الباب السادس

منظومة التعليق

الفصل الأول

التعليق بالنوابض

تمهيد

يشتمل نظام التعليق على الترتيبات التي تستعمل لوصل العجلات بجسم المركبة، ويعمل على تجنب إنتقال الصدمات الكبيرة الناتجة عن ارتطام العجلات بمطبات الطريق إلى الركاب ومكونات المركبة، مما قد ينتج عنه إنزعاج شديد لدي الركاب بالإضافة إلى الأضرار التي قد تحدث بالمركبة.

وعلى الرغم من أن مرونة الإطارات الهوائية تعمل على إمتصاص الجزء الأكبر من الصدمات الناتجة عن المطبات، إلا أن الحاجة تبقي قائمة إلى إستخدام النوابض (السوست والياءات) للحصول علي قيادة مريحة، علما بأن النوابض تعمل على إمتصاص الطاقة وإرتدادها بالمركبة، مما يجعل الحاجة ضرورية لتركيب المخمدات (روادع الصدمات) لإمتصاص الصدمات.

يتناول الفصل الأول من هذا الباب منظومة التعليق التي تشتمل على النوابض بأنواعها مثل النوابض اللولبية – النوابض الورقية – القضبان الالتوائية النابضة بأنواعها وأشكالها المختلفة – النوابض الهيدروليكية، والمخمدات (روادع الصدمات أو ممتص الصدمات) وأنواعها وضبطها وصيانتها.

ويتعرض الفصل الثاني إلى تعليق العجلات، وميل جسم السيارة، والأنواع الشائعة لتعليق العجلات الأمامية والعجلات الخلفية في سيارات الركوب ومميزات وعيوب كل منها، وتعليق العجلات في السيارات التجارية (سيارات الخدمة العامة).

التعليق بالنوابض

تتعرض المركبات المختلفة أثناء السير وعند الكبح (الفرملة) أو التسارع إلى العديد من الصدمات الناتجة عن عدم إنتظام الطرقات، وهو ما بسبب إنزعاجاً لقائد المركبة (السائق) وللركاب، كما يؤدي ذلك إلى أضرار بالمركبة وبالمواد المنقولة، لذلك كان من الضروري استعمال منظومة تعليق تتكون من مجموعة نوابض (ياءات) وروادع صدمات (المخمدات بأنواعها).

وظائف منظومة التعليق :

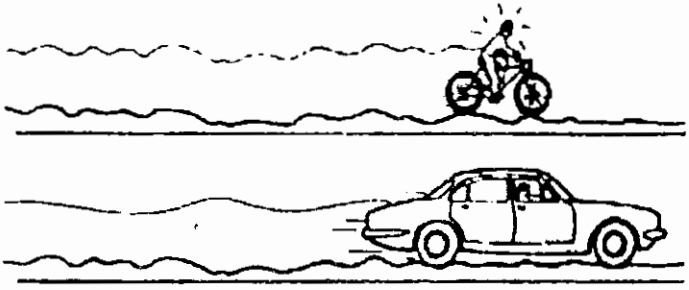
تؤدي منظومة التعليق الوظائف التالية:-

1. تخفيض صدمات الطريق (المطبات في طريق السير) وتلقيها ثم تحويلها إلى اهتزازات.
2. ضمان تلاصق ثابت بقدر الإمكان بين العجلات وطريق السير، وذلك لتأمين قياده السيارة إلى أبعد حد ممكن .
3. زيادة الراحة أثناء السير لمسافات طويلة أو أثناء السفر، وحماية للركاب والمنقولات.
4. المحافظة على الأجزاء الإنشائية التي تلي النوابض من التلف.

النوابض والمخمدات:

تركب النوابض بين عجلات السير وجسم السيارة، بحيث تسمح للعجلات بتتبع سطح الطريق غير المنتظم شكل 6 – 1 مع السماح بالحد الأدنى للاضطراب في جسم السيارة.

تستخدم النوابض والمخمدات لإمتصاص وإخماد صدمات الطريق، وبالتالي توفير الراحة للركاب وحماية للمواد المنقولة بالإضافة إلى تجنب الأضرار التي قد تحدث لمكونات السيارة.



شكل 6 – 1

تعمل النوابض (اليايات) على تخفيض الاهتزازات الرأسية

نظم التعليق بالنوابض:

النظم التالية معروفة ويكثر استعمالها في الإنتاج الكمي وهي كالآتي:-

1. التعليق بنوابض الصلب (نوابض الصلب الورقية – نوابض الصلب الحلزونية – قضبان الصلب الإلتوائية النابضة).
2. التعليق بالنوابض الهوائية (نظم مفتوحة ونظم نصف مغلقة).
3. التعليق بالنوابض الهيدروليكية المرنة.
4. التعليق بالنوابض الهيدروليكية مع استخدام الهواء المضغوط.
5. أنواع أخري من النوابض مثل نوابض اللي المطاطية وغيرها.

التعليق بنوابض الصلب:

يصنع هذا النوع من النوابض من الصلب السبائكي الذي عومل معاملة حرارية خاصة تتفق مع أغراض الاستخدام اللاصقة، وكثيراً ما يتم تصليد هذه النوابض .. وهي أساساً نوابض ورقية وحلزونية عن طريق قذفها بكريات شديدة الصلادة، وتقوم إجهادات الضغط المتولدة بهذه الطريقة بالتأثير ضد إجهادات التحميل الناشئة، ويمكن إضعاف الحساسية عند الحواف بهذه المعالجة.

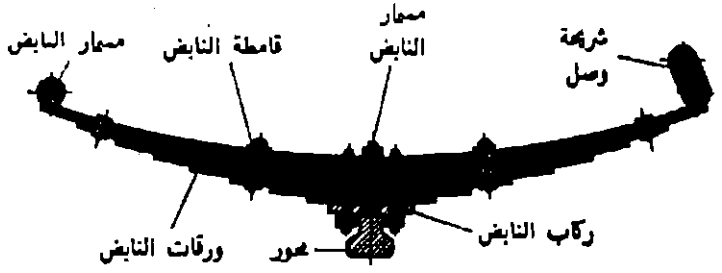
تتميز النوابض التي تعالج حرارياً بمثل هذه الطريقة بارتفاع متانتها ومقاومتها للكلال.

يجب الانتباه إلى عدم تغيير خواص النوابض من خلال تعرضها للهب مباشر، أو بإهمال الاعتناء بها بصورة غير مقصودة.

النوابض الورقية:

تتميز النوابض الورقية بالمميزات التالية:-

1. بساطة الإنتاج (بالحدادة من خامات مدلفنة أو مسحوبة).
2. إمكانية توجيه المحور ونقل قوي الدفع.
3. سهولة التغيير (الاستبدال).
4. مازالت النوابض الورقية الموضحة بشكل 6 – 2 تستخدم في المركبات ذات المحور الخلفي الجاسئ بصفة خاصة، وتقوم أذرع توجيه طويلة ومستعرضة لتوجيه المحور في التصميمات الحديثة لهذه النوابض.



شكل 6 – 2

نابض ورقي

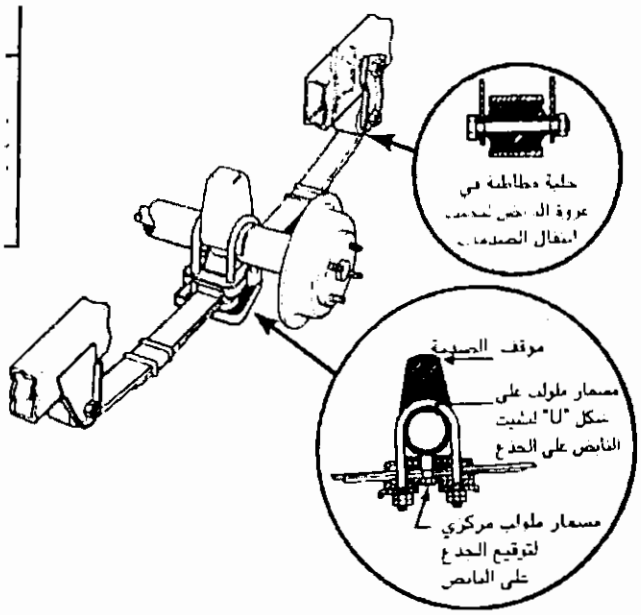
تتكون النوابض الورقية من ورقة نابضة رئيسية بالإضافة إلى عدد من الأوراق النابضة المساعدة تزداد في القصر.

تزود الورقة الرئيسية وأحياناً الورقة التالية لها أيضاً عن طرفيها بفتحة للتثبيت في الهيكل بواسطة وصلة مفصلية.

تقوي الورقات بواسطة مسمار وصامولة الذي يثبت بوضع مركزي بالورقات

كما هو موضح بشكل 6 – 3. ويستخدم رأس المسمار كعلامة دليلية لوضع النابض (الياي) على فرشته، بحيث يتوافق مع الثقب المركزي للفرشة، وبذلك لا يستطيع النابض التحرك (الزحزحة) بالنسبة للفرشة.

يربط الاتجاه العرضي عند كلا طرفيه بوصلة من الصلب. يعتبر التعليق بالنوابض الورقية من النظم المنخفضة التكلفة.



شكل 6 – 3

نابض (ياي) ورقي

النوابض اللولبية:

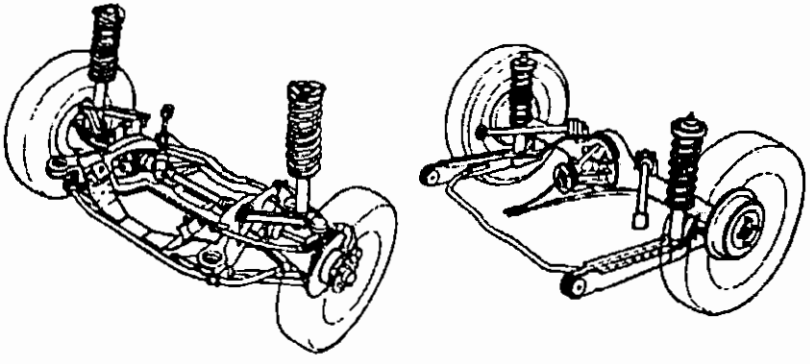
النوابض اللولبية الموضحة بشكل 6 – 4 تسمي أيضاً باللولب الحلزونية، وتعتبر من أكثر النوابض (اليايات) استخداماً في السيارات، حيث أنها توفر قيادة أكثر هدوءً من النوابض الورقية.

يستخدم هذا النوع من النوابض بصورة أساسية في التعليق المستقل للعجلات (تعليق مفرد) في أنظمة التعليق الأمامية والخلفية، ويتيح الحيز الأسطواني الداخلي

الحر للنابض تركيب ممتص الصدمات اللازم فيه، ولما كانت النوابض الحلزونية لا تستطيع نقل أي قوة دفع، حيث يحدث لها تحديب (إنبعاج)، فإن تعليق العجلة يرتب بحيث تتحمل أذرع التوجيه والأذرع المنزلقة القوي المؤثرة جانباً، ولهذا السبب توجه النوابض الطويلة بواسطة جلب دليلية.

شكل وتكوين النوابض اللولبية:

تصنع أطراف النوابض اللولبية بأشكال مختلفة طبقاً لطريقة تثبيتها، ففي أبسط تصميم لها تكون نهاية اللفات مقطوعة فقط، ويزيد العمل المبذول عندما يجلخ كلا النهايتين تجليخاً مستوياً، كذلك يمكن تشكيل اللفة الأخيرة لتكون عروة، ولا تحتاج الحلزونية إلى صيانة، علماً بأن علامات الصدأ التي تظهر على أسطح لفات النوابض تضر بمقاومة الكلال. تكون النوابض الحلزونية التي تتساوي فيها خطوة اللف ذات منحني خصائصي خطي، أما النوابض الحلزونية التي تكون فيها اللفات متباينة الخطوة، فتزداد صلادتها كلما إزداد مدي حركة النابض (مسار النابض)، وبذلك تكون ذات نابضية تصاعدية.



(ب) (أ)

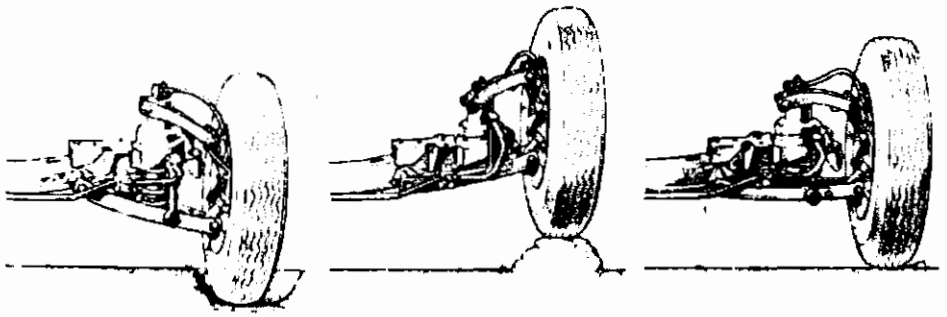
شكل 6 – 4

التعليق بالنوابض اللولبية

(أ) تعليق ذو جذع ذراعي .. (جذع خلفي).

(ب) تعليق مستقل .. (تعليق أمامي).

يمكن بواسطة النوابض اللولبية أن ترتفع إحدى العجلتين أو تنخفض رأسياً دون تأثير وضع العجلة الثانية كما هو موضح بشكل 6 – 5. هذا يعني أن هيكل السيارة يظل أفقياً في كل الأوضاع الثلاثة السابق ذكرها.



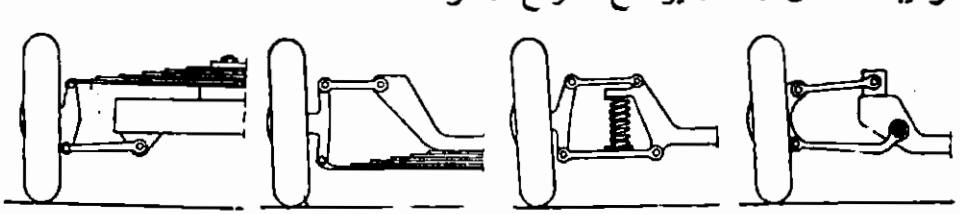
شكل 6 – 5

تعمل النوابض اللولبية على ارتفاع أو انخفاض العجلة
دون أي تأثير العجلة الثانية

(أ) العجلة في حالة استواء سطح الأرض.
(ب) العجلة في حالة إرتفاع سطح الأرض.
(ج) العجلة في حالة إنخفاض سطح الأرض.

استخدام النوابض الحلزونية:

تستخدم النوابض (اليايات) الحلزونية وأذرع الالتواء كأجزاء رئيسية مع العجلات المستقلة، بينما تستخدم بعض دور لصناعة نوابض ورقية لنفس هذه التركيبات. شكل 6 – 6 يوضح الأنواع الأكثر استخداماً.



شكل 6 – 6

استخدام النوابض الحلزونية والورقية وأذرع الالتواء كأجزاء رليسية مع العجلات

(أ) وصلة التوائية .. (ساق التوائي متصل بحامل المفصل، ورادع صدمات متصل بأعلى حامل المفصل).

(ب) وصلة نابض حلزوني بشفة .. يثبت غالباً رادع الصدمات في النابض اللولبي.

(ج) وصلة نابض ورقي .. رادع صدمات مثبت في الذراع العلوي.

(د) وصلة نابض ورقي .. رادع صدمات مثبت في الذراع السفلي.

القضبان الإلتوائية النابضة:

تنتج القضبان الإلتوائية النابضة من أجود الخامات المستعملة في صنع النوابض. تثبت هذه النوابض في إتجاه موازي لمحور السيارة الطولي، أو في اتجاه مستعرض عليه، ويجب أن تحول زاوية اللي الصغيرة جداً إلى مدي حركة كبيرة للنابض عن طريق رافعة.

ينتج عن استعمال القضبان الرفيعة الطويلة تعليقاً ضعيفاً خالياً من الخمد الذاتي بالاحتكاك، ويتطلب ذلك تركيب رادع صدمات (ممتص صدمات)، ويعتبر السطح الخارجي للقضبان الإلتوائية النابضة بالغ الحساسية للخدش التي تسببها عمليات التشغيل والصيانة، ومن ثم فإن هذه القضبان تزود عادة بطبقة واقية، كما يراعى المحافظة عليها من التلف أثناء عملية التركيب.

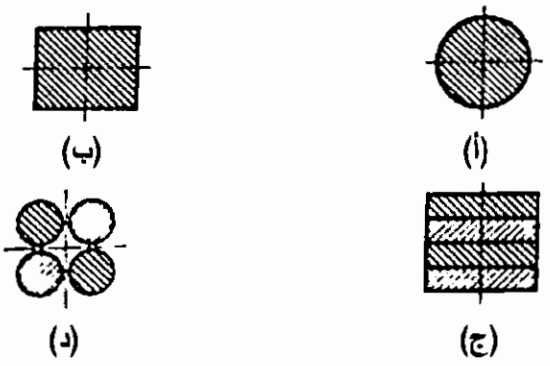
شكل وتكوين القضبان الإلتوائية النابضة:

تصنع القضبان الإلتوائية النابضة شكل 6 – 7 من مقاطع بأشكال مختلفة، تثبت نهايات رؤوس القضبان المستديرة المقطع بالكبس، ونادراً ما تتخذ شكلا مربعاً، أو تثبت بواسطة خوابير مستعرضة، وغالباً ما تجهز بشقوب تسنين تسمح بمواءمة جيدة للإجهاد المسبق في النابض.

تثبت النهايات ذات المقطع المستطيل بواسطة قوامط، ولا يحتاج هذا النوع من النوابض إلى صيانة، ولا يمكن التوصل فيها إلى نابضية تصاعدية.

لما كانت النوابض الفولاذية (النوابض المصنوعة من الصلب) المحسنة لا تفي

بكل الشروط الواجب توافرها، فقد طورت نظم نابضية جديدة، وتم هذا التطوير في معظم الإنتاج العالمي. ويجري حالياً تصميم التعليق بالنوابض، بحيث يكون التعليق غير متوقف على حالة التحميل، كما يمنع الميل عند السير في المنعطفات والهبوط عند الكبح (الفرملة)، ويتجنب أي تمايل أو دفع أو ترجح للتركيبة العلوية للمركبة.



شكل 6 – 7

الأشكال المختلفة للمقطع المستعرض للقضبان الإلتوائية النابضة

(أ) قضيب ذو مقطع مستدير.

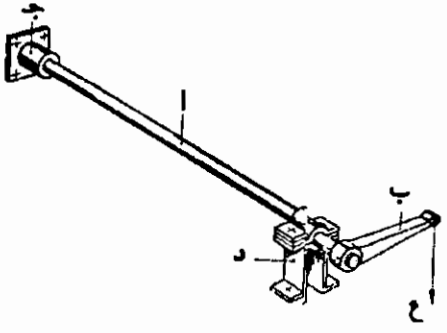
(ب) قضيب ذو مقطع مستطيل.

(ج) قضيب متعدد الطبقات.

(د) قضيب على شكل حزمة.

مبدأ عمل القضبان الإلتوائية النابضة:

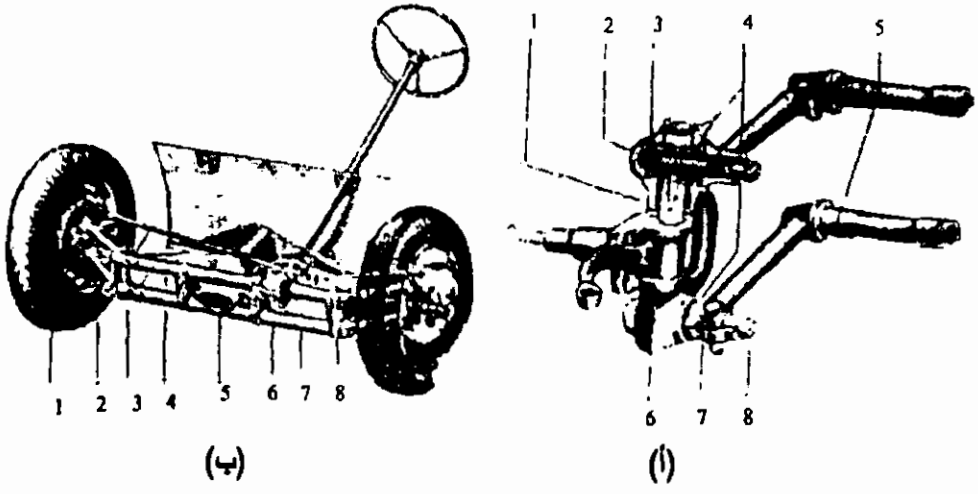
شكل 6 – 8 يوضح مبدأ عمل القضبان الإلتوائية النابضة. للساق (أ) المصنوع من صلب النوابض مثبت في القاعدة (ج) وتسند على كرسي محور (د). القوة (ع) الواقعة على الرافعة (ب) تؤثر على الساق (أ) للالتواء على كل طوله.



شكل 6 – 8

قضيب التوائي نابض

تزود السيارة فولكس واجن بتعليق بقضبان التوائية كما هو موضح بشكل 6 – 9 (أ)، بحيث تعطي السيارة الخفيفة تعليقاً أكثر مرونة، وبذلك تحتفظ العجلة بنفس الوضع عندما تتحرك في حركة صاعدة أو هابطة شكل 6 – 9 (ب).



شكل 6 – 9

تعليق أمامي للسيارة بقضيب التوائي نابض

التعليق بالنابض الهوائي:

يعتبر هذا النابض من أكثر أنواع النوابض الحديثة المتطورة إنتشاراً، حيث غالباً ما تزود به سيارات ركوب الأشخاص وسيارات الركوب العامة، وعلى الأقصى

الحافلات (الأوتوبيسات).

يعمل القسم الأكبر من النظم المعروفة عن طريق تنظيم كمية الهواء، ومن الضروري في هذا النظام استخدام تجهيزة خاصة تعمل على الإمداد بالهواء المضغوط، وإذا كانت هذه التجهيزة متوفرة، فإنه يجب أن يركب للنابض خزان تغذية منفصل عن الأجهزة الأخرى، ويتحقق ذلك بواسطة صمام لا رجعي للتدفق الزائد.

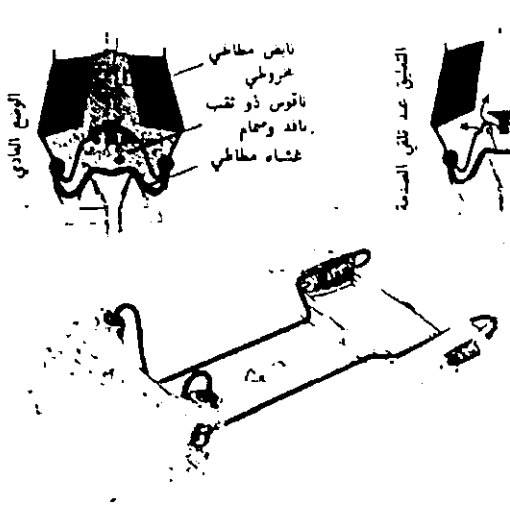
يوجه الهواء المضغوط من الخزان إلى عناصر النابض عبر الصمامات المنظمة لمستوي الضغط. ويمكن تقسيم نظم النوابض المختلفة الأكثر إنتشاراً إلى الآتي:-

1- نظام النابض الهوائي المفتوح وغالباً تجهز به الشاحنات والمقطورات والحافلات.

2- نظام النابض الهوائي المغلق ويكثر استخدامه في سيارات ركوب الأشخاص المرتفعة الثمن.

التعليق بنابض هيدروليكي مرن:

يكون النابض وممتص الصدمات في هذا النوع من التعليق النابضي وحدة متكاملة، ويشير الاسم إلى استخدام سائل، وكذلك إلى الخواص المرنة للمواد المطاطية المستعملة في تركيب عناصر النابض شكل 6 – 10.



شكل 6 – 10

التعليق بنابض هيدروليكي مرن

السائل الهيدروليكي المستخدم في نظام التعليق النابضي:

يتكون السائل الهيدروليكي المستخدم في نظام التعليق النابضي من ماء وكحول بنسبة 50% تقريباً لكل منهما، بإضافة واقي من الصقيع. يعمل هذا السائل كوصلة ميكانيكية جاسئة، ويضاف إلية كمية صغيرة من وسيط مقاوم للصدأ بقصد إطالة عمر الأجزاء المعدنية.

يعمل هذا المزيج دون أي صعوبات تحت ظروف الحرارة غير العادية. تصب كمية السائل في صمام الملء حتى يصل إلى المستوي الذي يتطلبه تشغيل السير المتوسط.

عمل وتأثير النابض الهيدروليكي:

يمكن لعنصر النابض المفرد أن يعمل دون أن يكون متصلاً مع بقية العناصر، إلا أن عناصر النابض الموجودة عند جانب المركبة تكون عادة متصلة ببعضها حتى يمكن التوصل إلي تكبير كمية السائل، وبالتالي الوصول إلي مقدرة تشغيل أعلي. فعند

إصطدم إحدى العجلات الأمامية، ينتقل جزء من الضغط الهيدروليكي إلى الخلف ليجعل التعليق أكثر صلادة، وإذا إرتفعت مقدمة المركبة لا تتأثر المؤخرة بالهبوط، ومن ثم ينخفض ترجح التركيبة العلوية للمركبة.

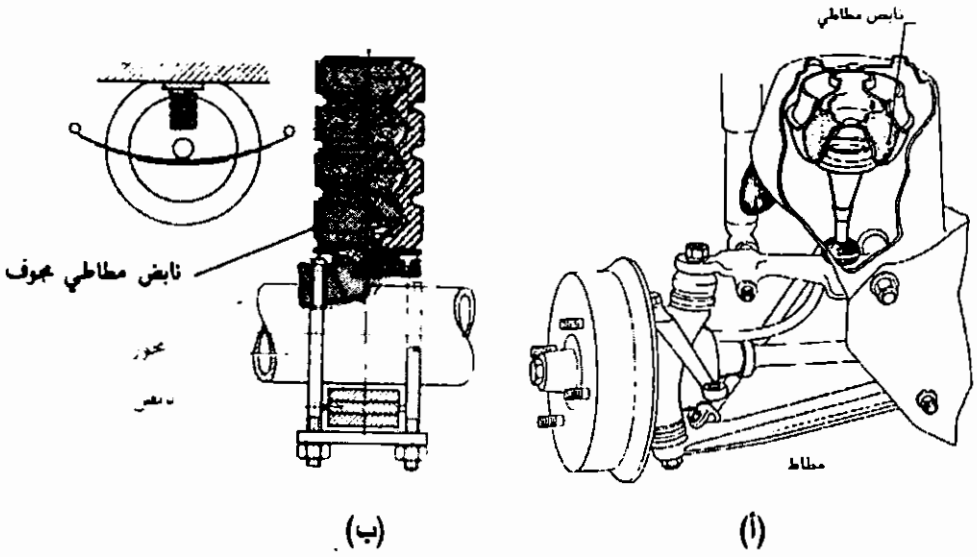
ويكون التأثير لهذه النوابض في البداية ليناً، ثم يصبح أكثر صلادة مع إزدياد الشوط (المسار)، مما يعمل على منع إهتزازات الترجح والميل المستعرض الغير مرغوب فيه منعاً تاماً. أما المنع الكلي للترجح فهو من وظائف الموازنة (الموازنات ذات القضيب الإلتوائي). تركب هذه الموازنات في الجزء الخلفي من الإطار، ويعمل القضيب المجزأ كنابض إضافي عند الأحمال العالية.

يتميز التعليق بالنابض الهيدروليكي بعدم احتياجه لأي صيانة، كما أنه لا يحتوي على أي أجزاء تتعرض للبلي. يوجد هذا النظام في مركبات المرتبة المتوسطة.

أنواع أخرى من التعليق بالنوابض:

نظراً لأن المواد المطاطية ذات خمد ذاتي وعالي ووزن منخفض، ونابضية متزايدة المعدل (نابضية تصاعدية)، فإنها تعتبر دائماً مادة صالحة لإنتاج العناصر النابضية، ولا يمكن استخدام المطاط وحده كمادة رئيسية لصنع نوابض المركبات المختلفة، فالنابض المطاطي المجوف الموضح بشكل 6 – 11 (أ) ليس سوي محدد لمدي حركة النابض دون قوة صد.

يستخدم هذا النابض في المقطورات الخفيفة أحادية المحور، وتستخدم معظم الشركات محاور مزودة بنوابض مطاطية كما هو موضح بشكل 6 – 11 (ب).



(ب) (أ)

شكل 6 – 11

أنواع أخري من نوابض التعليق

(أ) نابض مطاطي.

(ب) نابض مطاطي مجوف

مميزات نظام التعليق المستقل:

يتميز نظام التعليق المستقل بالآتي:-

1- إمكانية تثبيت نوابض أكثر مرونة.

2- تحسن توجيه القيادة.

3- اتصال دائم للعجلات مع الطريق حتى ولو كان سطح الطريق غير منتظم.

4- إمكانية تركيب المحرك بالقرب من مقدمة السيارة، أي توفير قيادة أفضل ومزيد من الراحة.

ممتص الصدمات:

من المعروف أن النوابض (الياءات) تهبط بعد الانضغاط، وللحصول على عودة سريعة لهذه النوابض إلى حالة السكون، يستخدم ممتص الصدمات (رادع الصدمات) ،

هذا يعني أن الغرض من استخدامه هو معادلة ردود فعل النوابض لتكون قادرة على إمتصاص الصدمات المتكررة، أو بمعني آخر إمتصاص الطاقة المحزونة في النابض.

يثبت ممتص الصدمات بالهيكل بواسطة ماسكات، بينما تثبت الرافعة في الجزء غير المعلق بواسطة وصلة، وفي أنظمة العجلات المستقلة يوصل ممتص الصدمات بحامل المفصل الداخلي.

مبدأ عمل ممتص الصدمات:

يتلخص مبدأ عمل ممتص الصدمات الهيدروليكي من خلال إمرار سائل من أحد جانبي مكبس إلى الجانب الآخر خلال فتحات صغيرة (باتساع قابل للضبط في بعض التصميمات). كلما كانت هذه الفتحات صغيرة زادت مقاومة مرور الزيت.

يراعى أن يكون الزيت المستخدم في ممتص الصدمات مطابق للمواصفات القياسية الدولية.

وظيفة ممتص الصدمات:

يتمثل وظيفة ممتص الصدمات في الآتي:-

1. العمل على سرعة تضاؤل إهتزازات جسم المركبة.
2. تخفيض اهتزازات الكتل غير المعلقة وعلى الأخص العجلات، حتى لا ينقطع اتصال مسار القوة المحركة مع طريق السير.
3. لا يخفض ممتص الصدمات من الصدمات، بل إنه يخفض من الاهتزازات، لذلك فإن تسميته الصحيحة هي ممتص الاهتزازات، ويرمي الهدف من استخدام ممتص الصدمات إلى تثبيت قيمة ذبذبة الاهتزازات التي تتعرض لها المركبة (عالية كانت أو منخفضة)، وسواء كان التحميل صغيراً أو كبيراً.

أنواع تصميمات ممتص الصدمات:

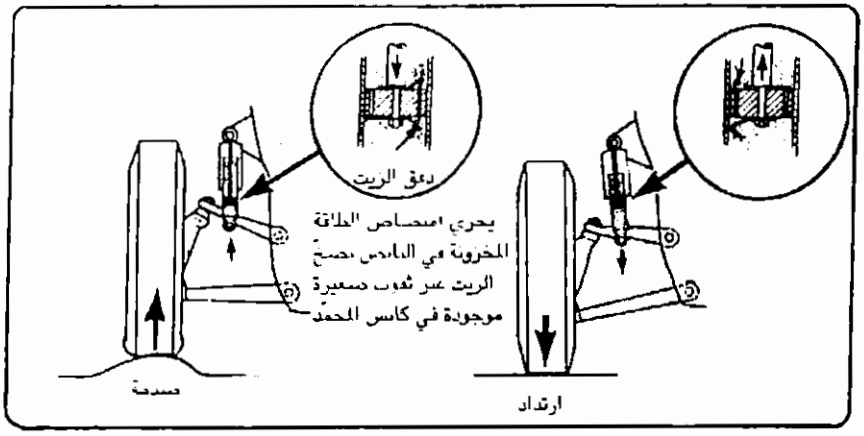
بدأ التطوير بممتص الرقائق أو ممتص القص، حيث وضعت فيه أقراص

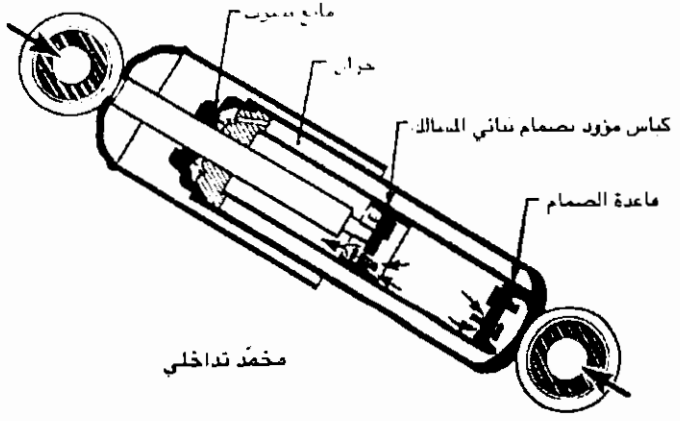
احتكاك ذات ضغط سطحي متغير في وصلة مفصلية ذات ذراعين، كانت هذه الأقراص تؤثر بحيث يزداد صلادة النابض في كلا الاتجاهين نتيجة لهذا التأثير، وذلك على عكس ممتصات الصدمات التي طورت لاحقاً والتي تعمل في اتجاه واحد فقط، واستخدام فيها شريط من نسيج خاص مشدود على سطح الاحتكاك بواسطة نابض حلزوني. يلي ذلك الممتص الهيدروليكي ذو الرافعة أحادي أو ثنائي التأثير، كان من أهم عيوبه الضغوط العالية السائدة فيه وانخفاض حجم السائل وارتفاع وزنه، وقد تم استبداله تماماً بالممتص الهيدروليكي التلسكوبي الموضح بشكل 6 – 12.

ممتص الصدمات التلسكوبي:

يمكن تصنيف هذا النوع من ممتصات الصدمات تبعاً لأسس متعددة كما يلي:-

1. **حسب نوع التصميم** : ممتص ذو أنبوب واحد أو أنبوبين.
2. **حسب نوع التأثير** : أحادي التأثير (عند التباعد بالسحب)، أو مزدوج التأثير (عند الإنضغاط أيضاً).
3. **حسب الضبط** : غير قابل للضبط ــ يضبط يدوياً ــ يضبط تلقائياً على درجات حسب سرعة الصدمات أو التحميل ــ متصل أحياناً بمنفاخ نابض هوائي.





شكل 6 – 12

ممتص صدمات هيدروليكي تلسكوبي

الصيانة والعناية :

على الرغم من التصميم المغلق لممتص الصدمات، فإن هناك مجال لفحصه بالعين المجردة وهو مثبت بالمركبة .. وبالتالي يمكن إجراء بعض الاصلاحات إن اقتضي الأمر لذلك.

جدول 6 – 1 يوضح عيوب ممتص الصدمات أثناء تثبيته بالمركبة وأيضاً وهو مفكك.

جدول 6 – 1

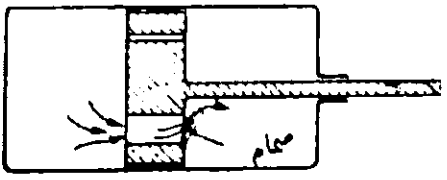
العيوب التي تظهر على ممتص الصدمات أثناء تثبيته بالمركبة وأيضاً وهو مفكك

اختبار ممتص الصدمات وهو على المركبة	اختبار ممتص الصدمات وهو مفكوك
التركيب الصحيح، عمودي أو مائل، يجب ألا يكون مركباً بشكل مقلوب وأن يكون أنبوب الوقاية مفتوحاً إلى أعلي في ظروف معينة فقط.	لا يمكن الاختبار الدقيق إلا على ماكينة الخاصة باختبار ممتص الصدمات.
تثبيت العروات وذراع الكابس، يجب أن تكون الأجزاء المطاطية مضغوطة جيداً منعاً لحدوث الضوضاء.	حالة الأجزاء المطاطية والجلب: يجب استبدال الأجزاء المسامية، وتغيير الجلب غير منتظمة الاستدارة ما أمكن.
إمكانية تحريك ممتص الصدمات، ويراعى الانتباه إلي مواضع الصدم والبلي الناشئة عن الاحتكاك.	ذراع الكباس: يؤدي انحناء ذراع الكباس غالبا إلى تسرب الزيت من مانع التسرب. في هذه الحالة يجب استبداله.
سطح تماس الإطارات مع الطريق يدل على تآكل الإطارات من الخارج ناتج عن وجود عطل في ممتص الصدمات.	إجراء عملية التباعد (الامتداد) والانضغاط بواسطة اليد: إن سحب وضغط كباس ممتص الصدمات يدوياً لا يعطي سوي فكرة سطحية عن سلامة التشغيل، حيث أن سرعة الصدمات تبقي خارج الاعتبار لعدم إمكان التوصل إليها يدوياً.
تلوث ضئيل أو كبير بالزيت، تعتبر الآثار الضئيلة للزيت – الناجمة عن أصغر المسام في ذراع الكباس – أمراً عادياً، بينما للفقد الكبير في الزيت بممتصات الصدمات الصغيرة أن يتعدى الاحتياطي. لذا يجب استبدالها.	يدل وجود شوط حر (بدون مقاومة) على فقد كبير لسائل ممتص الصدمات. بذلك فإنه يجب استبدال ممتص الصدمات.
وجود نقر في الأنابيب. في هذه الحالة، يصبح ممتص الصدمات أحادي الأنبوب .. ويكون بذلك غير صالح للعمل. .	

تورد ممتصات الصدمات القابلة للضبط يدويا شكل # # 6 – 13 بضبط صحيح، سواء كانت جديدة أو مستبدلة. فإن ظهرت في البداية مقاومة كبيرة عند امتصاص الصدمات. كان ذلك ناتج عن ضيق إزواج مانعات التسرب مع ذراع الكباس، وبالتالي فإنها ستتخذ الأبعاد الصحيحة بعد السير لمدة معينة. ولا يتم عملية إعادة الضبط إلا بعد قطع مسافة تبلغ بضعة آلاف من الكيلومترات.

التجويف والصمامات في كباس ممتص الصدمات:

يؤدي تباين مقاطع التجويف والصمامات في كباس ممتص الصدمات الموضح بشكل 6 – 13 إلى إحداث قيم مختلفة للمقاومة عند الدخول (الإنضغاط) وعند الخروج (الإمداد).



شكل 6 – 13

تجويف بكباس ممتص الصدمات

ضبط ممتص الصدمات:

يعاد ضبط أنواع معينة من ممتصات الصدمات الموضحة بالشكل السابق 6 – 12، بحيث تكون فتحات التدفق أضيق نتيجة لتدوير أجزاء التركيبة الداخلية، وبذلك يعاد الفقد الناشئ عن تسرب الزيت من الكباس.

ممتص الصدمات الذي أعيد ضبطه يكون له نفس فاعليته كما لو كان جديداً.

ملاحظة :

يجب أن تجري عملية إعادة الضبط على جانبي المحور وبنفس المقدار.

الملخص:

- تشكل النوابض في المركبة الآلية وصلة الترابط بين العجلات وتعليق العجلات والمحاور من جهة، والمحرك والجسم والحمولة من جهة أخري.
- تحدث الصدمات الناتجة عن المطبات وعدم استواء ووعورة الطريق إلى اهتزازات في كتل المركبة، سواء المعلقة منها بنوابض أو تلك غير المعلقة.
- يستخدم الصلب والغاز (هواء مضغوط) والسائل مع المطاط، وكذلك السائل مع الغاز (نيتروجين) كمواد للنوابض. وفي حالات خاصة يستخدم المطاط وحده.
- لا يكفي التعليق في المركبات الآلية بنوابض دون ممتص صدمات إضافي. وهناك اتجاه وتفكير لدمج التعليق بالنوابض وممتصات الصدمات في وحدة واحدة. ويغلب في الوقت الحاضر تركيب ممتصات صدمات تلسكوبية.
- غالباً ما تستخدم ممتصات صدمات مزدوجة الأنبوب. علماً بأن دور الصناعة تعمل على تغيير هذا النظام بممتصات صدمات أحادي الأنبوب. مع العلم بأن كلا النظامين له مميزاته وعيوبه من حيث ضغط التشغيل ودرجة الحرارة والتبريد ..... إلخ، ويختلف المجهود المبذول في التصميم ليصل إلى صنع ممتصات صدمات قابلة للضبط.
- تعمل المحافظة والعناية لكل من التعليق بالنوابض وممتصات الصدمات على رفع درجة الأمان عند تشغيل المركبة، كما تساعد على خفض تكاليف عند صيانتها.

الفصل الثاني

نظام تعليق العجلات بالمركبة

تمهيد

يستخدم المحور الجاسئ في مركبات الخدمة العامة لتعليق العجلتين الأماميتين والخلفيتين، أما في سيارات ركوب الأشخاص فإنه يستخدم التعليق المستقل للعجلات .. أي تتحرك كل عجلة من العجلات الأربع على حدة، بحيث لا تتأثر بحركة العجلات الأخري.

يوجد نظامين للتعليق المستقل (تعليق مستقل أمامي – تعليق مستقل خلفي).

يتناول هذا الفصل نظم تعليق العجلات بالمركبات المختلفة، والأنواع الشائعة الاستخدام لتعليق العجلات الامامية والعجلات الخلفية لسيارات ركوب الأشخاص.

ويتعرض إلى تعليق العجلات في سيارات الخدمة العامة، ومميزات وعيوب كل من هذه الأنظمة.

تعليق العجلات

يتم تعليق العجلات على المحاور، وغالباً ما يستخدم المحور الجاسئ في مركبات الخدمات العامة لتعليق العجلتين الأماميتين والخلفيتين، وهذا يعني أن العجلتين اليمنى واليسرى تتصلان اتصالاً مباشراً ومستمراً، أما في عربات ركوب الأشخاص فيغلب استخدام التعليق المستقبل للعجلات، وفي هذه الحالة تتحرك كل عجلة من العجلات الأربع على حدة غير متأثرة بحركة العجلات الأخرى، ويمكن التوصل إلى التعليق المستقل باستخدام ذراع التوجيه المصنوع من ألواح معينة مضبوطة أو من مواسير (أنابيب) أو من قطع مشكلة بالحدادة بالمطرقة الساقطة. يكون ذراع التعليق غالباً على شكل مثلث، ويتم تعليق العجلة في أحد زوايا أركان المثلث.

أما الزاويتان الآخرتان فيتم تثبيتهما في جسم المركبة على محاور قابلة للدوران، وإذا كان محور الدوران موازياً للمحور الطولي للمركبة .. سمي بذراع توجيه عرضي، وأما إذا كان عمودياً على اتجاه سير المركبة .. سمي بذراع توجيه طولي. وإذا كان محور الدوران في وضع مائل .. أطلق عليه اسم ذراع التوجيه المائل.

وكما ذكر من قبل ، تقوم أذرع التوجيه بتوجيه العجلة وهي تتلقي تأثير قوي طولية وعرضية. وعند تأثير الحمل على النوابض، فإنه يجب عدم تغيير وضع العجلة، أو يتغير بقدر قليل لو أمكن، ونتيجة لوجود دليل تعليق العجلة، قد تتخذ العجلتان الخلفيتان وضعاً مائلاً على هيئة حرف X عندما تكون المركبة غير محملة.

تأثير وضع المركبة أثناء السير:

إن وضع المركبة أثناء السير على الطريق هو الأساس المحدد لسلوك سيرها، ويجب ألا تفقد عجلات المركبة ملامستها للطريق، كما يجب أن تحافظ على اتجاه السير تحت كل ظروف التشغيل سواء عند السير في المنعطفات أو السير في طريق

مستقيم أو التسارع أو عند الكبح (الفرملة) أو تحت تأثير الرياح الجانبية.

ويمكن حصر تتأثر وضع المركبة أثناء السير على الطريق على عدة عوامل .. أهمها الآتي :-

1. طريقة تعليق العجلات.
2. وضع مركز الثقل (بدون تحميل وبتحميل)
3. توزيع الأحمال على المحورين الأمامي والخلفي.
4. نوع التعليق بالنوابض.
5. حالة الإطارات.
6. شكل التركيب العلوي لجسم المركبة.

ميل جسم المركبة:

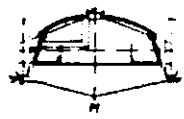
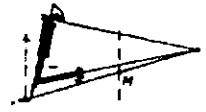
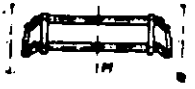
يتحدد ميل جسم المركبة أثناء سيرها في منعطف من خلال وضع المركز اللحظي الذي يطلق عليه أيضا أسماء أخري، مثل مركز التدحرج أو مركز الدوران اللحظي أو مركز الدوران الآتي.

يتوقف إرتفاع المركز اللحظي الذي يرمز له بالحرف M على نوع تصميم المحور، ويمثل هذا المركز النقطة التي تحاول المركبة الدوران حولها أثناء سيرها في منعطف تحت تأثير القوة الطاردة المركزية. ونظراً لاختلاف تصميم محاور الدوران الأمامية والخلفية للمركبات، فإن ارتفاع المركز اللحظي الأمامي يختلف عنه للمحور الخلفي، ويعرف الخط الواصل بين المركزين باسم محور التدحرج.

جداول 6 – 2 إلى 6 – 5 توضح الأنواع الشائعة لتعليق العجلات الأمامية والخلفية لسيارات ركوب الأشخاص والعيوب التي قد تحدث.

جدول 6 – 2

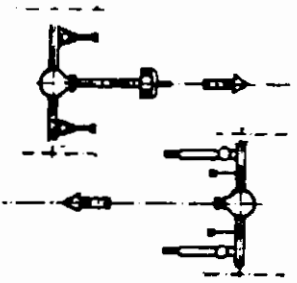
شكل الأنواع الشائعة لتعليق العجلات الأمامية في سيارات ركوب الأشخاص

الرسم التخطيطي	التسمية	الخصائص	المزايا
	ذراع توجيه عرضي مزدوج	تعليق مستقل للعجلات، وفي المنظر الأمامي يتضح ذراعين التوجيه العموديين على اتجاه السير، اللذان يحتويان على العجلة فيما بينهما، على شكل متكامل تقريباً لشبه منحرف.	يكون التركيب على ارتفاع منخفض ملائما للاستعمال في الأشكال الانسيابية – تعطي الأطوال المختلفة لذراعي التوجيه تغيرات مختلفة، ولو أنها طفيفة بالنسبة لتغييرات الأثر، وتغيرات ميل العجلات الأمامية.
	نماذج أخري من ذراع التوجيه العرضي المزدوج: (أ) ذراع توجيه عرضي ذو نابض ورقي.	ذراع توجيه عرضي ونابض ورقي يقودان العجلة سوياً (يثبت النابض إلى أعلي أو إلى أسفل).	إنخفاض تكاليف تنفيذ التصميم. بعد نقطة تعليق النابض تجعل تأثيره كتأثير الموازن.
	(ب) ذراع توجيه عرضي ذو نابض أي قائم انضغاط ممتص للصدمات، وبالإضافة إلى ذراع توجيه عرضي بسيط	تجميع النابض وممتص الصدمات والصرة وأجزاء التوجيه في وحدة واحدة، هي قائم انضغاط ممتص للصدمات، بالإضافة إلى ذراع توجيه عرضي بسيط.	تغير طفيف في كل من الأثر وميل العجلات الأمامية. تقل القوى المؤثرة على كل من المجموعة العليا لتعليق وذراع التوجيه، كلما زاد البعد بينهما.
			
	محور مرفقي مزدوج (ذراع توجيه طولي مزدوج)	ذراعان توجيه واقعان بأعلى بعضهما. وكثيراً ما يؤثر هذان الذراعان في قضبان الدوران المركبة في التصميم (تكون غالباً كوحدة تصميم واحدة).	لا يحدث تحت تأثير النابض أي تغيير في كل من التراوح الميلي وميل العجلات الأمامية والأثر. يمكن تجميع هذه التركيبة وضبطها خارج هيكل السيارة.

جدول 6 – 3

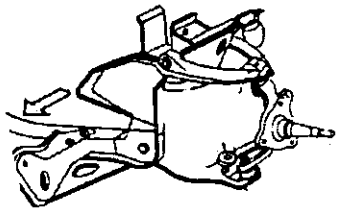
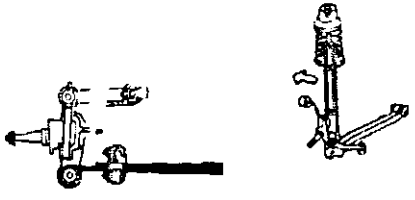
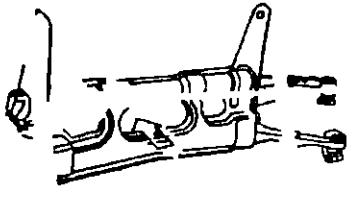
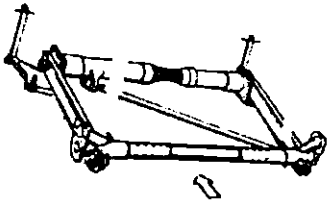
تعليق العجلات الخلفية

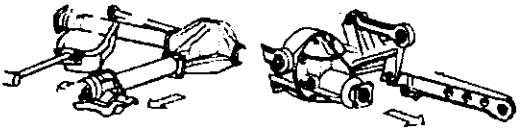
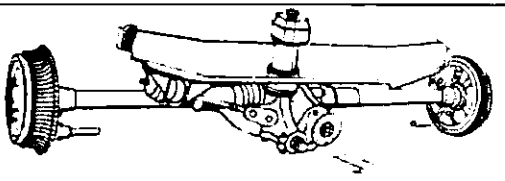
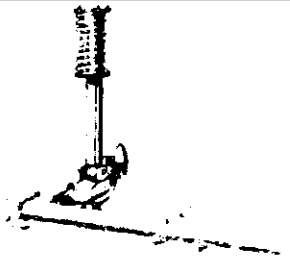
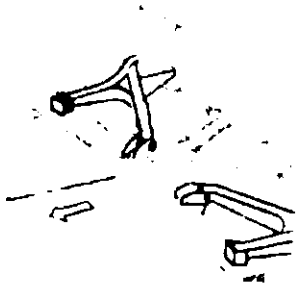
المستخدمة عادة في سيارات ركوب الأشخاص

الرسم التخطيطي	التسمية	الخصائص	المزايا
	المحور الجاسئ	يكون كل من مبيت مجموعة التروس الفرقية مع أعمدة إدارة المحور الخلفي جزءاً واحداً من الناحية التصميمية.	تكون قيمة الأثر ثابتة – تآكل الإطارات قليل – رخص تكاليف الإنتاج – لا يتغير ميل العجلات الأمامية عند ميل جسم السيارة أثناء السير في المنعطفات ولهذا يكون التوجيه الجانبي جيداً.
	نماذج أخري من المحور الجاسئ: (أ) محور عمود المنتصف ب)محور بذراعي تثبيت	يرتكز على جسم السيارة عن طريق مفصل مركزي. يقع كل من ذراعي الشد والدفع في الاتجاه الطولي لجسم السيارة.	تنخفض مؤخرة السيارة عند الكبح (الفرملة) ولا تتأثر النوابض بقوي الدفع (المسير) وقوي الكبح، ويكون الهبوط طفيفاً عند الكبح.
	محور بندولي مزدوج المفصل	يحتوي على نقطتي دوران عند طرفي مجموعة التروس الفرقية. وتعمل هاتان النقطتان كمفصلين لنصفي المحور.	وقوي الكبح، ويكون الهبوط طفيفا عند الكبح. يعتبر أرخص تصميم لمحاور الإدارة ذات التعليق المستقيل.

جدول 6 – 4

عيوب تصميم تعليق العجلات الخلفية المستخدمة في سيارات ركوب الأشخاص

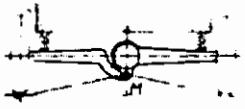
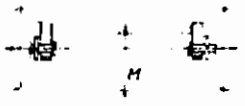
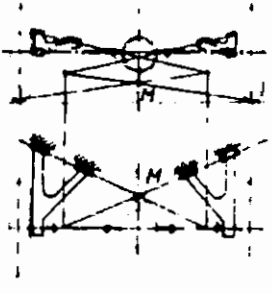
العيوب	شكل التصميم
كثرة النقط المفصلية التي تقع تحت تأثير النابض وممتص الصدمات. تنتج نماذج ذات عزل للضوضاء ولا تحتاج إلى صيانة. تتطلب الأذرع القصيرة قوي كبيرة مما يستلزم تصميما متيناً.	
تكون النوابض الورقية العرضية ذات تجاوب (تأثير) قاس، في البداية. ويمكن أن يتحسن هذا عند التحميل. تنتقل القوي إلى التركيبات العلوية بالسيارة مما قد يتطلب تصميماً قوياً. ويكون عزل الضوضاء أكثر صعوبة. ويحول ارتفاع التصميم دون استخدام الرفارف الممتدة إلي أسفل.	
يحتاج إلى حيز كبير . وحدة المحاور باهظة التكاليف . تهبط مقدمة السيارة عند تشغيل الفرملة . يتغير وضع العجلة تحت تأثير النابض.	
ذو وزن ثقيل وتأثير متبادل بين العجلات عند تأثر إحدي العجلات بالنابض . يميل المحور إلى التزحزح عند السير على طريق ذي موجات عرضية مما يقلل من قوة التصاق	

يشبه المحور ذو ذراعي التثبيت، مما يجعله يشترك معه في عيوبه، علاوة على تعقيد التركيب. يرفع ثقل وزن المحور من نسبة الكتلة غير المحملة على نوابض.	
تغيير كبير في الأثر وميل العجلات الأمامية، إلى جانب معدل استهلاك مرتفع للإطارات وضعف الالتصاق بالطريق. له نفس عيوب المحور البندولي، مزدوج المفصل ولكن بدرجة أخف.	
تغير طفيف في وضع العجلات عند النبض. يسبب المركز اللحظي الذي يقع في مستوي سطح الطريق ميلا كبيراً أثناء السير في منعطف.	
تغير كبير في الأثر عند النبض، ويؤدي إلى ارتفاع معدل استهلاك الإطارات. ميل طفيف إلى التوجيه الزائد.	
تكاليف تصنيع مرتفعة نتيجة المعادلة في طول أعمدة الإدارة	

جدول 6 – 5

خصائص ومميزات تعليق عجلات الخلفية

في سيارات ركوب الأشخاص

الرسم التخطيطي	التسمية	الخصائص	المميزات
	محور بندولي آحادي المفصل	له نقطة دوران واحدة في منتصف السيارة. وتكون مجموعة التروس الفرقية مثبتة مع أحد نصفي المحور.	يتحسن رسوخ السيارة أثناء السير في المنعطفات نتيجة لطول ذراع التأرجح وينخفض التغير في كل من الأثر وميل العجلات الأمامية عند تحرك النابض.
	ذراع التوجيه الطولي(يسمي أحياناً بالمحور المرفقي)	ذراع توجيه مشدود وموضوع في اتجاه السير، وهو ذو محور دوران عمودي على اتجاه السير	تهبط مؤخرة السيارة عند تشغيل الفرملة . يحتاج إلى حيز صغير . لا يحدث تغير في الأثر وميل العجلات الأمامية.
	ذراع توجيه مائل بدون معادلة في طول أعمدة الإدارة	يكون محورا الدوران لذراعي التوجيه ماتلين. ويوجد به مفصلا إدارة	تكاليف الصنع أقل من مثيلتها في ذراع التوجيه المائل المعادل في الطول . هبوط طفيف في المؤخر عند تشغيل المكبح.
	ذراع توجيه مائل ذو معادلة في طول أعمدة الإدارة	تكون مجموعة التروس الفرقية مثبتة على جسم السيارة . به أعمدة إدارة ذات مفصلين وأذرع توجيه مستقلة.	تكون زاوية الميل للعجلات غالباً سالبة. ولا يحدث ذلك إلا عند تأثير الحمل على النوابض. يعتبر من أفضل التصميمات الحالية من ناحية القيادة. يحدث به تغير طفيف جداً في الأثر.

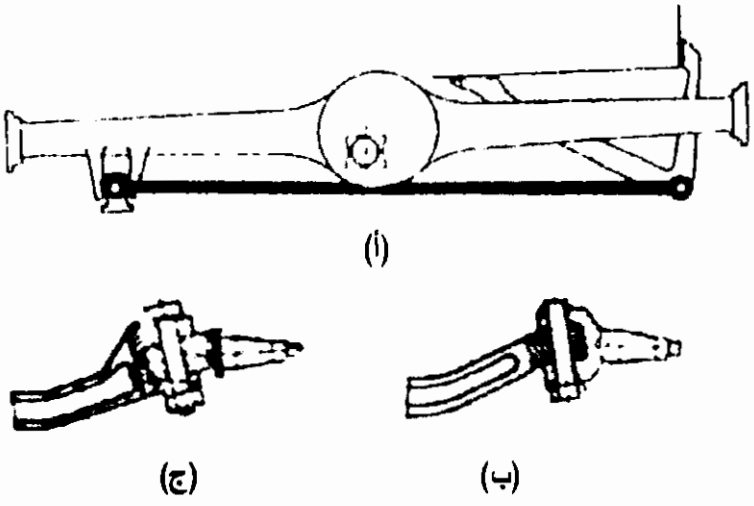
الموازن:

يعتبر الموازن من الأجزاء المساعدة لتعليق العجلات بسيارات ركوب الأشخاص. يتكون الموازن في التصميمات العادية من قضيب التوائي نابض محني الطرفين بزاوية، يمتد هذا القضيب النابض في حالة التعليق المستقل على عرض السيارة من عجلة إلى أخري، ويكون محملاً في جزئه الأوسط على جسم السيارة بطريقة تسمح له بالدوران، ولا يقتصر تركيب الموازن عند المحور الأمامي بل يركب أيضا عند المحور الخلفي.

الوظيفة الأساسية للموازن هي تخفيض ميل جسم السيارة أثناء السير في منعطف، وطبقاً لشكل وطريقة تركيب الموازن في السيارة، فإن تأثيره لا يظهر إلا إذا حدثت حركة من جهة واحدة نتيجة لنبض إحدى العجلات، حيث يقابل هذه الحركة بحركة معاكسة.

يوضح شكل 6 – 14 محور عمود المنتصف ذي ذراعي التثبيت وجزء آخر مساعد يسمي بان هارد، وهو عبارة عن ذراع توصيل يستعمل في حالة المحور الجاسئ، ويكون محملاً عند نهايتيه تحميلاً يسمح له بالحركة.

الجدير بالذكر أن الاسم الذي يطلق علي هذا الجزء هو اسم خاص بإحدى شركات السيارات الفرنسية القديمة التي إندمجت مؤخراً مع شركة أخرى.



(أ)

(ب) (ج)

شكل 6 – 14

محور عمود المنتصف .. (محور بان هارد)

(أ) محور عمود المنتصف (محور بان هارد).

(ب) شكل نهاية محور أبتر.

(ج) شكل نهاية محور متشعب.

تعليق العجلات في سيارات الخدمة العامة:

يستخدم لتعليق عجلات المحور الأمامي لسيارات الخدمة العامة محور جاسئ ذي مقطع على شكل حرف I بكثرة، ويصمم الجزء المتوسط بشكل معقوف إلى أسفل لخفض ارتفاع مركز ثقل جسم السيارة الكلي. يحمل هذا الجزء ألواح تثبيت النوابض، وطبقاً لطريقة تصميم نهايات المحاور فإنه يمكن تقسيمها إلى نوعين أساسين هما:-

1- محور أبتر.

2- محور متشعب.

يستخدم المحور الأبتر بكثرة لانخفاض تكاليف تصنيعه ، حيث إنه يشكل بالحدادة بالمطرقة الساقطة، ويرفع التصليد والتطبيع اللاحق وكذلك شكل المقطع مقاومة المحور ضد اللي والحني.

يوجد في التصميمات الثقيلة القوية كالحافلات محور أمامي ذي ذراعي توجيه عرضيين مزدوجين وقد سبق الإشارة إليه في الأشكال التوضيحية السابقة.

يستخدم المحور الخلفي كمحور إدارة (محور جر) في سيارات الخدمات العامة دون استثناء تقريباً، ولو أنه أحياناً لا يكون محور الإدارة (الجر) الوحيد في السيارة، ولا يندر وجود سيارات الإدارة بجميع العجلات التي تحتوي على أكثر من محورين.

يوجد عدة تصميمات للمحاور الخاصة بسيارات الخدمة العامة، وأكثر هذه المحاور إنتشاراً هي الموضحة بشكل 6 – 15.

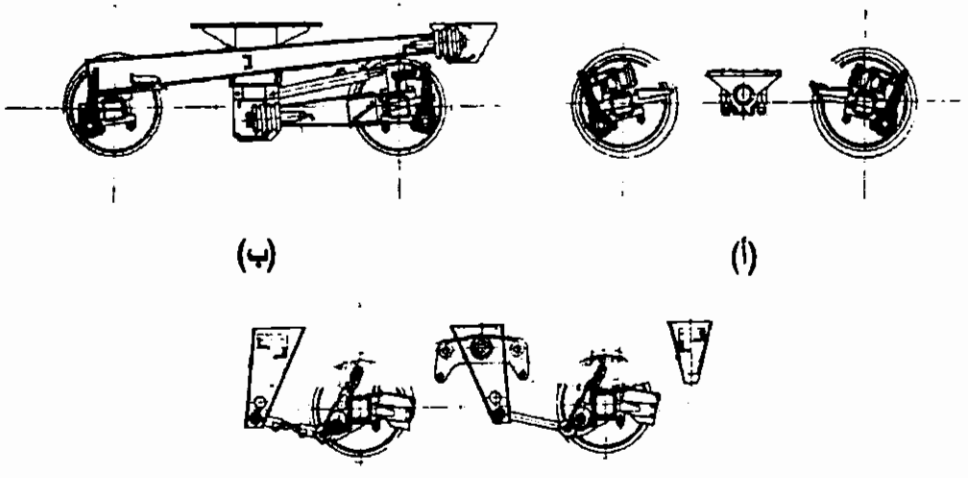
إن التعليمات المعمول بها حالياً في دول السوق الأوربية بالنسبة لوسيلة النقل المسماة " قطار الشحن الأوروبي" والذي يبلغ وزنه الكلي المسموح به 38 طن، تحتم بناء قاطرات ذات محاور متعددة فضلا عن المقطورة ثلاثية المحاور التي اكتسبت أهمية جديدة.

وبمقارنة التصميمات المتعددة ببعضها البعض، نجد أن هناك فروقاً متعددة. ويمكن تصنيف هذه التصميمات في مجموعات كالتالي:-

1. محور جاسئ مدار (مقود). يوجد أحيانا مع تروس تخفيض السرعة في مبيت واحد (في الجرارات Tc- Tractor).
2. محاور غير مدارة (ثابتة) وكذلك محاور مزدوجة (في المقطورات – Ti Trailar.
3. محور مدار (مقود) بمحور خلفي غير قابل للتوجيه أي محور خلفي مزدوج (TC).
4. محور مدار (مقود) بمحور خلفي قابل للتوجيه (TC) .
5. محور مدار (مقود) بمحور خلفي ذي ضبط ذاتي للأثر (TC , TI).
6. محور مدار (مقود) بمحور خلفي قابل للرفع (TC). وكذلك تصميمات أخرى

مختلفة كالموضحة بشكل 26 - 226-1).

وليس هناك من شك في أن التصميمات الحديثة هي من نوع المحور ذي الضبط الذاتي للأثر، وكذلك المحور القابل للرفع. وتنتج هذه الأنواع من المحاور لتكون ملائمة للأحمال ما بين 4.5 — 10 طن. ويمكن استخدامها أو تركيبها اللاحق في شاحنة من أي طراز أو من أي سنة صنع.



شكل 6 – 15

بعض التصميمات المستخدمة في المحاور الخاصة بسيارات الخدمة العامة

(أ) محور مزدوج بسيط.

(ب)جهاز توجيه الأثر.

(ج)جهاز المحور المزدوج لوسائل النقل الثقيلة. وغالباً ما يكون فيه المحور مع النوابض والفرامل والعجلات وحدة متكاملة. ويحتاج إلى أجزاء إضافية كثيرة في التصميمات المزدوجة، عندما تكون اثنتان من العجلات الأربع قابلة للتوجيه.

تعمل العجلات المثبتة على هذا النوع من المحاور على مواءمة نفسها للأثر في كل وضع أثناء السير في المنعطفات، بحيث تختفي عملية الحك التي تؤدي إلى زيادة

بلي الإطارات في محاور الجر الجاسئة، ولتجنب حدوث انحراف غير متحكم فيه للسيارة أثناء الرجوع للخلف، يتم وقف حركة المحور من غرفة السائق. علاوة على ذلك يمكن استخدام الهواء المضغوط المستخدم في الفرملة، لتشغيل جهاز رفع يقوم برفع العجلات لمسافة تتراوح ما بين 200 ـ 300 مم عن سطح الأرض. وبذلك يمكن للشاحنة استخدام محور واحد أثناء السير بدون حمل، مما يطيل من عمر الإطارات (شكل 26 – 226-2).

الملخص:

- تستخدم سيارات ركوب الأشخاص الحديثة نظام التعليق المستقل للعجلات.
- يستخدم ذراع التوجيه العرضي المزدوجة وأذرع التوجيه العرضي ذوات قائم الانضغاط الممتصة للصدمات بكثرة في تعليق عجلات المحور الأمامي.
- تعطي أذرع التوجيه المائلة والمعادلة الطول في المحور الخلفي أفضل وضع ممكن على الطريق.
- تعتمد السرعة التي يمكن السير بها في المنعطفات على وضع المركز اللحظي.
- تتعدد أنواع المحاور المستخدمة في سيارات الخدمات العامة. وتتطلب من ميكانيكي المركبات الآلية معرفة فنية خاصة.