Railways Engineering

هندسة السكك الحديدية

سلسلة تبسيط العلوم الهندسية

الجزء الأول

Ahmed Zaky

faculty of engineering

alexandria university

graphiLoon

مدخل الي ..
هندسة السكك الحديدية

م / أحمد زكي

٤ / ٢ / ٢٠١٩ م

المحتوى

المقدمة ٣

الحركة الديناميكية للسكك الحديدية ٥

قوة جر القاطرة ١٤

الفرامل ٢٣

السكة ٢٧

تفريعات السكك ٥٩

المحطات ٧١

الإشارات ٨٦

صيانة السكك الحديدية ٨٨

المراجع ٩٨

المقدمة :

في هذا الكتاب سيتم عرض دراسة مبسطة عن دور خطوط السكك الحديدية وما يسير عليها من قاطرات وعربات في عملية النقل ، ومدي جدوى التطور الفني في كل ما يتعلق بهندسة السكك الحديدية في تحقيق التنمية الاقتصادية ، فهي أهم وسيلة من وسائل النقل في العالم حيث تساهم بشكل كبير في زيادة معدلات الإنتاج وتقدم الأمم ورفاهية المجتمعات .

فالسكك الحديدية يمكنها نقل جميع المواد بتكاليف اقتصادية ،كما أنها تنقل الركاب بأعداد كبيرة وتوفر عنصري الراحة والسرعة للركاب .

فلما كانت عملية النقل هي نشاط اقتصادي في الأساس وجب أن تتضمن دراسة السكك الحديدية :

الجانب الفني وهو هندسة السكك الحديدية (الجزء الاول)

و الجانب الاقتصادي وهو اقتصاديات السكك الحديدية (الجزء الثاني)

يحقق النقل عن طريق السكك الحديدية أهم فروع عملية النقل وهي :

١ ـ النقل لمسافات بعيدة تزيد عن المدي الإقتصادي للنقل البري وتقل عن المدي الإقتصادي للنقل البحري أو الجوي .

٢ ـ النقل بكميات كبيرة تزيد عن حدود سعة السيارات والطائرات .

عناصر عملية النقل :

١ ـ المادة المنقولة :

المادة المنقولة إما أن تكون ركاب أو بضائع .

٢ ـ قوة الجر المستخدمة في النقل :

قوة الجر هي المحركات المستخدمة في وسائل النقل .

٣ ـ الطريق الذي تنتقل عليه المواد :

الطرق إما أن تكون برية أو سكك حديد أو قنوات ملاحية أو ممرات هوائية .

ولتطوير النقل والحصول علي أعلي فائدة اقتصادية لا بد من التطوير الفني لهذه العناصر الثلاثة المكونة لعملية النقل .

الحركة الديناميكية للسكك الحديدية (Railway Dynamics) :

الجر :

هو عملية نقل حمولة معينة بين نقطتين محددتين خلال زمن معين وبأفضل السبل من الناحية الإقتصادية .

العنصرين الأساسيين في عملية الجر هما :

١ ـ مقدار الجهد المبذول الذي يتطلبه هذا النقل .

٢ ـ القدرة الواجب استخدامها للحصول علي هذا الجهد .

إذا تساوت وسائل النقل المختلفة من ناحية القدرة فان السكك الحديدية هي أقل وسائل النقل استهلاكا لهذه القدرة من الناحية الاقتصادية .

لا بد لقوة الجر التي تتولد من عزم دوران معين يعبر عنه بالقوة المماسية التي تؤثر في طوق العجلات الجارة من أن تتغلب علي جميع المقاومات التي يصادفها القطار أثناء سيره ، ويجب أن يتم دوران العجلات فوق القضبان بدون أي انزلاق ، وهذا يعني أن يكون قوي التماسك بين العجلات والقضبان الناشئة من وزن القطار أكبر من قوة الجر حتي لايحدث إنزلاق بدلاً من تحرك العجل دورانياً .

لذلك يجب أن تكون قوة التماسك أكبر من قوة جر القاطرة أكبر من المقاومات التي تصادف القطار أثناء سيره .

المقاومات التي يصادفها القطار أثناء سيره :

هي مقاومات يجب التغلب عليها عن طريق قوة الجر الناتجة من القاطرة التي تجر القطار والتي يجب أن تكون أقل من قوي التماسك بين العجلة والقضيب .

١ ـ المقاومة الداخلية لمحرك القاطرة الناتجة من الإحتكاك بين الإسطوانات وكذلك نقط نقل الحركة داخل المحرك .

٢ ـ مقاومة الحمل الواقع علي المحور وتسمي مقاومة الدنجل وتشمل :

أ ـ المقاومة الناتجة من الاحتكاك داخل صندوق الدنجل (Journal friction)

ب ـ مقاومة التدحرج (Rolling resistance)

ج ـ مقاومة السكة (Track resistance)

٣ ـ المقاومة التي تتناسب مع سرعة السير ، وتسمي مقاومة شفة العجل .

٤ ـ مقاومة الهواء وتتناسب مع مربع السرعة .

٥ ـ المقاومة الناتجة من الأحمال الإضافية علي المحاور مثل مولدات التيار الكهربي .

٦ـ المقاومة الناتجة عن ترخيم السكة .

٧ ـ مقاومة المنحنيات .

٨ ـ مقاومة الإنحدار .

٩ـ مقاومة التسارع .

١٠ ـ مقاومة البدء .

١١ ـ مقاومة الرياح العاصفة .

من هذه القوى تتولد المقاومة التي تتعارض مع حركة القطار ويمكن حسابها علي أساس عدد الكيلوجرامات لكل طن من وزن القطار والقاطرة معا أثناء السير بسرعة منتظمة ويطلق عليها وحدة المقاومة ..

لكثرة العوامل المؤثرة علي المقاومات التي تقاوم حركة القطار يصعب إيجاد معادلة ثابتة لتحديد قيمة كل مقاومة مباشرة ولكن هناك معادلات تقريبية يمكنها تحديد تلك المقاومات .

مقاومات السير والهواء (Rolling and Air Resistance) :

١ـ مقاومة الاحتكاك (Friction Resistance)

وهي تنشأ بين طوق العجل وسطح قضيب السكة وتسمي مقاومة التدحرج ،

التي تتوقف علي حالة معدن القضيب والعجل سواء في وجود بلل أو شحم او صدأ

وعلى معامل الاحتكاك بين معدن القضيب والعجل ،

أي كلما ذاد الحمل علي العجل قل معامل الاحتكاك .

٢ ـ مقاومة الهواء (Air Resistance)

وهي تتناسب طرديا مع :

ـ مربع سرعة القطار .

ـ مساحة وشكل المقطع المعرض للهواء .

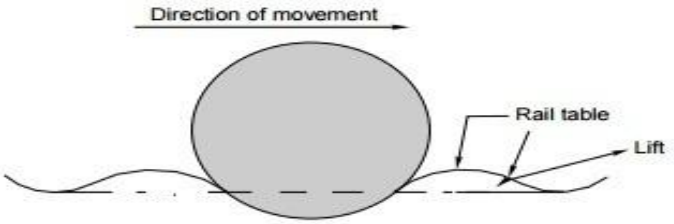
ـ المسافة بين العربات .

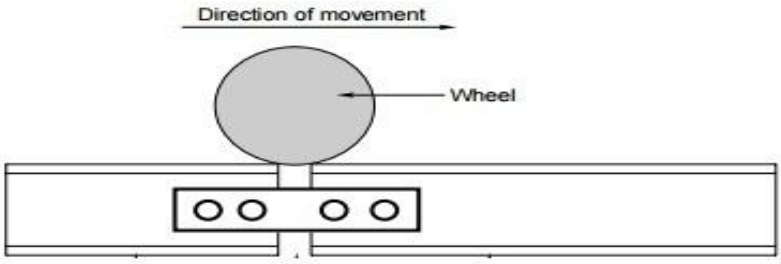
ـ التجهيزات أسفل العربات .

ـ الاحتكاك مع أسطح العربات .

٣ ـ مقاومة السكة (Track Resistance)

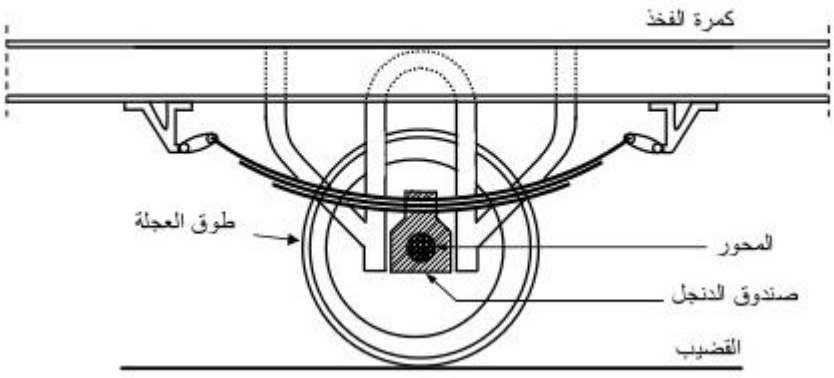
وهي تتولد نتيجة هبوط السكة تحت حمل العجل علي القضبان الذي يؤدي إلي ارتفاع السكة أمام العجل محدثة موجة تسبب مقاومة تتوقف علي الحمل الواقع علي المحور أي كلما زاد الحمل يزيد الهبوط الذي يؤدي الي زيادة المقاومة .





٤ ـ مقاومة الدنجل (Journal friction)

وتنشأ نتيجة الإحتكاك بين نهاية المحور والكراسي داخل صندوق الدنجل لذلك وجب تزييت صندق الدنجل حتي لا ترتفع درجة الحرارة داخل الصندوق وكلما زاد الحمل علي المحور كلما قلت مقاومة المحور ولكنها تزيد عند انخفاض درجة حرارة الزيت أي في بدء حركة القطار و في الأجواء الباردة .



٥ ـ مقاومة شفة العجلة (Flange Resistance)

وتنشأ عن طريق الإحتكاك بين شفة العجل وتاج قضيب السكة نتيجة لأن اتساع السكة أكبر من اتساع العجل .

معادلات حساب مقاومات السير والهواء :

ـ معادلات ديفيز للسرعات العادية اقل من ٨٠ كم / ساعة .

ـ معادلات تتهل للسرعات العالية اكبر من ٨٠ كم / ساعة .

ـ معادلات ستراهل لحساب مقاومات السير النوعية .

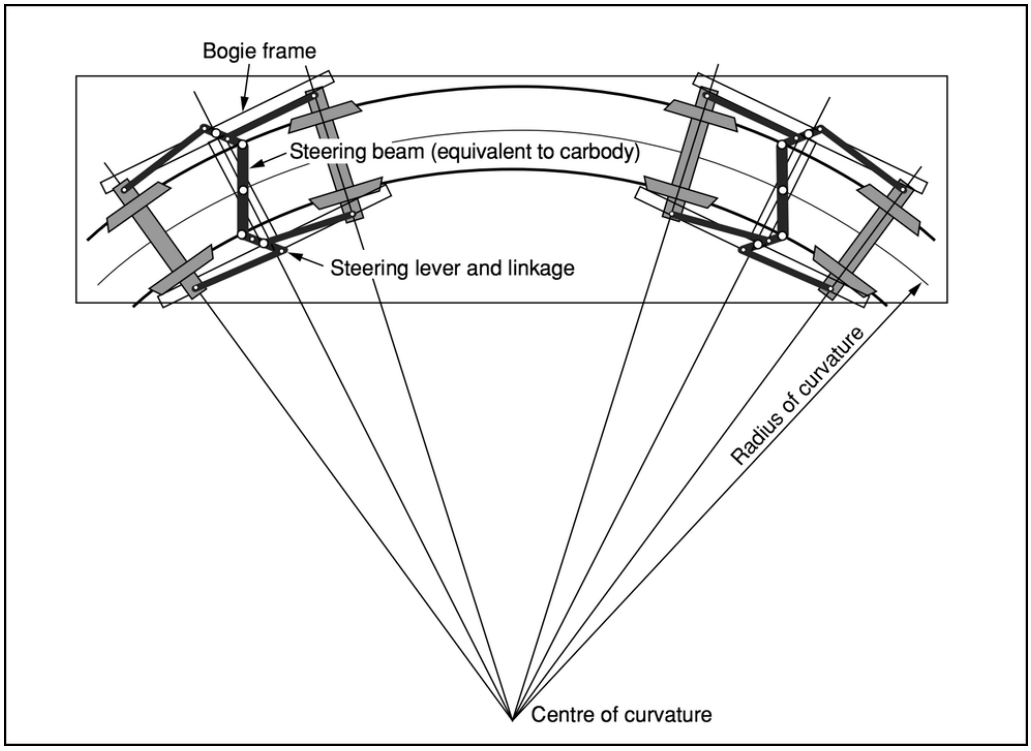
مقاومة المنحنيات (Resistance curves) :

تنشا من مرور القطار علي المنحنيات ويتطلب من القطار التغلب علي هذه المقاومة .

أسباب مقاومة المنحنيات :

- زيادة قوة الشد في المنحني لأن حركة محاور العجلات تكون في اتجاة المماس .
- المقاومة الناتجة من احتكاك شفة العجلات وأطواق العجل بأسطح القضبان .
- الإنزلاق الجانبي لطوق العجلة عن سطح تاج القضيب .
- سوء عمليات الصيانة مثل تآكل الوصلات أو تآكل القضبان .

تتناسب مقاومة المنحنيات مع نصف قطر المنحني تناسب عكسي ، ففي مصر أقل نصف قصر منحني في الاراضي المسطحة ٥٠٠ متر ، لكن في حال السرعات العالية يتم استخدام قيم أكبر .

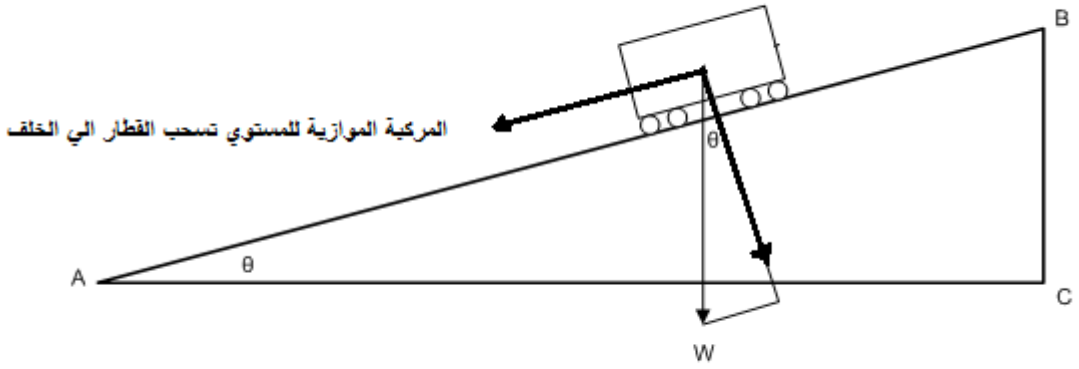


مقاومة الانحدار (Regression resistance) :

عندما يسير القطار علي السكك الحديدية علي انحدار فإن وزن العربات العمودي علي المستوي الافقي يمكن تقسيمه الي مركبتين الاولي عمودية علي المستوي المائل والثانية موازية للمستوي المائل واتجاهها إلي الخلف وتعمل علي سحب القطار للخلف و يمكن التغلب علي هذه القوة و منع القطار من الحركة للخلف عن طريق إيجاد قوة مساوية لها في القيمة و مضادة لها في الاتجاة وهي قوة جر القاطرة ، فكلما زادت قيمة مقاومة الانحدار أدت الي خفض سرعة القطار .

طاقة السير الكامنة :

هي طاقة يسير بها القطار بسرعة معينة بحيث يمكنها التغلب علي ارتفاع ١ متر دون الزيادة في قدرة التشغيل الميكانيكية .



مقاومة التسارع (Accelerometer resistance) :

في حالة السير بعجلة منتظمة تنتج مقاومة إضافية تتطلب جهد اضافي من القاطرة للتغلب علي هذه المقاومة ، ويتعلق هذا الجهد بكتلة القطار و العجلة التي يسير بها .

مقاومة البدء (Start resistance) :

هي المقاومة الذاتية للعربات تنتج من الإحكتاك داخل صندوق الدنجل والاحتكاك بين العجل والقضبان ،

والتجربة أثبتت أن وقوف القاطرات مدة طويلة يؤدي الي زيادة في مقاومة البدء لانخفاض درجة حرارة الزيت والشحوم داخل صندوق الدنجل لدرجة تقترب الي التجمد مما يزيد مقاومة بدء الحركة للقطار وتقل هذه المقاومة تدريجيا بمجرد تحرك القطار وزيادة سرعته نتيجة لاتفاع درجة حرارة الزيوت والشحوم في صندوق الدنجل .

مقاومة الرياح العاصفة (Wind resistance) :

يتم اضافة مقاومة الرياح العاصفة الي مقاومة الهواء الساكن ، أي عندما تهب رياح أمامية في الاتجاة المضاد لحركة القطار يتم إضافة سرعة الرياح العاصفة الي سرعة القطار (سرعة القطار هي هي نفس سرعة الهواء الساكن المصطدم بالقطار) عند حساب مقاومة الرياح العاصفة ، ويتم إهمال الرياح العاصفة إذا كانت في نفس اتجاه القطار .

مقاومة الأحمال الإضافية (Additional resistance) :

مثل أحمال مولدات الكهرباء وأجهزة التكييف التي تسبب مقاومة تتناسب عكسيا مع سرعة القطار .

المقاومة الكلية (Total resistance) :

هي مجموع المقاومات المؤثرة علي حركة القطار مضروبة في الوزن الكلي للقطار .

حالات المقاومة :

الحالة الاولي : إذا كانت المقاومة الكلية أقل من قوة جر القاطرة فإن القطار يسير بعجلة تزايدية .

الحالة الثانية : إذا تساوت المقاومة الكلية مع قوة جر القاطرة فإن القطار يسير بسرعة منتظمة .

الحالة الثالثة : إذا كانت المقاومة الكلية أقل من قوة جر القاطرة فإن القطار يسير بعجلة تناقصية .

قوة جر القاطرة (Tractive effort) :

لكي يتحرك القطار ويتم التغلب علي المقاومات المؤثرة في حركته لا بد من القاطرة أن تولد قوة تساوي أو تزيد عن المقاومات الكلية التي يتعرض لها القطار أثناء سيره تسمي هذه القوة **قوة الجر** .

وتتوقف قوة الجر علي تصميم القاطرة و خصائص القاطرة و مهارة السائق .

في البداية تطورت القاطرات البخارية وحل محلها قاطرات الديزل وقاطرات الديزل الكهربائي والقاطرات الكهربائية .

نظام التعليق في القطار :

١ ـ القاطرات تكون محملة علي بواجي

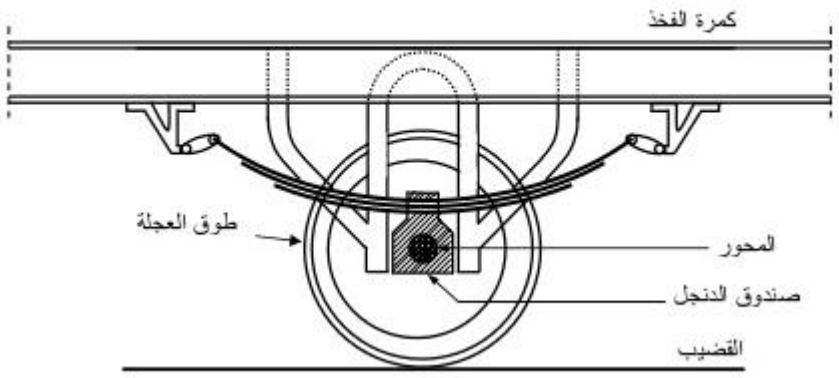
البوجي به عدد من المحاور ، والمحاور إما ان تكون جارة أي تتصل المحاور بالمحرك وتاخذ منه حركتها ، وإما أن تكون غير جارة أي لا تتصل بالمحرك وتتحرك تبعا لحركة المحاور الجارة .

ويتم التعرف علي نوع البواجي من طراز القاطرة سواء محاوره جارة متصلة بالمحرك او محاوره غير جارة غير متصلة بالمحرك

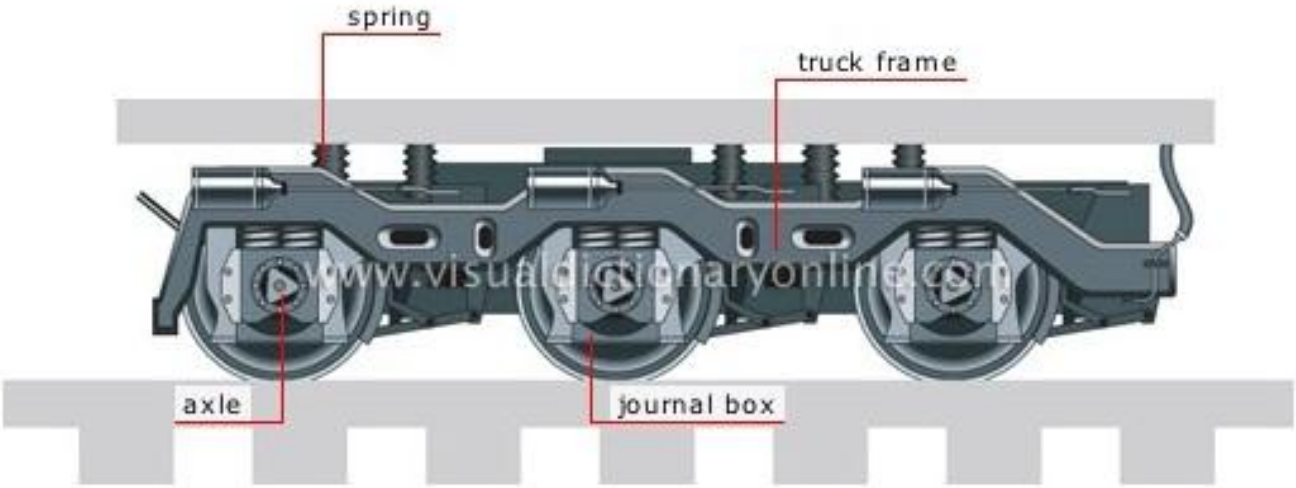
٢ ـ العربات إما أن تكون محملة علي بواجي أو محاور فقط

عربات الركاب جميعها محملة علي بواجي ويصل طول العربة تقريبا الي ٢٢ متر ووزنها يصل تقريبا الي ٥٠ طن .

نظام تعليق العربات علي المحاور مباشرة :



نظام تعليق القاطرات أو العربات علي البواجي :



**** طبعا البوجي هنا يكون فيه محاور جارة ومحاور غير جارة ويتم معرفة ذلك من طراز القاطرة .**

أنواع عربات البضاعة :

١ ـ عربات صندوق .

٢ ـ عربات كشف .

٣ ـ عربات سطح .

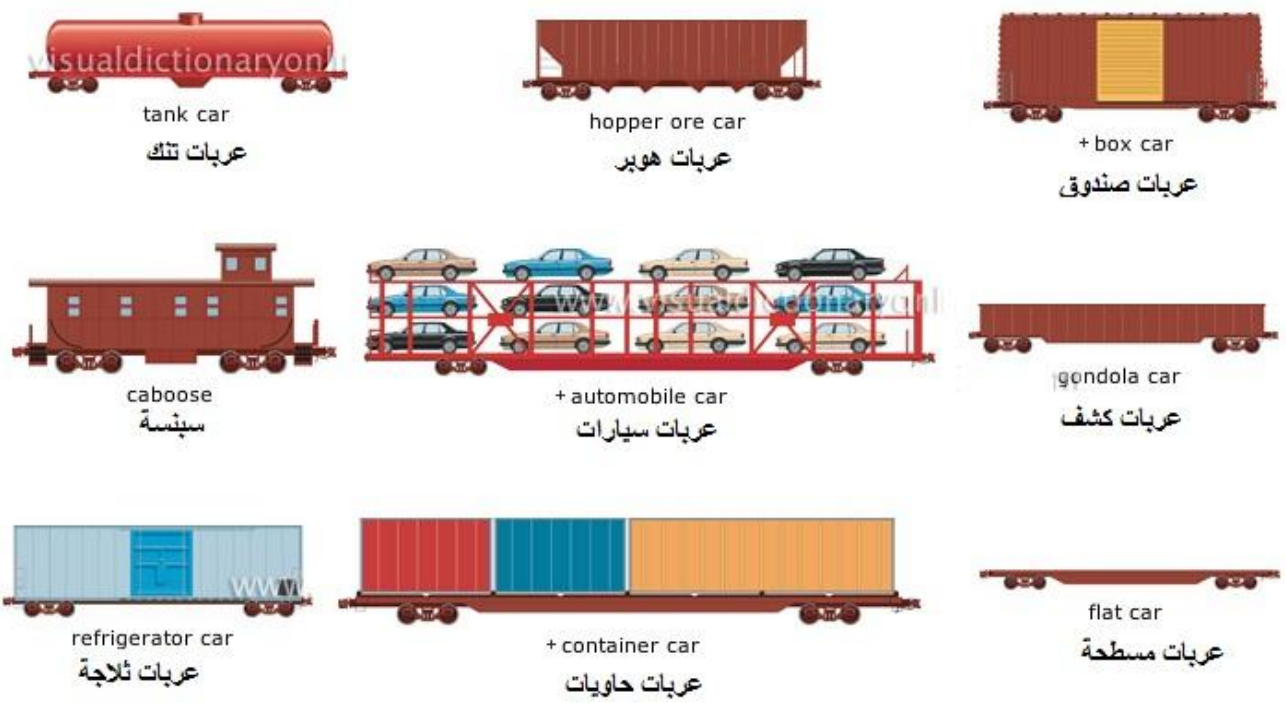
٤ ـ عربات هوبر .

٥ ـ صهاريج .

٦ ـ ثلاجات .

٧ ـ سبنسات .

لا تستعمل السبنسات في الشحن لكن تستعمل في تكوين قطار البضائع ، و تساعد في فرملة القطار الغير مزود بفرامل .



أنواع القاطرات المستخدمة في خطوط السكك الحديدية :

١ ـ القاطرات البخارية .

٢ ـ قاطرات الديزل .

٣ ـ القاطرات الكهربائية .

نقل القدرة في القاطرات :

١ ـ في القاطرات البخارية :

يمكن زيادة القدرة بزيادة شدة الإحتراق ، وتنتقل القدرة عن طريق ضغط البخار الناتج من المراجل الي المكابس بصورة مباشرة .

٢ ـ في قاطرات الديزل :

قدرة المحرك محسوبة ولا يمكن تعديها ، وتنتقل القدرة عن طريق جهاز وسيط بين المحرك والعجلات يمسي جهاز نقل الحركة .

ومن هنا يجب تشغيل محرك الديزل قبل قيام القاطرة لأنه لابد من نقل الحركة عن طريق جهاز نقل الحركة اولاً .

٣ ـ في القاطرات الكهربائية :

يمكن زيادة القدرة بزيادة شدة التيار الذي تعمل عليه القاطرة .

١ ـ القاطرات البخارية :

عيوب القاطرات البخارية :

١ ـ لا يمكن الحصول علي القوة الكاملة للقاطرة البخارية عند بداية التشغيل .

٢ ـ القاطرات البخارية ملوثة للبيئة بالعادم الناتج منها .

٣ ـ عدم انتظام مواعيد وصول وقيام القاطرات البخارية .

٤ ـ القاطرات البخارية لها تاثير ديناميكي علي السكة .

٥ ـ وقوف القاطرات البخارية في المحطات للتزويد بالفحم والمياة .

مميزات القاطرات البخارية :

ـ ثمن القاطرة البخارية نصف ثمن قاطرة الديزل.

ـ تكاليف تشغيل القاطرة البخرية اقل من تكاليف تشغيل قاطرة الديزل .

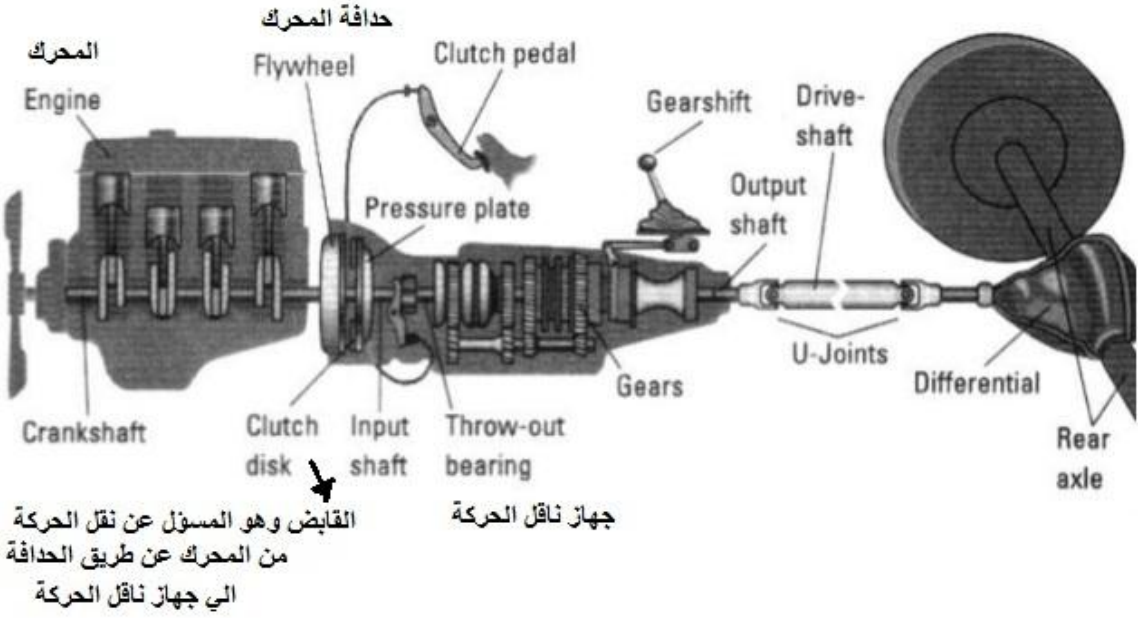
انتهي استخدام القاطرات البخارية في مصر عام ١٩٦٣

٢ ـ قاطرات الديزل :

أنواع نقل القدرة في قاطرات الديزل :

١ ـ النقل الميكانيكي :

نفس طريقة نقل الحركة في السيارات ويستخدم في القاطرات التي لاتتعدي قدرتها بضع مئات من الأحصنة الميكانيكية



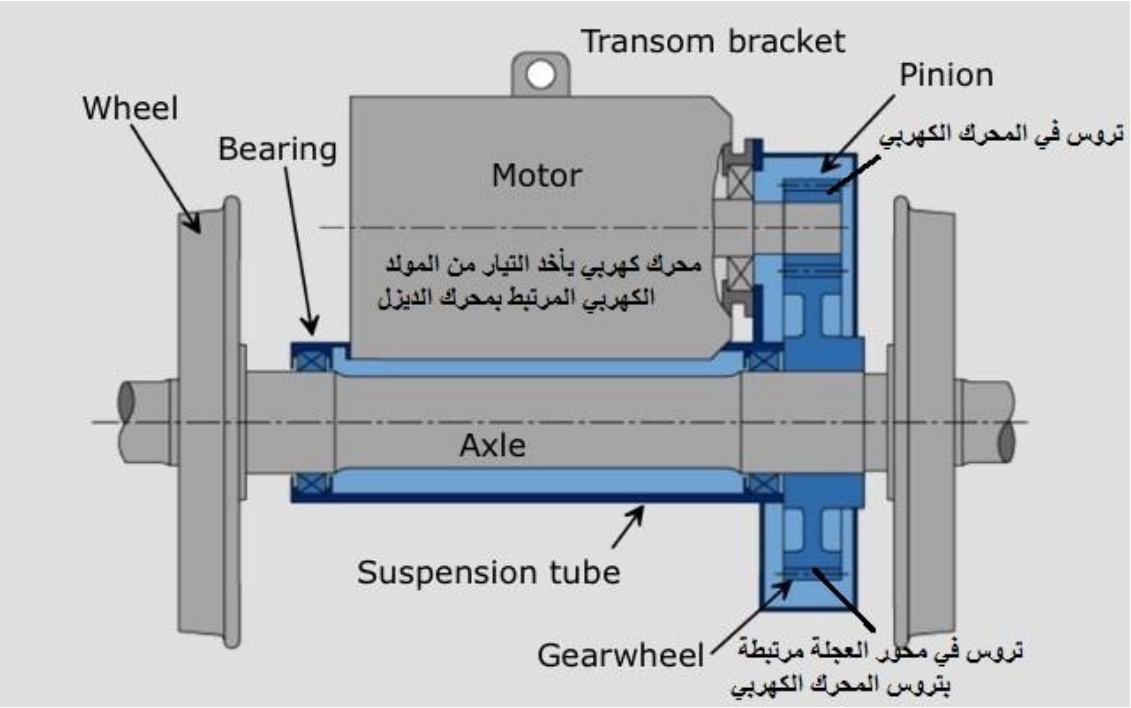
**** نظام نقل القدرة في السيارة**

٢ ـ النقل الهيدروليكي :

يتم تحويل قدرة محرك الديزل إلي قدرة حركة تدفع سائل معين نحو جهاز نقل الحركة وبعد اكتسابه لهذه القدرة يقوم بنقل القدرة إلي العجلات ويستخدم في القاطرات التي يتراوح قدرتها من ٢٠٠ حصان الي ٨٠٠ حصان .

٣ ـ النقل الكهربائي :

يتم استخدام حركة الديزل في إدارة مولد كهربي يعطي التيار اللازم لتشغيل القاطرة وتوضع علي محاور القاطرة محركات كهربائية تعمل بالتيار الكهربائي الناتج من المولد الكهربي ، وتدور المحاور مباشرة بواسطة الترس المرتبط بالترس الموجود في المحرك الكهربائي ، ويستخدام في القاطرات ذات القدرات العالية .



وفكرة القاطرات الديزل ذات النقل الكهربائي انها قاطرات كهربائية ملحقة بمحرك ديزل لتوليد الكهرباء و يمكن الاستغناء عن محرك الديزل ويتم اخذ التيار مباشرة من سلك هوائي مثل الترام او قضيب ثالث علي السكة .

القاطرات الكهربائية :

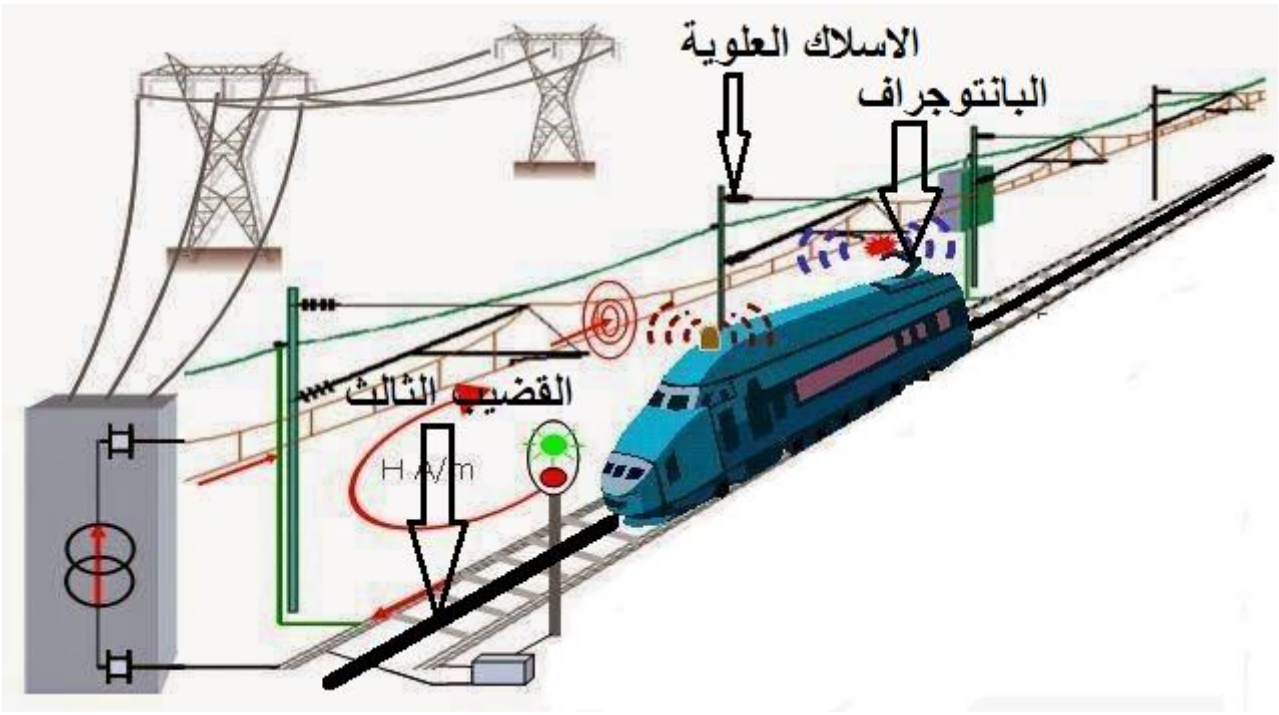
طرق نقل التيار في القاطرات الكهربائية :

١ ـ تستمد هذه القاطرات التيار الكهربي من أسلاك علوية بواسطة البانتوجراف المثبت فوق جسم القاطرة ويتراوح فرق الجهد عندها بين ١٥٠٠ الي ٣٠٠٠ فولت .

٢ ـ تستخدم هذه القاطرات القضيب الثالث المثبت في السكة في حالة استخدام التيار المستمر لتشغيل المحركات ويكون فرق الجهد ٦٠٠ فولت .

٣ ـ تستخدم هذه القاطرات الأسلاك العلوية مع البانتوجراف لأخذ التيار المتردد ويتراوح فرق الجهد عندها بين ١١٠٠٠ الي١٥٠٠٠ فولت .

ويجب تخفيض التيار الكهربي قبل وصوله إلي المحركات للوصول إلي ٤٠٠ فولت بواسطة محولات خفض خاصة مركبة داخل وحدة القاطرة .



أنواع قوة جر القطار :

١ ـ القوة اللازمة للتسارع :

وهي القوة اللازمة للتعلب علي مقاومة التسارع .

٢ ـ القوة اللازمة للتغلب علي المقاومة الكلية :

المقاومات المختلفة التي تصادف القطار اثناء سيره

عجلة التسارع :

معدل التسارع مهم بالنسبة لسير القطارات ، فكفاءة الخط وزمن رحلة القطار تتوقف علي الوقت اللازم للوصول للسرعة القصوي للقطار بعد الوقوف والقيام من المحطة وتظهر قيمة التسارع أكثر في قطارات الضواحي حيث تقف في مسافات متقاربة وهنا تظهر ميزة قاطرات الديزل لأن معدل تسارعها أكبر من المحركات البخارية اللي مش موجودة دلوقتي اصلا .

وتظهر مقاومة التسارع عند حاجة القاطرات إلي قوة جر اضافية لكي يمكنها الحركة من سرعة الي سرعة اكبر (كإنها بتزود جاز عشان تزود سرعتها)

و قوة الجر الإضافية هي مقاومة التسارع

الفرامل (Brakes) :

المطلوب من الفرامل إيقاف العربات المتحركة أو تقليل سرعتها عن طريق امتصاص قدرتها الحركية في أقل وقت وفي أقل مسافة ، ويتم ذلك عن طريق ضغط مايسمي بقاقيب الفرامل علي أطواق العجلات التي تسبب مقاومة كبيرة تعجل بوقف العربات بالإضافة أصلا الي المقاومات الأخري التي تصادف القطار أثناء سيره ، ونتيجة لرد الفعل الذي يحدثه القضيب علي العجلة يدفع بالعجلة إلي الدوران رغم ضغط الفرامل ومع امتصاص القدرة بالتدريج تتباطئ سرعة القطار إلي أن يتوقف القطار كلياً .

أما إذا كان الضغط كبير علي طوق العجلة فإن رد الفعل الذي يحدثه القضيب يؤدي إلي انزلاق العجلة بدلا عن تدحرجها علي الخط الحديدي .

المميزات التي تتوفر في الفرامل :

١ ـ الاستمرار :

لكي نحصل علي قوة فرملية كبيرة يجب تزويد أكبر عدد من العربات بالفرامل ، ويفضل جميعها وما هو متبع في عربات الركاب لأنها تسير بسرعات عالية وعند ضغط السائق علي الفرامل يجب أن يبدأ عمل القباقيب كلها في وقت واحد وبنفس الشدة حتي لا تنفصل الروابط بين العربات وتسمي القطايز (تقطر العربات) .

٢ ـ الاوتوماتيكية :

عند حدوث أي خلل في توصيلات الفرامل يجب أن تدخل هذه الفرامل في العمل بصورة أوتوماتيكية .

٣ ـ قابلة للتعديل :

يجيب أن تتوفر ميزة قابليتها للتعديل بحيث يتغير ضغط القباقيب علي إطارات العجل حسب الطلب ، وبالتالي يمكن تحديد القوة الفرملية حسب الحاجة في حالة الإنحدارات أو المنحنيات مثلا

أنواع الفرامل :

١ ـ فرامل الهواء المضغوط

٢ ـ فرامل الهواء المفرغ

فرامل الهواء المضغوط :

١ ـ فرامل وستنجهاوس المباشرة :

وتتكون من :

ـ خزان هواء رئيسي يحفظ الهواء اللازم ضغطه في اسطوانات الفرامل .

ـ مكبس هواء يعمل علي ضغط الهواء في اسطوانات الفرامل .

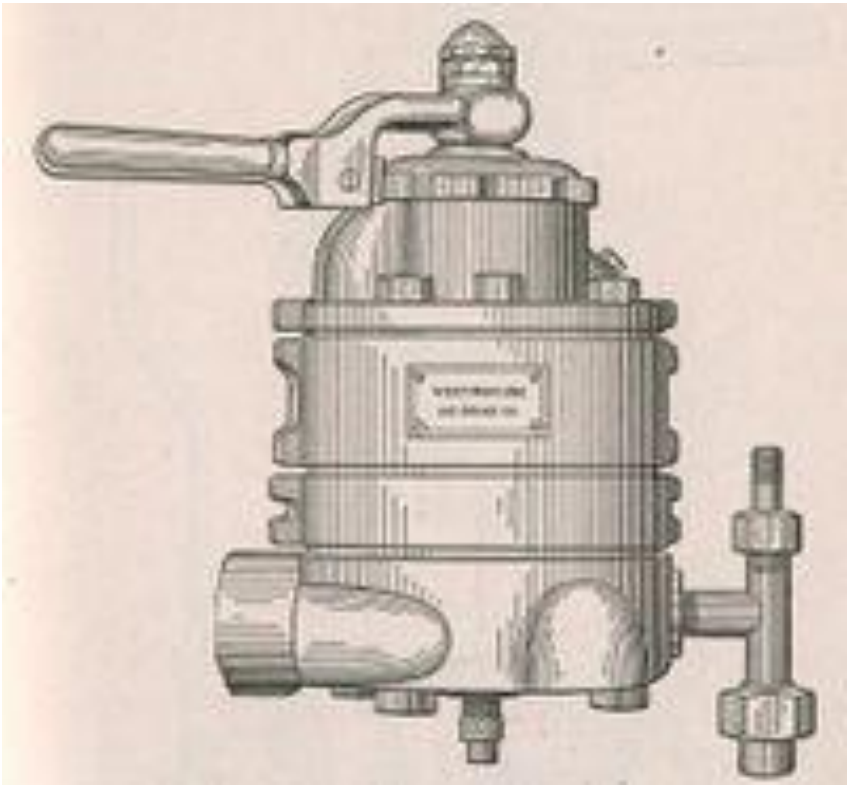
ـ صمام توزيع مسئول عن توزيع الهواء المضغوط في اسطوانات الفرامل .

ـ ماسورة توزيع مسئول عن توصل الهواء المضغوط في اسطونات الفرامل

ـ اسطوانات الفرامل متصلة مع مكابح الفرامل .

٢ ـ فرامل وستنجهاوس الاوتوماتيكية :

ـ يتم اضافة صمام ثلاثي في كل عربة ويتصل مع خزان هواء مساعد .



فرامل تعمل بالهواء المضغوط :

١ ـ فرامل مستمرة مباشرة :

تعمل هذه الفرامل علي تفريغ الهواء من الماسورة الرئيسية بدلاً من إرسال الهواء المضغوط منها فعند التفريغ يبدأ زراع الفرامل في التحرك والضغط علي أطواق العجلات .

٢ ـ فرامل مستمرة اوتوماتيكية :

تحاط اسطوانة الفرامل بوعاء مفرغ من الهواء فإذا أفرغت الماسورة الرئيسية الهواء للفرملة أفرغت معها اسطوانة الفرامل وبالتالي أفرغت الوعاء الذي يحيط به فيهبط مكبس الاسطوانة محدثا فرملة ، وعند حدوث خلل في الماسورة الرئيسية يبدأ عمل الوعاء المفرغ حول الإسطوانة من تلقاء نفسه والضغط علي إسطوانة الفرامل وهبوط المكبس وإحداث الفرملة الموضوع بسيط جدا 😊.

السكة (the track) :

المسار الرئيسي المحدد لشبكة السكك الحديدية .

تتكون من :

١ ـ البناء التحتي (Infrastructure) :

ويطلق عليه اساس السكة (Subgrade)

٢ ـ البناء الفوقي (Superstructure) :

ويتكون من :

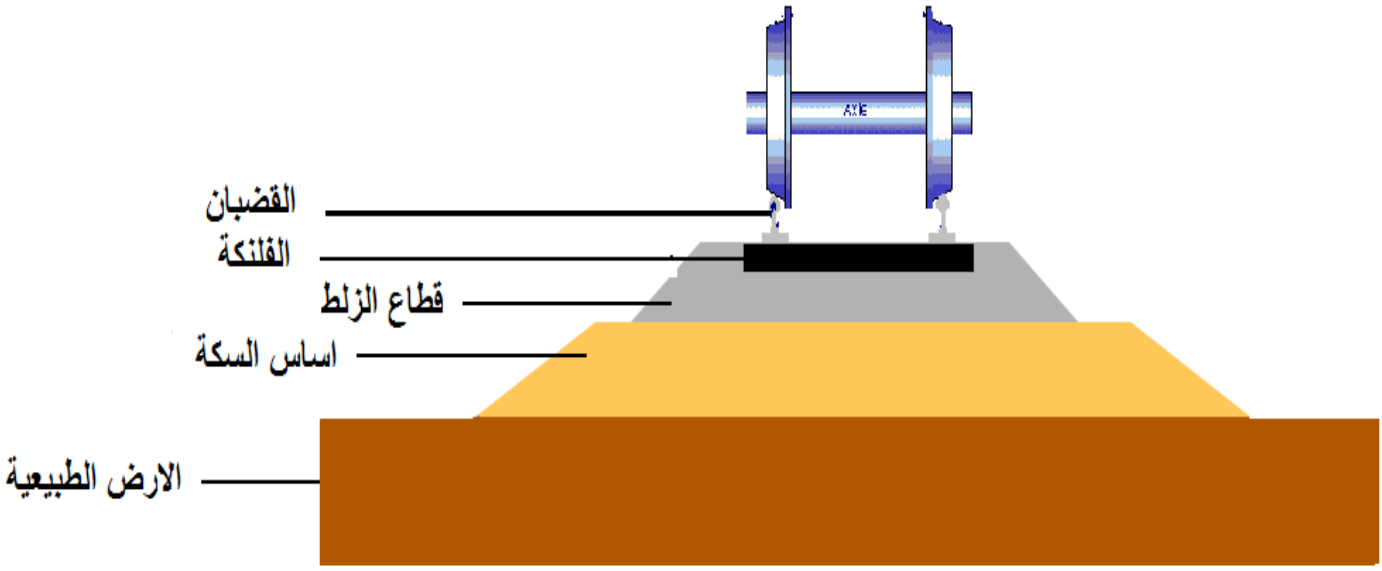
أ ـ قطاع الزلط (Ballast section)

ب ـ الفلنكات (Sleepers)

ج ـ القضبان (Rail)

ينتقل حمل القطار من العجلة الي القضيب الي الفلنكة ثم الي قطاع الزلط وأخيرًا إلي أساس السكة .

ولكي ننشئ خط سكة تسير عليه القطارات بسرعة وسلامة لابد من توزيع الاحمال علي الأجزاء المختلفة حتي لا يحدث إنهيارات ولا إنخفاض في السكة .



البناء التحتي (Infrastructure) :

لعمل أساس السكة يجب تحديد حرم السكة وهي حدود السكة بملحقاتها وتحدد بعلامات واضحة ويتوقف عرضها علي :

- عدد السكك
- ارتفاع السكة
- عرض قطاع الزلط
- الميول الجانبية
- متطلبات الصرف السطحي
- وجود محطة ركاب
- مقاس الفلنكات
- الاوزان المنقولة بالقضبان الي السكة
- سرعة وحجم حركة القطارات
- التغير في المستقبل في عدد وازوان القطارات

ويجب أن تزال الاشجار من جوانب السكة لـ :

١ ـ تحسين الرؤية والتحقق من مدلول الاشارات .

٢ ـ تقليل احتمال نشوب حرائق نتيجة الشرر المتطاير من القطارات .

٣ ـ تحسين صف المياة .

٤ ـ عدم صدأ اجزاء السكة الحديدية .

٥ ـ عمل ممر لعمال السكة .

الغرض من أساس السكة :

١ ـ عمل فرشة منتظمة يوضع عليها قطاع الزلط والفلنكات .

٢ ـ تحمل الاوزان المنقولة من قطاع الزلط و القطار و السكة وتوزيعها بضغوط أقل .

٣ ـ تسهيل عملية الصرف .

اتساع جسر السكة :

١ ـ في السكة المفردة ٦.٥ متر (اتجاه واحد) .

٢ ـ اما السكة المزدوجة ١٠ متر (اتجاهين) .

ويتوقف هذا الرقم علي :

١ ـ ألفدو (هي المسافة بين القضيبيين الداخليين للسكتين المتجاورتين مش المسافة بين القضيبين للسكة الواحدة) .

٢ ـ سمك قطاع الزلط .

٣ ـ الميول الجانبية للجسر (الجسر هو أساس سكة القطار) .

طرق تنفيذ اساس السكة :

١ ـ تجهيز سطح الأرض الطبيعي بإزالة العوائق وتسويته ودكه .

٢ ـ توضع تربة الأساس علي طبقات سمكها ٢٠ سم .

٣ ـ دمك كل طبقة بالهراسات .

٤ ـ التسوية النهائية بدمك الطبقة العلوية جيداً من سطح أساس السكة وتسويتها جيداً حسب المنسوب المطلوب .

خواص التربة المستعملة في بناء اساس السكة :

١ ـ قوة قص عالية أي أن التماسك بين حبيبات التربة عالي .

٢ ـ ارتفاع خاصية نفاذية التربة للمياة .

٣ ـ قلة الانضغاط عند التحميل بالأحمال المتحركة .

٤ ـ لا يحدث تغير حجمي في التربة مع زيادة المياة .

٥ ـ قلة المرونة وهي قابلية التربة للعودة إلي وضعها الاصلي بعد إزالة الحمل من عليها

يعني لايحدث تغير في شكل التربة نتيجة حركة القطارات دوريا .

مشاكل أساس السكة :

١ ـ وجود جيوب داخل التربة تحمل المياه قد تسبب انهيار اساس السكة .

والحل :

أ ـ يجب إزالة التربة وإحلالها بنوع آخر من التربة الصالحة .

ب ـ إضافة خليط من الرمال .

ج ـ تغيير مسار الخط .

ويمكن التغلب علي هذه المشكلة من البداية عن طريق :

أ ـ العناية في تكون الأساس وطبقة الزلط بالسمك المطلوب .

ب ـ التخلص من المياة أول بأول بالمصارف .

٢ ـ الانزلاقات نتيجة انهيار التربة الأصلية الذي أُنشأت عليها أساس السكة .

وسائل علاج أساس السكة :

١ ـ صرف المياة :

يتم صرف المياة بعيداً عن السكة عن طريق نظام صرف سطحي أو تحت التربة .

٢ ـ الحقن بالاسمنت :

ويستخدم لتثبيت قطاع الزلط وأساس السكة عن طريق ضغط خليط من الأسمنت والرمل والماء بالهواء المضغوط أو الضغط الهيدروليكي .

٣ ـ دق الاعمدة :

تدق الاعمدة علي أبعاد متقاربة في الاتجاه الطولي كل متر .

٤ ـ عمل ثقوب :

يتم ثقب أساس السكة وملؤها بالرمال عن طريق دق خوازيق من الصلب وسحبها وتملئ الثقوب بالرمال التي قد تحسن من خواص التربة .

٥ ـ عمل جيوب :

يتم عمل فراغ بالديناميت وملؤه بالرمال تحت ضغط الهواء .

٦ ـ عمل حصائر :

وهي بلاطات خرسانية توضع أعلي أساس السكة وأسفل قطاع الزلط حيث تؤدي إلي انتظام توزيع الضغط علي أساس السكة .

٧ ـ الحوائط الجانبية :

تستخدم من الأعمدة أو القضبان أو الفلنكات أو ستائر معدنية أو حوائط خرسانية ودقها علي الميول للحفاظ علي الميول من الانهيار .

٨ ـ رقائق النيوبرين :

ويتم فرشها أسفل مادة الزلط واعلي أساس السكة فوق طبقة من الرمال بسمك ١٠ سم

٩ ـ الرش بالبتومين :

يرش السطح الخارجي لأساس السكة بالبيتومين للحد من تآكله بفعل عوامل الجو .

ـ ابادة الحشائش :

ويتم التخلص من الحشائش إما بالحرق أو القص أو المبيد الكيميائي .

اتساع السكة :

كل خط من خطوط السكك الحديدية يتكون من قضبين متوازيين مثبتين علي فلنكات عرضية تحتهما ، واتساع السكة هو المسافة بين قضبي السكة ويؤخد هذا الاتساع ١.٤٣٥ متر .

علامة ألفدو :

توضع قطعة من الخشب أو ماسورة حديد بطول ٧٥ سم مدهونة باللون الأبيض بين سكك المخازن ويجب ألا تتعدي القطارات هذه العلامة وهي علي السكك حتي لا تحدث تزاحم بينها .

البناء الفوقي (superstructure) :

١ ـ طبقة الزلط (ballast section) :

وجود طبقة الزلط علي أساس السكة حتي تمنع إنغراس الفلنكات علي أساس السكة عند مرور القطارات فوقها بسبب ارتفاع الاجهادات عليها .

أسباب تأسيس طبقة الزلط :

١ ـ نقل وزن السكة والقطارات إلي أساس السكة وتوزيعها توزيع منتظم .

٢ ـ تثبيت الفلنكات في مكانها ومنعها من الحركة سواء في الاتجاة الطولي أو العرضي

٣ ـ السماح بصرف المياة بعيداً عن الفلنكات والقضبان .

٤ ـ تسهيل عملية صيانة السكة .

٥ ـ التقليل من نمو الحشائش في السكة .

٦ ـ امتصاص صدمات الناتجة من مرور القطارات .

خواص قطاع الزلط الجيد :

١ ـ مرونة عالية بحيث يتشكل قطاع الزلط كمجموعة مستقرة تحت تاثير الأحمال المارة ونتعود إلي وضعه الاصلي بعد زوال الاحمال اي بعد مرور القطار .

٢ ـ مقاومة عالية ضد التفتت تحت تاثير أحمال الفلنكات والقطارات .

٣ ـ مقاومة عالية ضد عوامل التعرية وضد التآكل نتيجة احتكاك الحبيبات مع بعضها .

٤ ـ صرف المياة السطحية بسرعة .

أنواع طبقة الزلط :

١ ـ طبيعية :

أ ـ كسر الأحجار و كسر الصخور كالبازلت والجرانيت .

ب ـ الزلط وهو أقل متانة من كسر الأحجار لإستداره حبيباته .

ج ـ الرمل وهو طبقة ثانوية .

٢ ـ صناعية :

أ ـ مخلفات أفران التعدين من الخبث .

ب ـ الفحم الناتج من المصانع .

تجارب طبقة الزلط :

١ ـ اختبار التدرج الحبيبي .

٢ ـ اختبار تحديد نسبة الحبيبات الضعيفة .

٣ ـ اختبار تحديد كمية الطين .

٤ ـ اختبار مقاومة التآكل .

٥ ـ اختبار الصلابة .

٦ ـ اختبار الكثافة .

٢ ـ الفلنكات (sleepers) :

الفلنكات في الخطوط الحديدية هي العوارض التي تستند إليها القضبان وتنتقل الأحمال الواقعة عليها إلي قطاع الزلط ومنه إلي أساس السكة .

الغرض من الفلنكات :

١ ـ حفظ القضبان علي مسافة ثابتة تسمى اتساع السكة .

٢ ـ إيجاد وسط مرن بين القضيب ومادة الزلط يمتص الصدمات والإهتزازات الناتجة عن سير القطارات .

٣ ـ توزيع الحمل علي مساحات أكبر من قطاع الزلط .

٤ ـ تمنع تمدد القضيب في الإتجاة الطولي نتيجة تغير درجات الحرارة .

أشكال الفلنكات :

١ ـ فلنكات مكونة من ركيزتين توضع كل واحدة تحت أحد قضيبي السكة وترتبطان مع بعضهما بشداد حديدي .

٢ ـ فلنكات طويلة يرتكز عليها القضيب بكامل طوله .

٣ ـ فلنكات عرضية توضع أسفل القضيب علي مسافات متساوية .

٤ ـ فلنكات مركبة من مجموعة من الفلنكات الطولية و العرضية .

شروط اختيار أبعاد و نوع مادة الفلنكات :

١ ـ أبعادها في الطول و العرض مناسبة بحيث تكون كافية لإستناد القضبان عليها ، واستنادها هي علي قطاع الزلط ، فيكون الضغط الواقع عليها في حدود المسموح به .

٢ ـ سمك الفلنكة كافي لإعطاء درجة كافية من الصلابة مع بقاءها مرنة .

٣ ـ شكل الفلنكة مناسب لمقاومة الزحف في الإتجاة الطولي والعرضي .

٤ ـ مقاومة عالية للظروف الجوية .

أنواع الفلنكات :

١ ـ الفلنكات الخشبية .

٢ ـ الفلنكات الصلب .

٣ ـ الفلنكات الخرسانية .

١ ـ الفلنكات الخشبية

استخدمات الفلنكات الخشبية :

١ ـ فلنكات سكة القطار العادية .

٢ ـ فلنكات الكباري وهي أثقل وأطول من الفلنكات العادية يصل طولها إلي ٤ متر .

٣ ـ فلنكات الوصلات وهي أكثر جودة من الفلنكات العادية .

٤ ـ فلنكات التحويلات يصلي طولها إلي ٥ متر .

مميزات الفلنكات الخشبية :

١ ـ خفيفة الوزن فلا تحتاج إلى أدوات ميكانيكية لتركيبها في السكة .

٢ ـ سهولة ربطها بالقضبان .

٣ ـ مقاومة عالية للعزل الكهربائي .

٤ ـ استخدام المخلفات منها في أعمال ثانوية مثل تثبيت أ٧ضساس السكة .

٥ ـ سهولة صنعها وتجهيزها للعمل .

عيوب الفلنكات الخشبية :

١ ـ فترة عمل الفلنكات الخشبية في السكة ٢٠ سنة .

٢ ـ معرضة بسهولة للتلف .

٣ ـ تتعرض للتشقق عند التخزين .

٤ ـ تحتاج إلي عمليات معالجة كالحقن والتعقيم مما يزيد سعرها .

٢ ـ الفلنكات الخرسانية :

و تكون من الخرسانة المسلحة تسليحا عادياً أو سابقة الاجهاد ، وأُثبت بالتجربة العملية أن الفلنكات ذات التسليح العادي غير صالح للإستعمال لأن عمرها الاقتصادي قصير أما عمر الفلنكات سابقة الاجهاد لايقل عن ٥٠ سنة .

تطور استخدام الفلنكات الخرسانية :

كان مونير الفرنسي أول من قام بتصميم وتنفيذ الفلنكات الخرسانية عام ١٨٨٤ م

وفي الحرب العالمية الثانية قل إنتاج الفلنكات الخشبية مما دعا المسؤلين في السكك الحديدية الي مواصلة الجهد في استعمال الفلنكات الخرسانية

وكان للمهندس فرسينيه الفضل في اكتشاف الخرسانة سابقة الاجهاد .

تطور الفلنكات الخرسانية في مصر :

في عام ١٩٠٠ استخدمت الفلنكات الخرسانية عند مواقع تموين القاطرات البخارية بالمياة .

و نظرا لصعوبة استيراد الفلنكات الخشبية أو الصلب في وقت الحرب العالمية الثانية فقد استُعملت فلنكات خرسانية كل فلنكة عبارة عن كتلتين من الخرسانة تحت كل قضيب علي حدي وربطها بسيخ من الحديد .

وفي عام ١٩٤٦ استخدمت الفلنكات الخرسانية سابقة الاجهاد علي سبيل التجربة وفي عام ١٩٥٧ بدأت الابحاث في صنع هذا النوع من الفلنكات الخرسانية محليا وأسفرت التجربة عن إمكانية انتاجها وصلاحية المواد اللازمة لصنعها من رمل وزلط واسمنت لهذه الصناعة وبدأ انتاجها ١٩٦٤ .

وبدأ إجراء الاختبارات المعملية علي الفلنكات الخرسانية سابقة الاجهاد عند استلامها من المصنع و التي لا يجب ان تتم الا بعد مضي ٢٨ يوما من تاريخ صبها ، لمعرفة قوة تحملها للاحمال المتحركة عليها .

وإتخذت هذه البيانات الأتية أساساً لتصميم الفلنكة في مصر :

١ ـ الحمل المؤثر علي المحور ٢٧ طن .

٢ ـ اتساع السكة ١.٤٣٥ م .

٣ ـ ميل القضيب الداخلي ١:٢٠ .

٤ ـ طول الفلنكة ٢.٤٠ م .

٥ ـ تتحمل اجهاد ضغط ٦٠٠كجم /سم2 بعد ٢٨ يوم من الصب .

٦ ـ تتحمل اجهاد ٤٥٠ /سم2 بعد معالجتها للتصلد بالبخار لمدة ٨ ساعات .

٧ ـ لايقل جهد الشد في الانحناء عن ٦٥ /سم2 بعد ٧ أيام من الصب .

خطوات صناعة الفلنكات الخرسانية سابقة الاجهاد :

١ ـ تجهيز مكونات الخرسانة من رمل وزلط وأسمنت وركام بالمقادير المحددة .

٢ ـ صب الخرسانة في القوالب الخاصة بعد تجهيز القوالب لتكوين الفلنكة .

٣ ـ إتمام تصلب الخرسانة باستعمال البخار .

٤ ـ التحقق من أبعاد الثقوب والكشف الظاهري علي الفلنكة قبل إحداث الاجهاد .

٥ ـ الإجهاد المبدئي : وذلك بوضع الاسياخ في الفلنكات وشدها وربطها بالصامولة ثم حقن الفراغات حول الاسياخ و ملئ نهاية الفلنكة بالمونة لتغطية اسياخ الاجهاد المبدئي ودهانها بالبيتومين .

انواع الفلنكات :

١ ـ فلنكات البلوكات المنفصلة :

وتستخدم في الخطوط قليلة الحركة ويجب أن تتبادل مع فلنكات عرضية من الخرسانة أو الخشب أو الصلب للمحافظة علي اتساع السكة .

٢ ـ فلنكات مختلطة :

وهي تتكون من كتلتين من الخرسانة المسلحة بينها كمرة وسطية من الحديد ذات مقطع مقاوم لعزوم الانحناء ، بحيث تؤمن الكتلتان الخرسانية سطح استناد كاف علي مادة الزلط وتؤمن الكمرة الوسطية انتظام البعد بين الكتلتين .

٣ ـ الفلنكات العرضية :

هي غالبا من الخرسانة سابقة الاجهاد ،

وسابقة الاجهاد تعني إحداث إجهادات ضغط مسبقة في الخرسانة بواسطة أسلاك صلب عالي المقاومة وهذه الإجهادات تفوق بكثير إجهادات الشد التي تتولد داخل الخرسانة أثناء خضوع الفلنكة لعزوم الانحناء عند تحميلها في السكة ،

وهذا ما يمنع حدوث الشقوق في الخرسانة ، وحتي إذا حدثت هذه الشقوق أثناء مرور العربات والقطارات علي الفلنكة ، فإن التجارب قد دلت علي أن هذه الشقوق تبقي في حالة تشبه المرونة فهي تغلق تماماً بعد زوال القوة الخارجية وزوال حمل القطارات

مميزات الفلنكات سابقة الاجهاد :

١ ـ وزن الفلنكة كبير مما يساعد علي ثبات السكة .

٢ ـ تحفظ اتساع السكة ثابتاً .

٣ ـ يمكن زيادة مقاومتها لتسرب التيار الكهربي حيث أنها سهلة العزل .

٤ ـ لا تتأثر بالحشرات كما في الفلنكات الخشبية أو بالتآكل كما في الفلكات الصلب .

٥ ـ العمر المقدر لها ٥٠ سنة .

٦ ـ سهلة الإنتاج محلياً ورخيصة التكاليف .

٧ ـ لا يحدث لها أضرار عن التخزين .

عيوب الفلنكات سابقة الاجهاد :

١ ـ صعوبة حملها ونقلها و تحتاج الي معدات خاصة لتركيبها

٢ ـ تتأثر بسوء الشحن والتفريغ الذي قد يعرضها الي تلف كبير

٣ ـ عدم سهولة انتاج انواع خاصة منها مما يصعب استخدامها كفلنكات تقاطعات مثلا

٣ ـ الفلنكات الصلب :

استُعملت الفلنكات الصلب في البداية علي هيئة فلنكات طولية ولكنها لم تحقق نجاحاً تم تنفيذ أول فلنكة عرضية من الصلب علي هيئة كمرة مزودة بوسائد خاصة لتكبير مساحة ارتكاز القضيب وهذه الوسائد مبرشمة في الكمرة ،

أما الآن فالفلنكة تأخذ شكل مجرة مقلوبة .

ونحصل علي هذه المجرة المقلوبة في المصنع أثناء عملية السحب للمعدن ولهذا

مميزات متعددة أهمها :

١ ـ يعطي للقضبان سطح استناد جيد .

٢ ـ تنعرس جيداً في طبقة الزلط فتمنع حركة الفلنكة في الإتجاة الطولي أو العرضي .

عيوب الفلنكات الصلب :

١ ـ يصعب دك طبقة الزلط أسفلها .

٢ ـ تسبب بعض الضوضاء عند مرور القاطرات .

٣ ـ ثقوب ربط القضيب بها تضعفها عند موضع ارتكاز الحمل .

٤ ـ الحواف المائلة قد تساعد علي زحزحة الفلنكة عرضياً في حالة عدم الدمك الجيد .

٥ ـ لا يوجد وسط يمتص الصدمات بين القضيب ومادة الزلط سو ى سمك الفلنكة .

٦ ـ أكثر عرضة للصدأ والتآكل في الجو الرطب .

٧ ـ أكثر عرضة للتلف عند الحوادث .

٨ ـ جيدةالتوصيل للكهرباء وتكاليف العزل الكهربائي عالية .

٩ ـ عمرها الافتراضي لايزيد عن ٧ سنوات ولكنها قد تصل إلي ٥٠ سنة في الخطوط الثانوية القليلة الحركة .

مميزات الفلنكات الصلب :

١ ـ لا تتأثر الفلنكات الصلب بالحشرات التي تصيب الفلنكات الخشبية .

٢ ـ الفلنكة خفيفة الوزن وزنها يصل الي٧٠ كجم فهي سهلة الحمل .

٣ ـ قطع الربط بها قليلة العدد وسهلة الصنع و ليست عرضه للفك .

٤ ـ أقل عرضة للزحف عند الدمك الجيد .

٥ ـ سهلة التشكيل ويمكن إنتاجها محليا كما يمكن استخدام الخردة منها في إعادة صبها من جديد .

العناصر الأساسية التي تحدد اختيارنوع الفلنكة :

أولاً العناصر الموضعية :

١ ـ يستحسن عدم استخدام الفلنكات الصلب واستبدالها بالخشبية في الحالات الاتية :

ـ في الانفاق الرطبة .

ـ في الخطوط المجهزة بطبقة الزلط من الرماد حيث يمكن أن يكون هذا الرماد حاويا لمركبات كبريتية تؤثر علي الصلب .

ـ علي شواطئ البحر حيث وجود الهواء الرطب المشبع بالملوحة .

ـ بالقرب من مصانع المواد الكيميائية التي تطلق أبخرة حامضة .

ـ في الخطوط الكهربائية والمجهزة بالاشارات الكهربائية التي تعمل بنظام البلوك الاوتوماتيكي حيث توجد دوائر كهربائية في القضبان والتي يجب عزلها عن الفلنكات .

ثانيا العناصر الاقتصادية :

ـ البلاد التي لاتنتج الخشب المناسب للفلنكات ويلزم لها استيراد الخشب كما تستورد الحديد تستطيع أن تستعمل أي من انواع الفلنكات .

أما البلاد التي تنتج أحد هذين النوعين دون الآخر فإن الدراسة الاقتصادية تبرر استخدام أحد الأنواع دون الآخر .

ـ يجب مقارنة تصنيع الفلنكات الخرسانية سابقة الإجهاد وتكلفة الواحدة بمثيلتها من الصلب أو الخشب .

ومن ملاحظة الفلنكات التي توضع في كل عام في الخطوط الحديدة في العالم نجد أن الفلنكات الخرسانية سابقة الإجهاد تبشر بمستقبل عظيم حيث يمكنها أن تحل محل الأنواع الآخرى .

٣ ـ القضبان (rail) :

لقد وصل مقطع القضيب إلي الشكل الذي نراه اليوم بعد مراحل طويلة من التطور دامت سنين و هناك مقطعان رئيسيان وصل إليهم هذا التطور و هما قضيب الفينول وقضيب ذو التاجين .

مميزات القضيب ذو التاجين (bull headed rail) :

١ ـ سطح استناده واسع بحيث يقلل الضغط الواقع علي الفلنكات .

٢ ـ طريقة تثبيته بواسطة الخوابير الخشبية أو المعدنية تسمح بتغيير القضييب بسرعة .

٣ ـ توزيع المعدن علي مساحة المقطع اكثر تجانساً .

٤ ـ الخوابير الخشبية أو المعدنية تشكل نقاط ضعف إذا أُهملت صيانتها بحيث تتخلخل ثم تخرج من مكانها .

مميزات القضيب الفينول :

١ ـ نفقات صيانتة تقل .

٢ ـ استبدال القضيب ذو التاجين بقضيب الفينول يوفر عدد كبير من القطع .

برغم المميزات التي ذكرناها بالنسبة للقضيب ذو التاجين فان قضيب الفينول قد فاق مميزات قضيب ذوالتاجين وبسهولة استعماله الامر الذي ادي الي استخدام قضيب الفينول في كافة انحاء العالم واصبح القضيب ذو التاجين في الطريق الي الزوال .

مكونات القضيب الفينول :

١ ـ التاج (head)

٢ ـ الوتر (web)

٣ ـ القاعدة (base)

عند استخدام أعداد من قضبان السكك الحديدية ووصلها مع بعضها تؤدي إلي زيادة عدد الوصلات التي تسبب :

ـ الإضرار بنعومة السير .

ـ و تتعب الوحدات المتحركة علي القضبان .

ـ و تشكل الوصلات نقطة الضعف الاساسية في الخط .

لذا فإن إنتاج القضبان الطويلة داخل المصنع دون أن تكون مشوبة بالعيوب تتطلب تجهيزات معقدة ضخمة والطول الشائع للقضبان هو ١٨ متر و عن طريق اللحام يمكن تجميع أي طول فإن الطول الملحوم قد يصل إلي مئات من الأمتار أو عدة كيلو مترات .

طريقة صناعة القضبان :

طريقة سيمنس ومارتن

هي الأكثر شيوعا حيث يوضع الحديد في الفرن ويعرض لدرجة حرارة عالية ويتأكسد الكربون و يتكون الخبث حيث يطفو علي سطح المعدن ويضغط هواء ساخن في الفرن في الفرن لأكسدة الخبث مما يجعل الخبث عازل ضد أكسدة باقي المعدن ويخرج الحديد من الفرن ويوضع في قالب القضيب ويبدأ الحديد في التجمد .

اختبارات القضبان :

١ ـ التجارب الكيميائية :

لتقدير نسب العناصر المكونة للصلب والتأكد من أنها تقع داخل الحدود المطلوبة .

٢ ـ التجارب الميكانيكية

أ ـ تجربة الشد لمعرفة الجهد النهائي .

ب ـ تجربة الإستطالة للتعرف علي متانة المعدن ومرونته .

ج ـ تجربة الثقل الساقط وذلك بإسقاط كتلة معلوم وزنها من علو محدد علي جزء من القضيب ثم يقاس الترخيم .

ـ تجربة الكسر وتجري علي عينات من القضيب للبحث عن وجود تشققات أو مواد غريبة أو فجوات .

مشاكل القضبان :

و تتوقف علي عوامل كثيرة منها :

١ ـ نسبة المواد الكيميائية الموجودة في القضيب .

٢ ـ وزن القضيب .

٣ ـ الأحمال المارة وسرعتها .

٤ ـ حالة أساس السكة وطبقة الزلط ومدي صيانتها .

العيوب التي تظهر في القضبان :

١ ـ تآكل بحافة السير .

٢ ـ تشقق أفقي أو رأسي بتاج القضبان .

٣ ـ تشقق وتر القضيب .

٤ ـ كسر بقاعدة القضيب .

٥ ـ عيوب غير مرئية داخل تاج القضبان .

الكشف عن العيوب :

يتم الكشف عن هذه العيوب عن طريق اللمس اأو بواسطة عربات خاصة مثل عربة سبري ، وهي عبارة عن عربة شبيهة بعربة الركاب مزودة بأجهزة دقيقة للكشف عن العيوب ، وهناك نوعان من الأجهزة الأول مبني علي فكرة المجال المغناطيسي والثاني مبني علي فكرة الألتراسونيك وتحتوي العربة علي نوعي الأجهزة معا .

دي الحاجة سبري (spray train)

طريقة الكشف عن العيوب :

تتقدم العربة بسرعة ٢٠ كم / ساعة وتقوم بتصوير فيلم كامل للخط ومنه يمكن تحديد نوع العيوب وأماكن تواجدها عن طريق متخصصين في قراءة الدايجرامات .

وسائل تثبيت القضبان بالفلنكات :

١ ـ الوسائد (tie plate) :

توضع الوسائد بين قاعدة القضيب وسطح الفلنكة والغرض منها تقليل تآكل الفلكنة نتيجة احتكاك قاعدة القضيب بسطح الفلنكة ،

كما أنها تقلل من حدوث القطع في الفلنكة نتيجة تأثير الحافة الخارجية لقاعدة القضيب نظرا لأن مساحة الوسادة أكبر من مساحة قاعدة القضيب الملامس للفلنكة ، كما ان توزيع الحمل علي الفلنكة اكثر انتظاما .

٢ ـ مسامير التثبيت :

انواع المسامير :

أ ـ مسامير حربة :

تدق علي جانبي قاعدة القضيب وذلك في السكك الثانوية و يثبت القضيب بمسمارين واحد من الداخل و واحد من الخارج .

ب ـ مسامير مرنة :

شائعة الاستخدام في سكك حديد اوروبا .

جـ ـ مسامير خشابي :

تستخدم في السكك الرئيسية ويثبت القضيب عادة بواسطة ثلاث مسامير اثنين من الخارج و واحد من الداخل .

كما يتم استخدام الكلبسات والود الزنبركية والمسامير القلاوظ كمساعدات تثبيت ولا بد من التاكد من ربط هذه المسامير جيدا علي فترات متقاربة حتي تقوم بمهمتها خير مقام

البلنجات (joint bars) :

هي عبارة عن ألواح من الصلب تستعمل في ربط أطراف القضبان ببعضها البعض حتي تكون حافتا سير القضبان علي استقامة واحدة ،

ولما كانت الفجوة بين القضبان شر لا بد منه فلا بد من استعمال البلنجات في كل فاصل أو حسب طول القضبان المستعملة ،

وباستعمال القضبان الملحومة يمكن تقليل عدد الفجوات وبالتالي تقليل عدد البلنجات بشرط :

- أن تضمن استمرار اسطح القضبان .
- ويكون القطاع المحمل عند الفجوة ذو متانة كبية لا يقل عن متانة القضيب نفسه .

وطول البنجة التي تتسع لستة ثقوب يؤخد عادة طولها ٦٠ سم و قد وجد انه لا جدوي من زيادة طول البلنجة عن ٩٠ سم .

أنواع البلنجات :

١ ـ بلنجات لوحية :

تفقد وظيفتها بمرور الوقت نتيجة :

- قلقة مسامير البلنجات .
- تآكل الاحرف العلوية والسفلية .
- نتيجة الإحتكاك بين البلنجة والقضيب .

٢ ـ بلنجة لوحية مقوسة :

نتيجة لتقوس البلنجة فانها تعمل كزنبرك نظراً لإستنادها من أعلي علي تاج القضيب ومن أسفل علي قاعدة القضيب ،

وكلما أُحكم رباط مسامير البلنجات كلما زاد الضغط وقلت فرص قلقلة المسامير .

٣ ـ بلنجة زاوية :

يتم تشكيلها علي هيئة زاوية لزيادة مساحة المقطع و زيادة عزم القصور الذاتي لها وبالتالي زيادة مقاومتها .

٤ ـ بلنجة زاوية ذات شفة :

يتم إضافة شفة ساقطة إلي أسفل مما يزيد من قيمة عزم القصور الذاتي خاصة عند مكان الوصلات .

٥ ـ بلنجة توافقية :

يتم استخدامها عند ربط قضيبين في حالة :

ـ اختلاف ارتفاع القضيب .

ـ أو اختلاف عرض أو عمق التاج .

ـ أو اختلاف ارتفاع أو سمك الوتر .

ـ أو اختلاف موقع ثقوب التثبيت .

لضمان استمرار حافة السير .

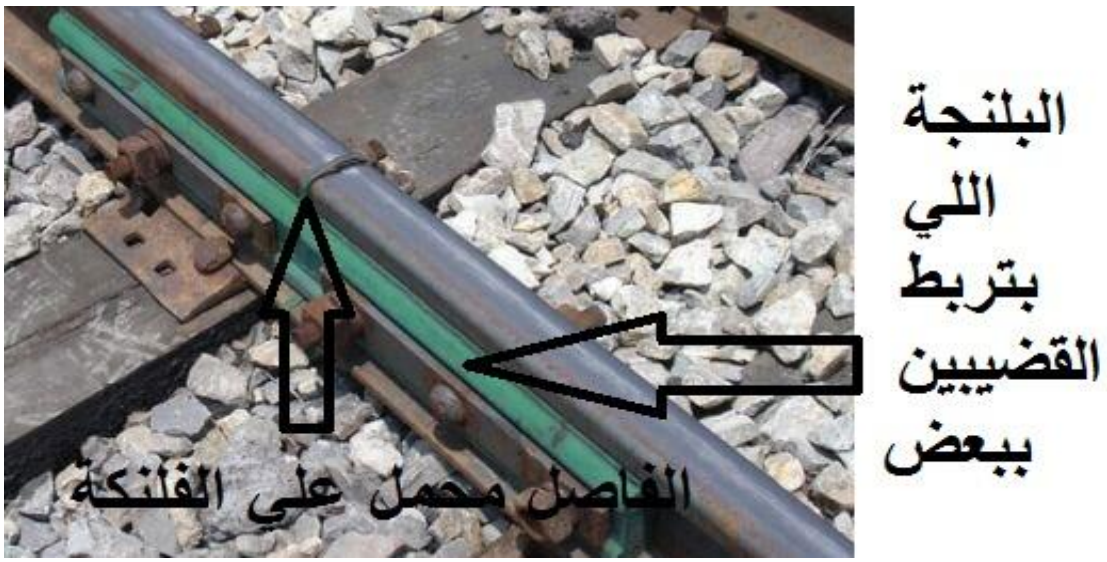
٦ ـ بلنجة الوصلة العازلة :

عند استخدام الإشارات الكهربائية يمر التيار الكهربي الخاص بتشغيل الإشارات عن طريق القضبان و لفصل أقسام البلوك الأوتوماتيكي عن بعضها يلزم استخدام بلنجة الوصلة العازلة بحيث تمنع انتقال التيار الكهربي .

أنواع تجميع الوصلة :

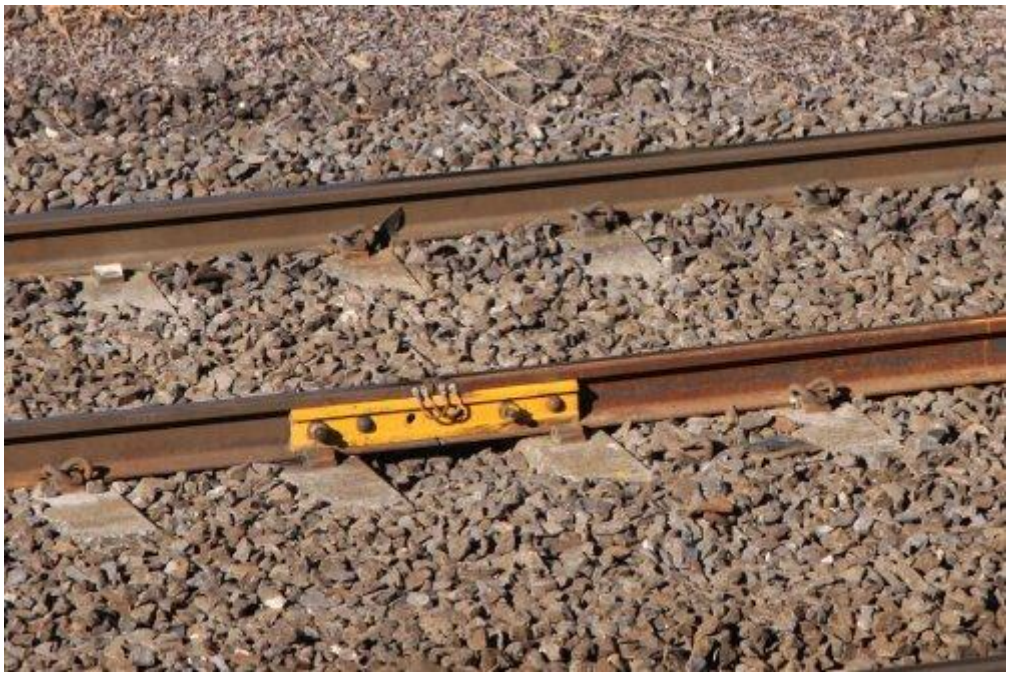
١ ـ وصلة محملة :

وفيها توضع الوصلة مباشرة فوق الفلنكة و هناك ينتقل الحمل مباشرة إلي الفلنكة مما يسبب قلقلتها باستمرار ، وبذلك يلزم مداومة صيانتها علي فترات متقاربة ولذلك يفضل وضع فلنكتين تحت الوصلة .



٢ ـ وصلة معلقة :

ينتقل الحمل بواسطة الوصلة إلي الفلنكتين علي جانبي الوصلة وينتقل الحمل بطريقة غير مباشرة اليهما مما يجعل الفلنكتين أكثر ثباتاً .



٣ ـ وصلة نصف معلقة :

هو حل وسط بين المحملة والمعلقة حيث يكون التقسيط بين الفلنكتين مناسباً .

موضع الوصلة في القضيبين :

١ ـ وصلة التعامد :

تقع فواصل قضيبي الخط في محاذاة بعضها بحيث تصطدم عجلتا محور العربة بالفاصلين في آن واحد ، وهو الوضع الاكثر شيوعا في مصر .

٢ ـ وصلة التنصيف :

يقع كل فاصل في أحد قضبي الخط مقابل منتصف القضيب الاخر بحيث يحدث اصطدام العجلات بفواصل الخط من جهة واحدة بالتناوب ، وهو الوضع الأكثر شيوعا في امريكا .

٣ ـ وصلة متقاربة :

تبتعد الفواصل عن بعضها بمسافات قصيرة مع بقائها بعيدة عن التنصيف .

في الحالة الاولي عندما تمر العربات فوق الوصلات فانها تتجه نحو الهبوط في مقدمتها و في الحالة الثانية فهي تتارجح نحو اليمين واليسار بالتناوب .

و في الحالة الثالثة تعتبر حل وسط بين الحالتين السابقتين حيث تقل شدة الصدمات بين العجلات والفواصل و تنعدم حركة التارجح .

افضل الحالات من الناحية الفنية والاقتصادية هو إلغاء الفواصل بين قضبان السكك الحديدية واستعمال القضبان الملحومة .

مزايا القضبان الملحومة :

١ ـ الاقلال من الوصلات وبالتالي وفرة في تكاليف الصيانة .

٢ ـ الزيادة في عمر القضبان و الفلنكات و الوحدات المتحركة .

٣ ـ التخلص من زحف القضبان .

٤ ـ التخلص من البلنجات ومساميرها وبالتالي خفض تكاليف الإنشاء .

٥ ـ عدم الحاجة الي استعمال الوصلات النحاسية للدوائر الكهربائية عند الفجوات .

٦ ـ تحسين حالة سير القطارات وزيادة راحة الركاب .

طرق لحام القضبان :

ـ اللحام بالثرميت .

ـ اللحام بالقوس الكهربي .

ـ طريقة الوميض الكهربي .

ـ طريقة الاوكسي استيلين .

طرق تثبيت القضبان بالفلنكات :

١ ـ تثبيت مباشر :

يثبت قاعدة القضيب مباشرة بسطح الفلنكة وبذلك تنتقل القوى المؤثرة سواء كان شد او ضغط من فرش القضيب الي الفلنكة مباشرة ببواسطة مسامير التثبيت بدون وسيط .

٢ ـ تثبيت غير مباشر :

يتم استخدام وسادة أسفل قاعدة القضيب و الوسادة تثبت بالفلنكة وبذلك تنتقل القوي المؤثرة من القضيب الي المسامير التي تربط القضيب بالوسائد ثم من الوسائد الي المسامير التي تربطها بالفلنكة .

الاجهادات المؤثرة علي السكة :

١ ـ إجهادات راسية :

وهي تتوقف علي الاحمال الراسية المارة علي السكة

٢ ـ إجهادات عرضية :

حيث تتسبب العجلات الامامية للقطارات في إحداث قوي عرضية علي القضبان ونظراً لصعوبة تحديد الإجهادات العرضية الناتجة من هذه القوي فعادة تؤخد هذه الإجهادات مساوية للإجهادات التي تحدث نتيجة الاحمال الراسية .

٣ ـ اجهادات طولية :

نتيجة تأثير قيام و فرملة القطار و التغير في درجة الحرارة مما يسبب انكماش وتمدد القضبان .

تفريعات السكك (turnouts) :

تعتبر السكك الحديدية من وسائل النقل محددة المسار ومن هنا يتضح أن مهمة سائق القطار التحكم في سرعة القطار إما :

ـ دفعه الي التسارع حتي الحدود القصوى المسموح بالسير بها .

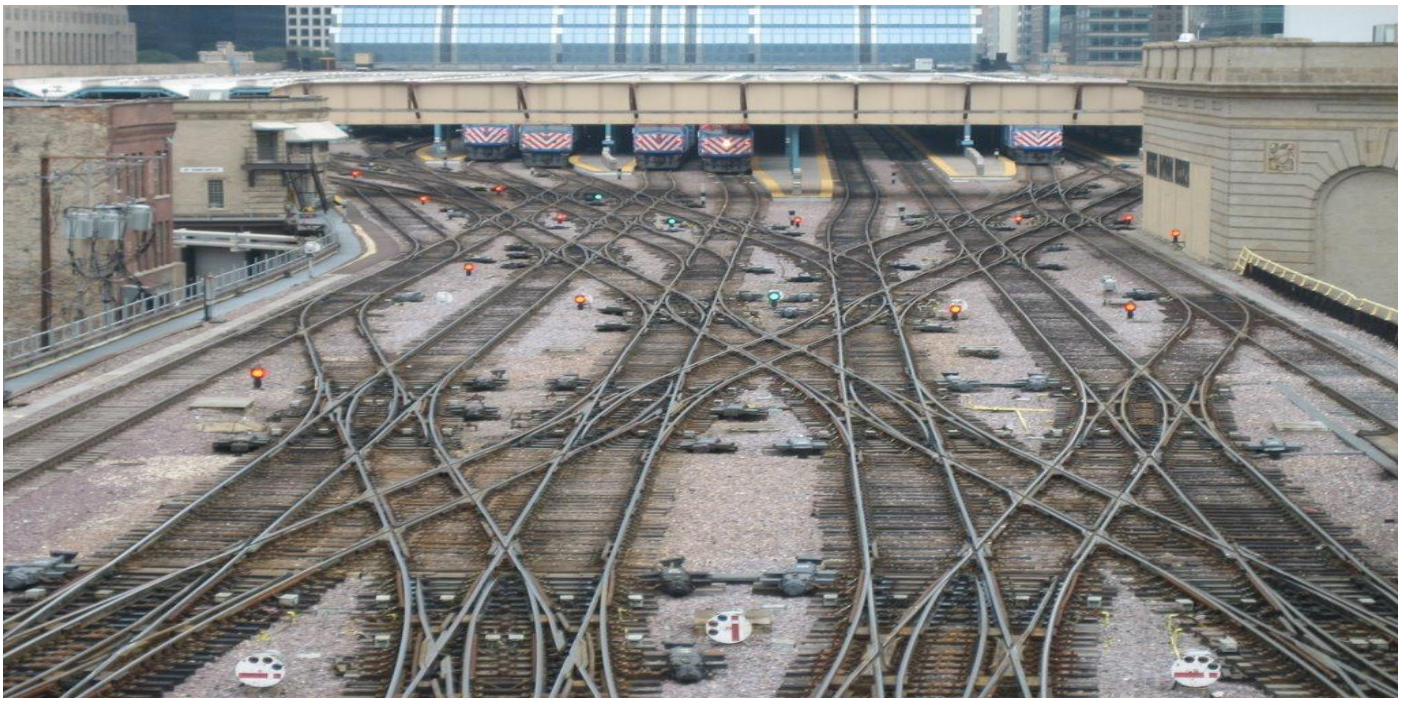
ـ أو الاقلال من هذه السرعة الي حد الوقوف في المحطات .

أما انحراف القطار عن مساره فإنه يتم عن طريق أجهزة خارج نطاق القطار نفسه والذي يتم بسهولة عن طريق تنظيم شكل القضيب بمعني أن :

حافة السير عند النقط التي تبدأ عندها الخطوط الحديدية في الإتصال أو التفرع ذات خواص هندسية بما يضمن سلامة انتقال عجلات القطار من خط الي خط آخر .

ويطلق علي النظم المتبعة في تشكل قطاع القضبان وتقاطعاتها عند نقط اتصال الخطوط ببعضها اسم **التفريعات**

وتتخذ هذه التفريعات اشكالا متعددة حسب وظيفتها في السكة .



أنواع التفريعات :

- المفتاح .
- مفتاح السقوط .
- التحويلة .
- التخطية .
- المقص .
- المفصلة المفرد .
- المفصلة المزدوجة .

شروط تصميم تفريعات السكة :

١ ـ التخطيط الهندسي للتفريعة سليم بما يضمن سلامة السير عليها بالسرعة المقررة :

بمعني أن يتم التفرع بمنحني سلس يتناسب نصف قطره مع السرعة المقررة .

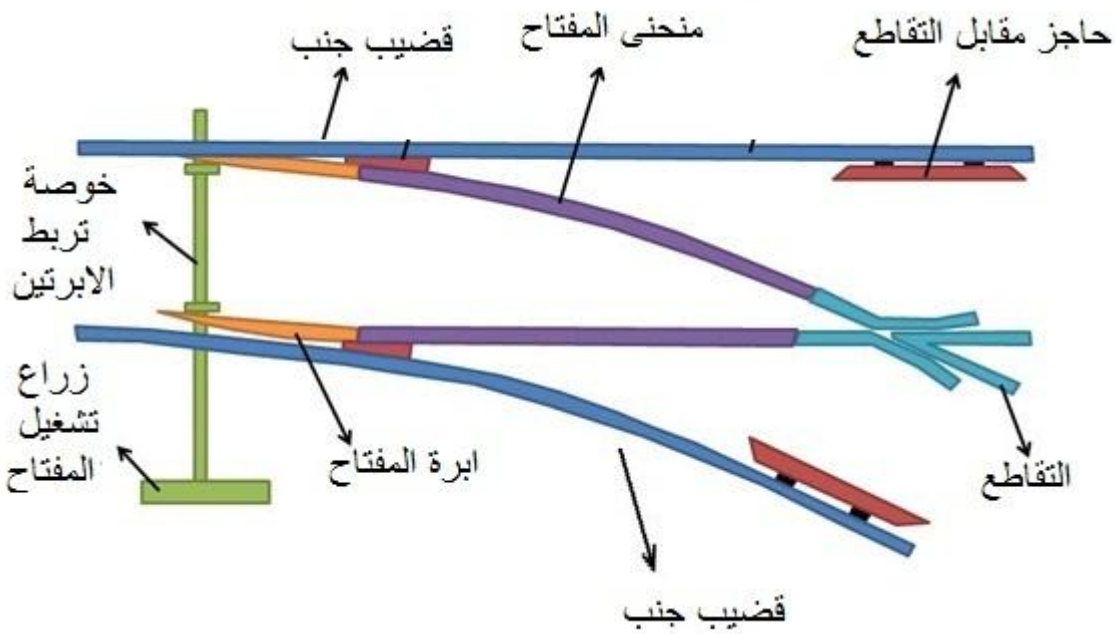
٢ ـ تكاليف تشغيل التفريعة وصيانتها مناسبة :

بمعني ألا يزيد طول التفريعة عما هو ضروري لسلامة السير بالسرعة المقررة ،
وأن تتشكل التفريعة من أجزاء متينة مناسبة لسرعة واحمال القطارات المارة عليها .

٣ ـ تشغيل أجزاء التفريعة متيسر في حدود الامكانيات المتاحة .

المفتاح (switch turnouts)

يعتبر مفتاح السكة من أهم انواع التفريعات وأكثرها شيوعاً و هي وسيلة تفرع سكة من سكة اخرى .



مكونات المفتاح :

١ ـ إبرتان يرتبطان مع بعضهما بخوصة تعمل علي توحيد حركتهم .

٢ ـ ذراع تشغيل المفتاح .

٣ ـ قضيب جنب المفتاح .

٤ ـ حاجز مقابل التقاطع .

التقاطعات (crossing) :

هو الجزء الذي يتقاطع فيه قضبان من قضبان سكتين ويراعى فيه ترك فجوة عند كل من القضيبين المتقاطعيين تسمح بمرور شفة العجلات المارة علي القضيب الآخر ويطلق علي الزاوية بين حافتي سير القضيبين المتقاطعين زاوية التقاطع α .

أنواع التقاطعات :

١ ـ تقاطع حربة :

ويستخدم عندما تكون زاوية التقاطع اقل من 35°

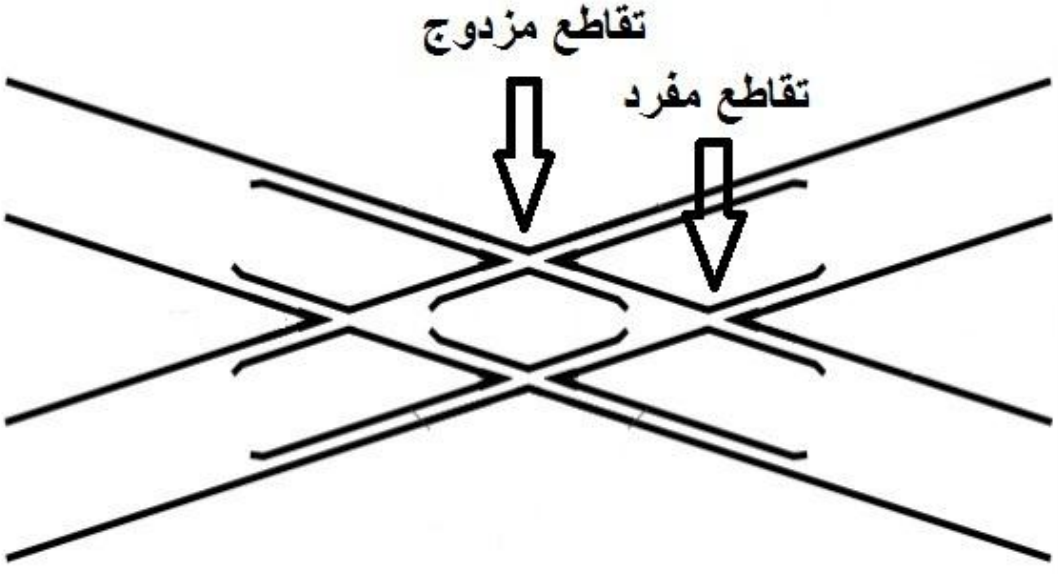
وينقسم الي :

ـ تقاطع مفرد

ـ تقاطع مزدوج

٢ ـ تقاطع قورة :

ويستخدم عندما تكون زاوية التقاطع تقع بين 35° و 145°



مفتاح السقوط (trap points) :

يتم تركيب مفتاح السقوط عند إلتقاء خطوط الطوالي مع سكك المخازن وترتبط مع كشك البلوك الذي يتحكم بتشغيلها عند اللزوم .

ففي حالة تحرك أي قطار دون إذن من كشك البلوك في إتجاة الخط الطوالي فإن مفتاح السقوط يتولى توجيه هذا القطار من خط الطوالي الي خط المخازن .

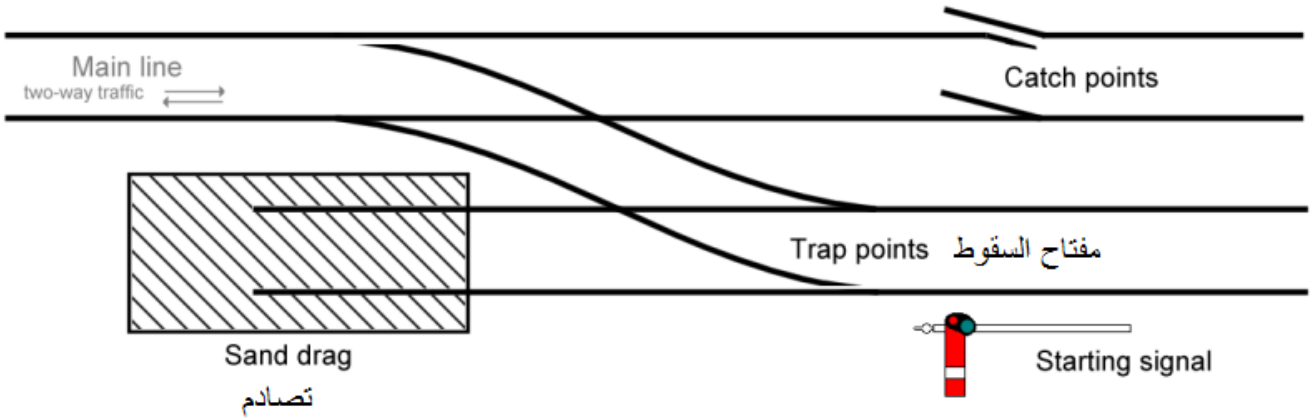
انواع مفتاح السقوط :

١ ـ مفتاح مفرد

ويتم تركيبه علي الخطوط الطوالي التي بها انحدارات شديدة

٢ ـ مفتاح بابرتين

ويمتد لمسافة تسمح بتخزين قاطرة او اكثر وتنتهي هذه السكة بتصادم لحماية القاطرات من التصادم بما يكون قريب من سكة السقوط



التصادمات (dead end tracks) :

تستخدم التصادمات لإيقاف العربات والقاطرات عند جميع السكك المنتهية وضمان عدم خروجها ، ويجب أن يمتص التصادم القوة الناتجة عن صدم العربات أو القاطرات بهذا التصادم .

أماكن تركيب التصادمات :

١ ـ المحطات النهائية

٢ ـ سكك المخازن المنتهية

٣ ـ مفاتيح السقوط

أنواع التصادمات :

١ ـ تصادم حديد

وهو مصنوع من القضبان القديمة ، لذلك فهو ضعيف المقاومة ولا يتحمل الصدمات الشديدة ، ويستخدم في نهاية سكك المخازن وفي حالة مفاتيح السقوط .

٢ ـ تصادم مباني

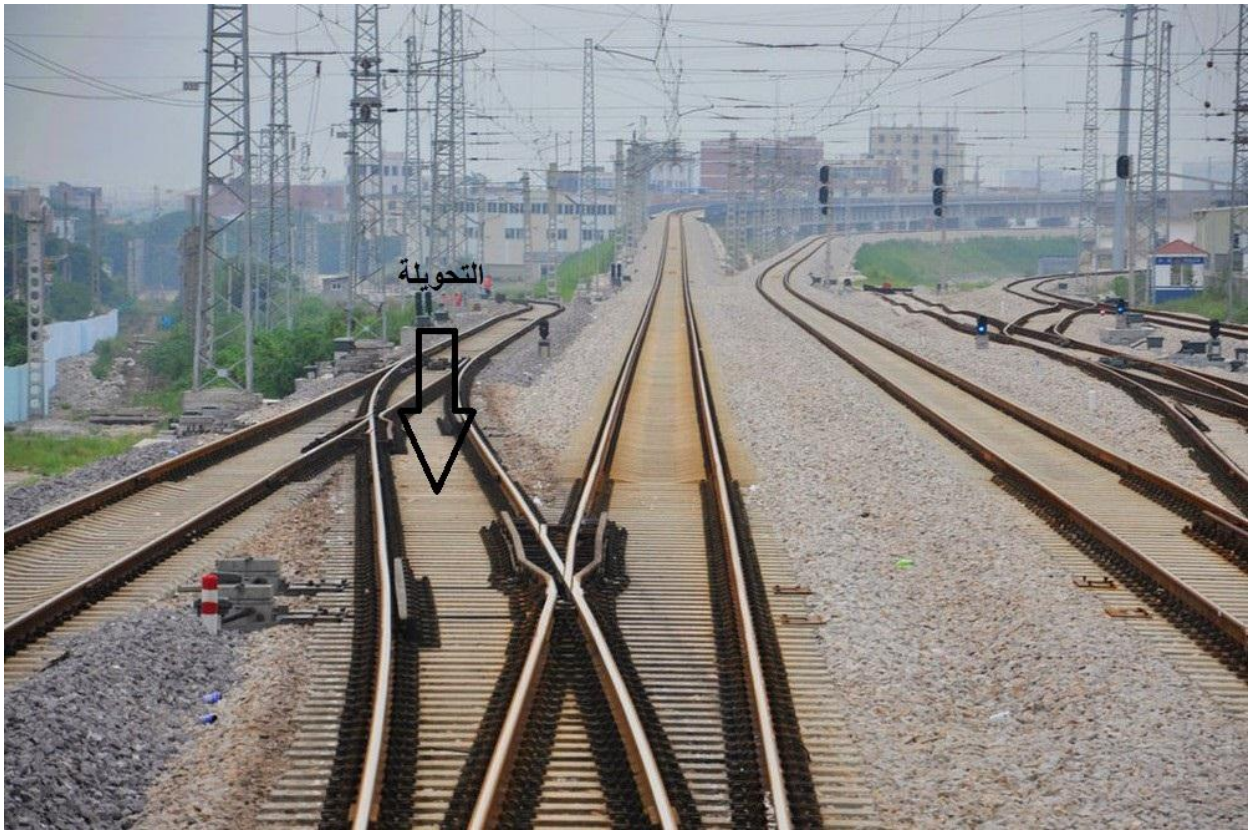
وهو عبارة عن كتلة من الخرسانة أو كتلة من الطوب ، وهو عالي المقاومة ويستخدم في المواقع الهامة حيث يوجد خلفه مبني أو كشك بلوك .

٣ ـ تصادم مكبس

وهو تصادم عالي جدا في مقاومة التصادم ويستخدم في المحطات النهائية للركاب .

التحويلة (cross _ over) :

وهو عبارة عن مفتاحيين متعاكسين يتصلان مع بعضهما لربط سكتين متوازيتين .



التخطية (diamond crossing) :

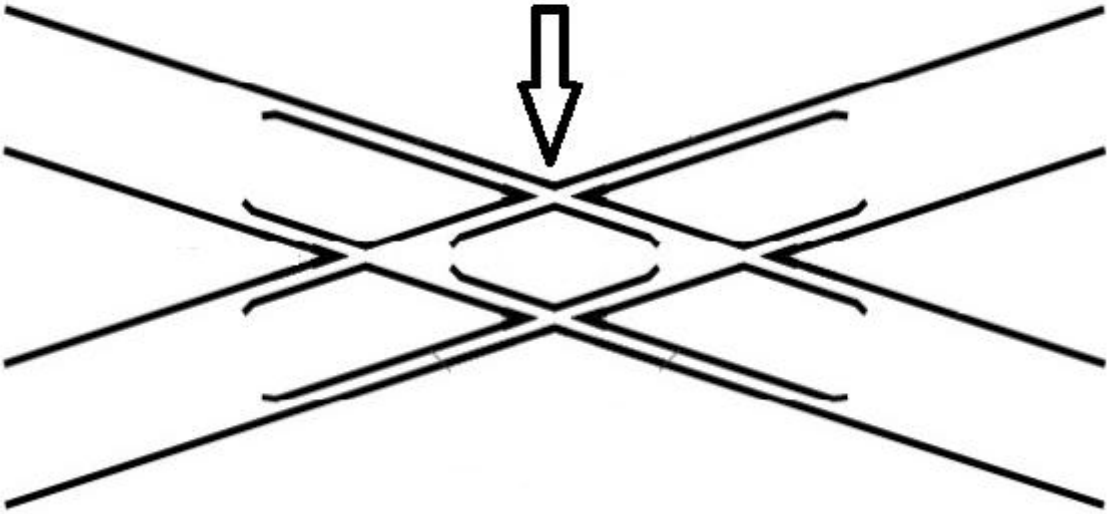
وهو تقاطع سكتين تحصران بينهما شكلا معينا ،

وتتكون التخطية من اربع تقاطعات اثنتان مفرد واثنتان مجوز ،

ويسمي التقاطع مفرد اذا كانت زاويته حادة ،

ويسمي التقاطع مجوز اذا كانت زاويته منفرجة .

شكل التخطية

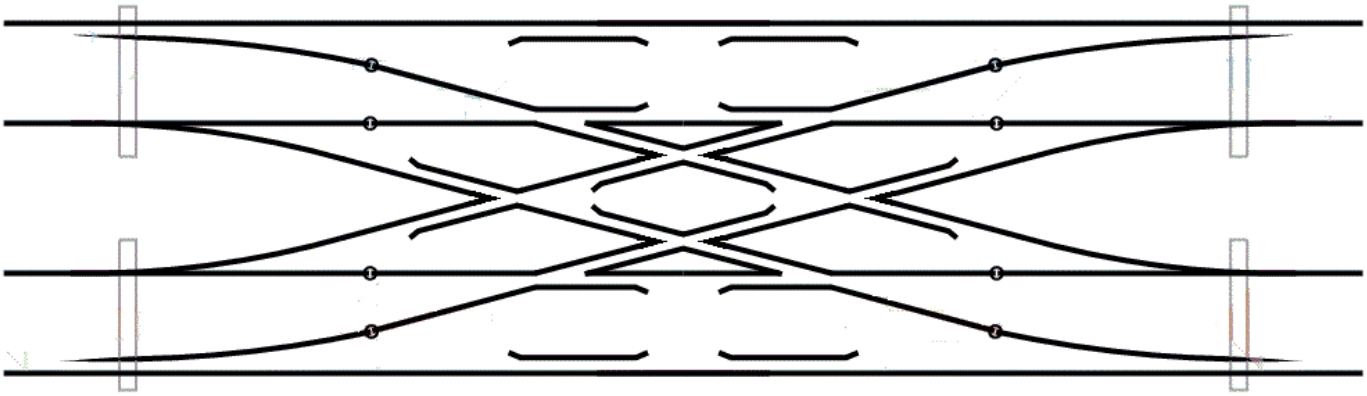


المقص (scissors cross _ over) :

يمكن تعريف المقص بأنه تحويلة مزدوجة لأنه يربط سكتين متوازيتين بتحويلتين متعاكستين تتقابلان في تخطية ،.

والتخطية هي الشكل الذي يكونه التقاطع ، ويتوقف موقع التخطية علي حسب نوع المقص سواء متماثل أو غير متماثل

ويتكون المقص من أربع مفاتيح وتخطية .



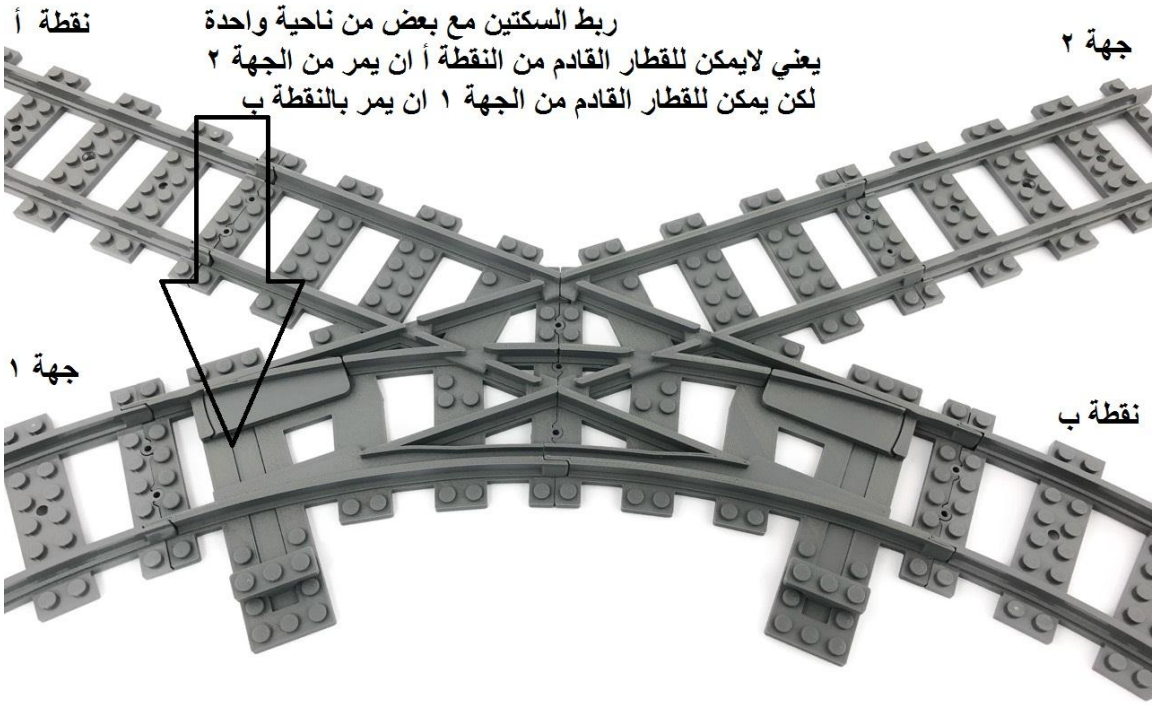
المفصلات (slips) :

وهي نوعية ربط السكتين المتقاطعتين مع بعض ، فإما أن تكون المفصلة مفرد او مجوز

المفصلة المفرد :

هي ربط السكتين مع بعض من ناحية واحدة من التخطية ،

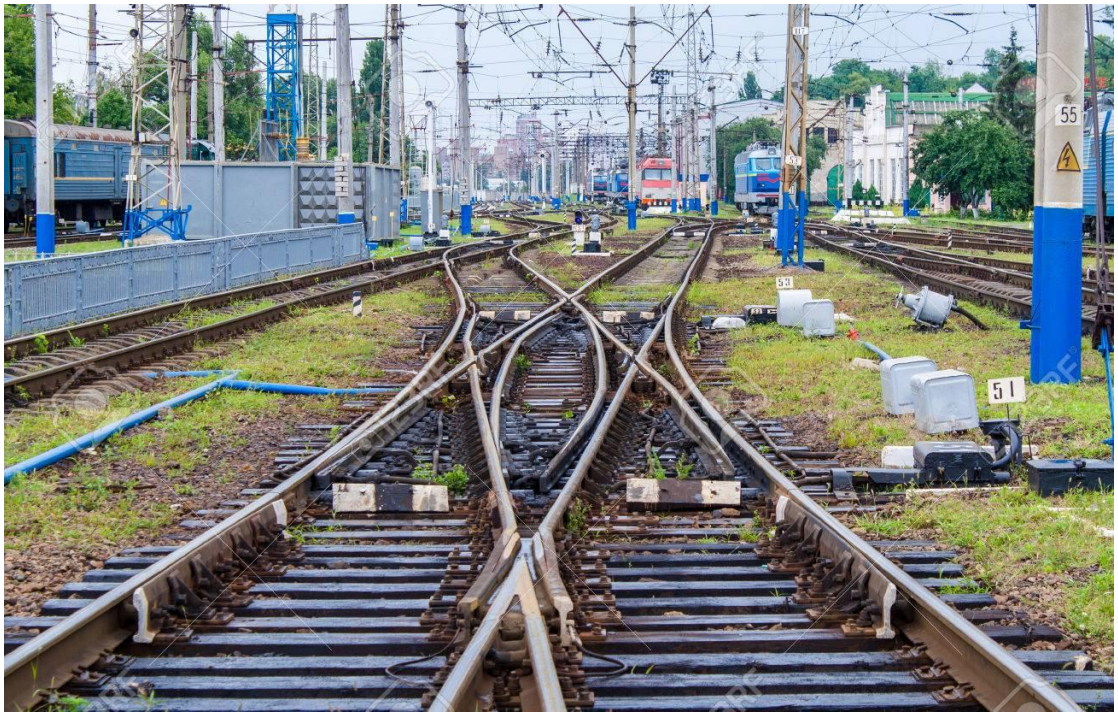
وتتكون من تخطية وأربع إبر و قضيبين منحنيين .



المفصلة المجوز :

هي ربط السكتين مع بعض من ناحيتين من التخطية ،

وتتكون من تخطية وثمان إبر و أربع قضبان منحنية .



*** هنا يمكن للقطار القادم من اي سكة ان يمر مستقيما او يمر في السكة الثانية**

يعني تم ربط السكتين مع بعض من الناحيتين .

المحطات (Railway station) :

هو المكان الذي تقف فيه القطارات بترتيب دائم وبفرض التعامل مع الركاب صعوداً أو هبوطاً ، أو مع البضائع شحناً وتفريغاً .

اقسام محطات السكك الحديدية :

النوع الاول : محطات تتعامل مع الجمهور مثل محطات الركاب ومحطات البضائع .

النوع الثاني : محطات تقتصر علي أعمال السكك الحديدية مثل محطات الفرز وأحواش القاطرات وأحواش العربات .

أولاً محطات الركاب (Passenger station) :

هي المكان الذي تتوقف عنده القطارات أثناء سيرها حسب توقيت وترتيب مسبقين لصعود او نزول الركاب .

ويتاثر شكل المحطة بخصائص المدينة الجغرفية حيث :

المحطات الرئيسية :

تناسب المدن التي بها كباري رئيسية تمر عليها حركة النقل بالسكك الحديدية مثل القاهرة والمنصورة .

والمحطات المتوسطة :

تناسب المدن التي تقع علي امتداد الانهار مثل محطات الوجه القبلي .

والمحطات النهائية :

تناسب المدن التي يتجه فيها خط السكةالحديدية عمودي علي اتجاه البحر مثل الاسكندرية وبور سعيد .

العوامل التي تؤثر علي كفاءة تشغيل المحطة :

١ ـ تصميم المحطة من حيث حركة الركاب من وإلي الأرصفة .

٢ ـ موقع مكاتب صرف التذاكر بالنسبة للأرصفة .

٣ ـ المرافق الرئيسية الخاصة بتشغيل المحطة أو خدمة الركاب .

٤ ـ التخطيط الهندسي للخطوط الحديدية المؤدية الي المحطة .

٥ ـ تخطيط الميدان الخارجي للمحطة مما يضمن وجود وسائل النقل المختلفة من سيارات عامة وأجرة وأماكن انتظار السيارات .

المرافق يجب تضمنها في تصميم محطة الركاب :

اولا : مرافق خدمة الركاب

١ ـ مكاتب الاستعلامات .

٢ ـ مكاتب حفظ الامانات .

٤ ـ مكاتب المفتش .

٥ ـ استراحة الركاب .

٦ ـ مكاتب بريد .

٧ ـ مكاتب شرطة .

٨ ـ مطاعم وكافيهات .

٩ ـ دورات مياة .

١٠ ـ محلات بيع .

ثانيا : مرافق أعمال المحطة

١ ـ مكاتب العاملين مثل رئيس الحركة وناظر المحطة ومعاون المحطة .

٢ ـ مكاتب صرف التذاكر .

٣ ـ مكاتب الكنترول .

٤ ـ مكاتب السائقين والكمسارية وملاحظي العربات .

٥ ـ ماكن اجهزة نظافة المحطة والقطارات .

تخطيط محطات الركاب :

أبسط أنواع المحطات هي الذي يطلق عليه الهالت (Halt) وهي أبسط من ناحية كمية الحركة ، حيث تكون الخدمة بها قاصرة علي الركاب فقط حيث لا تقوم بصرف التذاكر من خلالها بل تصرف التذاكر من القطار ،

ويتم تنفيذ هذه المحطات في الخطوط الحديدية الفرعية التي يقل بها عدد الركاب وتزود هذه المحطات بأرصفة بسيطة ولا تحتاج الي إنشاءات خاصة ولا أكشاك بلوك وتوجد في مصر علي خط الصحراء الغربية (طريق اسكندرية ـ السلوم) .

أنواع المحطات :

١ ـ محطات متوسطة

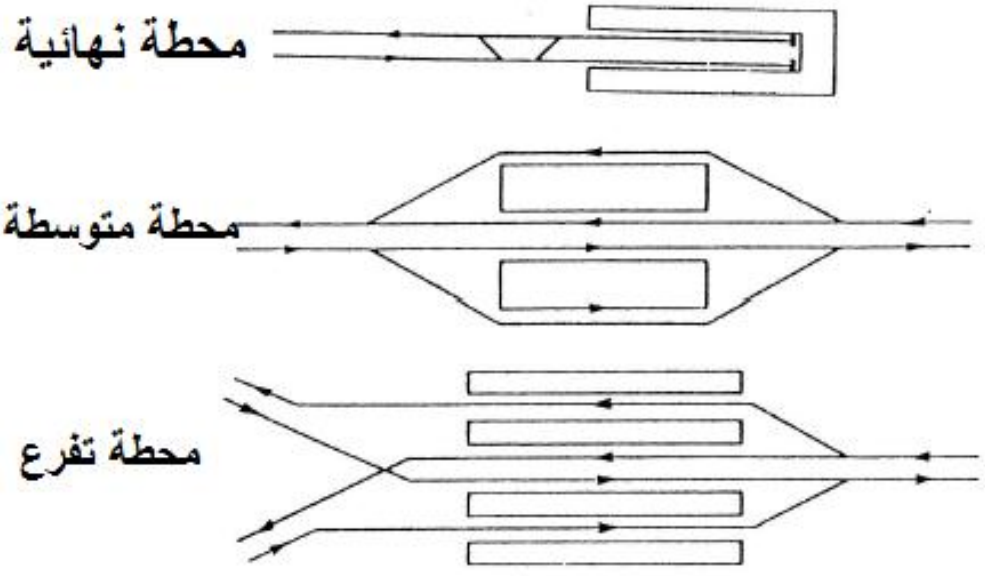
وتكون مباني المحطة علي الارصفة الموازية للسكك وقد تكون الارصفة خارج السكك او بينها مثل محطة العصافرة .

٢ ـ محطة نهائية

وتكون مباني المحطة موازية او متعامدة علي الخطوط الحديدية وتنتهي عندها حركة الخطوط الحديدية مثل محطة مصر .

٣ ـ محطة تفرع

وتتفرع عندها الخطوط الحديدية إلي أكثر من اتجاه ، وتقع أرصفتها قبل أو بعد التفرع خارج السكة أو بين خطوط التفرع مثل محطة سيدي جابر .



ثانيا محطات البضائع (Goobs station) :

تقوم هيئة السكك الحديدية بنقل البضائع المختلفة سواء كانت محزومة أو سائبة من مكان إلي آخر حيث تكفُل عوامل الخدمة من ناحية سرعة النقل والطاقة الكبيرة للنقل والآمان ،

فإذا زادت حركة نقل البضائع في مواقع محطات الركاب ووصلت الي حد أنها تتعارض مع حركة الركاب تلجأ هيئة السكك الحديدية إلي إنشاء محطات خاصة مزودة بتجهيزات مختلفة لشحن وتفريغ البضائع بين القطارات وسيارات النقل تسمي هذه المحطات **محطات البضائع**

أسس تصميم محطات البضائع :

تكون محطة البضائع قريبة من محطة الفرز وقريبة من الطرق المؤدية الي المدينة ، ومحطة الفرز هي محطة مزودة ببعض السكك تعمل علي تنظيم العربات بكل قطار وترتيبها مع ترتيب المحطات التي تمر عليها ،

١ ـ تجهز بسكك مخازن لإستقبال القطارات وسكك للشحن وسكك للتفريغ .

٢ ـ تخصيص اماكن لشحن وتفريغ البضائع السائبة والمحزمة .

٣ ـ تزويد الارصفة بوسائل الشحن والتفريغ الآلي .

٤ ـ تحتاج سكك البضائع المحزومة الي أرصفة مغطاة بسقيفة تحمي البضائع من الظروف الجوية .

٥ ـ تحتاج سكك البضائع السائبة الي وجود طريق للسيارات بمحاذاة طريق سكة القطار بحيث يمكن التحميل بسهولة .

٦ ـ تزود المحطات بمخزن خاص للبضائع الثمينة المحافظة عليها .

٧ ـ تجهز بمكاتب التخليص والكشف عن البضائع وإستلامها .

٨ ـ تزود المحطات بميزان للسيارات وعربات النقل وعربات السكك الحديدية .

٩ ـ تفصل سكك الصادرات عن سكك الواردات في المحطات الكبيرة .

١٠ ـ تزود المحطة بوسائل آمان مثل الحراسة الدائمة ووسائل الإطفاء .

انواع محطات البضائع :

١ ـ محطات البضائع المحزومة

يتم تجهيز المحطة بما يلزم لإستقبال وشحن وتفريغ البضائع المحزومة ، وتوضع تحت سقيفة لحماية البضائع من ظروف الجو و تيسير تخزينها في الفترة بين وصول البضائع وتسليمها لأصحابها .

٢ ـ محطة البضائع السائبة

لا يتم تجهيز هذه المحطات بأرصفة أو سقيفة لأنه يتم نقل البضائع بين سيارات النقل وعربات السكك الحديدية مباشرة بواسطة الرافعات او بواسطة الشفطات او بواسطة السيور المتحركة ، وتكون البضائع من الاخشاب او الغلال او الفحم او البترول او الاسمنت ، حيث يختلف شكل عربات السكك الحديدية تبعاً لنوع البضائع المنقولة .

في الوقت الحالي يوجد في تخطيط محطات البضائع وحدات نقل ومعدات تستخدم لنقل البضائع بكفاءة عالية مثل الحاويات او المقطورات ورافعات لنقل هذه الحاويات بين عربات السكك الحديدية وسيارات النقل ..

انواع التحميل :

١ ـ التحميل الطرفي :

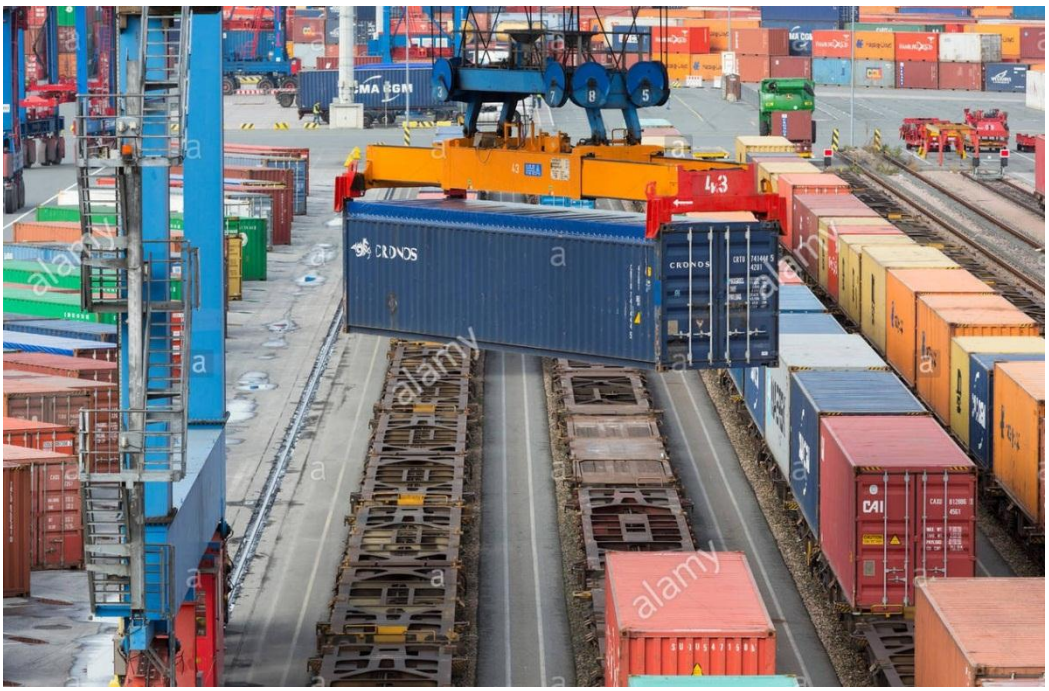
يتم تزويد المحطة برصيف طرفي مزود بزلاقة مع تطابق منسوب الرصيف مع منسوب عربات القطار ليسهل تحميل القطارات او سيارات النقل ، ومثل هذه الحالة لا يمكن استخدام الرافعات ، وجميع سكك التحميل تنتهي بتصادمات .

٢ ـ التحميل الجانبي :

يتم استخدام الرافعات التي تقوم بنقل الحاوية بين القطار وسيارات النقل .

٣ ـ التحميل العلوي :

يتم التحميل بواسطة أوناش علوية متنقلة علي مسار محدد التي تقوم بنقل الحاوية بين القطار وسيارات النقل ، ولا يلزم عمل ارصفة ويكتفي بالطرف المرصوفة .



ثالثا محطات الفرز (Marshalling yards) :

نظرا لزيادة حركة نقل البضائع يلزم تطوير وسائل النقل لرفع كفاءتها والاقلال من زمن دورة وسيلة النقل وزيادة الطاقة الناقلة ،

فعند زيادة كثافة حركة نقل البضائع نجد أن عملية مناورة عربات القطارات تستغرق وقت طويل لفصل وضم العربات مع بعضها في المحطات المتوسطة ،

لذا احتاجت هيئة السكك الحديدية الي إنشاء محطات مزودة ببعض السكك تعمل علي تنظيم العربات بكل قطار وترتيبها مع ترتيب المحطات التي تمر عليها وتسمي هذه المحطات محطات الفرز

الغرض من إنشاء محطات الفرز :

تكوين قطار مرتب حسب الترتيب الجغرافي للمحطات التي يمر عليها لتقصير زمن فصل القطار للعربات بهذه المحطات أو دمج قطار مع قطار آخر قادم من محطة فرز آخرى أو تجميع قطار كامل .

موقع محطات الفرز :

تكون مجاورة لمدينة كبيرة تنتهي اليها قطارات وتبدأ منها قطارات آخرى وتكون قريبة من الموانئ الكبيرة مثل محطة فرز القباري في الاسكندرية .

مهام محطة الفرز :

يتلخص دور محطات الفرز في فك عربات القطار وإعادة تجميعها بترتيب من جديد لتكوين قطارات صادرة متجهة الي الجهات المختلفة .

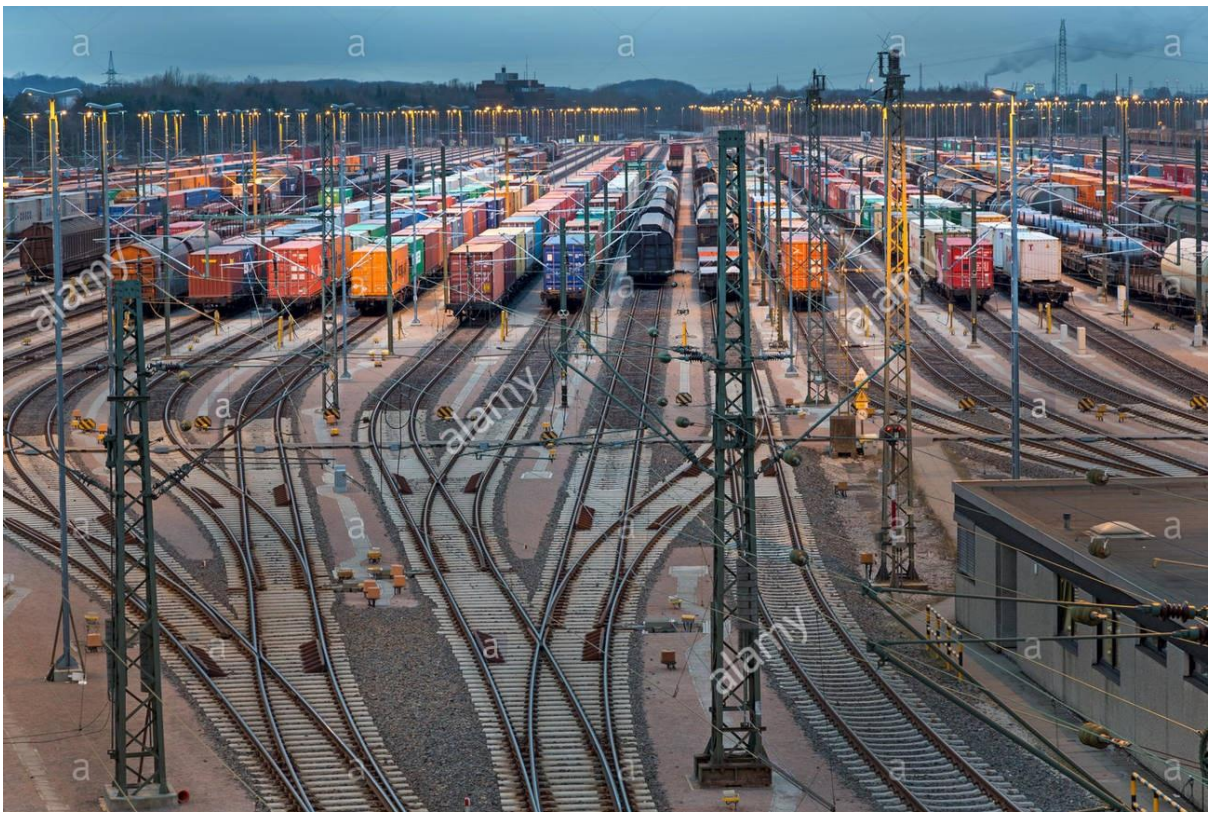
ومن هنا يتضح مهام محطة الفرز :

١ ـ استقبال القطارات الواردة .

٢ ـ فرز البطارات الواردة .

٣ ـ تستيف القطارات الصادرة .

٤ ـ سفرية القطارات الصادرة .



مكونات محطة الفرز :

١ ـ مجموعة الاستقبال :

هي المجموعة التي تستقبل القطارات الواردة حيث تنتظر دورها في الفرز لذا فإن عدد سكك هذه المجموعة يجب أن تستقبل جميع القطارات في وقت الذروة .

٢ ـ مجموعة الفرز :

هي المجموعة التي تفرز القطارات الواردة تمهيدًا لتكوين قطارات جديدة صادرة .

٣ ـ مجموعة التستيف :

هي المجموعة التي تقوم بتجميع العربات الخاصة بكل محطة مع بعضها لتقليل زمن عملية المناورة في المحطات المتوسطة التي تمر بها القطارات لتفريغ البضائع .

٤ ـ مجموعة السفربة :

هي المجموعة التي تنتظرفيها القطارات الصادة بعد إساقبالها وفرزها وتستيفها لحين معاد مغادرتها المحطة .

تصميم محطة الفرز :

لتصميم المحطة يجب جمع هذه البيانات :

١ ـ عدد قطارات البضاعة التي تدخل المحطة أو تخرج منها .

٢ ـ عدد العربات التي يتم فرزها يوميا .

٣ ـ عدد العربات التي تمر من المحطة دون فرزها .

٤ ـ عدد العربات التي تحتاج إلي صيانة قبل مغادرتها .

٥ ـ عدد العربات التي تحجز لإعادة شحن حمولتها بالكامل .

٦ ـ عدد القطارات التي تدخل المحطة لعملية الفرز و تغادر بنفس عرباتها .

رابعاً أحواش القاطرات (Loco yards) :

هي الأماكن المخصصة لعمل الصيانة للقاطرات وتزويدها بالوقود وإعدادها بكل ما يلزم لضمان سلامة سيرها في رحلاتها الطويلة وتوفير أقصي عوامل الأمان للقاطرة وبالتالي للقطار خلفها .

القاطرة هي العنصر الهام بالنسبة لعمليات النقل بالسكك الحديدية لذا لجأت هيئات السكك الحديدية إلي توفير أقصى درجات العناية بالقاطرة وإجراء الصيانة والعمرات حتي تؤدي القاطرة دورها بكفاءة عالية .

وتتفوات أعمال الصيانة بين الاصلاح البسيط حتي العمرات الكبيرة وكذلك تزويد القاطرات بالوقود وشحن البطريات لذا وجب إعداد أحواش القاطرات .

أقسام الصيانة علي القاطرات :

١ ـ الكشف الدوري كل ٢٠.٠٠٠ كيلو متر

٢ ـ الكشف علي البواجي كل ٢٤٠.٠٠٠ كيلو متر

٣ ـ العمرة الكاملة كل ٧٣٠.٠٠٠ كيلو متر

مكونات احواش القاطرات :

١ ـ سكك استقبال وسكك كشف .

٢ ـ سقيفة لاستقبال العدد المناسب من القاطرات المحجوزة للعمرات .

٣ ـ ورشة كاملة لعمليات الصيانة .

٤ ـ مخزن لحفظ المعدات والأدوات والمواد اللازمة للصيانة .

٥ ـ مخزن مواد الوقود والزيوت والشحوم .

٦ ـ سكك للنظافة وسكك للانتظار في العراء .

٧ ـ سكك لإسقاط العجل وإعادة خرطه وإصلاحه .

٨ ـ نقالات متحركة داخل السقائف لنقل القاطرات من سكة الي سكة .

٩ ـ مكاتب الإدارة واستراحات السائقين والمساعدين .

١٠ ـ وسائل أمان مثل الحراسة ووسائل الإطفاء .

١١ ـ مثلث تدوير القاطرات لعمليات المناورة .

خامساً أحواش العربات (Corona yards) :

تقوم هذه الأحواش بصيانة وإصلاح وتجهيز عربات الركاب التي تصل إلي المحطات النهائية وتقوم منها وتختلف الخدمة داخل أحواش عربات الركاب بإختلاف نوع العربات حيث يوجد في القطار الواحد عربات مختلفة الدرجات مثل درجة أولى ودرجة ثانية ودرجة ثالثة وعربات النوم وعربات الاكل وعربات بريد .

ويجب أن يتوافر في أحواش العربات مجموعة من السكك تتناسب مع أطوال وعدد وأنواع العربات التي تقوم الأحواش بصيانتها وتجهيزها للعمل .

أنواع ورش أحواش العربات :

١ ـ ورش العربات :

تختص بعمل العمرة الكاملة والصيانة الجسيمة .

٢ ـ ورش التفتيش :

تقوم بالكشف الدوري والصيانة الخفيفة .

٣ ـ ورش الكهرباء :

تقوم بصيانة الأجهزة الكهربائية مثل أجهزة الادارة وأجهزة التكييف .

٤ ـ ورش قاطرات المناورة :

تقوم بتزويد قاطرات المناورة بالوقود .

الإشارات (Railway signaling) :

منذ كان خط السكة الحديد مجرد خط مفرد يربط محطتين ويسير عليه قطار واحد لم يكن هناك خوف من حدوث أي تصادم .

ولما كان القطار من وسائل النقل محدد المسار ومع ازدياد عدد القطارات في الخطوط أصبح اعتماد السائق خلال سيره علي مجرد الرؤية غير كاف لضمان سلامة سير القطار .

فأدت الحاجة إلي تطور نظام الإشارات من إشارات الرايات متعددة الألوان مروراً بالاشارات الثابتة التي تسمي السيمافورات وصولا إلي استخدام السيمافورات الضوئية التي تعمل بالتيار الكهربي مع نظام البلوك الاوتوماتيكي .

الغرض من الاشارات :

١ ـ التحكم في تنظيم تتابع سير القطارات علي الخوط الطوالية .

٢ ـ تامين سير القطارات لمنع تصادم القطارات .

٣ ـ ضمان تحضين سن الابرة مع قضيب الجنب لتأمين حركة انتقال القطار .

٤ ـ تأمين الحركة علي المزلقانات وعلي الكباري المتحركة والخطوط المتفرعة .

٥ ـ إعطاء التعليمات للسائق بدخول المحطة أو الخروج منها .

أنواع الاشارات :

١ ـ الاشارات اليدوية :

تستعمل الرايات الملونة نهارا والفوانييس المضيئة ليلاً لإرشاد السائقين .

٢ ـ الاشارات الثابتة :

تستخدم بجوار السكة أو بينها أو فوقها للأرشاد السائقين وهي السيمافورات .

وتنقسم السيمافورات سواء ميكانيكية أو ضوئية الي :

١ ـ سيمافورات تعمل ميكانيكياً بواسطة الملارينات .

٢ ـ سيمافورات تعمل أوتوماتيكياً.

٣ ـ سيمافورات تعمل ميكانيكياً بالمالارينات أو اوتوماتيكياً تبعاً لسير القطارات .

تنقسم السيمافورات الميكانيكية إلي :

١ ـ سيمافورات المسافة .

٢ ـ سيمافورات الوقوف .

٣ ـ سيمافورات الوسط .

٤ ـ سيمافورات القيام .

٥ ـ سيمافورات القيام الأمامي .

٦ ـ سيمافورات وسط الأرصفة

٧ ـ السمفافورات الثانوية .

٨ ـ سيمافورات المناورة .

٩ ـ سيمافورات النداء .

١٠ ـ سيمافورات الدسكات .

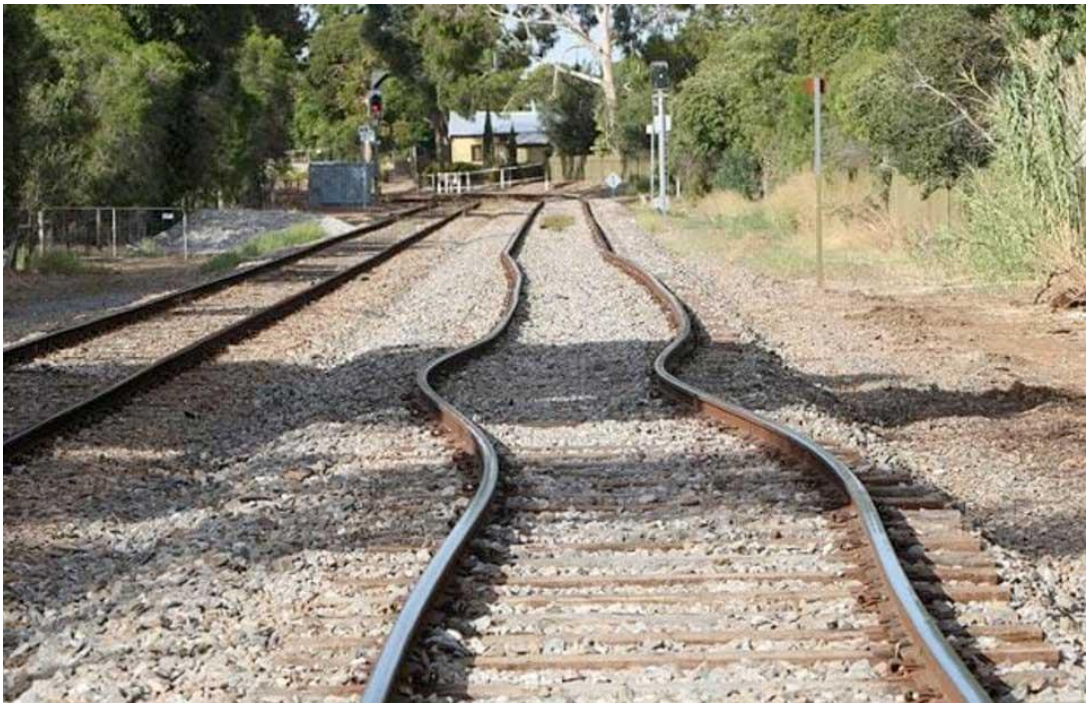
صيانة الخطوط الحديدية (Track maintenannce) :

تتكون شبكة الخطوط الحديدية من خطوط طوالي أو سكك مخازن أو تفريعات السكك المختلفة .

بعد إنشاء خطوط السكة الحديدية فإنها تبقي فترة من الوقت بحالة جيدة ثم تبدأ العيوب في الظهور مع الوقت في أجزاء مكونات السكة وتراكم هذه العيوب يشكل خطورة علي ثبات السكة وحركة القطارات .

وتسبب الإجهادات المؤثرة علي السكة سواء كانت إجهادات رأسية او إجهادات عرضية أو إجهادات طولية تغير في مناسيب السكة وتعرجها مع الوقت مما يدعو الي صيانة السكة وإصلاح العيوب .

ونتيجة للحركة المستمرة والعوامل الجوية المؤثرة علي السكة التي قد تتسبب في تآكل أجزاء السكة من صدأ الصلب وتحلل الإخشاب وتدهور الخرسانة مما يقلل عمرها الفني والإقتصادي ومما يدعو الي استبدال الأجزاء التي انتابتها العيوب .



العوامل المؤثرة علي مدي تحمل السكة :

١ ـ الحمل الواقع علي محاور العجلات من القطار .

٢ ـ كثافة الحركة علي السكة التي تحدد بالأوزان الكلية من وزن القطار ووزن المنقول

٣ ـ السرعة القصوى المقررة للقطارات .

التنظيم الإداري لصيانة السكة :

١ ـ يتم تقسيم شبكة الخطوط الي أجزاء يطلق عليها اسم التفاتيش .

٢ ـ يتم تقسيم التفاتيش الي أقسام يشرف علي كل قسم مهندس يسمي مهندس القسم

٣ ـ يتم تقسيم القسم الي مناطق ويشرف علي كل منطقة مهندس يسمي مهندس منطقة

٤ ـ يشرف مهندس المنطقة علي مجموعة من مفتشي الدريسة وعمالهم .

٥ ـ يشرف مفتش الدريسة علي أطوال من السكة تبلغ ٨٠ كيلو متر .

٦ ـ يتم تقسيم الدريسة الي مسافات قصيرة تسمي البوستة تبلغ طولها ١٠ كيلو متر .

٧ ـ يشرف علي البوستة أسطي الدريسة ويعمل تحت إشرافه مجموعة من العمال يطلق عليهم عساكر الدريسة .

أعمال الصيانة في السكة :

١ ـ اعمال الصيانة وتشمل :

أ ـ الصيانة الشاملة

ب ـ الصيانة الجزئية

٢ ـ التجديدات وتشمل :

أ ـ تجديد كامل لكل السكة

ب ـ تجديد كامل لبعض أجراء السكة

٣ ـ التغيرات وتشمل :

أ ـ تغيير السكة بالكامل

ب ـ تغيير بعض أجزاء السكة

١ ـ اعمال الصيانة :

تنقسم اعمال الصيانة الي :

أ ـ صيانة دورية

ب ـ صيانة يومية

ج ـ صيانة موسمية

اعمال الصيانة الدورية :

يتم فحص السكة والتأكد من خلوها من العيوب علي فترات متقاربة ويشمل الفحص :

١ ـ ثبات منسوب القضبان .

٢ ـ الفلنكات .

٣ ـ البلنجات ومسامير الربط .

٤ ـ اتساع السكة .

٥ ـ نظافة طبقة الزلط .

٦ ـ السيمافورات .

٧ ـ مراقبة السكة اثناء سير القطارات وملاحظة الترخيم .

٨ ـ المزلقانات .

ويتم الفحص عن طريق عمال أو عربات خاصة مجهزة بإطارات تسير علي الطرق أو علي السكك مثل عربة سبري المستخدمة في كشف العيوب الغير ظاهرة في القضبان وعربات خاصة تستخدم أجهزة لضبط اتساع السكة .

أهم اعمال الصيانة الدورية :

١ ـ تنظيف طبقة الزلط :

يجب تنظيف طبقة الزلط حتي لا تمنع تصريف المياة مما يؤدي إلي حدوث مشاكل في السكة ويتم التنظيف بماكينة (Ballast Cleaner) وهي تسير علي قضبان السكة او قضبان خاصة وتقوم بتنظيم ١ متر طولي من السكة في الدقيقة حيث يتم سحب الزلط ورفعه الي مناخل حيث تقوم بإبعاد المخلفات وتشوين الزلط في عربات ملحقة بها وإعادته الي السكة دمكه .

ويتم رش طبقة من الزيوت أو خلط طبقة الزلط بمادة البيتومين حتي لا يسبب تطاير الأتربة الناتج من عملية تنظيف طبقة الزلط مضايقة عمال الصيانة وتأثيرها علي وحدات الصيانة

٢ ـ تحديد الشكل الهندسي للسكة :

التأكد من مدي ترابط القضبان مع بعضها بواسطة أدوات الربط وربط الفلنكات مع بعضها بواسطة أدوات التثبيت والمحافظة علي الابعاد التصميمية للسكة .

ويحدد الشكل الهندسي بملاحظة :

١ ـ استواء القضبان في الإتجاة الطولي .

٢ ـ الإرتفاع النسبي بين القضبان في الإتجاة العرضي .

٣ ـ اتساع السكة القياسي .

٤ ـ اتساع الفجوة بين الوصلات .

٥ ـ تقسيط الفلنكات .

٣ ـ ضبط مناسيب السكة :

والهدف منها تصحيح الخطأ في المنسوب الرأسي للسكة سواء في الإتجاة الطولي أو الإتجاة العرضي الناتج عن هبوط الفلنكات لهروب طبقة الزلط تحتها لوجود جيوب فراغ في أساس السكة ، فيتم رفع السكة التي حدث بها هبوط بروافع يدوية أو ميكانيكية للمنسوب التصميمي لها ووضع طبقة من الزلط الجديد بعد دمكه جيداً

٤ ـ استقامة الخط :

والهدف منه تصحيح الخطأ في تمام الإستقامة في الخطوط المستقيمة وتمام الإستدراة في الخطوط المنحنية ، وخروج السكة عن الوضع التصميمي لها يؤدي إلي حدوث تآكل في القضبان وزحف السكة طولاً وعرضاً وتغير في مسافة الفدو :

وهي المسافة بين السكتين في حرم السكة الواحد ،

فيتم استخدام العتلات لإعادة الخطوط إلي وضعها التصميمي مع ضبط درجة الزحزحة لاصلاح التعرج الحادث ، ويفضل استعمال الألات المساحية كالميزان لتحديد مقدار الزحزحة المطلوبة بدقة لإعادة ضبط استقامة الخطوط .

٢ ـ التجديدات :

وتنتقسم الي :

أ ـ التجديد الكامل للسكة

ب ـ تجديد الكامل بعض أجزاء السكة منها :

١ ـ تجديد الفلنكات

٢ ـ تجديد القضبان

٣ ـ تجديد طبقة الزلط

وعملية التجديد هي تغيير أجزاء السكة بأجزاء جديدة أو أجزاء مستعملة لكن بحالة جيدة حيث تم تركيبها في السكة وتم رفعها لأسباب منها تغير الخط مثلا أو تطويره لكنها بحالة جيدة تسمح باستعمالها مرة اخرى .

وتتم عملية التجديد في الوقت الذي يسمح بتعطيل الحركة علي الخط كما يلي :

١ ـ تعطيل الحركة كليا طول العمل .

٢ ـ تعطيل الحركة جزئيا لعدة ساعات .

٣ ـ عدم تعطيل الحركة العمل في الفترات بين مرور القطارات .

ويفضل الطريقة الاولي عن طريق تشغيله بنظام الخط الواحد في الخطوط المزدوجة بحيث يتم إلغاء الحركة في خط وتتم الحركة في الخط الثاني مع وجود تحويلات تسمح بانتقال القطار من الخط المعطل الي الخط الغير معطل .

حتي يتم تنفيذ التجديدات بآمان مع استعمال المعدات الميكانيكية بكامل طاقتها وإتمام العمل في أقصر وقت ممكن .

تجديد القضبان :

تجهيزات قبل تجديد القضبان :

١ ـ تحديد عدد القضبان المطلوبة للأجزاء المستقيمة والمنحنية .

٢ ـ حصر جميع الأجزاء المستعملة في عملية التجديد .

٣ ـ تحديد العمالة وتجهيز المعدات ووسائل النقل .

٤ ـ عمل جدول زمني للتجديد .

خطوات عملية التجديد :

١ ـ توزيع الاجزاء :

يتم توزيعها علي السكة قبل يوم واحد من عملية تغيير القضبان .

٢ ـ رفع القضبان القديمة :

يتم فك مسامير البلنجات وفك مسامير تثبيت القضيب مع الفلنكة وزحزحة القضيب خارج السكة أو منتصفه ليسهل علي الروافع الميكانيكية رفع القضبان القديمة علي عربات القضبان .

٣ ـ تجهيز السكة :

يتم إزالة الوسائد من علي الفلنكات مع غلق مكان مسامير تثبيتها بالفلنكة بخوابير خشبية ، وتنظيف مكانها ووضعها مرة أخرى علي الفلنكات .

٤ ـ وضع القضيب الجديد :

يتم وضع القضيب الجديد علي الوسائد عن طريق رافعات مجهزة للتحرك علي القضبان في حالة القضبان العادية ،

ويتم سحبه من علي العربات وإنزلاقه علي بكرات متحركة بحيث يسقط مباشرة علي الوسائد في حالة القضبان الملحومة .

٥ ـ تثبيت القضبان الجديدة .

يتم تثبيت القضبان في الفلنكات وربطها مع بعض عن طريق البلنجات بمساميرها .

٦ ـ أعمال اضافية :

وهي تقطيع القضبان المعدة للتركيب أو دك السكك عند الوصلات .

٧ ـ التنظيف :

يتم إزالة القضبان القديمة وإزالة الأجزاء المستعملة من السكة وتجهيز الخط للعمل

معدات التجديد :

١ ـ أوناش فك ورفع وتركيب السكة .

٢ ـ أوناش شحن وتفريغ الاجزاء المستخدمة .

٣ ـ مقطورات .

٤ ـ وحدات توليد التيار الكهربي .

٢ ـ تجديد الفلنكات وطبقة الزلط .

تجديد طبقة الزلط والفلنكات :

في حالة تجديد الفلنكات يتم تغيير الفلنكات التالفة وترك الفلنكات الجيدة في السكة

اما في حالة تجديد طبقة الزلط يتم تغيرها بالكامل .

خطوات تغيير وطبقة الزلط الفلنكات :

١ ـ يتم إزالة طبقة الزلط باستخدام البلدوزر او عربات كسح .

٢ ـ فك الفلنكات من الوسائد ودفعها عرضياً خارج السكة .

٣ ـ تركيب الفلنكات الجديد في الوسائد بمساميرها .

٤ ـ وضع طبقة الزلط الجديد .

٥ ـ رفع السكة في حدود سنتيمترات لدمك الطبقة الزلط جيداً .

٦ ـ ضبط السكة في الاتجاة الطولي .

٧ ـ تنظيف السكة وإزلة المخلفات ..

المراجع ..

كتاب هندسة السكك الحديدية دكتور حسن محمد حميدة ودكتور محمد توفيق سالم الجزء الأول والثاني

كتاب خطوط السكك الحديدية مهندس عبد الكريم

محاضرات هندسة السكك الحديدية دكتور علاء جبر موجودة علي النت pdf

محاضرات هندسة السكك الحديدية دكتور عبد الحميد موجودة علي النت pdf