac{5}{8}$ بوصة سمكا وست بوصات طولا ويبلغ هذا المقاس فى سكة حديد الواحات ١٣ و ١١٥ ملليمترا على التوالى .

وقد أجريت تجارب لمسامير من الأنواع الثلاثة دقت فى ثمانية أنواع من الخشب فاتضح من النتائج أن المسمار المهرم أفضلها إذ زادت مقاومته لسحب لمسافة $\frac{1}{4}$ بوصة عن مقاومة المسمار ذى الطرف الأزميلى بمقدار ١٤ ٪ كما زادت مقاومة المسمار ذى الشطفين بمقدار ١٢ ٪ أيضاً .

ويثبت القضيب فى العادة بواسطة مسمارين واحد من الداخل وآخر من الخارج .

المسامير الخشابى screw spikes :

المسامير الخشابى عبارة عن مسامير ذات قلووظ لها رؤوس مستديرة تضغط بها على قاعدة القضيب لحفظه فى وضعه . ويعلو الرأس بروز مربع يساعد على ربط المسمار بواسطة مفتاحه الخاص . ويعمل ساق المسمار الخشابى مسلوباً فى أعلاه حتى يزداد ضغطه على جوانب الثقب أثناء ربطه . انظر شكل نمرة (٥٤) .


شكل نمرة (٥٤)
المسمار الخشابى

ويثبت القضيب بثلاثة مسامير اثنين من الداخل وواحد من الخارج .

اهمال الثقوب للمسامير :

أجريت مجموعة من التجارب فى جامعة الينوس حوالى سنة ١٩٠٦ لدراسة تأثير ثقب الفلنكات قبل دق مسامير الحربة فيها وكان قطر الثقب فى بعض الحالات أقل من سمك ساق المسمار بمقدار $\frac{1}{16}$ بوصة وفى بعضها أقل بمقدار $\frac{1}{8}$ بوصة . وعمات الثقوب بعمق يقل عن الطول الفائر حتى يندفع

طرف المسمار فى ألياف الخشب التى لم تمس . وقد أوضحت هـذه التجارب أن المسامير المدقوقة فى ثقوب تقاوم السحب أكثر من غيرها المدقوقة فى غير ثقوب وذلك عند سحبها لمسافة ¼ بوصة أو أقل ولـكن قوة سحبها تقل إذا سحبت كلية .

وقد وجد أيضاً أن قوة تماسك مسمار الحربة الذى سحب قليلا ثم أعيد دقه يقل إلى ٦١ — ٨٢ ٪ من قوة تماسكه الأصلية وذلك أثر ست وثلاثين اختباراً أجريت على ستة أنواع من الخشب .

قوة تماسك مسامير الحربة :

أعطى كندرك هات Kendrick Hatt فى النشرة رقم ٤٦ لمصلحة الغابات بالولايات المتحدة المنشورة فى ٢٦ ديسمبر سنة ١٩٠٦ قوة تماسك مسامير الحربة حيث أجرى تجارب على مسامير مقاس $\frac{3}{16}$ بوصة بطول ½ ٥ بوصـة تحت الرأس دقت لمسافة ٥ بوصـات فى أخشاب مختلفة فـكانت النتائج فى بعض الأخشاب كالآتى :

نوع الخشب	عدد التجارب	مقاومة المسمار للسحب بالأرطال
أرو أبيض (مهوى جزئياً)	٥	٦٩٥٠
أرو أحمر (مهوى)	٥	٤٣٤٢
خشب جوز (مهوى)	٤	٢٩٨٠
لوبولى باين (مهوى) Lobolly pine	٢٨	٣٦٧٠

وقد وجد أيضاً أن قوة التماسك فى الأخشاب المحتوية على عقد (بزوز) تقل بمقدار ٢٥ ٪ عن الأخشاب السليمة .

وقد أجريت تجارب شبيهة فى جامعة الينوس ظهرت فى النشرة رقم ٦ لسنة ١٩٠٦ منها حوالى ٤٠٠ على مسمار الحربة وحوالى ١٠٠ على المسمار الخشابى واستعمل لذلك ٤٤ فلنكة ٣١ منها كانت معقمة بأحد ثلاثة معقمات . وقد دقت مسامير الحربة جميعها إلى مسافة خمسة بوصات بواسطة عامل متمرن من عمـال السكة الحـديد . وقيست المقاومة للسحب فى أغلب الحالات لمسافة $\frac{1}{8}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{2}$ ، $\frac{3}{4}$ بوصة على التوالى كما قيست المسافة التى أعطت قوة السحب الـكبرى . وقد أجريت ثلاث تجارب لـكل مجموعة ذات ظروف واحدة (من مقاس المسمار ونوع طرفه ونوع الخشب وطريقة التعقيم إلى غير ذلك) .

وقد أجرى أيضاً الاختبار على فلنكة أستولى عليها من الطبيعة فـكانت ظروفها ونتائجها كما يلى :

كانت الفلنكة من خشب الأرو الأبيض الغير مهوى وكان المسمار بمقاس $\frac{1}{8}$ بوصة وبطول ٦ بوصات وكان طرفه أزميلى

المسافة	قوة السحب بالرطل	المسافة	قوة السحب بالرطل
$\frac{1}{8}$ بوصة	٣١٩٠	$\frac{1}{2}$ بوصة	٣٨١٠
$\frac{1}{4}$ بوصة	٥٢٦٠	$\frac{3}{4}$ بوصة	٣٥٠٠

وكانت أقصى قوة سحب ٦٤١٠ رطلا وحصلت على مسافة $\frac{3}{16}$ بوصة .

وقد أظهرت النتائج فى الغالب أن مقاومة السحب لمسافة ربع بوصة أكبر فى العادة من مقاومة السحب لثمن بوصة .

وفيما يلى جدول ببيان قوة تماسك مسامير الحربة فى فلنكات أعدت من أخشاب مختلفة بعضها معقم وبعضها غير معقم :

نوع خشب الفلنكة وحالتها	عدد المسامير المجربة	مقاومة السحب بالأرطال لمسافة			الزيادة المئوية لمقاومة السحب لمسافة		
		$\frac{1}{8}$ بوصة	$\frac{1}{4}$ بوصة	كلية	$\frac{1}{8}$ بوصة	$\frac{1}{4}$ بوصة	كلية
أخشاب غير معقمة							
أرو أبيض	٣٠	٣٥١٠	٣٩٥٠	٧٨٧٠			
أرو أحمر	١٥			٦٤٦٠			
غرغاج (Elm)	٣٣	٢٣١٠	٥٣٩٠	٧٢٩٠			
زان	٩	٢٢٤٠	٣٧٩٠	٨١٨٠			
جوز	١٢	٢٩٩٠	٤٠٧٠	٥١٩٠			
لوبولى باين	٦	٢٩٢٠	٣١٩٠	٣٦٣٠			
أخشاب معقمة							
أرو مائى	٤٨	٢٨٧٠	٥٧٣٠	٦٧٨٠			
أرو أسود	٣٩	٢٩١٠	٥٨٩٠	٧٢٣٠			
أرو أحمر	٦٠	٢٩٥٠	٥٣٥٠	٧٧٣٠			٢٠٫٠
بلوط (Ash)	٦	٣٥٧٠	٥٢٠٠	٧٧٣٠			
غرغاج	١٥	٢٥٩٠	٥٩٤٠	٧٥٠٠	١٢٫١	١٠٫٢	٢٫٤
زان	٩	٢٩٥٠	٦١٩٠	٨٩٠٠	٣١٫٧	٦٣٫٣	٨٫٨
لوبولى باين	١٢	٢٩٢٠	٣٧٨٠	٤٣١٠	٠٫٠	١٨٫٥	١٨٫٧

obeikandl.com

ويتضح من هذا الجدول أن تعقيم الفلنكات يزيد من قوة تماسك المسامير المدقوقة فيها .

وقد أجريت تجارب أخرى فى ترسانة ووترتون Watertown Arsenal وذلك حوالى سنة ١٨٨٤ على مسامير شبيهة common spikes بسمك ½ بوصة وطول ثمانيـة بوصات طرفها مهرم لمسافة بوصة ودقت لمسافات تراوحت بين أربع بوصات وست بوصات فى الخشب . وقد استدل من هذه التجارب على أن قوة تماسك المسمار المدقوق فى اتجاه الألياف فى خشب الباين الأبيض تهبط إلى أقل من ثلث قوة تلك المدقوقـة فى اتجاه عمودى على الألياف وأن تأثير غمر الخشب فى المياه إلى منسوب أسفل المسامير يقلل من تماسكها فى الأخشاب الصلبة عنه فى الأخشاب الطرية فالأخيرة تكاد لا تتأثر بذلك فقـل تماسك الأرو الأبيض بمقدار ٤٠ ٪ والباين الأصفر بمقدار ٣١ ٪ ولم يتأثر الباين الأبيض .

ولا يجب أن يترك مسمار الخرية فى الطبيعة ينسحب لأكثر من ¼ بوصة وهذا القدر يقل فى أغلب الأخشاب عن القدر الذى يقتضى أقصى قوة للسحب فإن كانت قوة تماسك المسمار فى الخشب تبلغ أقصاها قبل ¼ بوصة روعيت مسافة السحب هذه فى الطبيعة .

قوة تماسك المسامير الخشابى :

ذكرت النشرة رقم ٤٦ لمصلحـة الغابات السالفة الذكر أن مقاومة السحب للمسامير الخشابى تزيد كثيراً عن مقاومة السحب لمسامير الخرية فتبلغ من ضعفه إلى ثلاثة أمثاله .

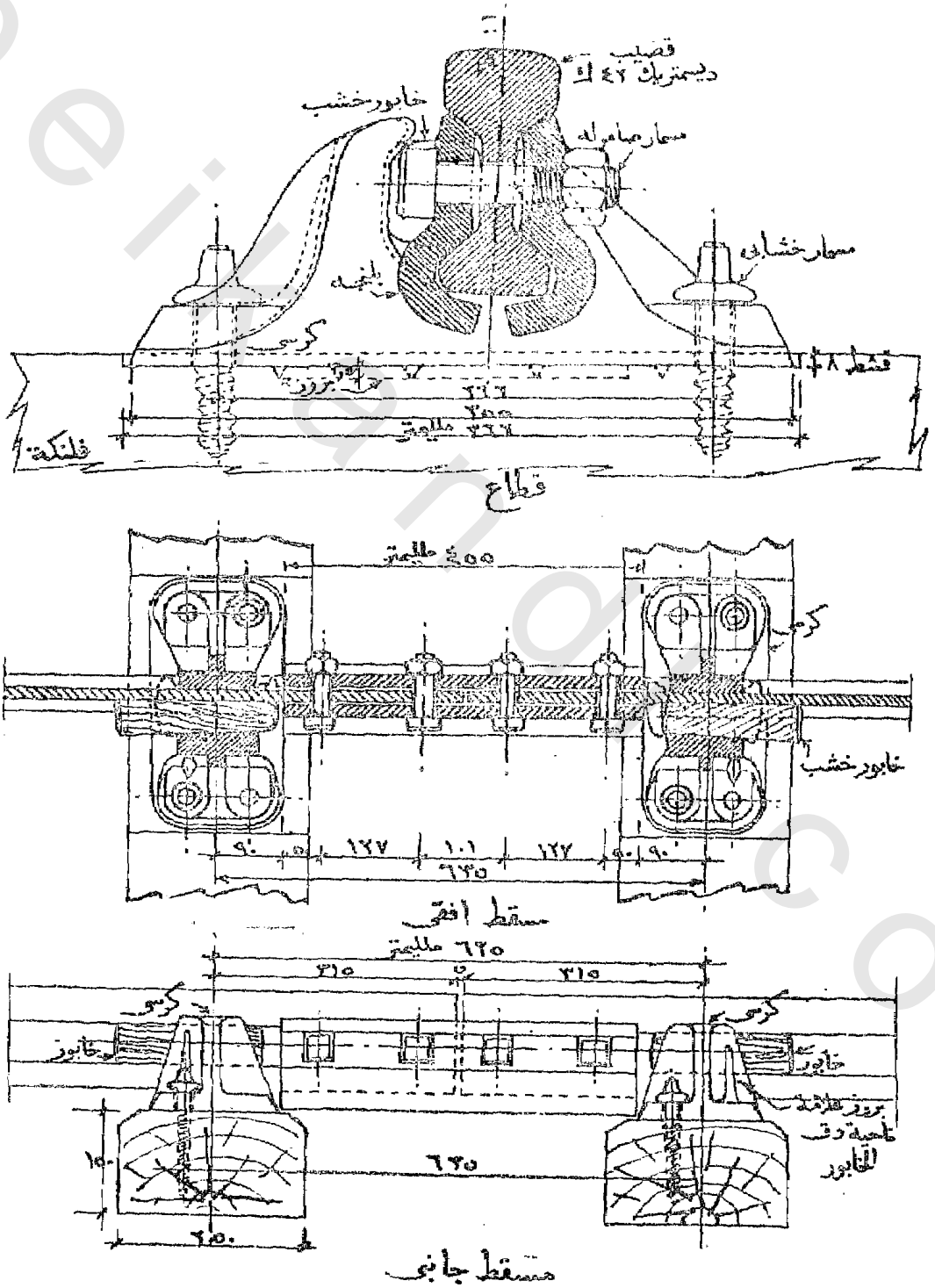
وأوضحت نشرة جامعة الينوس السابقة الذكر أيضاً أن قوة تماسـك المسامير الخشابى تزيد عن قوة تماسك مسامير الخرية فيبلغ مقدارها من ١٦٠ — ٢٢١ ٪ فى الأخشاب الصلبة ومن ١١٧ — ٢٥٨ ٪ فى الأخشاب الطرية وذلك لسحب مقـداره ¼ بوصة أى أن متوسـط الزيادة فى الأخشاب الصلبة تبلغ ٧٦ ٪ وفى الأخشاب الطرية ٩٨ ٪ .

وأعطت قوة تمـاسك المسمار الخشابى الغائر لمسافة ٥ بوصات فى أخشاب مختلفة عنـد سحبه لمسافة ¼ بوصة بالآتى :

نوع الخشب	قوة السحب بالرطل	نوع الخشب	قوة السحب بالرطل
أرو مائى	٩١٨٠	زان	١٣١٤٠
أرو أسود	١٠٤٢٠	غرغاج	١٠٠٩٠
أرو أحمر	١٠٤٠٠	جـــوز	٦٣٤٠
أرو أبيض	١١٩٠٠	لوبولى باين	٩٠٥٠
بلوط	١٠٤٧٠		

الكراسى :

يثبت القضيب الديسمتريكى على الفلنكة بواسطة قواعد يطلق عليها اسم « كراسى » chairs أنظر شكل نمرة (٥٥) . والكراسى عبارة عن حامل من حديد الظهر به فتحة مشكلة تشكيلا خاصاً يطلق



شكل نمرة (٥٥)

وصلة القضيب الديسمتريكى فى سكك حديد الحكومة المصرية

على جانبيها اسم الفكين Jaws . ويشكل الفك الداخلى تشكيلا يحاكى روح القضيب ورأسه السفلى لاستقباله فيها ويثبت فى هذا الوضع بواسطة خابور wedge or key من الخشب الناشف وأحياناً من الصلب يدق بين روح القضيب والفك الخارجى . ويعمل سطح الفك الخارجى مسلوباً فى الاتجاه الطولى لإمكان حشر الخابور فيه كما تعمل أسطح الفكين وقاعدة الفتحة بميل ١ : ٢٠ لإعطاء القضيب الإمالة المطلوبة .

وقد وضع الخابور بادىء ذى بدء من الداخل ثم غير موضعه إلى الخارج إذ دلت التجربة على أن الخابور الخارجى يكون بمثابة وسادة مرنة فى المنحنيات وعند الصدمات العرضية كما أن الخابور الداخلى يفقد تماسكه بسرعة ويسقط من وضعه .

وتعمل الكراسى يمين وشمال ويبين مكان دق الخابور بواسطة بروز على سطحها .

وبالكراسى أربعة ثقوب تربط منها فى الفلنكة بواسطة مسمارين خشابى يوضعان فى ثقبين متقابلين ويدق أحياناً فى الثقبين الآخرين مسمارا حربة . ويجب أن يكون وضع الثقوب بحيث يكفل الاتساع المطلوب بين القضيبين .

وتمتاز الكراسى فى أن ثمنها وهى خردة يبلغ من ستين إلى ثمانين فى المائة من ثمنها الأصلى إذ يسهل صهرها وإعادة سبكها .

مقارنة بين القضيب الديسمتريكى وقضيب الفنيول :

نذكر فيما يلى مزايا وعيوب كل من القضيبين ونبدأ بمزايا القضيب الديسمتريكى :

(١) القضيب الديسمتريكى أكثر ثباتاً فى قاعدته من قضيب الفنيول . وهذا صحيح فى البلاد الرطبة حيث تساعد الرطوبة الخابور الخشبى على البقاء ثابتاً فى وضعه .

(٢) يوزع القضيب الديسمتريكى أحمال الدناجل على مساحة أكبر من الفلنكة بخلاف قضيب الفنيول فتبلغ المساحة ٦٤٠ سنتيمتراً مربعاً تحت القضيب ٤٧ كيلوجرام ﴿ ٤٣٠ باستعمال الوسادة .

(٣) يمكن تغيير القضيب الديسمتريكى دون مساس المسامير الخشابى .

(٤) القضيب الديسمتريكى أسهل فى التشكيل لصغر أسطحه ولانتظام توزيع مادته .

(٥) لا يستغرق تغيير القضيب الديسمتريكى وقتاً يذكر بالنسبة لقضيب الفنيول .

وأما مزايا الفنيول فتتلخص فيما يأتى :

(١) التكاليف الإنشائية لسكة الفنيول أقل من سكة الديسمتريكى .

(٢) قضيب الفنيول أفضل من حيث احتماله كعتب إذ المادة فى قاعدته موضوعة على بعد أكبر من محور الحمول .

(٣) عناصر تركيب سكة الفنيول أقل من عناصر تركيب سكة الديسمتريكى ولذلك فإن تركيبه يستغرق زمناً أقل .

(٤) ليس بسكة الفنيول خوابير يخشى من نفضها .

وتتلخص عيوب الفنيول فيما يلى :

(١) مساحة قاعدته صغيرة مما يقصر عمر الفلنكة الخشبية .

(٢) رباط مسامير الحربة غير كاف فسرعان ما تفقد تماسكها نتيجة الاهتزازات التى تحدثها العجلات أثناء سيرها .

وقد تلوفى هذان العيبان باستعمال الوسائد والمسمار الخشابى كما سبق شرحه فزادت مساحة الارتكاز وتحسن التماسك بين القضيب والفلنكة .

البلنجات Fish plates :

قلنا إن السكة عبارة عن قضيبين متوازيين يعدان بحيث يكفلان للقطارات السير فوقهما بخفة وسهولة وللوصول إلى ذلك يتحتم أن تكون حافتا السير للقضيب الأيمن والقضيب الأيسر مستمرتين لا بروز فيهما يصطدم بشفة العجلة ولا علو فى أطوال القضبان المتعاقبة يسبب صدمات تضر بالعجلة أو القضيب أو كليهما . من أجل ذلك تربط أطوال القضبان ببعضها بألواح من الصلب يطلق عليها اسم البلنجات تشكل التشكيل الذى يكفل حفظ حافة السير والسطح العلوى مستمرين .

والوصلة عبارة عن بلنجتين تربطان ببعضهما بواسطة مسامير صامولة تمر خلال روح القضيب غير أن الثقوب فى القضيب تعمل أكثر اتساعاً من قطر المسمار لتسمح بحركة تمدد القضيب وانكماشه نتيجة تغير درجات الحرارة . ويبلغ الاتساع فى القطر $\frac{1}{8}$ بوصة .

وتسبب الفجوة المتروكة للتمدد والانكماش بين القضيبين على الرغم من وجود البلنجات صدمات عند مرور العجلات فوقها ينتج عنها إعياء معدن أطراف القضبان كما تسبب قلقلة فلنكتى الوصلة .

أشكال البلنجات :

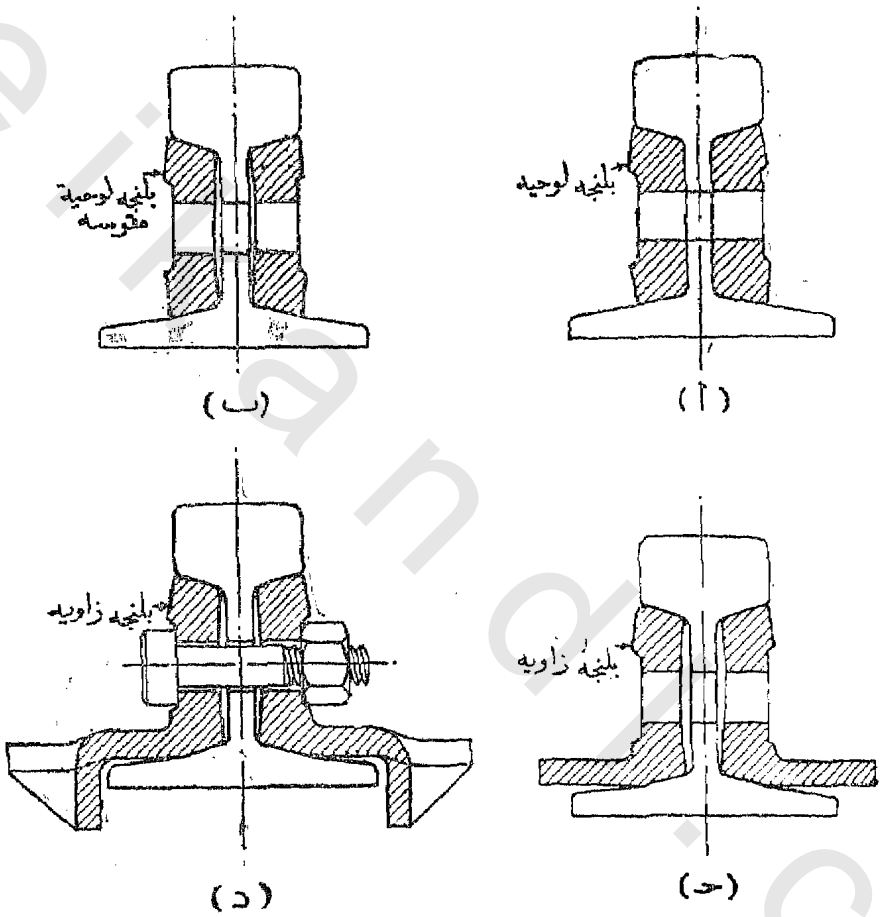
تطورت أشكال البلنجات من شكل إلى الآخر سعياً وراء تقوية الوصلة وتنحصر هذه الأشكال فيما يلى :

البلنجة اللوحية flat fishplate شكل نمرة (٥٦) ا :

كانت تستعمل هذه البلنجة لقضبان الفنيول والديسمتريكى على السواء غير أن الروح كانت رأسية فكانت تحول دون تطابق سطحى الانطباق الأعلا والأسفل بعد تآكلهما . وهذا فضلا عن أن تآكل سطح روح البلنجة كان يقلقل مسامير الصامولة مما كان يجعل البلنجة تفقد وظيفتها .

(٢) البلنجة اللوحية المقوسة curved fishplate شكل نمرة (٥٦) ب :

تطورت البلنجة بعد ذلك فعمل روحها مقوساً إلى الخارج فساعد هذا على إحكام تطابق أسطح شعبة العلوية والسفلية كما ساعد على إحكام ربط مسامير الصامولة . وبلنجة سكة الفنيول ٤٧ الجديدة من هذا الطراز .



شكل نمرة (٥٦)

(٣) البلنجة الزاوية angle fishplate شكل نمرة (٥٦) حـ :

هى البلنجة السابقة مضاف اليها قاعدة أكسبتها شكل الزاوية وهذا من أجل زيادة مقاومتها .

(٤) البلنجة الزاوية ذات الشفة deep - angled fishplate شكل نمرة (٥٦) د :

وهى بلنجة كالسابقة غير أنه أضيفت لقاعدتها شفة أفقية عند طرفها تتحول إلى رأسية فى الوسط ، وذلك من أجل زيادة مقاومتها عند الفجوة . وبلجنة السكة ٤٧ القديمة من هذا النوع .

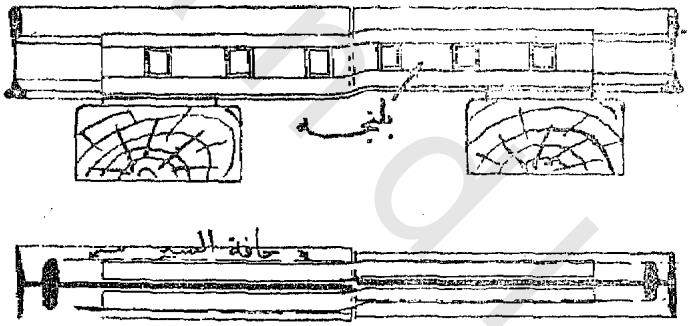
ويشكل السطح الخارجى لروح البلنجات فيعمد بحفرة طولية تثبت فيها رؤوس مسامير الصامولة لتمتنع عن الدوران أثناء إحكام ربطها .

شكل أسطح انطباق القضيب مع البلنجة :

يعمل السطح الأسفل لرأس القضيب والسطح العلوى لقاعدته مائلين على الأفق وبمقدار واحد وتعمل أسطح تطابق البلنجات بنفس الميل حتى إذا تآكلت هذه الأسطح أمكن بمجرد ربط القلاووظات أن تنطبق الأسطح مرة أخرى . ولا يجب أن يكون هذا الميل كبيراً وإلا تعرضت صواميل القلاووظات إلى قوى عالية فى الشد ربما سببت قص قلاووظاتها . ويعمل هذا الميل ١٤° فى قضيب الفنيول ٤٧ .

البلنجات عند تغير قطاع القضيب :

إذا ما تغير القضيب من قطاع إلى آخر يختلف عنه وجب وصلهما ببلنجة خاصة تشكل بحيث تكفل أن تظل حافة السير مستمرة والسطح العلوى كذلك . أنظر شكل نمرة (٥٧) .



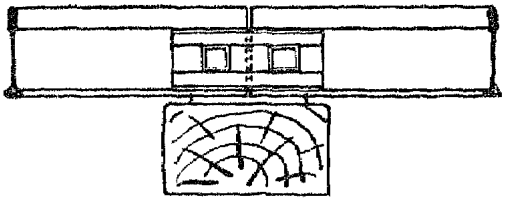
شكل نمرة (٥٧)

طرق نقل الحمل من الوصلة الى فلنكتيها :

هناك ثلاثة طرق لنقل الحمل من الوصلة إلى الفلنكات وهى :

أولا — الوصلة المحملة supported joint :

توضع الفجوة فى هذه الطريقة فوق الفلنكة مباشرة كما هو مبين فى الشكل نمرة (٥٨) . ولو أن القضيب فى هذه الحالة يعفى من نقل الصدمة إلى الفلنكة كعتب إلا أنه ينقلها نقلا

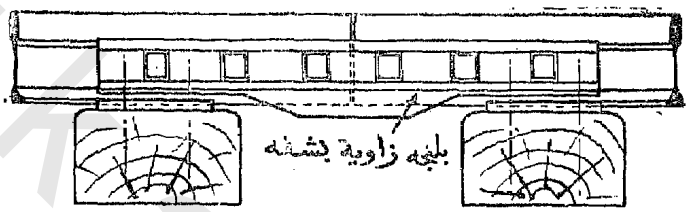


شكل نمرة (٥٨)
وصلة محملة

مباشراً مما يسبب قلقلة الفلنكة باستمرار ويستدعى صيانتها على الدوام . ويتضاعف فعل الصدمة على الخصوص إذا كان سطح أحد القضيبين يقل ولو بمقدار يسير عن سطح القضيب الآخر . هذا إلى أنها قد أثبتت أنها وصلة صلبة إذ تنتقل الصدمة مباشرة إلى الأرض تحتها . والبلنجة فى هذه الحالة قصيرة وتربط بمسمار صامولة واحد من كل جانب .

ثانياً — الوصلة المعلقة Suspended joint :

توضع الفجوة فى هذه الطريقة بين فلنكتين كما هو مبين فى الشكل نمرة (٥٩) ينتقل

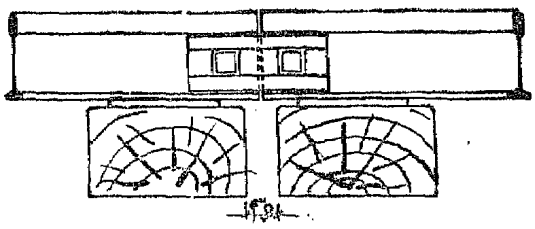


شكل نمرة (٥٩)
وصلة معلقة

إليهما الحمل بواسطة بلنجة طويلة . وتنتقل الصدمة فى هذه الحالة بطريق غير مباشر إلى فلنكتين لا فلنكة واحدة فيضعف أثرها وتصبح الفلنكتان أقل عرضة للاهتزازات من الحالة السابقة . ويبلغ طول البلنجات من ستين إلى ثمانين سنتيمتراً وتربط ببعضها بواسطة ستة مسامير صامولة وأحياناً ثمانية .

ثالثاً — الوصلة الحديثة modern joint :

هذه الوصلة هى حل وسط بين الحلين السابقين إذ تقترب فيها الفلنكتان إلى أن يصبح البعد بينهما خمسة سنتيمترات وهو البعد الذى يكفل عدم تسرب الزلط بينهما فجمعت بين عدم انتقال الصدمات بطريق مباشر وإلى استعمال فلنكتين وأعفت السكة من صلابة الارتكاز بوضع الوصلة فوق فلنكة واحدة كما صغرت من وزن البلنجة . انظر شكل نمرة (٦٠) وقد استعملت هذه الوصلة أخيراً فى سكك حديد الحكومة المصرية وتربط بمسمار صامولة واحد من كل جانب .

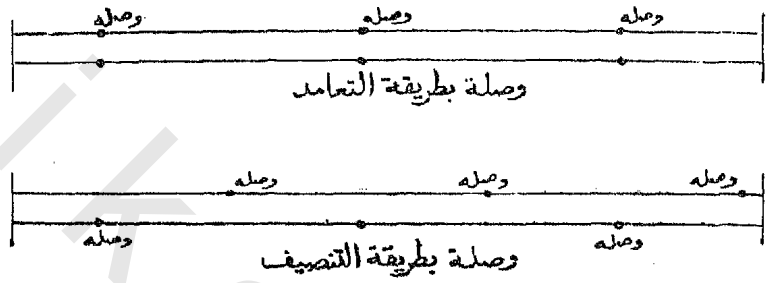


شكل نمرة (٦٠)
وصلة حديثة

موضع الوصلة :

توضع الوصلات فى السكة بإحدى طريقتين :

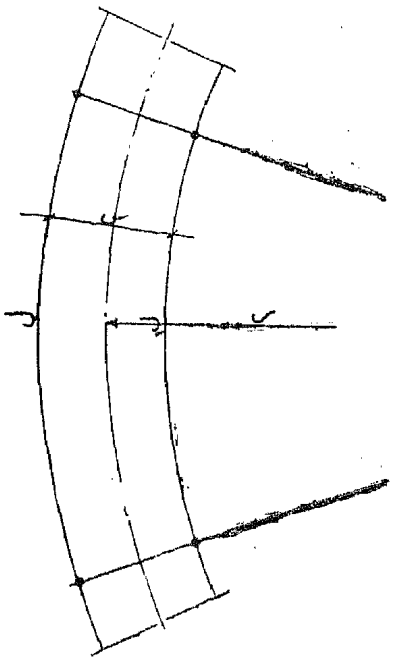
الأولى : طريقة التعامد square joints وفيها تقع وصلات أحد القضيبين أمام وصلات القضيب الآخر تماماً بحيث يكون الخط الموصل بين اثنتين متقابلتين منهما متعامداً مع محور السكة انظر شكل نمرة (٦١) وتستعمل هذه الطريقة فى جميع خطوط العالم تقريباً ما عدا أمريكا .



شكل نمرة (٦١)

الثانية : طريقة التنصيف staggered joints وفيها تقع وصلة أحد القضيبين أمام منتصف القضيب المقابل وهى الطريقة المستعملة فى خطوط أمريكا .

وحجة الأمريكيين فى استعمال طريقتهم أن الدنجل يهبط عند الوصلة ثم يرتفع مرة أخرى وإذن فالهبوط فى طريقة التنصيف يبلغ نصف الهبوط فى طريقة التعامد فتقل بذلك الاهتزازات الرأسية الناجة . على أن غير الأمريكيين يدحضون هذا التعليل بأن سوست العربات كفيلة بأن تمتص مثل هذه الاهتزازات الرأسية التى لا تبلغ حد إقلاق راحة المسافرين بينما الهبوط المتعاقب من ناحية إلى أخرى يسبب اهتزازات عرضية تقلق من راحة المسافرين .



شكل نمرة (٦٢)

أطوال القضبان فى المنحنيات :

نظراً إلى نقص نصف قطر القضيب الداخلى عن نصف قطر القضيب الخارجى فى المنحنيات بمقدار اتساع السكة ونظراً لضرورة جعل الوصلات متعامدة يقل طول القضيب الداخلى عن الخارجى ففى الشكل نمرة (٦٢) :

إذا كان طول القضيب الخارجى = ل

والطول اللازم للقضيب الداخلى = ل،

وكان نصف قطر المنحنى = ر

واتساع السكة = س

$$\therefore \frac{ل_1}{ل} = \frac{\frac{س}{٢} - ر}{\frac{س}{٢} + ر}$$

$$\therefore ل_1 = ل \cdot \frac{٢ر - س}{٢ر + س}$$

وعلى ذلك يجب تقطيع القضبان فى المنحنيات لهذا القدر .

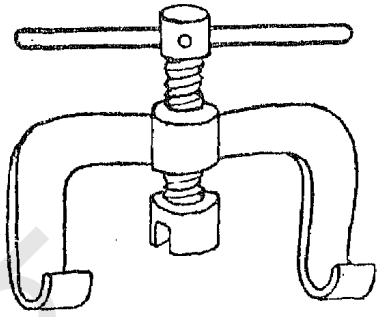
وتعمد بعض مصالح السكك الحديدية إلى التغلب على ذلك بتجهيز مجموعات من الأطوال القصيرة فالسكك الحديد المصرية تجهز مجموعات لقضيب الاثنى عشر متراً بطول ١١,٩٦ و ١١,٩٤ و ١١,٩٢ متراً ويعطى الجدول الآتى عدد القضبان القصيرة اللازمة فى الكيلومتر وطول القضيب والعدد اللازم للكيلومتر الواحد هو ٨٣ طولا .

نصف قطر المنحنى بالمتر	عدد القضبان اللازمة فى الكيلومتر			نصف قطر المنحنى بالمتر	عدد القضبان اللازمة فى الكيلومتر		
	قضيب ١١,٩٢ متر	قضيب ١١,٩٤ متر	قضيب ١١,٩٦ متر		قضيب ١١,٩٢ متر	قضيب ١١,٩٤ متر	قضيب ١١,٩٦ متر
٢٢٥	٨٣			٨٠٠			٤٧
٢٥٠	٧٥			٩٠٠			٤٢
٣٠٠		٨٣		١٠٠٠			٣٧
٣٥٠		٧١		١٢٠٠			٣١
٤٠٠		٦٢		١٤٠٠			٢٧
٤٥٠			٨٣	١٥٠٠			٢٥
٥٠٠			٧٥	١٦٠٠			٢٣
٦٠٠			٦٢	١٨٠٠			٢١
٧٠٠			٥٤	٢٠٠٠			١٩

فإذا كان نصف قطر المنحنى ٢٠٠ متراً لزم ٤٢ قضيب داخلى بطول ١١٫٩٦ مترا و ٤١ بطول عادى وعلى ذلك توزع القضبان الداخلية واحد قصير وواحد عادى وهكذا أى يقسط العدد من كل بانتظام فى طول المنحنى .

ويجب أن تثنى القضبان فى المنحنيات الحادة قبل وضعها فى الطريق والأفضل أن تثنى فى مصانعها . ويستعمل فى ثنى القضبان آلة الثنى المبينة فى الشكل نمرة (٦٣) وهى عبارة عن قاعدة لها طرفان يبعدان عن بعضهما بمقدار قدمين ومشكلان ليبيت فيهما القضيب . وبوسط القاعدة مكبس قوى بإدارته يضغط على القضيب من وسطه فيثنيه للقدر المطلوب . وبتكرير العملية على باقى أجزاء القضيب يثنى على دفعات

ولا يصح أن يتبع فى ثنى القضيب طريقة إسناده من طرفيه ووضع أحمال عليه من وسطه إذ الاحتماء بهذه الطريقة لا يكون واحدا فى طول القضيب .



شكل نمرة (٦٣)
آلة ثنى القضبان

زيادة اتساع السكة فى المنحنيات :

يجب أن يزاد الاتساع فى المنحنيات بالقدر الذى يسمح لأكبر العربات بعداً بين دناجلها أن تسير فى المنحنى بخفة وسهولة .

والشكل نمرة (٦٣) يبين عربة فى منحن فإذا كانت

ل = البعد الثابت بين الدنجلين .

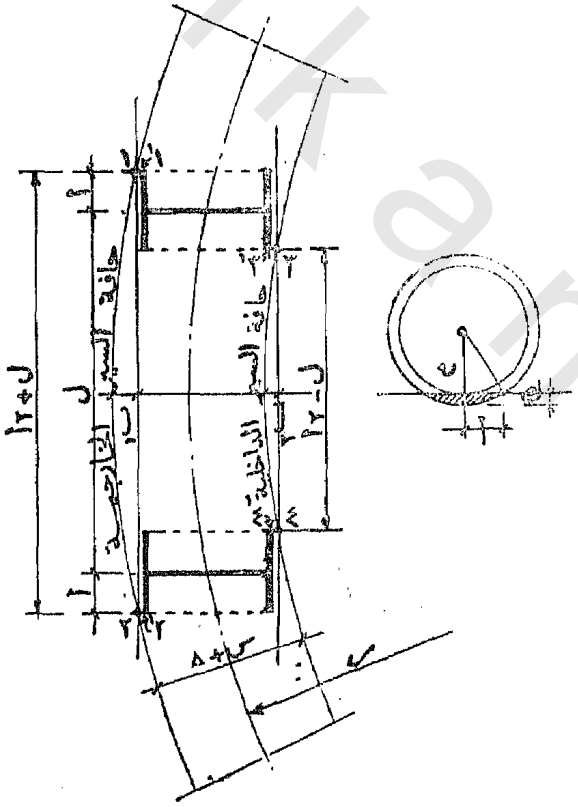
ا = البعد الأفقى بين منتصف الدنجل ونقطة شفة العجلة الملامسة للقضيب .

ر = نصف قطر العجلة .

ك = سمك شفة العجلة .

ر = نصف قطر منحنى السكة .

س = الاتساع العادى أى المسافة بين شفتى عجلتى الدنجل مضافاً إليها الخلوص من الجهتين .



شكل نمرة (٦٤)

فإنه لكى يتسنى للعربة أن تسير فى المنحنى بنفس الخفة التى تسير بها على المستقيم وجب على الأقل أن تتسع المسافة بين حافتى السير لكى تصبح النقطتان ١ ، ٢ المقابلتان لنقطتى شفة العجلتين الخارجتين ١' ، ٢' والنقطتان ٣ ، ٤ المقابلتان لنقطتى شفة العجلتين الداخلتين ٣' ، ٤' متلامسة جميعها مع حافتى السير .

وعلى ذلك فالاتساع الجديد يجب أن يساوى س + ب١ − ب٢

وتكون الزيادة فى الاتساع = ب١ − ب٢ = Δ

ولكن ب١ = $\frac{(ل + ٢ا)^٢}{٨ ر}$ ، ب٢ = $\frac{(ل - ٢ا)^٢}{٨ ر}$ وذلك بفرض التجاوز عن قيمة نصف

الاتساع بالنسبة لقطر المنحنى إذ نسبته إليه ضئيلة جداً .

وعلى ذلك تكون الزيادة $\Delta = \frac{(ل + ١٢)^٢ - (ل - ١٢)^٢}{٨ نـ} = \frac{١٢ ل}{نـ}$

ويمكن كتابة هذه العلاقة بدلالة نصف قطر العجلة وسمك شفتها فتصبح :

$$\Delta = \sqrt{٢ ره ك} \frac{ل}{نـ}$$

ويتضح من ذلك أن الزيادة فى اتساع السكة للعربة الواحدة تتناسب طردياً مع البعد الثابت بين الدنجلين وعكسياً مع قطر المنحنى . ويتجاوز عن هذه الزيادة إذا نقص الطول الثابت بين الدنجلين ومن هنا نشأ استعمال عربات البوجى .

وإذا تحدد أقصى بعد بين الدناجل فى السكة الحديد الواحدة فإن زيادة الاتساع تختلف باختلاف نصف قطر المنحنى فقط . ويزاد الاتساع فى السكك الحديد المصرية فى المنحنيات فيبلغ أقصاه ١٫٤٥٥ متراً أى بزيادة عشرين ملليمتراً . ويزاد الاتساع بالتدريج على طول منحنى الانتقال إلى أن يبلغ أقصاه عند نهايته ثم يثبت فى طول المنحنى الدائرى .

زيادة البعد فى المنحنيات بين محورى سكتى الخط المزدوج :

يزاد البعد بين محورى السكتين فى المنحنيات بالقدر الذى يكفل بقاء البعد بين مسار نقطة منتصف الحافة الداخلية للعربة الخارجية ومسار ركن الحافة الخارجية للعربة الداخلية كما كان فى المستقيم . وتؤخذ هذه المسافة فى العادة حوالى ٧٠ سنتيمتراً .

والبعد بين محور السكتين = أ

$$= ث + \frac{ل^٢}{٣ نـ ٨} + \frac{ل^٢}{١ نـ ٨} - \frac{ل^٢}{٢ نـ ٨} + ح$$

كما استنتجناه فيما بعد فى باب الترامواى انظر شكل نمرة (٣٥٠) .

ولما كانت أنصاف أقطار المنحنيات بالنسبة لأسهمها كبيرة جداً فى حالة السكك الحديدية وذلك للأطوال ل ، ل أمكن التجاوز عن الاختلاف فى أنصاف الأقطار واعتبر بدلها نصف قطر المنحنى .

وعلى ذلك يصبح البعد بين محورى السكتين فى المنحنيات .

$$= ث + \frac{ل^٢}{٨ نـ} + ح$$

وإذن فالزيادة فى البعد عن حالة السكة المستقيمة $= \frac{ل^٢}{٨ نـ}$

ويمكن تقليل هذه الزيادة بشطف أطراف العربات لإنقاص البعد ل كما هو موضح فى شكل نمرة (٣٥١) فى باب الترامواى .

الفلنكات

الغرض من الفلنكات هو ما يأتى :

أولا — حفظ القضبان على مسافة ثابتة هى اتساع السكة .

ثانياً — إيجاد وسط مرن بين القضيب والزلط يمتص الصدمات والاهتزازات الناجمة عن سير القطارات .

ثالثا — توزيع الحمل على مساحة وافرة من الزلط .

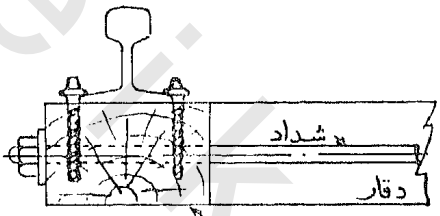
والفلنكات على ثلاثة أنواع :

(١) الفلنكات الطولية :

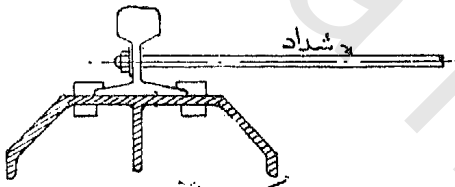
ربما كانت الفلنكات الطولية أفضل من العرضية لسكك الاتساع الكبير وذلك نظرا لقلة مقدار الخشب أو الصلب المستعمل فيها غير أن مقاساتها أكبر وإصلاحها ليس بنفس السهولة .

والفلنكات الطولية إما أن تكون من الخشب أو من الصلب انظر شكل نمرة (٦٥) .

ويحفظ الاتساع بين القضيبين بواسطة شدادات من الصلب تربط الفلنكتين أو القضيبين ببعضهما على أبعاد مناسبة . وتستعمل الفلنكات الخشبية فوق الكبارى وعند مواقع البرابخ والمواسير وما شاكلها عند بنائها . أما فلنكات الصلب فقد استعملت فى ألمانيا أثناء الحرب الماضية ثم استبدلت بعد ذلك بالفلنكات العرضية .



فلنكة خشب



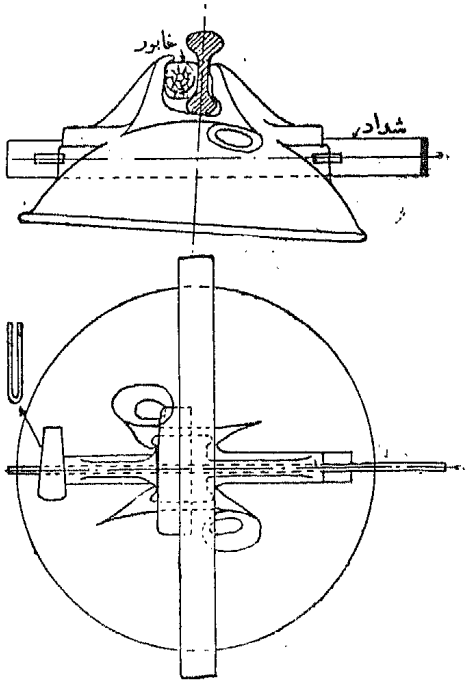
فلنكة صلب

شكل نمرة (٦٥)

(٢) الفلنكات ذات القصعة C. I. pot sleepers

انظر شكل نمرة (٦٦) :

هذه عبارة عن كرسى من حديد الظهر اتسعت قاعدته وتقوست فأصبحت على هيأة صحن مقلوب . وتربط كل قصعتين ببعضهما بواسطة شداد من الحديد وذلك لحفظ الاتساع . ولا تستعمل مع هذه القصع سوى القضبان الديسمتريكية .



شكل نمرة (٦٦) قصعة ظهر

ويوجد من هذه السكك فى العالم نحوا من ١٣ ألف

ميل أغلبها موجود فى الهند والأرجنتين حيث الاتساع ٦' — ٥' إذ أثبت هذا النوع مزايا اقتصادية فى السكك المتسعة .

وقد استعمل هذا النوع فى مصر سنة ١٨٥٦ ولا زالت توجد منه بعض الأطوال فى أحواش الفرز وبعض خطوط التخزين .

وللفلنكات ذات القصعة المزايا الآتية :

أولا — تغرس فى الزلط غرساً يساعد على ثباتها فى وضعها .

ثانياً — تعمر بما يقدر بضعف الزمن الذى تعمره الفلنكات الخشبية أو فلنكات الصلب .

ثالثاً — تباع وهى خردة بأثمان تتراوح بين ٦٠ و ٨٠ فى المائة من ثمنها الأصلى .

(٣) الفلنكات العرضية :

هذه هى الفلنكات الشائعة والمستعملة فى أغلب السكك الحديدية فى أنحاء المعمورة ولأهميتها سنتكلم على أنواعها الثلاثة الخشب والصلب والخرسانة المسلحة كل على حدة .

الفلنكة الخشبية :

لكى نقدر ما تتعرض له الفلنكة وهى فى وضعها تحت القضيب وجب أن نفكر فى مدى تأثير مرور العجلات المتتابعة عليها . فالقضيب عبارة عن عتب مستمر محمل على الفلنكات يختلف تثبيته باختلاف درجة ربط المسامير الخشابى فعندما يمر حمل على القضيب بين فلنكتين يتقوس القضيب إلى أسفل بينهما وإلى أعلا خارجهما فترتفع الفلنكات على الجانبين من مرقدها ثم تهبط مرة أخرى عند مرور الحمل عليها وهكذا تتعرض الفلنكات إلى حركة رأسية متعاقبة تعمل على دق الزلط تحتها . فإن كان الزلط مدكوك تحت الفلنكة بأكملها فإن هذه الحركة الرأسية تعمل على تفكك الزلط من أطراف الفلنكة ودق الجزء المحصور بين القضيبين فتتعرض الفلنكة بذلك إلى جهود انحناء عالية فى وسطها لا يقوى الخشب على تحملها فتتكسر من الوسط . وللحيلولة دون تعرض الفلنكة إلى مثل هذه الجهود العالية يدك فقط تحت القضيب مباشرة ولمسافة ثلاثين سنتيمترا من الجانبين ويترك الجزء الأوسط دون دك فتقل الجهود كثيرا .

طول الفلنكة :

يجب أن لا تكون الفلنكة أطول من اللازم أو أقصر فإن الفلنكة الطويلة عرضة للتقوس إلى أسفل والقصيرة إلى أعلا . وفى كلتا الحالتين يتأثر الاتساع .

عرض الفلنكة :

يجب أن يكون عرض الفلنكة كافياً لتوزيع الحمل على الزلط ولعدم السماح لحافة قاعدة القضيب بالقطع فى الخشب .

مقاسات الفلنكات :

تتراوح مقاسات الفلنكات لسكك الاتساع العادى بين الأرقام الآتية :

الطول من ٢و٥٠ — ٢و٧٠ مترا

العرض من ٢٠ — ٣٠ سنتيمترا

السمك من ١٢ — ١٥ سنتيمترا

وتحدد مصلحة السكك الحديد المصرية مقاسات فلنكاتها للاتساع العادى بالآتى : الطول ٢و٦٠ مترا والعرض ٢٥ سنتيمترا والسمك ١٢و٥ — ١٥ سنتيمترا وتتسامح فى خمسة سنتيمترات فى الطول وسنتيمتر فى العرض وسنتيمتر فى السمك[1] .

وفيما يلى جدول بمتوسط مقاسات الفلنكات لمختلف الاتساعات :

الاتساع	العرض	السمك	الطول
بوصة قدم	بوصة	بوصة	بوصة قدم
٦ — ٥	١٠ (٢٥ سم)	٥ (١٢و٥ سم)	٩ قدم إلى ٦ — ٩ (٢و٧٥ — ٢و٩٠ متر)
بوصة قدم	بوصة	بوصة	بوصة قدم
٨ ١/٢ — ٤	١٠ (٢٥ سم)	٥ (١٢و٥ سم)	٦ — ٨ (٢و٦٠ متر)
١و٠٠ متر	بوصة ٨ (٢٠ سم)	بوصة ٤ ١/٢ — ٥ (١١ — ١٢ ١/٢ سم)	٦ قدم (١و٨٥ متر)
بوصة قدم	بوصة	بوصة	
٦ — ٢ (٧٥ سم)	٨ (٢٠ سم)	٤ — ٤ ١/٢ (١٠ — ١١ سم)	٤ ١/٢ قدم (١و٣٥ متر)
بوصة قدم	بوصة	بوصة	
٠٠ — ٢ (٦٠ سم)	٧ (١٧ ٣/٤ سم)	٤ — ٤ ١/٢ (١٠ — ١١ سم)	٤ قدم (٢و١٠ متر)

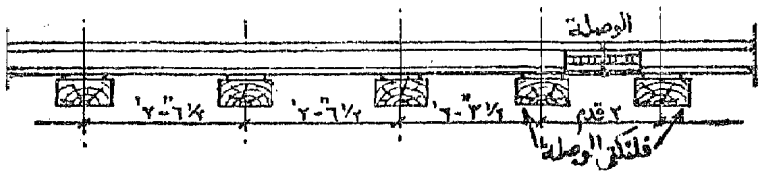
المسافة بين الفلنكات :

تتوقف المسافة بين الفلنكات على قطاع القضيب نفسه وعلى الأحمال السائرة عليه فكلما كبر القطاع أمكن زيادة المسافة بين الفلنكات والعكس بالعكس . وعلى ذلك فالقضيب الخفيف يحتاج إلى عدد أكبر من الفلنكات . وكانت الفلنكات فى السابق تقسط على مسافة ثلاثة أقدام ثم أنقصت هذه المسافة أخيراً لمواجهة الزيادة فى أوزان القاطرات والعربات وفى السرع التى فرضها التمدن الحالى .

ونظراً لأن الوصلة تتعرض لصدمات عنيفة تؤثر تأثيراً سيئا فى الفلنكتين المحيطتين بها فإن المسافة بين هاتين الفلنكتين والسابقتين لها تقل عن مثيلاتها لا بل إن المسافة بين فلنكتى الوصلة تقل إلى الحد الأدنى

(١) يتسامح فى مقاس السمك إلى ١١و٥ سنتيمترا إذا كان الخشب صلبا من نوع الجراح Jarrah المستورد من استراليا.

الذى يسمح باقتراب الفلنكتين من البلنجة على قدر المستطاع . وتبلغ مسافة الفلنكات فى العادة نحو ٢ قدم و ٦½ بوصة وتقل إلى ٢ قدم و ٣½ بوصة فى المسافة السابقة للوصلة وقدمين لمسافة الوصلة . انظر شكل نمرة (٦٧) .



شكل نمرة (٦٧)

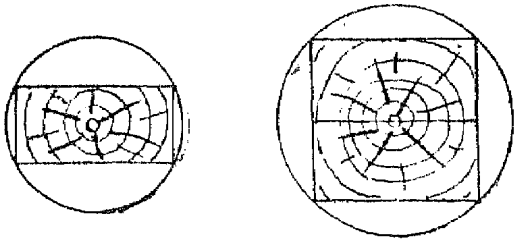
وتوضع فلنكات سكة الفنيول ٤٧ ك فى السكك الحديد المصرية على مسافة ٦٧٨ ملليمترا وتقل إلى ٦٢٨ ملليمترا فى المسافة السابقة للوصلة وإلى ٥٧٨ ملليمترا فى مسافة الوصلة وذلك فى طريقة ربط الفلنكات بالبلنجة الزاوية ذات الشفة و ٨٠٠ و ٦٠٢ و ٣٠٠ ملليمترا على التوالى بطريقة الوصلة الحديثة .

وقد بحثت جمعية من رؤساء مهندسى السكك الحديدية فى الهند سنة ١٩٢٦ مسألة تقدير أقل مسافة بين الفلنكات فقرقرارها على أن أصغر مسافة بين حافتى فلنكتين تسمح بعملية الدك هى ١٢ بوصة ومعنى ذلك ٢٢ بوصة بين محوريهما وهذا يساوى ٣٠٥ ملليمترا و ٥٥٩ ملليمترا على التوالى . وتزيد بعض السكك الحديدية مقاس فلنكات الوصلة إلى ١٢ بوصة × ٥ بوصة . وفى انجلترا تستعمل فلنكات بمقاس ٤٠ × ٥ و ١٢ × ٦ بوصة . أما فى أمريكا فتستعمل فلنكات الوصلة بمقاس ٩ × ٧ بوصة .

أنواع الأخشاب المستعملة فى الفلنكات :

يجب أن تكون الأخشاب المستعملة فى إعداد الفلنكات من النوع الجيد وأن تكون جافة ومقطوعة من قلب شجرة مستقيمة الألياف خالية من العطن الجاف أو الطرى أو الخشب اللبنى sapwood أو المواد الطرية أو الرخوة أو الفطرية أو البالية أو العقد الكبيرة أو السايبة أو التفلق أو التشقق . كما يجب أن تكون مستقيمة لم يعترها دوران .

وتفضل بعض الممالك قطع فلنكة واحدة من شجرة واحدة كما هو مبين فى الشكل نمرة (٦٨) حتى تكون الألياف صلبة ومتماسكة ولكن هذا معناه الإسراف فى الخشب ولذلك ومن أجل الاقتصاد صار عرض الفلنكة ضعف سمكها وذلك لإمكان إعداد فلنكتين من قلب شجرة واحدة .



شكل نمرة (٦٨)

وتوضع الفلنكة فى السكة بحيث يكون تقوس أليافها محدباً وليس مقعرا إذ الوضع الأخير يساعد على

حبس مياه الأمطار داخل الفلنكة مما يسبب عطنها .

ويتوقف نوع الخشب على مصادره القريبة ففى أوروبا يستعمل خشب الأرو oak وفى فرنسا وألمانيا خشب الزان beech وفى انجلترا والسويد والنرويج خشب العزيزى pitch pine والخشب الأحمر red fir وفى أمريكا الأرو الأبيض والأرو الأحمر والعزيزى الكندى Douglas fir وخشب الجوز chestnut والسدر cedar وأنواع أخرى وذلك لكثرة المصادر .

أما فى مصر فتستورد الأخشاب عادة من تركيا وتشترط مصلحة السكك الحديدية أن تكون الأخشاب الموردة من النوع العزيزى التركى أو الكندى أو الأرو التركى أو الأوروبى أو أى نوع آخر من الخشب العزيزى أو الأرو يكون فى جودة الأخشاب المذكورة . ويعرف خشب العزيزى التركى Turkish pine بالكرمانى وقد استعمل بنجاح فى مصر إذ وافق جونا فهو يعمر من ١٨ إلى ٢٥ سنة .

ويتراوح عمر الفلنكة فى العادة بين ثمان سنوات واثنى عشرة سنة وذلك تبعاً لما يأتى :

أولا — نوع الخشب إن كان صلباً أو ليناً .

ثانياً — وقت القطع إذ يجب أن يكون ذلك فى الشتاء .

ثالثاً — الجفاف إذ يجب أن تجف الأخشاب لمدة لا تقل عن ستة أشهر قبل استعمالها فى السكة .

ويمكن زيادة عمر الفلنكات فى البلاد التى تتعرض فيها إلى العطن نتيجة تعاقب البلل والجفاف أو التآكل بالآفات الحيوانية أو النباتية بتعقيمها بمواد واقية مثل زيت الكريوسوت أو محلول كلورورالزنك أو أى سائل كيماوى يفى بالغرض .

زراعة الغابات :

ونظراً لصعوبة استيراد الأخشاب فى بعض الأوقات وغلائها بسبب علو تكاليف الشحن بل ونظراً للخوف من نفاذ الخشب على ممر السنين فقد فكرت كثيرمن إدارات السكك الحديدية فى زراعة الغابات ولكن ذلك لا يؤتى أكله قبل مضى خمسة عشر عاماً على الأقل وهذا فضلا عن أن زراعة الغابات قد لا تنجح فى كل منطقة إذ ذلك يتوقف على توافر الأحوال الطبيعية الملائمة .

تجهيز الفلنكات وتعفيرها :

بعد أن تقطع الأشجار إلى فلنكات حسب المقاسات المطلوبة ترص فوق بعضها ثم تترك لمدة ستة أشهر تقريباً كى تجف . بعد ذلك ترسل إلى الورشة لإعدادها حيث تقشط أفقية عند مواضع الوسائد أو الكراسى لعمق ½ بوصة (ثمانية ملليمترات فى السكك الحديد المصرية) ثم تثقب بمثقاب أوتوماتيكى عند مواضع المسامير الخشابى بالكيفية التى تكفل الحصول على الاتساع المطلوب . وتعمل هذه الثقوب بقطر أصغر من قطر المسامير الخشابى أو مسامير الحربة .

بعد ذلك تأتى عملية التعقيم وسنشرح هنا بإيجاز طريقة التعقيم بالكريوسوت وهى الأكثر شيوعاً والكريوسوت هو زيت أسود يستخرج من القطران بواسطة التقطير .

ترص الفلنكات فوق عربات خاصة من عربات الترولى ثم تسحب العربات داخل أسطوانات طويلة من الصلب يتراوح طولها بين العشرين والثلاثين مترا وقطرها حوالى المترين ثم يحكم قفل الأسطوانات ويفرغ الهواء منها ثم يسمح للكريوسوت بالدخول فيها تحت ضغط يتراوح بين ١٠٠ و ٢٠٠ رطلا على البوصة المربعة وحرارة حوالى ١٨٠ درجة فهرنهيت ولمدة تتراوح بين ساعة وساعتين حتى تتشبع خلايا الخشب .

ويتراوح ما تمتصه الفلنكة الواحدة من ٢٠ — ٣٥ رطلا وذلك حسب نوع الخشب فالخشب الأبيض يمتص مقداراً أكبر إذا قورن بخشب صلب مثل الأرو .

وهناك طريقة أخرى للتعقيم يطلق عليها اسم طريقة الهسكنيزد Haskinized process ولا تحقن الفلنكات فيها بشىء بل يحتفظ بأعاصيرها الطبيعية إذ يقال إن هذه الأعاصير أفضل من المعقمات . وتمتاز هذه الطريقة بأن الفلنكة تصبح صالحة لاستعمالها فى السكة فى ظرف يومين من قطع الشجرة فتقطع الشجرة فى الصباح وتعد إلى فلنكات بعد الظهر ثم تعالج بهذه الطريقة فلا يعتريها انكماش أو دوران . وتوضع الفلنكات فى أسطوانات بطول ١١٠ قدماً يضغط فيها الهواء فى درجة حرارة ٢٤٠ فهرنهيت وضغط ٢٤٠ رطلا على البوصة المربعة . ويقال إن النتيجة تشبه ما تؤول إليه البيضة بعد غليها إذ تتحول الأعاصير الطبيعية إلى ألياف فيصبح الخشب ناشفاً صلباً .

ويتوقف عمر الفلنكة على العوامل الآتية .

أولا — حالة الجو .

ثانياً — تصريف المياه من السكة .

ثالثاً — كمية الحركة وثقلها وسرعتها .

رابعا — وضع الفلنكة فى السكة (فى المستقيم أو فى المنحنى) .

خامسا — استعمال الوسائد.

سادسا — الوقت من السنة الذى قطعت فيه أخشاب الفلنكة .

سابعا — تجفيف الأخشاب قبل استعمالها كفلنكات .

ثامنا — نوع الخشب المستعمل .

والفلنكات إذا حسن اختيارها وتعقيمها تعمر مالا يقل عن خمسة عشر عاما فى السكك الرئيسية ثم بعد ذلك يمكن استعمالها لمدة أخرى فى الخطوط الفرعية ومخازن التخزين .

وتمتاز مصر بجفاف جوها من الآفات النباتية والحيوانية . من أجل ذلك فإن تكاليف عملية التعقيم لا توازى الزيادة فى عمر الفلنكة ولذلك فإن الفلنكات فى مصر تستعمل بدون تعقيم .

تلف الفلنكات الخشبية :

وتتلف الفلنكات للأسباب الآتية :

أولا — أن تبلى مع الوقت أو يعتريها تشققات ضارة .

ثانيا — أن يتآكل موضع ارتكاز القضبان بسبب قطع القضبان فيها .

ثالثا — أن تتسع ثقوب المسامير الخشابى نتيجة الشد المتكرر الذى تتعرض له من الحركة التموجية الرأسية للقضيب . وفى هذه الحالة إن كانت الفلنكة لا تزال جيدة يعاد قشط مواضع ارتكاز جديدة للقضبان وإعداد ثقوب فيها قريبة من السابقة .

والفلنكات إذا ما تآكلت وأصبحت غير صالحة للاستعمال لزم تغييرها . وحيث أن عمر الفلنكة يتراوح بين ١٥ و ٢٠ سنة وعمر القضيب من ٢٠ إلى ٤٠ سنة فإن القضيب يحتاج إلى مجموعتين من الفلنكات .

الفلنكات الأخرى :

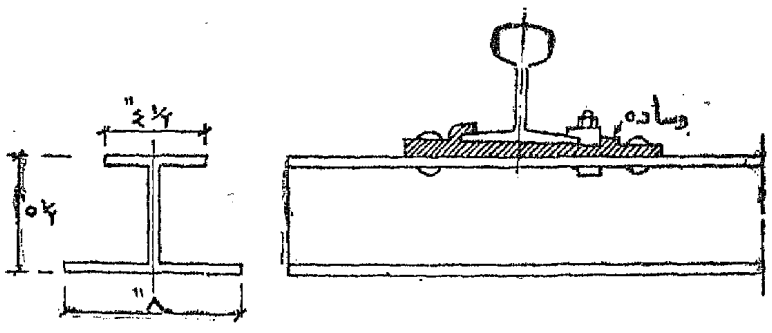
تعتبر الفلنكات الخشبية فى المركز الأول بالنسبة للفلنكات الأخرى التى قصد بها أن تحل محلها لا لأنها تفضلها فى المزايا ولكن للاقبال الشديد عليها بحيث بات من المحقق أن موارد الخشب فى العالم ستعجز يوماً ما عن تموين السكك الحديدية المختلفة باحتياجاتها منه . ومن هذه الفلنكات الأخرى فلنكات الصلب وفلنكات الخرسانة المسلحة .

فلنكات الصلب :

جربت فلنكات الصلب بادىء ذى بدء على هيأة فلنكات طولية بأشكال مختلفة ولكنها لم تصادف نجاحا يذكر فجربت بعد ذلك على هيأة فلنكات عرضية فأصابت قسطا لا يستهان به من النجاح حدى بالكثير من السكك الحديدية إلى الشروع فى استعمالها . وقد تطورت هذه الفلنكة إلى أن أصبحت تأخذ شكل المجرة المقلوبة .

وأول من ابتدع هذا النوع من الفلنكات هو المهندس الفرنسي فوثرين Vautherin وقد بدأت ألمانيا باستعماله عام ١٨٦٢ وما أن حل عام ١٨٩٠ حتى أصبح ٤٠ ٪ من السكك الحديدية الألمانية مزودا بها .

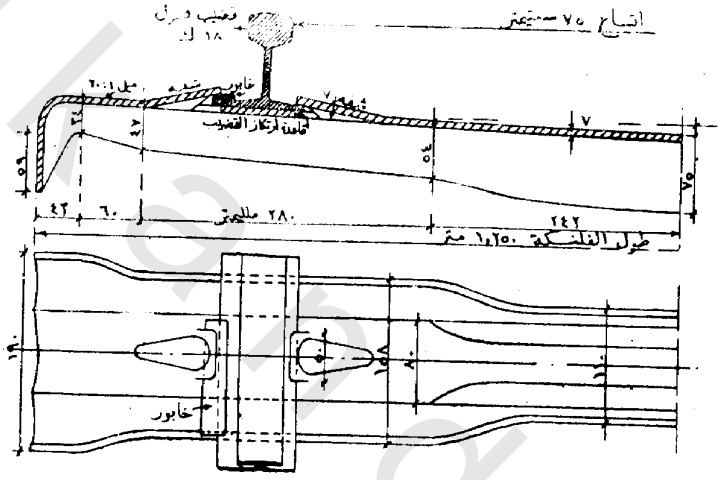
وأول فلنكة عرضية كانت على شكل كمرة انظر شكل نمرة (٦٩) مزودة بوسادة خاصة لتكبير مساحة



شكل نمرة (٦٩)

ارتكاز القضيب وهذه الوسادة مبرشمة فى الكمرة وبها بروز يبيت فيه فرش القضيب من ناحية ويثبت نهائيا من الناحية الأخرى بواسطة مسمار قلووظ ووردة خاصة كما هو مبين فى الشكل .

أما الآن فأن الفلنكة تأخذ شكل عجرة مقلوبة تصنع من ألواح من الصلب أعدت بالمقاس المطلوب وقطعت لأطوال تسعة أقدام . وتكبس هذه القطع وهى ساخنة فى مكابس خاصة تعطيها بعملية واحدة الشكل المطلوب فتشق فى سطحها عند موضعى القضيبين شقين مستعرضين وترفع المعدن خارجهما مكونة بذلك شفتين على جانبى موضع كل قضيب تسمحان بحشر القضيب بينهما وتثبيته بواسطة خابور يدق بين قاعدة القضيب واحدى الشفتين والشكل نمرة (٧٠) يبين فلنكة من هذا الطراز مستعملة فى سكة خط الواحات .



شكل نمرة (٧٠)

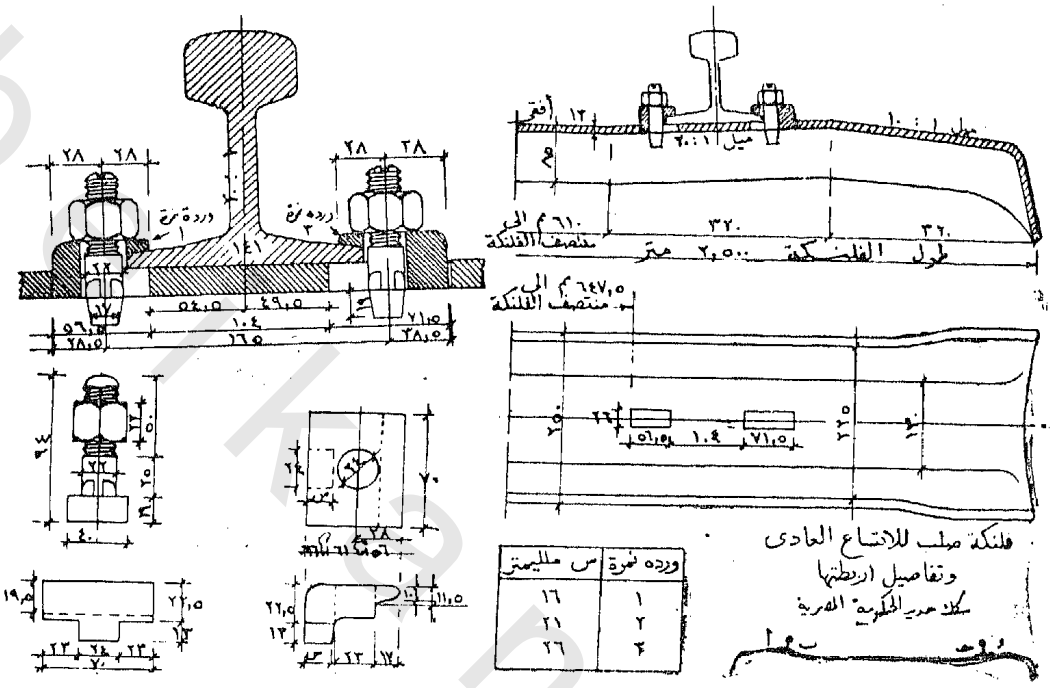
فلنكة صلب بخط الواحات

ويجب أن تكبس الألواح جميعا عند درجة حرارة واحدة والا اختلف الاتساع عقب برودتها .

وقد وجد أن طريقة الخابور الواحد تحتم أن تكون المسافة بين الشفتين ضيقة تقل عن عرض قاعدة القضيب فى بعض الأحيان مما جعل وضع القضيب بينهما عملية شاقة كما أن مساحة ارتكاز القضيب كانت ضيقة فكانت عرضة للتشقق فى عملية الكبس . وقد أجرى بعض التحسين على هذه الفلنكة بأن عرضت مساحة الارتكاز واستعملت لقمة من الخارج والخابور من الداخل فساعد هذا على نزول القضيب فى مكانه بسهولة كما ساعد على منع حدوث التشققات فى المعدن بين الشفتين . وتعمل اللقمة أعرض من الخابور حتى يمكن تغيير الاتساع بتغيير وضعهما .

وهناك طريقة أخرى لتثبيت القضيب فوق الفلنكة بواسطة مسامير القلووظ والوردة clips وقد شاعت هذه الطريقة أخيرا وهى مستعملة فى فلنكات الصلب على الخطوط الرئيسية فى السكك الحديد المصرية . وفيها تمد الفلنكة بأربعة ثقوب فى سطحها ثقبان تحت كل قضيب يمر فى كل منها مسمار

قلاووظ ووردة خاصة وتستعمل الورد بثلاثة مقاسات وذلك لتغيير الاتساع حسب المطلوب . انظر شكل نمرة (٧١) .



وردة نمرة	س ملليمتر
١	١٦
٢	٢١
٣	٢٦

نظام تركيب الورد	اتساع السكة بالمتر				
	١,٤٣٥	١,٤٤٠	١,٤٤٥	١,٤٥٠	١,٤٥٥
في موضع أ استعمل وردة	٣	٢	٢	١	١
« « ب « «	١	٢	٢	٣	٣
« « حـ « «	١	١	٢	٢	٣
« « د « «	٣	٣	٢	٢	١

شكل نمرة (٧١)

فلنكة صلب بالسكك الحديد المصرية

أما الفلنكة فان سطحها تحت القضيب يعمل مائلا بمقدار ٢٠ : ١ وذلك فى عملية الكبس لإعطاء القضيب الإمالة المطلوبة ويلاحظ أن المقاس الخارجى لفلنكة الصلب يقرب من مقاس الفلنكة الخشبية إذ هو ٢,٥٠ متر طولا و ٢٥ سم عرضا و ٨,٥ سم ارتفاعا . وقد استعملت فلنكات الصلب فى سنة ١٩٢٠ فى الطوالى بين طنطا وكفر الزيات ثم غيرت هذه الفلنكات فى سنة ١٩٢٧ لأن قاعدة الارتكاز كانت قد تآكلت إذ اتضح أن الزلط كان يحتوى على جانب من الرمل كان يجد طريقة بين القضيب وقاعدة الارتكاز

فكان يعمل على تآكلها . ومن أجل ذلك فأن سمك الفلنكة الذى كان يعمل قبلا بمقدار عشرة ملليمترات زيد إلى ١٣ ملليمترا .

وتتأثر الفلنكات الصلب بالجو الرطب فتصدأ ولذلك فان مصلحة السكك الحديد المصرية قررت منذ عام ١٩٢٥ عدم استعمال الفلنكات الصلب على الطوالى شمال كفر الزيات .

ومن المهم جدا أن تراعى قاعدة عدم دك الزلط تحت وسط الفلنكة الصلب أيضا ويحسن ترك فراغ فى وسط الفلنكة وتحت منسوب قاعدتها فأن الحواف المائلة تعمل على طرد الزلط فى اتجاه وسط الفلنكة عندما تهبط .

وللفلنكة الصلب العيوب الآتية :

أولا — يصعب دك الزلط تحتها .

ثانياً — يزيد ثمنها على ثمن الفلنكة الخشبية .

ثالثاً — تسبب بعض الصوت عند مرور العجلات فوقها .

رابعاً — الثقوب المعدة فى أعلا الفلنكة تضعفها عند مواضع الارتكاز .

خامساً — الحواف المائلة تعمل على زحزحة الفلنكة عرضيا خصوصا إذا هبط الزلط تحت أحد القضيبين أكثر من هبوطه تحت القضيب الآخر .

سادساً — لا يوجد وسط يمتص الصدمات بين القضيب والزلط سوى سمك الفلنكة وهذا لا يزيد عن نصف بوصة . وهو عرضة للتآكل فى الجو الرطب .

ولها المزايا الآتية :

أولا — لا تتأثر الفلنكات الصلب بالحشرات التى تنتاب الخشب فى المناطق الموبوءة بها .

ثانياً — الفلنكة كلها قطعة واحدة يتراوح وزنها بين ٥٠ ، ٧٠ كيلو جراماً حسب سمكها وعلى ذلك فهى سهلة الحمل .

ثالثاً — قطع الربط قليلة العدد سهلة الصنع وليست عرضة للفك .

رابعاً — الفلنكات الصلب أقل عرضة للزحف .

مقارنة بين الفلنكة الخشب وفلنكة الصلب :

ويمكننا إجمال مزايا الفلنكة الخشبية بالنسبة لفلنكة الصلب فيما يلى .

(١) الفلنكات الخشبية أفضل من فلنكات الصلب من حيث قابليتها لامتصاص الاهتزازات الناشئة من سير القطارات .

(٢) تفضلها كذلك من حيث سهولة عملية الدك وإمكان احتفاظها بمنسوبها وبالتالى منسوب القضبان فوقها .

(٣) أقل منها قابلية للتلف بالحوادث إذ ينحصر الضرر فى غرس شفة العجلة فيها فقط بينما تتثنى فلنكات الصلب فيتأثر شكلها ويقل اتساعها .

(٤) الفلنكات الخشبية رديئة التوصيل للكهرباء ولذا فهى تستعمل فى أحواش المحطات التى يستعان فيها بالكهرباء على تأدية أعمال التحويلات والإشارات وبديهى أن فلنكات الصلب لا يمكن استعمالها فى هذه المواقع .

(٥) الفلنكات الخشبية أسهل من فلنكات الصلب فى الوضع والرفع من الخط .

(٦) إذا تلفت الثقوب فى الفلنكات الخشبية فمن السهل ثقب غيرها بالقرب منها بينما لا يتأتى عمل ذلك فى فلنكات الصلب .

(٧) يمكن استخدام الفلنكة الخشبية بعد الاستغناء عنها فى السكة فى أغراض كثيرة ثانوية مثل أرضيات المزلقانات والأرصفة الثانوية والأسوار وغير ذلك .

(٨) تعمر فلنكة الخشب ضعف الزمن الذى تعمره فلنكات الصلب . وفى مصر تعمر الفلنكة الخشبية من ١٥ — ٢٠ سنة بينما لا يزيد عمر فلنكة الصلب عن ثمان سنوات .

فلنكات الخرسانة :

قامت محاولات عدة فى كثير من سكك حديد العالم منذ استنباط الخرسانة المسلحة لإعداد فلنكات منها للاستعاضة بها عن فلنكات الخشب فى حالة تعذر الحصول على أخشاب صالحة إلا باستيرادها من أقطار نائية أو لاستعمالها فى البقاع الموبوءة بالحشرات الآكلة للخشب أو للاستعاضة بها عن فلنكات الصلب فى البلاد التى يبلغ فيها ثمنها رقماً باهظا . غير أن الصعوبة لا زالت فى إعداد الأربطة الجيدة . ومزايا هذا النوع تتلخص فى أنه يعمر طويلا ويقاوم فعل الحشرات .

أما عيوبه فيمكن تلخيصها فيما يلى :

(١) من الصعب الحصول على رباط جيد بين القضيب والفلنكة .

(٢) ليس للفلنكة الخرسانية المرونة التى تميز الفلنكات الخشبية .

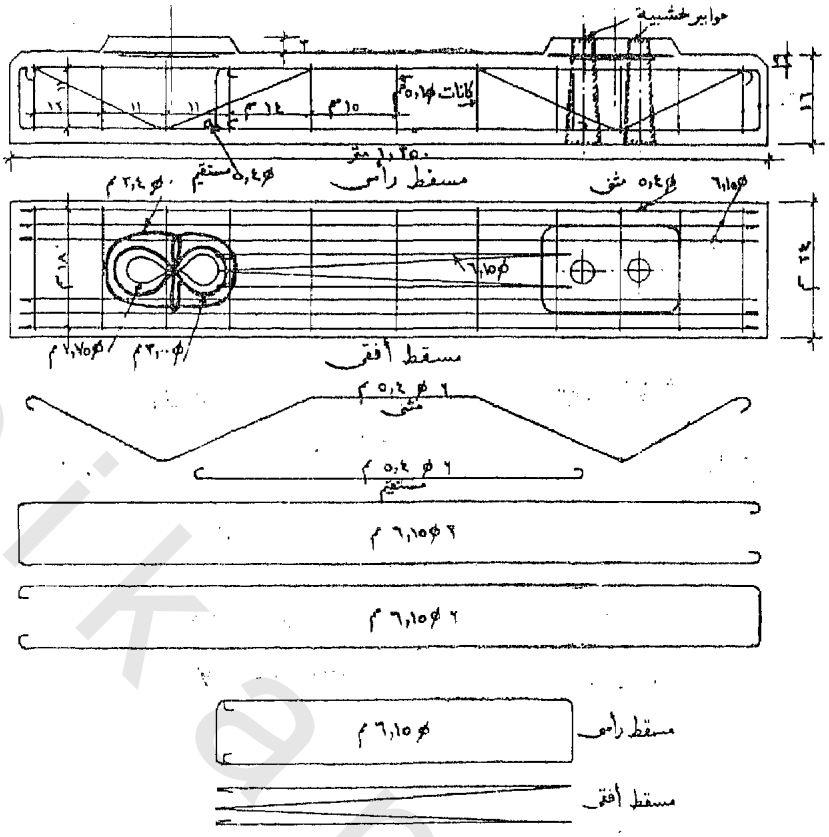
(٣) الفلنكات الخرسانية عرضة للكسر والتشقق فى عملية النقل .

(٤) تتشقق تحت الذبذبات الناتجة من سير العجلات .

والشكل نمرة (٧٢) يبين أحد تصميمات هذه الفلنكات كما هو مستعمل فى سكك حديد الدلتا .

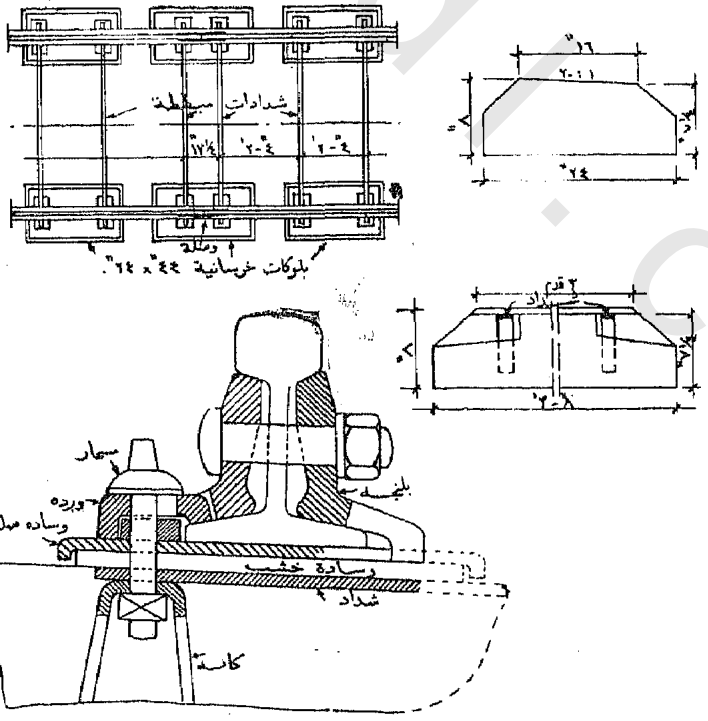
وقد قام أحد المهندسين الإيطاليين فى سنة ١٩١٨ بعمل فلنكة من بلوكين يربطهما ببعضهما شدادين من الصلب . والبلوك الواحد عبارة عن كتلة مستطيلة ضلعها الأكبر فى اتجاه القضبان وتوضع هذه البلوكات على مسافات متقاربة جداً فتصبح وكأنها فلنكات طولية .

وقد استعمل من هذه الفلنكات ١٨ ألف بلوكا فى سنة ١٩١٨ وفى سنة ١٩٣١ زاد هذا العدد بمقدار ٣٢ ألفا بينما جربت نحو خمسة آلاف قطعة فى ألمانيا . وهذه البلوكات مبينة فى الشكل نمرة (٧٣)



— تفاصيل فلنكة خرسانية فى سكك حديد الدلتا —

شكل نمرة (٧٢)



شكل نمرة (٧٣)

تفاصيل فلنكات بلوك بايطاليا

وقد مست الحاجة فى انجلترا فى أوائل الحرب القائمة إلى الالتجاء إلى استخدام الفلنكات الخرسانية فأصدرت هيأة المواصفات البريطانية سنة ١٩٤١ بناء على طلب وزارة النقل الحربى مواصفة طوارىء رقم ٩٨٦ خاصة بالفلنكات الخرسانية العرضية أو المعمولة من البلوكات وذلك لسكك الاتساع العادى المستعمل فيها قضيب الفنيول أو القضيب الديسمتريكى بشرط أن لا تزداد سرع القطارات فوقها على عشرين ميلا .

وحددت هذه المواصفة طول الفلنكة بسبعة أقدام وست بوصات ومساحة الضغط فوق الزلط بثلثمائة بوصة مربعة تحت القضيب الواحد على أن لا تبرز بأكثر من ١٦ بوصة على جانبيه كما حددت عزم المقاومة للفلنكة بحد أدنى مقداره ٤٠٠٠٠ بوصة قدم موجب تحت حافة فرش قضيب الفنيول و ٢٨٠٠٠ بوصة قدم موجب وسالب تحت محوره وبحد أدنى مقداره ٢٨٠٠٠ بوصة قدم موجب عند موضع مسمار ربط كرسى القضيب الديسمتريكى ومثلها موجب وسالب تحت محوره .

وفى سنة ١٩٤٤ خطت هيأة المواصفات البريطانية خطوة ثانية فقصرت المواصفة السابقة على الفلنكات المستخدمة فى السكك المؤقتة ذات الحركة الخفيفة والتى يستعمل فى روابطها مسامير الحربة ثم جددت المواصفة تجديدا كليا مسترشدة بالتجارب والمعلومات التى جمعت وارتفعت بالسرعة إلى ثلاثين ميل فى الساعة وأدخلت طريقة الاجهاد المبدئى فى صنع نوع جديد من الفلنكات وبذلك قسمت الفلنكات إلى نوعين .

(١) فلنكة خرسانية مسلحة عادية .

(٢) فلنكة خرسانية مجهدة اجهادا مبدئيا .

ثم قسمت الفلنكات من حيث الشكل إلى الثلاثة أنواع التالية :

ا — فلنكة عرضية .

ب — فلنكة بلوكين بشداد .

حـ — فلنكة بلوكين بغير شداد .

وقصرت استعمال هذه الفلنكات على خطوط التخزين ذات الحركة الخفيفة ومثلها ذات الحركة الثقلية ونفاديات البضائع وما شاكلها المستعمل فيها قضبان الفنيول أو القضبان الديسمتريكية .

ونصت فى حالة استخدام فلنكات البلوكين بغير الشداد على وضع فلنكة عرضية أو فلنكة بلوكين من ذات الشداد بينها بنسبة لا تقل عن ١ : ٣ وذلك لضمان الاحتفاظ بالاتساع .

المواد :

نصت المواصفة على أن يكون الرمل والزلط مطابقين للشروط الواردة بالمواصفة البريطانية رقم ٨٨٢ بشرط أن لا يزيد مقاس الزلط عن ¾ بوصة وأن يكون الصلب والأسمنت حسب الآتى :

(١) <u>فى الفلنكات الخرسانية العادية</u>

ا — أن يوفى صلب التسليح الاشتراطات المنصوص عنها فى المواصفة البريطانية رقم ٧٨٥ .

ب — أن يوفى الأسمنت الاشتراطات المنصوص عنها فى

(١) المواصفة البريطانية رقم ١٢ الخاصة بالأسمنت البورتلاندى الاعتيادى .

(٢) « « « ١٤٦ « بأسمنت زبد الأفران البورتلاندى .

(٢) فى الفلنكات المجهدة اجهادا مبدئيا

ا — أن يكون صلب التسليح مكونا من :

(١) سلك مسحوب Hard drawn wire بقطر لا يزيد عن $\frac{1}{8}$ بوصة جهد شده الأقصى يتراوح بين ١٢٥٦٨٠ طنا للبوصة المربعة واستطالته الدائمة Permanent set لا تزيد عن ١ر٠ فى المائة بعد تعريضه لحمل لا يقل عن ٧٠٪ من حمل الشد الأقصى .

(٢) صلب سبائكى يوفى اشتراطات المواصفة البريطانية رقم ٩٧٠ — ١٩٤٢ لا يقل جهد شده الأقصى عن ٨٠ طن للبوصة المربعة أو يزيد قطره عن $\frac{3}{8}$ بوصة .

أن يوفى الأسمنت الاشتراطات المنصوص عنها فى المواصفة البريطانية رقم ١٢ الخاصة بالأسمنت البورتلاندى سريع التحجر وبشروط أن لا يقل زمن الشك الابتدائى عن ساعة ونصف .

ونصت من حيث الخلطة أن تكون بنسبة أقلها ١ : $\frac{1}{2}$ ١ : ٣ (١١٢ رطل أسمنت : $\frac{7}{8}$ ١ قدم مكعب رمل جاف : $\frac{3}{4}$ ٣ قدم مكعب زلط) ونسبة مياه الخلطة بما يعطى ميوعة لا تقل عن ١ بوصة $\pm\frac{1}{2}$ بوصة مقاسة حسب تجربة الهبوط القياسية المنصوص عنها فى المواصفات البريطانية رقم ٤٤٩ وأن يجرى الخلط فى خلاط آلى إلى أن يصبح اللون والميوعة منتظمتين وأن تجهز الخرسانة بالذبذبة أو بأى طريقة أخرى يقرها الشارى على أن تعطى مكعبات الاختبار المعدة منها حسب الطريقة المذكورة فى المواصفة جهدا فى الضغط أدناه ٥٠٠٠ رطل للبوصة المربعة فى حالة الفلنكات العادية أو ٦٠٠٠ رطل للبوصة المربعة فى حالة الفلنكات المجهدة قبلا بعد فترة ٢٨ يوم أو ثلثاى هذين الرقمين بعد فترة ٧ أيام .

القوالب :

كما نصت عن القوالب أن تكون متينة حتى لا يتغير شكلها أو يعترها دوران وأن تجهز بحيث تعطى أسطحا ملساء مستوية عند ارتكاز القضبان أو الكراسى إما فى مستوى واحد أو فى مستوين مائلين بامالة القضبان للداخل .

وأوصت بثقب القالب عند مواضع الروابط تماماً ولقطر الحشائر لتصبح محكمة فى ثقوبها فلا يتسرب منها الأسمنت كما أوصت بأن تخرط الحشائر لتكون أسطحها ناصعة .

مقاسات الفلنكة :

وحددت المواصفة مقاسات الفلنكة بالآتى :

	مخازن الحركة البسيطة	مخازن الحركة الثقيلة
طول الفلنكة	٨ قدم	٨ قدم ٥ ٣ بوصة
طول البلوك	٣ قدم ٥ ٤ بوصة	٣ قدم ٥ ٤ بوصة
مساحة الضغط تحت القضيب	لا تقل عن ٣٦٠ بوصة مربعة	لا تقل عن ٤٠٠ بوصة مربعة
سمك الفلنكة	٥ ½ بوصة	٦ بوصة
سطح الفلنكة تحت قضيب الفنيول	أفقى	يميل ١ : ٢٠ للداخل
عرض الفلنكة	لا يقل فى أى وضع عن سمك الفلنكة تحت القضيب .	

وأوصت باستدارة الحافات التى يحتمل تهشيمها فى عملية الدك تحت الفلنكة إما لنصف قطر لا يقل عن ½ بوصة أو باستدارة هذه الحافات استدارة عادية لا يقل عرضها عن ⅜ بوصة كما أوصت بعدم تصغير قطاع الفلنكة فى وسطها بإحداث فجوة فيها يزيد مقاسها عند السطح بأكثر من بوصتين .

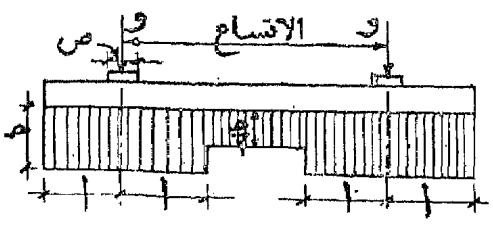
بيانات للتصميم :

(١) قدرت المواصفة الحمل الذى ينقله القضيب إلى الفلنكة بما فى ذلك الصدمات بالآتى :

نوع الفلنكة	مخازن الحركة البسيطة	مخازن الحركة الثقيلة
خرسانة عادية	٥,٥ طن	٧,٥ طن
خرسانة مجهدة إجهاداً مبدئياً	٩ طن	١٢,٥ طن

(٢) اعتبرت جهد رد الفعل تحت الفلنكة العرضية موزعاً حسب ماهو مبين فى الشكل نمرة (٧٤) وتحت فلنكة البلوكين موزعاً بانتظام على مساحة الارتكاز جميعها بحيث ينطبق مركز عملها مع مركز الحمل .

(٣) واعتبرت ضغط القضيب أو الكرسى على



شكل نمرة (٧٤)
جهود رد الفعل تحت الفلنكة العرضية

الفلنكة موزعا بانتظام على طول مقداره ص هو عرض فرش القضيب أو طول الكرسى .

(٤) ونصت على تصميم الجزء الأوسط من الفلنكة العرضية بحيث يتحمل عزماً موجبا أو سالبا لا يقل مقداره عن ٣٠٠٠٠ بوصة رطل .

(٥) كما نصت على أن تصمم فلنكات البلوكات ذات الشداد كبلوكات منفصلة وأن يصمم شدادها ليتحمل عزما لا يقل عن ٦٠٠٠ بوصة رطل وأن يدفن الشداد فى الفلنكة بكيفية تضمن الحصول على هذا العزم وعلى مقاومة قوة شد محورية لا تقل عن ثلاثة أطنان .

جهود الأعضاء المسموح بها :

١ — فى الفلنكات الخرسانية المسلحة

نصت المواصفة على الآتى :

(١) أن لا يزيد جهد الضغط فى الإنحناء للخرسانة عن ١٢٠٠ رطل للبوصة المربعة وأن يتجاوز عند التحقق من جهد الضغط هذا عن خصم مساحة الثقوب أو الغرائس فى القطاع الواحد إذا لم يزد مجموع أقطارها عن بوصتين وأن تخصم الزيادة فقط إذا زادت عن البوصتين .

(٢) أن لا يزيد جهد الشد فى صلب التسليح عن ١٥٠٠٠ رطل للبوصة المربعة وأن لا يزاد هذا القدر إذا استعمل صلب عالى الشد وأن لا يزيد جهد الضغط فى صلب التسليح عن خمس عشرة مرة جهد ضغط الخرسانة حوله . وأن توضع الكانات حسب ما هو موضح فى D. S. I. R. Code of Practice [1] .

(٣) أن تؤخذ نسبة معاملى المرونة للصلب والخرسانة مساوية ١٥ .

(٤) أن لا تعتبر مساحة الصلب المعرض للضغط عند أى قطاع بأكثر من مساحة الصلب المعرض للشد عند نفس القطاع .

(٥) أن يعتمد فى الوصول إلى جهود الشد فى صلب التسليح على التماسك مضاف إليه التجنيش واللحام وغير ذلك من الوسائل ولا يكتفى بالتماسك فقط .

(٦) أن يغطى التسليح جميعه بما فى ذلك الكانات بطبقة من الخرسانة لا يقل سمكها عن ½ بوصة .

(٧) أن لا يقل ميل تكسيح أسياخ التسليح فى المستوى الأفقى عن ١ : ٦ وأن تحاط بالكانات — التى يفضل لحامها — وذلك من أجل مقاومة ضغط الانفجار فى الخرسانة .

وللتأكد من صلاحية مجموعة من هذه الفلنكات تجرى على إحداها التجربة الآتية :

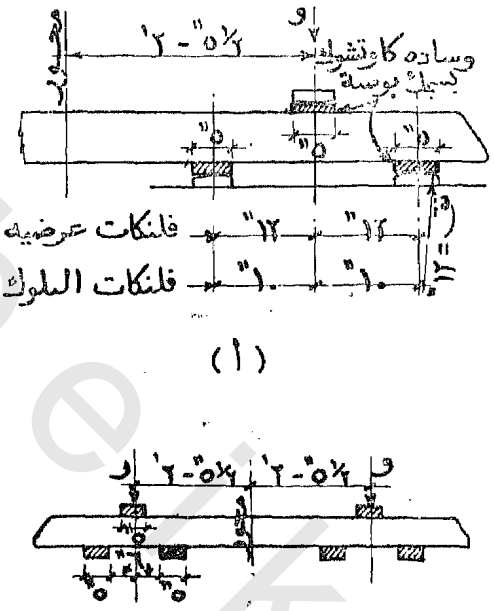
---

(١) Report of the Reinforced Concrete Structures Committee of the Building Research Board with recommendations for a Code of Practice for the use of Reinforced Concrete in Buildings. (H. M. S. O. 1934).

obeikandl.com

توضع مساحة الارتكاز فوق دعامتين يبعد محوراها بمقدار ٢٤ بوصة فى حالة الفلنكة العرضية و ٢٠ بوصة فى حالة البلوك وتعرض لحمل مركز فى منتصف الفتحة يكفى لأحداث جهد انحناء فى الشد مقداره ٥٠٠ رطل للبوصة المربعة عند أقصى ألياف الخرسانة دون أن تظهر بالفلنكة أية تشققات شعرية عند هذا الحمل أو أى حمل أقل منه والا رفضت مجموعة الفلنكات التى تمثلها هذه الفلنكة .

ويراعى عند حساب عزم المقاومة أن يكون للخرسانة وحدها أى يهمل الصلب وأن توضع وسائد من الكاوتشوك بسمك بوصة بين القوى والفلنكة عند مواضع الحمل والركيزتين وأن يأتى الحمل من قواعد مستديرة كما هو موضح فى الشكل نمرة (٧٥) ا .



شكل نمرة (٧٥)

ب — فى فلنكة الخرسانة المجهدة إجهادا مبدئيا

نصت المواصفة على ما يأتى :

١ — أن لا يتعدى الشد المبدئى فى صلب التسليح جهدا يزيد على ٦٥ فى المائة من جهد الشد الأقصى فى حالة الأسلاك المسحوبة أو ٨٥ فى المائة من جهد حد المرونة فى حالة الصلب السبائكى .

٢ — أن لا يزيد جهد الشد المسموح به فى صلب التسليح عن ٦٠ فى المائة من الشد الأقصى بعد استقطاع الفاقد المذكور فى (٥) .

٣ — أن لا تزيد الجهود المسموح بها فى الخرسانة عما يأتى :

٢٤٠٠ رطل للبوصة المربعة لجهد الضغط فى الانحناء .

٣٠٠ » » » » الشد » » .

١٥٠ » » » » الشد الرئيسى[1] عند القطاع ذى القص الأقصى .

٤ — أن تؤخذ نسبة معاملى المرونة ٧٫٥ وأن يعتبر القطاع بكامله متجانسا وتوزيع جهود الانحناء خطيا وأن يعتبر قطاع الخرسانة فقط عند حساب الجهود الأولية الناتجة من الضغط المبدئى فى الخرسانة .

٥ — أن يقدر مقدار الفاقد[2] فى الجهد المبدئى فى الصلب باعتبار أن :

---

(١) و(٢) راجع عدد يوليه ١٩٤٠ لمجلة The Structural Engineer .

الاجهاد المرن elastic strain فى الخرسانة يساوى ٢٥ ر٠ × ١٠^-٦ للرطل للبوصة المربعة .

زحف الخرسانة creep of concrete يساوى ٣ ر٠ × ١٠^-٦ لوحدة الطول لكل رطل للبوصة المربعة .

انكماش الخرسانة shrinkage of concrete ٣٠٠ × ١٠^-٦ لكل وحدة طول .

ونصت المواصفة على ضرورة التحقق من بلوغ جهود الشد الطولية فى صلب التسليح لقيمها.

وتغاضت عن تجنيش الأسلاك التى لا يزيد قطرها عن ⅛ بوصة .

ونصت على وجوب تغطية أسلاك التسليح الرئيسية بطبقة من الخرسانة لا يقل سمكها عن بوصة وأن لا يقل البعد بين محاور الأسلاك عن ¾ بوصة فإذا قل قطر الأسلاك عن ½ بوصة وضعت مثنى وعلى مسافة ½ ١ بوصة بين محورى كل زوجين .

وتحسب الاستطالة فى التسليح باعتبار أن معامل مرونته يساوى ٣٠ × ١٠^-٦ رطل للبوصة المربعة ويتحصل على مقدارها عملياً بقياسها عند قوة الشد المفروضة وذلك قبل صب الخرسانة مباشرة ويثبت التسليح بكيفية تضمن عدم ارتخائه أثناء الصب وإلى أن يرفع عند الشد .

ولا يرفع الشد عن الأسلاك حتى تعطى مكعبات الاختبار للخرسانة جهدا لا يقل عن أربعة آلاف رطل للبوصة المربعة .

ويقاس القصر فى الأسلاك بعد رفع الشد مباشرة ويقارن بالرقم الذى روعى فى تصميم الفلنكات فإذا زاد القصر كثيراً رفضت الفلنكات وفى حالة التشكك يعمد إلى التجربة التالية فإن لم تستوف رفضت الفلنكات جميعا .

توضع الفلنكة على أربعة دعائم كما هو موضح فى الشكل نمرة (٧٥) ب وتحمل من أعلاها فى مواضع القضبان ويوضع بين كل ارتكاز وتحميل وسادة من الكاوتشوك بسمك بوصة .

وتعتبر الفلنكة صالحة إذا لم تظهر بها تشققات شعرية عند ما تحمل عند موضع كل قضيب بحمل مقداره ٢ ½ طن لكل بوصة من عمق الفلنكة فإن ظهرت تشققات شعرية عند هذا الحمل أو عند حمل أقل منه رفضت جميع الفلنكات التى تمثلها هذه الفلنكة .

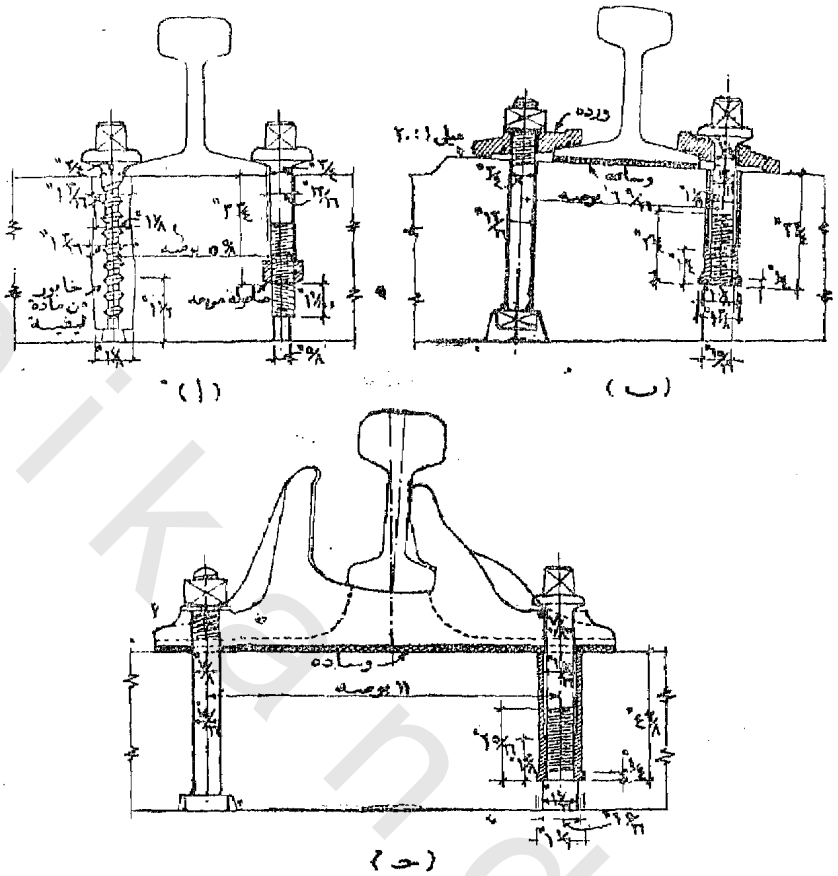
حـ — فى فلنكات البلوكات الخرسانية العادية :

ذكرت المواصفة فيما يختص بمقاسات هذه البلوكات أنها تستنتج على اعتبار أن الحمل ينتقل من مساحة ارتكاز القضيب إلى قاعدة البلوك بأكملها خلال الفلنكة بزاوية مقدارها ٤٥° مع الرأسى .

الروابط :

أما من حيث الروابط فقد أوصت المواصفة باستعمال ما هو مبين فى الشكل نمرة (٧٦) ويتضح منه

أشكال الفرائس الملائمة ومسامير الربط المناسبة لها .



شكل نمرة (٧٦)

ا — تفاصيل الروابط والفرائس لقضيب الفنيول الرأسى .
ب — « « « « « « المائل ١ : ٢٠ .
حـ — « « « « للقضيب الديسمتريكى .

الوسائد :

وذكرت المواصفة بأنه لا داعى لاستعمال الوسائد فى حالة المخازن الخفيفة الحركة ونصحت باستعمالها فى المخازن الثقيلة الحركة فتكون إما من الخشب الصلب الذى لا يقل سمكه عن ⅜ بوصة أو من اللباد المشرب بالقطران أو البيتوم الذى لا يقل سمكه عن ½ بوصة قبل الانضغاط كما أوصت بضرورة ثقب الوسائد فى مواضع مسامير الربط .

خلاصة :

يتضح مما سبق ذكره عن الفلنكات الخرسانية أن هذا النوع لم يبلغ بعد الحد الذى يمكن الاعتماد فيه عليه فى السكك الطوالية .

الزلط Ballast

الزلط فى السكة الحديد هو المادة التى يكسى بها سطح أساس السكة من أجل تزويده بقاعدة صالحة لاستقبال الفلنكات . وهذه القاعدة تكون فى الغالب من الحجارة المكسرة أو الطوب المكسر أو الزلط أو الرمل أو أى مادة أخرى ملائمة .

ويحسن دائما أن يغفل وضع الزلط فى البداية فى حالة الجسور العالية المقامة حديثاً فتوضع السكة على الأساس مباشرة ويدك تحت فلنكاتها بالتراب ثم يوضع الزلط بعد بضعة أشهر عندما تكون الحركة قد سمحت للأساس بالهبوط وسطحه بالتماسك مما يحول دون إعادة رفع السكة أو غوص الزلط فى الأساس .

فإذا كان الأساس من مادة ناعمة أو طينية كسى سطحه بطبقة من الرمل أو أى مادة أخرى جافة لسمك سبعة سنتيمترات أو ثمانية لتساعد على انضغاط سطح الأساس وخصوصاً إذا كان من نوع الطينة السوداء التى تصبح زلقة بمجرد هطول الأمطار عليها . ويكسى سطح الأساس فى انجلترا بطبقة من الحجارة يطلق عليها اسم طبقة الزلط السفلية bottom ballast ولكن ليس هذا معناه أن هذه الطريقة تنفع فى الأقطار الأخرى فإن عدم استعمال مثل هذه الطبقة فى الأسس الرخوة خير من استعمالها .

ويتوقف صلاحية نوع مادة التزليط على نوع الفلنكة نفسها إن كانت من الخشب أو الصلب أو حديد الظهر فالفلنكات الخشبية تلائمها الحجارة الصلبة المكسرة التى تمر من منخل ١ ½ أو ٢ بوصة . وكذلك يلائمها الزلط الغليظ المضاف إليه جانب من الزلط الرفيع أو الزلط المدرج الذى يتراوح مقاسه بين ٢ ½ ٦ ¾ بوصة حتى تقل فراغاته فيساعد ذلك على جودة الدك .

أما فى حالة القصع فإن أفضل مادة للتزليط هى الرمال الخشنة النظيفة وفى هذه الحالة يجب تغطية الرمل بطبقة من الحجارة المكسرة منعاً من إثارة التراب أثناء سير القطارات .

أما فى حالة فلنكات الصلب فإن أنسب مادة للتزليط هى الحجارة المخلوطة بالزلط .

وقد تلعب الظروف الاقتصادية دورها فى اختيار مادة التزليط فالخط الذى يمر فى منطقة يسهل الحصول فيها على مخلفات الأفران furnace slag مثلا وبثمن مناسب يجب استعمال هذه المادة فى تزليطها خصوصاً إذا كانت أحجار الموارد القريبة من نوع ردىء . ومن الجدير أن تدرس أنواع مواد التزليط القريبة قبل البت فى نقل غيرها من الموارد البعيدة .

ويجب أن يوفى التزليط الاشتراطات الآتية :

(١) أن تكون مادته صلبة لا تتفتت تحت الفلنكة فلا تستعمل الحجارة الرخوة السهلة الكسر أو الطبقية أو القابلة للتفتت أو التى تتأثر بالطقس أو التى تؤول إلى تراب أو طينة . وأجود مواد التزليط الحجارة الصلبة كالجرانيت والبازلت المكسر إلى مقاس ٢ بوصة ومخلفات الأفران والزلط .

(٢) أن تكون مادته قليلة الامتصاص للمياه فلا تستعمل المادة التى يزيد امتصاصها عن عشرة فى المائة .

(٣) أن تكون مادته ذات وزن نوعى يضمن عدم تطاير أجزائه تحت السرع العالية .

ومادة التزليط المستعملة فى مصر هى الزلط الذى يتراوح مقاسه بين ٥ و ٧ سنتيمترات وذلك لسهولة الحصول عليه ويفضل استعمال بازلت أبى زعبل غير أن ثمنه غالياً وقد كانت النية متجهة إلى استعماله فى الخطوط الرئيسية وذلك لأنه مسنن فيتداخل فى بعضه . ويجب أخذ الحيطة من عدم السماح للحشائش بالنمو فى الزلط فإن الخاصة الشعرية للنباتات تساعد على جذب المياه إلى أعلا فيبقى الأساس رطباً يساعد على تلف الفلنكات كما يجب أخذ الحيطة من عدم استعمال الزلط الممزوج بالرمل وخصوصاً فى حالة الفلنكات الصلب إذ أن ذلك يعمل على تآكل القواعد تحت القضبان وكذلك محاور الدناجل .

ويطلق على الزلط الذى يدك تحت الفلنكة اسم « الدكة » packing وعلى الزلط الذى يكسو ذلك إلى منسوب سطح الفلنكة « التغطية » boxing .

وللتزليط المزايا الآتية :

(١) يزود السكة بأساس صلب صالح يستقبل الفلنكات ويحفظها من القلقلة أثناء مرور القطارات .

(٢) يسمح بتصريف المياه فتظل الفلنكات وخصوصاً الخشبية منها جافة .

(٣) يصون سطح الأساس على وجه العموم .

(٤) ينقل أحمال العجلات فوق مساحات كبيرة من الأساس .

(٥) يكسب السكة مرونة وحنواً يساعدها على امتصاص الهزات .

(٦) يساعد على حفظ القضبان عند المنسوب التصميمى .

ونظراً لازدياد السرع على خطوط الطوالى وكذلك أثقال الدناجل واشتداد الحركة فقد وجد من المناسب زيادة أسماك التزليط تحت الفلنكات فارتفعت فى بعض الخطوط فى أمريكا وأوروبا إلى ستين سنتيمتراً . وقد بلغ أقصى السمك فى مصر أربعين سنتيمترا وذلك فى الخط الطوالى مصر الإسكندرية . ولا يفوتنا هنا أن نذكر أنه نظرا لانضغاط مادة الأساس فى القطع يزاد سمك التزليط فى القطوع عن السمك المراعى فى الجسور . ويبلغ سمك الزلط فى الجسور فى السكك الحديد المصرية عشرين سنتيمترا تحت الفلنكات .