الباب العاشر

المكابح .. الفرامل

تمهيد

جهاز الايقاف (المكابح أو الفرامل) لازم وضروري وجوده في أي سيارة، وذلك لإبطاء سرعاتها أو إيقافها.

يصف هذا الباب طريقة أداء الأنواع المختلفة من مكابح (فرامل) السيارات، وبما أن معظم السيارات تعمل بالفرامل الهيدروليكية .. لذلك سيسلط الضوء أكثر على هذا النظام.

يتناول هذا الباب أنواع وأنظمة الفرامل المختلفة، ويتعرض إلى خواص الزيوت المستخدمة في أنظمة الكبح (الفرملة) الهيدروليكية وتجهيزاتها، وصيانة أنظمة الكبح (الفرملة) وضبطها وصيانتها.

الاحتـــكاك

هو مقاومة حركة بين جسمين متلامسين، والاحتكاك يشتمل على ثلاثة أنـــواع (الاحتكاك الجاف – الاحتكاك الدهني – الاحتكاك اللذج)، ويهمنا في هذا المجـــال .. الكبح أو الفرملة، وبالتالي عرض موضوع الاحتكاك الجاف.

يختلف الاحتكاك باختلاف الضغط المؤثر في سطحي الاحتكاك ودرجة خشونتها والمادة المصنوعة منهما السطحين.

ونفترض أن لدينا جسماً مسطحاً يبلغ وزنه 100 كجم يلزم حركته مـــن علـــى الأرض بقوة مقدارها 50 كجم، فإذا انخفض الحمل الواقع على الجسم المسطح، بحيث أصبح وزنه 10 كجم فقط، ففي هذه الحالة نجد أن القوة اللازمة لحركة هـــذا الجســـم مقدارها 5 كجم فقط. أي أن الاحتكاك يختلف باختلاف الحمل الواقع علـــى ســـطحي الاحتكاك، وإذا استعـ ة صنفرة لتنعيم كل من السطحين المتلامسين للأرضـــية والجسم المراد حركته، إنخفضت القوة اللازمة لحركة الجسم من على سطح الأرض، هذا يعني أن الاحتكاك يعتمد أيضاً على درجة خشونة السطحين المتحركين.

يختلف الاحتكاك باختلاف المادة المصنوع منها السطحين المتحركين (أحـــدهما بالنسبة للآخر)، ويفسر الاحتكاك أحياناً بأنه خاصية تحدث عن عدم انتظام الأســـطح، أي أن الاحتكاك يحدث عن النقط العالية التي توجد بالسطحين المتلامســـين واللتـــان تحاولان بالإمساك مع بعضها البعض، ومن ثم إذا حدث تنعيم للسطحين المتلامســـين إنخفضت النقط البارزة، وبالتالي انخفض قوة الاحتكاك ومقاومة حركة الجسمين.

الاحتكاك وعلاقته بفرامل السيارات:

يعمل الاحتكاك بين الفرامل وحذاء الفرملة على خفض سرعة السيارة كما يعمل على توقفها، ويعمل الاحتكاك بين الإطارات المطاطية وسطح الطريق على تخفـــيض سرعتها، علما بأن الاحتكاك بين الإطارات المطاطية وسطح الطريق يمثل عامل كبير

لتوقف السيارة.

عند الفرملة الشديدة أثناء سير السيارات بسرعة فإن عجلات السيارة تتوقف عن الدوران، ولكنها تنزلق على الطريق، ويتوقف مسافة الانزلاق على مقدار الاحتكاك بين الإطارات المطاطية وسطح الطريق ومدي خشونة الإطارات، ويسمي الاحتكاك في هذه الحالة احتكاكاً حركياً. ويعرف الاحتكاك الحركي بأنه أقل من الاحتكاك الاستاتيكي.

وإذا استعملت الفرامل بالتدريج، بحيث تسمح للعجلة بالاستمرار في الدوران، فإن الاحتكاك الذي يؤثر على العجلة يكون احتكاكاً استاتيكياً ، وفي هذه الحالة لا تزلق إطارات السيارة على سطح الطريق، ويكون تأثير الفرملة كبير، وبالتالي تتوقف السيارة بسرعة أكبر.

حساب قوة الاحتكاك:

يمكن أن تتلامس الأجسام في نقطة أو خط أو سطح كرة ـ أسطوانة ـ سطح ملولب، ينشأ عن الاحتكاك بين سطحي الجسمين مقاومة احتكاك F_r نتيجة لوجود قوة عمودية F_N تضغط على الجسمين عند وضع التلامس.

أنواع الاحتكاك :

ينقسم الاحتكاك إلى ثلاثة أنواع كالآتي:-

1. احتكاك التصاقي.
2. احتكاك إنزلاقي.
3. احتكاك تدحرجي.

أولاً: الاحتكاك الالتصاقي

لا يتحرك الجسم في هذه الحالة تحت تأثير القوة المؤثرة ويظل ساكناً، وتؤثر قوة الاحتكاك الالتصاقي شكل 10 – 1 في الاتجاه المضاد للقوة المؤثرة وتساويها في

المقدار.

يمكن إيجاد قيمة قوة الاحتكاك الالتصاقي من خلال العلاقة التالية:-

قوة الاحتكاك = القوة العمودية × معامل الاحتكاك الالتصاقي

$$F_r = F_N * u_o$$

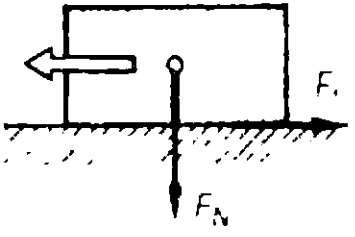
$$F_N = \frac{F_r}{U_o}$$

$$U_o = \frac{F_r}{F_N}$$

حـــيث F_r ..... قوة الاحتكاك (N)

F_N .... القوة العمودية (N)

U_o.... معامل الاحتكاك الالتصاقي



شكل 10 – 1

رسم تخطيطي للاحتكاك الالتصاقي

ثانياً: الاحتكاك الانزلاقي

تكون قوة الاحتكاك الانزلاقي شكل 10 – 2 أقل من قوة الاحتكاك الالتصاقي تحت نفس الظروف، نظراً لصغر معامل الاحتكاك الانزلاقي عن معامـــل الاحتكـــاك الالتصاقي.

ويمكن إيجاد قيمة قوة معامل الاحتكاك الانزلاقي من خلال العلاقة التالية:-

قوة الاحتكاك = القوة العمودية × معامل الاحتكاك الانزلاقي

$$F_r = F_N * u_o$$

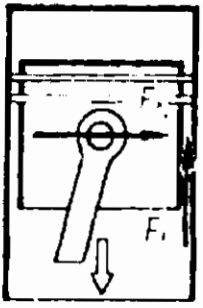
$$\therefore F_N = \frac{F_r}{U_o}$$

$$\therefore U_o = \frac{F_r}{F_N}$$

حـــيث F_r ..... قوة الاحتكاك (N)

F_N .... القوة العمودية (N)

U_o.... معامل الاحتكاك الانزلاقي



شكل 10 – 2

رسم تخطيطي للاحتكاك الانزلاقي

ثالثاً: الاحتكاك التدحرجي

تكون قوة الاحتكاك التدحرجي شكل 10 – 3 أقل من قوة الاحتكاك الانزلاقـــي تحت نفس الظروف، نظراً لصغر معامل الاحتكاك التدحرجي عن معامل الاحتكـــاك الانزلاقي.

ويمكن إيجاد قيمة قوة معامل الاحتكاك التدحرجي من خلال العلاقة التالية:-

قوة الاحتكاك = القوة العمودية × معامل الاحتكاك التدحرجي

$$F_r = F_N * u_o$$

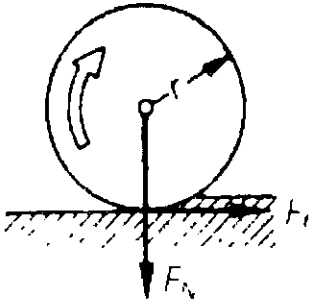
$$\therefore F_N = \frac{F_r}{U_o}$$

$$\therefore U_o = \frac{F_r}{F_N}$$

حـــيث F_r ..... قوة الاحتكاك (N)

F_N .... القوة العمودية (N)

U_o.... معامل الاحتكاك التدحرجي



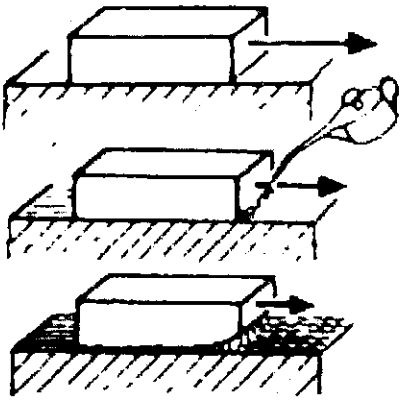
شكل 10 – 3

رسم تخطيطي للاحتكاك التدحرجي

سطح الاحتكاك:

تعتمد مقاومة الاحتكاك Fr على مقدار القوة العمودية F_N التي تؤثر عمودياً على سطح التلامس، وكذلك على طبيعة سطح الاحتكاك التي تعتمد من جهتها هي الأخرى على نوعية المادة وطريقة التزليق. ومن ثم فإنه يمكن تقسيم أسطح الاحتكاك كما هو موضح بشكل 10 – 4 إلى الآتي:-

1. احتكاك جاف علي سطح أملس.
2. احتكاك نصف مائع لمساحة منزلقة.
3. احتكاك مائع (تزليق كامل) من خلال تكوين طبقة للتزليق.



شكل 10 – 4

أسـطح الاحتكاك

فيما يلي الجداول 10 – 1 ، 10 – 2 التي توضح معامل الاحتكاك بالمواد المختلفة، تعتبر هذه الجدول بمثابة قيم ارشادية.

جدول 10 - 1

معامل الاحتـكاك

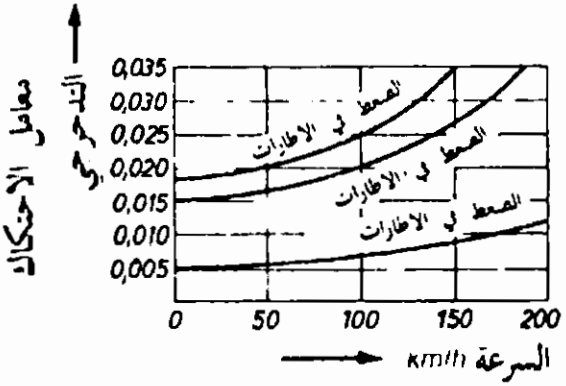
أزواج المواد	الحالة	معامل الاحتكاك الالتصاقي	معامل الاحتكاك الانزلاقي
بطانة الكبح (الفرملة) مصنوعة من الصلب	-----	---	0.3 ــ 0.5
معدن خفيف .. حديد زهر	تزليق	---	0.009 ــ 0.064
صلب Lg pb sn	تزليق بالزيت	0.11	0.01ــ 0.06
صلب ــ سبيكة برونز	تزليق بالزيت	0.10	0.02 ــ 0.06
صلب ــ ثلج	-----	0.027	0.014
صلب ــ حديد زهر	تزليق بالشحوم	0.15	0.1
صلب ــ حديد زهر	تزليق بالزيت	---	0.07 ــ 0.08

جدول 10 – 2

معامل الاحتكاك الالتصاقي بين الإطارات وطريق السير

مادة سطح الطريق	جاف	مبلل نظيف	مبلل ومزلق	طريق مغطي بطبقة جليد
حصي (كسر صخري) مدلفن	0.7	0.5	0.4	جفاف منتظم 0.2 وفي الحالي المبللة 0.1 لا تدخل مادة سطح الطريق في هذه الحالة في الاعتبار
حصي (كسر صخري) مدلفن ومقطرن	0.6	0.4	0.3	
خرسانة	0.65	0.5	0.3	
بلاطات حجرية ملساء	0.6	0.4	0.3	
حصباء مقبرة (Tarmacdam)	0.55	0.4	0.3	
بلاطات حجرية صغيرة	0.55	0.3	0.2	
بلاطات خشبية بالأسفلت	0.55	0.3	0.2	
أرض رملية	0.45	---	0.2	

تتوقف مقاومة الاحتكاك التدحرجي للمركبات ذات الإطارات الهوائية على حالة مقاطع بروز سطح الاطار الملامس للأرض وضغط الاطار، وحالة سطح الطريق، ويمكن التعرف علي معامل الاحتكاك التدحرجي من خلال الرسم البياني الموضح بشكل 10 – 5، وجدول 10 – 3.



شكل 10 – 5

رسم بياني يوضح قيمة معامل الاحتكاك التدحرجي

جدول 10 – 3

معامل الاحتكاك التدحرجي للاطارات الهوائية

نوع سطح الطريق	حالة سطح الاطار	
	مستعملة	جديدة
أسفلت	0.020	0.010
خرسانة	0.025	0.015
بلاطات خشبية	0.030	0.020
بلاطات صخرية صغيرة	0.25	0.015
بلاطات حجرية ملساء	0.30	0.015
حصي (كسر صخري) مدلفن	0.040	0.020
حصي (كسر صخري) مقطرن	0.35	0.025
طريق طبي	0.050 ــ 0.150	
رمل	.0.150 ــ 0.300	

المكابح (الفرامل):

قبل تناول موضوع المكابح (الفرامل) بالشرح، فإنه يجدر الاشارة والتحدث عن عملية الكبح (الفرملة) ذاتها.

عندما تكون المركبة منطلقة في طريقها، تتجمع طاقة سرعة معينة، وتتزايد هذه الطاقة بحيث تتناسب مع وزن المركبة، ومع مربع سرعتها، وعند فصل المحرك عن سرعة معينة من خلال تغيير وضع رافعة التحكم في صندوق التروس إلى نقطة السكون، فإن المركبة تواصل سيرها، حيث طاقة السرعة هي مصدر الحركة المستمرة، وهي التي يجب أن تتغلب على مقاومة السير.

وعند الحاجة إلى توقف المركبة في مسافة قصيرة، فإنه يجب الاستفادة من طاقة السرعة الموجودة بأي وسيلة .. وهذه هي لحظة دور الكبح (الفرملة)، إذ تولد الفرملة

شغل احتكاكي معين، يحول هذا الشغل بدوره إلى حرارة تنقل في نهاية الأمر بواسطة أجزاء الفرامل إلى الهواء المحيط.

وحتى تتمكن الفرملة من توقف العجلات، فإنه يجب أن يكون هناك التصاق ما بين الإطارات المطاطية وسطح الطريق، أي احتكاك معين قد يزيد أو ينخفض وذلك تبعاً لشكل سطح التحميل على الطريق.

ومن الواضح أن احتكاك الإطارات بسطح الطريق يجب أن يكون أعلي من احتكاك الفرامل، حيث أن احتكاك الفرامل عندما يكون أكبر .. يؤدي إلى توقف العجلات بدلا من دورانها، وفي هذه الحالة تنزلق المركبة على سطح الطريق، ومن ثم يكون من المستحيل التحكم فيها، وهذا هو ما يحدث في الطرق المنزلقة والمللة، فالاحتكاك بين الإطارات وسطح الطريق في هذه الحالة يكون ضئيل، بحيث لا يمكن الكبح (الفرملة) بدون إنزلاق السيارة.

لذلك يكون من الضروري القيادة بسرعة معتدلة على الطرق المبتلة، حتى يمكن التمكن من الكبح (الفرملة) في مسافة قصيرة نسبياً.

تعتبر الفرامل هي ترتيبة الأمان للسيارات والمركبات المختلفة، وهي لذلك في غاية الأهمية ومن المؤسف حقاً أن نهمل صيانتها في بعض الأحيان.

ومن المحتم أن يكون تشغيل الفرامل في منتهي الدقة، وخاصـــة في الطرق المزدحمة التي يمكن السير فيها يومياً.

مادة بطانة الفرامل:

تزود أجزاء الفرملة (الأجزاء التي علي اتصال بدارة الفرملة) بشرائط أو ألواح من مادة ذات معامل احتكاك كبير، أي أنها تحدث احتكاكاً قوياً على الدارة. ويجب أن تقاوم هذه المادة درجات الحرارة العالية وأن تصرف بسهولة الحرارة المتولدة.

وبطانة الفرامل كبطانة احتكاك القابض، تتكون أساساً من " الاسبستوس" أو من

ضفائر دقيقة من النحاس الأصفر. تصنع البطانات بالمقاييس والأبعاد المطلوبة بالثقوب اللازمة لتثبيتها، حسب أنواع السيارات المختلفة.

تثبت البطانات بواسطة مسامير برشام برؤوس غاطسة من الألمونيوم. ويظهر استهلاك البطانة من خلال رؤوس مسامير البرشام علي السطح. ومن ثم فإنه يجب تجديد البطانات قبل ظهور رؤوس البرشام، حيث عدم تجديدها يؤدي إلى الإستهلاك السريع لدارة الفرملة. بالإضافة إلى أن التجديد يمنع صرير الفرامل المزعج.

الشروط التي يجب أن تتوفر في المكابح (الفرامل):

يجب أن تتوفر في المكابح (الفرامل) الخصائص والشروط التالية :-

1. التشغيل السريع المرن.
2. تحميل متساوي على مختلف الدارات.
3. عدم تأثير الفرملة على تغيير اتجاه السيارة.

وعند الحصول على كبح (فرملة) مثالية، فإنه يجب أن يكون التصاق ممتاز بين الإطارات والطريق، والتصاق الإطارات يتوقف على الآتي:-

(أ) نوع سطح الطريق.

(ب) حالة السطح .. أي في حالة مبللة أو جافة أو ملوثة بالشحم أو الزيت.

(ج) تصميم سطح الإطار الخارجي.

أنواع الفرامل:

يمكن أن نميز في السيارات فرامل يقع تأثيرها داخل الدارات (الطنابير) أو فرامل ذات تمدد داخلي، وفرامل يقع تأثيرها " خارج الدارات " أو فرامل ذات قبض خارجي.

وعلى حسب مبدأ تشغيلها نجد فرامل ميكانيكية وهيدروليكية وكهربائية. ويمكن أيضاً أن يختلف موضع الفرامل، فهناك فرامل الدواسة التي تتحكم في العجلات

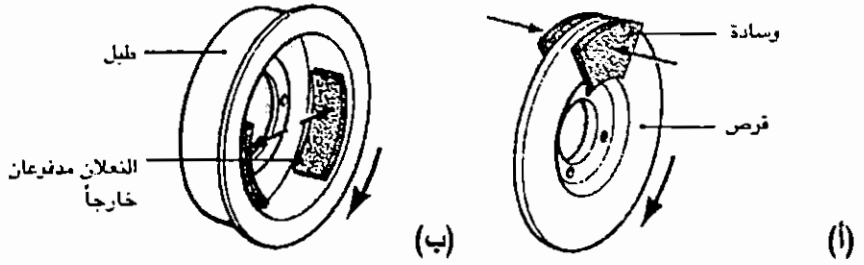
الأمامية والعجلات الخلفية، كما توجد فرامل يدوية تتحكم في عمود نقل الحركة أو العجلات الخلفية أو في العجلات الخلفية والأمامية معاً.

تعمل الفرامل الميكانيكية عن طريق مجموعة روافع أو عن طريق الأسلاك (أسلاك صلب مجدولة)، وتعمل الفرامل الهيدروليكية بواسطة ضغط السوائل.

أنواع فرامل الدواسة:

يوجد نوعان أساسيين للفرامل الدواسة كما هو موضح بشكل 10 – 6 وهما كالآتي:-

1. فرملة طبلية.
2. فرملة قرصية.



شكل 10 – 6

فرملة قرصية وطبلية

(أ) مكبح قرصي.

(ب) مكبح طبلي.

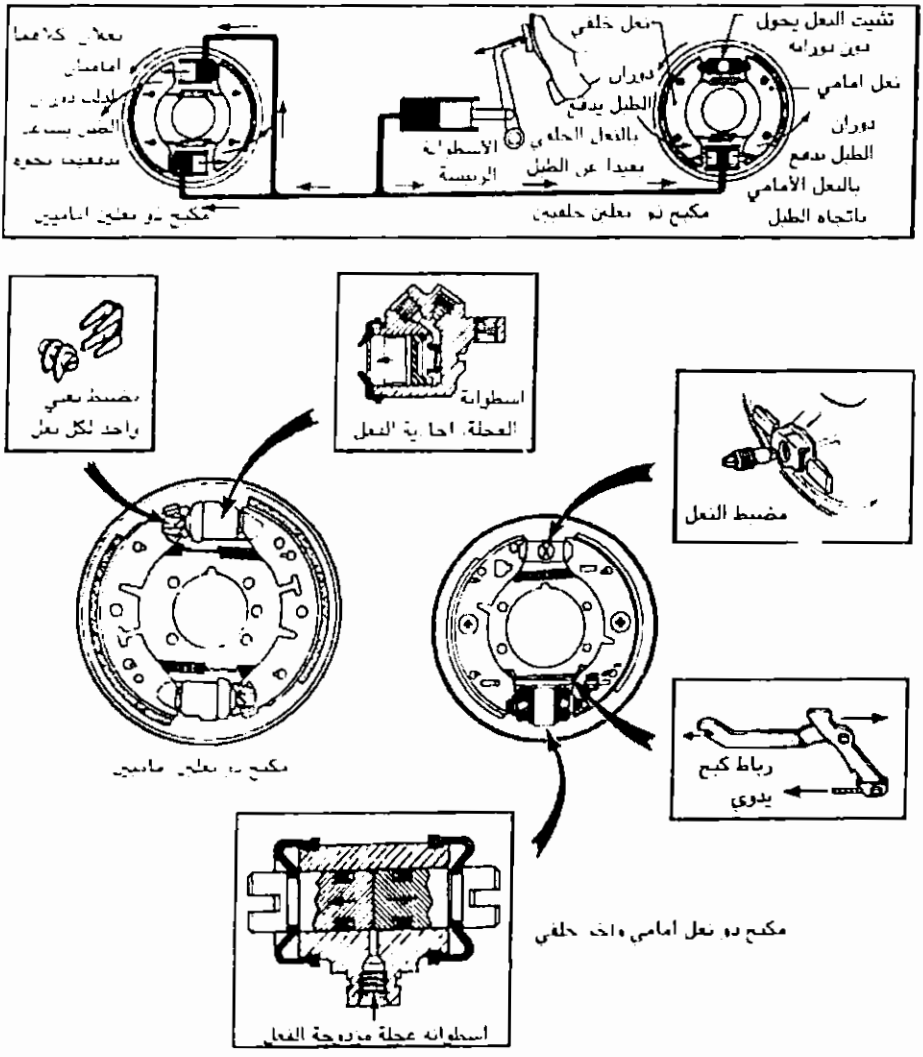
المكابح الطبلية:

تحتوي المكابح الطبلية على نعلين مركبين على لوحة ثابتة عند الضغط على الدواسة يندفعان النعلين للالتصاق بالطبل الدوار بواسطة أسطوانات سائلية (هيدروليكية) أو عن طريق الربط الميكانيكي كما هو موضح بشكل 10 – 7.

تحتوي معظم السيارات على نعلين أماميين في المكابح (الفرامل) الأمامية، ونقل

أمامي وآخر خلفي في المكابح الخلفية. علما بأن المكابح الأمامية هي الأكثر قدرة في عملية الكبح (الفرملة).

يستفاد من إنتقال الثقل من المؤخرة إلى المقدمة وهو الأمر الذي يحصل عنه عملية الكبح (الفرملة).



شكل 10 – 7

أنواع المكابح ..(الفرامل الطبلية)

تتميز المكابح (الفرامل) الطبلية بعدة مميزات، أهمها المميزات الموضحة بجدول 10 – 4.

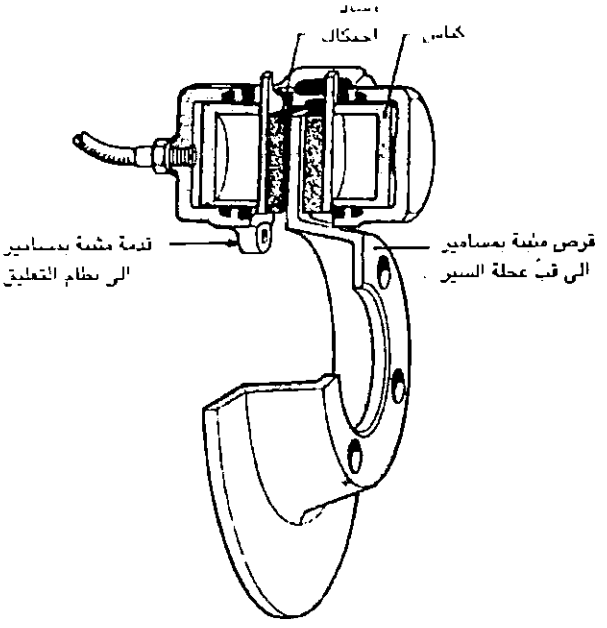
جدول 10 – 4

أنواع ومميزات المكابح (الفرامل) الطبلية

النوع	المميزات	الاستعمال
نعال أمامية وخلفية	سهلة التوصيل إلى رباط الكبح اليدوي. تأمين كبح جيد عند تحرك المركبة إلى الوراء	في المكابح الخلفية
نعلان أماميان	تآكل متساوي لكلا النعلين. مكبح (فرملة) أكثر قدرة. عمل أكثر ثباتاً على مدي حرارة أوسع.	في المكابح الأمامية

المكابح القرصية:

تنتقل الحرارة من المكابح القرصية الموضحة بشكل 10 – 8 إلى الهواء المحيط، أفضل مما تقوم به المكابح الطبلية، وذلك لكونها مكشوفة في الهواء، وهذا النوع من المكابح القرصية يمكن تشغيله بشكل مستمر ولفترة أطول، كما إنها ذات مقاومة عالية للتآكل، ومن ثم فإنها أكثر إنتشاراً في العجلات الأمامية للسيارات.



شكل 10 – 8

أجزاء مكبـــح قرصي

أنظمة عمل المكابح:

توجد عدة أنظمة لعمل المكابح (الفرامل) وهي كالآتي:-

1. نظام سائلي.
2. نظام ميكانيكي.
3. نظام هوائي.

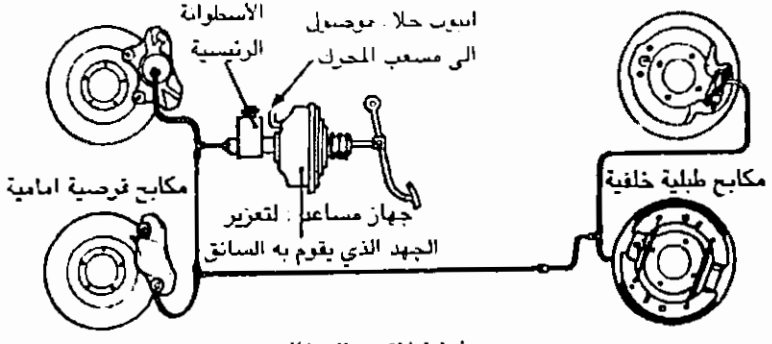
نظام الكبح ذو التشغيل السائلي:

نظام الكبح ذو التشغيل السائلي الموضح بشكل 10 – 9 تستعمل في غالبية المركبات بالإضافة إلى الدرجات النارية والمركبات التجارية الثقيلة. يثبت على المركبات ذات التعليق المستقل ويتميز بكفاءة عالية. وهو كامل التعويض في عمله، والكبح كامل التعويض يعني أن الجهد الذي يقوم به السائق يتوزع بالتساوي على -

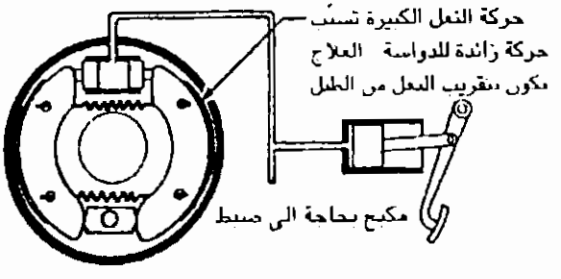
جميع المكابح، أي أن جميع المكابح تضغط على العنصر الدوار في نفس الوقت.

عند الضغط على دواسة الفرامل يضخ الزيت عبر الأنابيب وتدفع النعال أو الوسادات حتى تلامس الطبل أو القرص، عند هذه النقطة تكون الدواسة أكثر قساوة. والجهد المبذول من قبل السائق يزيد من ضغط السائل الذي بدوره يدفع بكباس أسطوانة المكبح، وتتحقق بذلك عملية الكبح (الفرملة). وترك الدواسة يسمح لنوابض الإعادة بضخ السائل رجوعاً نحو الأسطوانة الرئيسية.

يحتوي النظام على ترتيبة تسمح بطرد الهواء، بعد كل عملية فك وإعادة تركيب. فالهواء مثله مثل مائع الكبح، هو إنضغاطي، وبالتالي وجود الهواء في أي جزء من النظام يؤدي إلى إنخفاض كبير في عملية الفرملة، كما يجعل الدواسة متحجرة.



مخطط المكبح السائلي



شكل 10 – 9

عمل المكبح السائلي

مبدأ عمل نظام الكبح الهيدروليكي:

يتكون نظام الكبح الهيدروليكي بالمركبات المختلفة من أسطوانة رئيسية يوصل مكبسها بدواسة الفرامل، وأسطوانة صغيرة مستقلة لكل عجلة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 10 – 10.

توصل الأسطوانة الرئيسية بالأسطوانات المستقلة لكل عجلة عن طريق قنوات. وتملأ الأسطوانة والقنوات بسائل الفرامل.

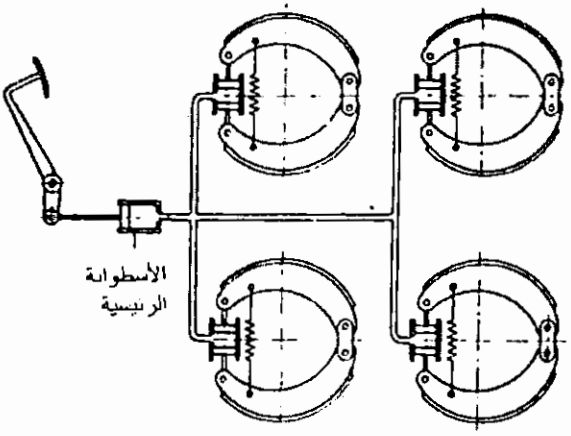
عندما يضغط على دواسة الفرملة يضغط مكبس الأسطوانة الرئيسية السائل، الذي يؤثر بدوره على مكابس الأسطوانات المختلفة للعجلات، وتستند حذية الفرملة ضد الدارات (الطنابير) المناظرة لها.

وبما أن الضغط الواقع على سائل في إناء مغلق يكون متساوياً في جميع الاتجاهات (قاعدة بسكال)، وبما أن أبعاد المكابس المستقبلة متساوية تماماً بالنسبة لكل الدارات. فإن الكبح يكون واحداً على كل العجلات مما يضمن الكبح " الفرملة" الجيدة، وعقب ترك دواسة الفرملة يعود الزيت إلى الأسطوانة الرئيسية، وتتخذ أسطوانات العجلة موضعها الأصلي تحت تأثير الياءات التي تصل بين الحذاءين في نفس الدارة، ويختفي ضغط الزيت وتنفصل الأحذية من الدارات.

يستخدم أحياناً نظام كبح هيدروليكي للعجلات الأمامية، ونظام كبح ميكانيكي للعجلات الخلفية، بحيث يعمل النظامين معاً.

في هذه الحالة يؤثر الجزء الأول من مشوار الدواسة على الفرامل الهيدروليكية على العجلات الأمامية، بينما يؤثر الجزء الثاني على الفرامل الميكانيكية على العجلات الخلفية.

يتميز هذا النظام بعدم تشغيل الفرامل الميكانيكية إلا عندما تضعف الفرامل الهيدروليكية، ومن ثم يمكن الحصول بهذه الطريقة على كبح مثالي وأمان كامل.



شكل 10 – 10

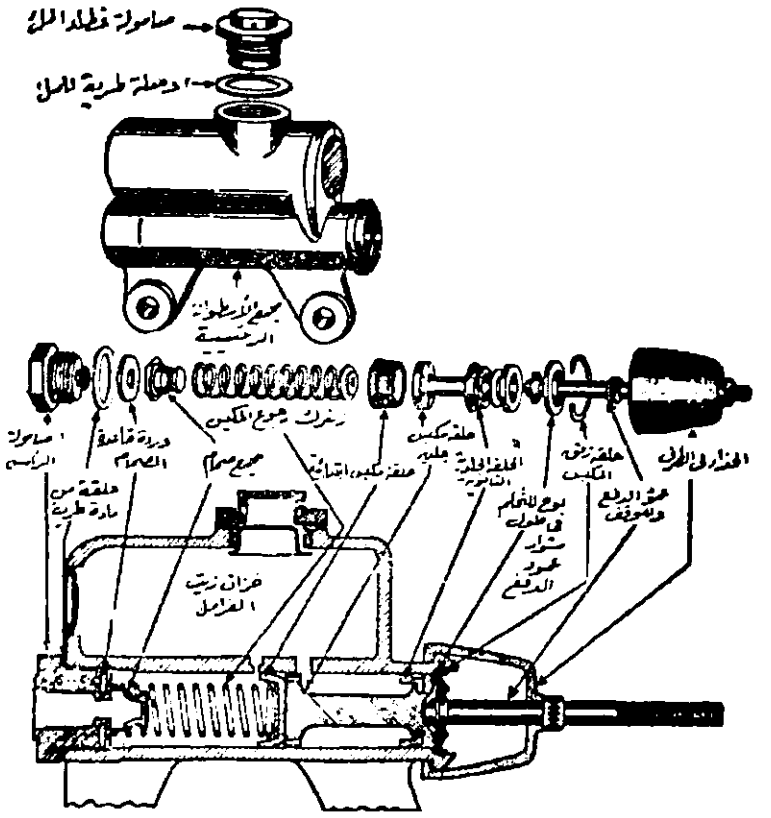
رسم تخطيطي لفرملة هيدروليكية

الأسطوانة الرئيسية:

تحتوي منظومة الكبح (الفرامل) الهيدروليكية على أسطوانة رئيسية ومجموعة أسطوانات فرعية مثبتة بالعجل. شكل 10 – 11 يوضح اسطوانة رئيسية مفككة أجزاؤها على التوالي.

يتصل المكبس الموجود في الاسطوانة الرئيسية برافعة الفرملة التي تعمل على زيادة القوة المؤثرة في المكبس، أي أن مقدار قوة ضغط القدم على دواسة الفرملة يتضاعف عدة مرات نتيجة لوجودها، وعلى سبيل المثال عند الضغط على الدواسة بقوة مقدارها 10 كيلوجرام فإن هذه القوة تنتقل إلى مكبس الأسطوانة الرئيسي بعد أن تتضاعف عدة مرات لتصل إلى 75 كيلوجرام .. وذلك في لحظة بدء الفرملة.

عندما يتحرك المكبس في الأسطوانة الرئيسية، فإنه يمر بفتحة التعويض، ويعمل ذلك على حبس السائل في الأسطوانة أمام المكبس، ومن ثم يرتفع الضغط بسرعة، ثم يدفع السائل بقوة خلال خطوط الفرملة إلى أسطوانات العجلات، حيث يندفع مكبس أسطوانة العجلة إلى الخارج ليضغط حذاء الفرملة على الطبل أو القرص الدوار بالعجلة لإقافها.



شكل 10 – 11

الاسطوانة الرئيسية

خواص الزيت المستخدم في أنظمة الكبح الهيدروليكية:

يجب أن يكون الزيت المستخدم في التجهيزات وأنظمة الكبح الهيدروليكية مطابقاً للمواصفات القياسية الدولية .. أي يكون الخواص التالية:-

1. نقطة (درجة حرارة) غليان مرتفعة، بحيث تصل إلى ما بين 200 -220 °م.
2. نقطة (درجة حرارة) تجمد منخفضة، بحيث تصل إلى ما بين 60 – 65 °م.
3. يحتفظ بلزوجة ثابتة خلال كل مجالات درجات حرارة التشغيل.
4. تمدد ضئيل عند التسخين.
5. لا يكون رواسب صمغية.

6. لا يحتوي على أحماض، بحيث لا يتسبب في تأكل (بلي) الأجزاء المعدنية والمطاطية لتجهيزات الفرامل.
7. صامد للضغوط كما يقوم بتزليق أسطح الانزلاق.
8. مقاوم للصدأ.
9. لا يتبخر.
10. لا يشتعل بسهولة.
11. مستقر كيميائياً ولا يتأثر بالتقادم.

ملاحظة:

لا يستعمل الزيت في نظام الكبح الهيدروليكي إلا الزيت الموصي به من دور الصناعة المنتجة للمركبة، حيث أن استعمال الزيت الغير مناسب قد يؤدي إلى انخفاض أداء عمل نظام الكبح.

تجهيزات الفرامل الهيدرولية:

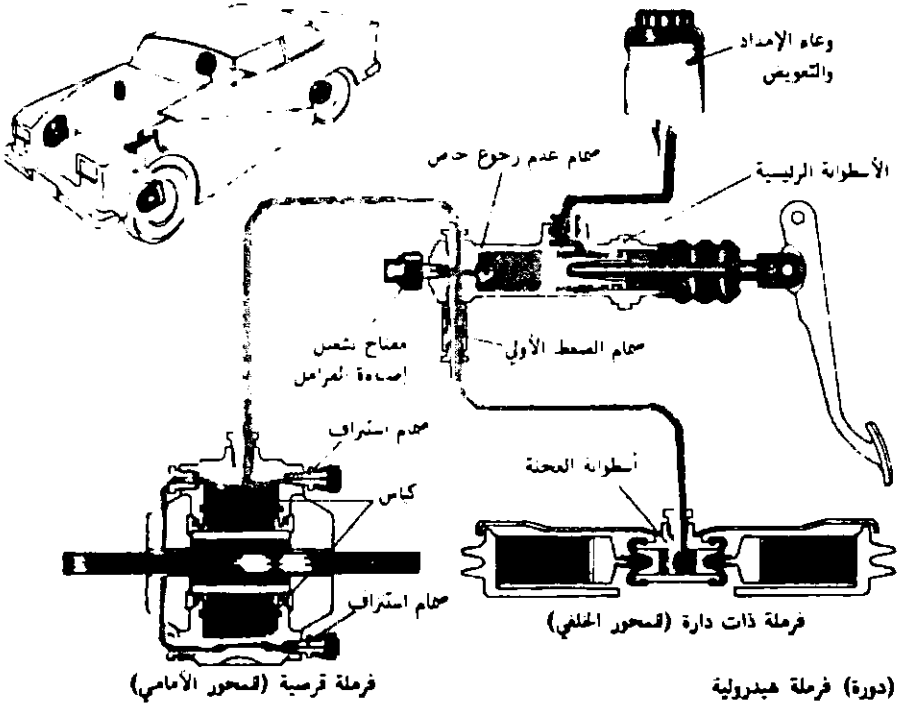
يقتصر حالياً استخدام الأذرع الميكانيكية وكابلات الشد في المركبات الحديثة على تشغيل فرامل التثبيت (اليد) فقط. أما نقل القوة من دعسة الفرامل إلى العجلات فيتم هيدروليكياً في بعض أنواع المركبات وخاصة في سيارات ركوب الأشخاص، لأن هذا النظام يعمل على نقل القوة بكفاءة عالية وتوزيعها على الفرامل بالتساوي. يستخدم لهذا الغرض سائل فرامل خاص.

وتعمل أنظمة (دورات) الفرامل الهيدروليكية بنفس الطريقة التي يعمل بها الكباس الهيدروليكي. ويمكن تقسيم الفرامل الهيدروليكية طبقا لنوع التجهيزة وتصميمها كما يلي:-

1. نظام (دورة) الفرملة الهيدرولية ذات الدائرة الواحدة:

الفرملة الهيدرولية ذات الدائرة الواحدة الموضحة بشكل 10 – 12. تتميز هذا

النظام بأسطوانته الرئيسية القصيرة التي تحرج من نهايتها مواسير الفرامل. وتعمل عند تشغيل دعسة الفرامل كوعاء ضغط وحيد (منفرد)، ويؤدي حدوث تسرب في أي جزء منها إلى انعدام أثر الكبح للتجهيزة كلها.

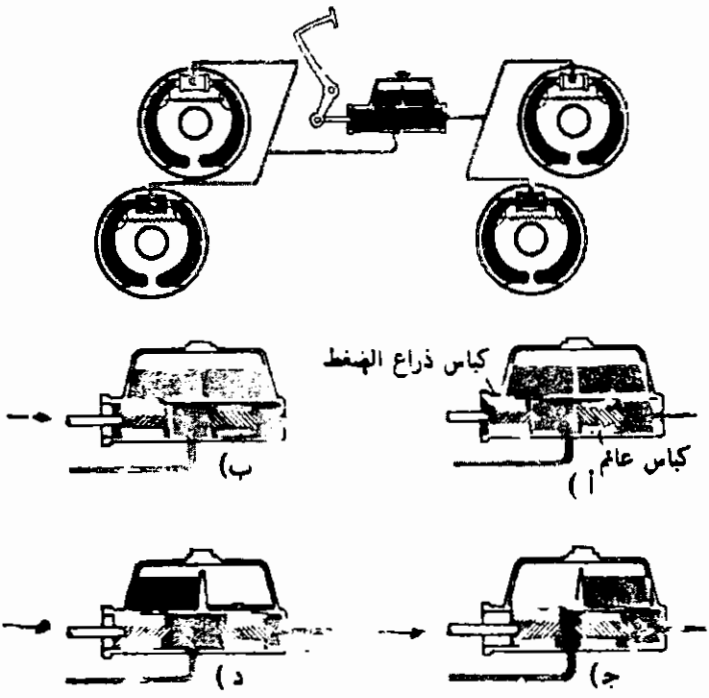


شكل 10 – 12

نظام دورة فرملة هيدروليكية ذات دائرة واحدة.

2. الفرملة الهيدرولية ذات الدائرتين :

الفرملة الهيدرولية ذات الدائرتين الموضحة بشكل 10 – 13. توفر درجة أمان كبيرة. تحتوي الأسطوانة الرئيسية على كباسين، بحيث تتم فرملة العجلات الأمامية منفصلة عن العجلات الخلفية، يؤدي ذلك إلى بقاء استجابة الكبح في إحدي الدائرتين، عند حدوث عطب في الدائرة الأخرى. لذا فإن عدد المركبات المزود بهذه التجهيزة في إزياد مضطرد، بغض النظر عن نوع وعدد فرامل العجلات بها سواء كانت الفرامل المركبة قرصية أو دارية.



شكل 10 – 13

تمثيل تخطيطي لنظام (دورة) فرملة هيدرولية ذات دائرتين.
تتم تغذية كل من المحور الأمامي والمحور الخلفي
من الاسطوانة الرئيسية بطريقة منفصلة

(أ) الأسطوانة الترادفية الرئيسية في وضع السكون.

(ب) عند تشغيل الفرملة، يتحرك كباس ذراع الضغط إلى الأمام ويتخطى ثقب الإمداد الخاص به، ويبدأ في ضخ سائل الفرامل إلى العجلة المتصلة به فيرفع ضغط السائل، ويؤدي ارتفاع الضغط إلى دفع الكباس العائم، الذي يشغل بدوره الدائرة الثانية للفرامل.

(ج) تسرب من دائرة الفرامل الخاصة بالعجلات الأمامية.

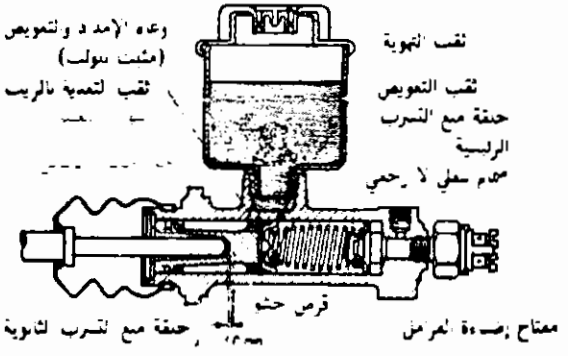
(د) تسرب من دائرة الفرامل الخاصة بالعجلات الخلفية. ويمكن لقائد المركبة اكتشاف ذلك من تحول جزء من شوط دعسة الفرامل إلى شوط عامل.

3. تجهيزات الفرامل متعددة الدوائر وذات الدائرتين:

تستخدم تجهيزات الفرامل متعددة الدوائر والتوصيلات الخاصة ذات الدائرتين في الإنتاج النمطي للمركبات الآلية، لغرض الوصول إلى درجة كبيرة من الأمان. ويجئ في المرتبة الأولي التخلص من خطر الكبح المفرط لأحد المحاور مقارناً بالمحور الآخر عند حدوث عطب في أحدي الدائرتين.، ولهذا السبب يتم وصل أسطوانات العجلات المتقابلة قطرياً في دائرة واحدة أو يتم تزويد الفرملة بزوجين من الكباسات.

الأسطوانة الرئيسية لنظام دورة فرملة ذات دائرة واحدة:

تبدأ عملية الكبح وكذلك عملية التحكم من خلال الأسطوانة الرئيسية، عند ضغط (تشغيل) دعسة الفرامل، فتحول قوة القدم المؤثرة أو القوة المساعدة لها (هواء مضغوط ــ ضغط منخفض ــ مضخة) إلى ضغط هيدروليكي منتظم شكل 10 – 14، يصل إلى جميع أسطوانات العجلات. ويتخذ وعاء الإمداد والتعويض للأسطوانة الرئيسية أشكالاً متعددة. فقد يُصب (يُسبك) مع جسم الأسطوانات ككتلة واحدة، أو يوصل بالأسطوانة بواسطة وصلة ملولبة، أو يوضع في مكان منفصل عنها. ويمكن تزويد غطاء وعاء الإمداد والتعويض بوسيلة تحذير تبدأ عملها عند انخفاض مستوي السائل في الوعاء عن الحد الأدني.



شكل 10 – 14

قطاع بأسطوانة رئيسية لنظام دورة فرملة ذات دائرة واحدة

الشروط الواجب توافرها لنجاح أداء الفرملة الهيدروليكية:

يتوقف أداء الفرامل لوظيفتها على الوجه الأكمل على الشروط التالية:-

- يجب أن يعاد ملء المجموعة كلها تلقائياً عن طريق وعاء الإمداد والتعويض.
- يجب أن يكون السائل خالياً من الفقاعات الهوائية.
- يجب أن تكون استجابة الفرملة للكبح سريعة ومتوفرة في كل وقت.

تتحقق هذه الشروط عندما يعمل كل من ثقوب الإمداد والتعويض وحلقة منع التسرب الرئيسية وصمام عدم الرجوع في الاسطوانة الرئيسية في توافق زمني، سواء في حالة السكون أو أثناء تشغيل الفرملة.

دارة الفرملة :

من أرخص طرق تصنيع دارة الفرملة تشكيلها بالكبس من ألواح الصلب، وذلك في حالة صغر الإجهادات الواقعة عليها.

يفضل استخدام الدارات المصبوبة والتي تصنع من حديد الزهر الطروق الأبيض أو الأسود أو من الصلب المصبوب. ويتخلص السطح الخارجي للدارة، المعزز بزعانف كثيرة، من الحرارة المتولدة بسرعة. كما تصنع دارات من السبائك الخفيفة (سبائك الألمونيوم) مثبت بداخلها حلقة من حديد الزهر لنفس السبب. ويمكن الحصول علي معامل انتقال حرارة مرتفع بين الحلقة والإطار المصنوع من المعدن الخفيف. ومن الأمور الهامة أيضاً، أن تحتفظ دارة الفرملة بشكلها الدائري، عند درجات الحرارة العالية، إذ قد تتخذ شكل بيضاوياً أو مخروطياً أو برميلياً أو أي شكل بيني آخر، نتيجة تأثير حرارة الاحتكاك الزائدة عن الحد. وتتسبب لقم الفرامل أيضاً في تغيير شكل سطح الدارة، تحت تأثير القوي الكبيرة التي تنشأ عند تشغيل الفرامل .

يمكن خراطة الأسطح الداخلية للدارة في حدود معينة لإعادتها إلى شكلها الأصلي وإعادة تأثيرها الفرملي. ويجب صقل السطح بالتجليخ، بعد إنجاز خراطة التنعيم، أو حتى باستعمال ورق السنفرة يدوياً، إذ يزيد السطح الناعم من قوة التأثير

الفرملي. وتتسبب الأسطح الخشنة في إتلاف بطانة اللقم بسرعة أكبر. وعند الخراطة الداخلية، يجب مراعاة عدم تجاوز الأبعاد المسموح بها التي يحددها المنتج. كما يجب استخدام بطائن فرامل تناسب الدارات المعاد خراطتها، بحيث تظل العلاقة التالية صحيحة.

نصف القطر الداخلي للدارة = نصف قطر اللقمة + سمك البطانة

يحظر إجراء الخراطة الداخلية للدارة في الحالات التالية:

- إذا وصلت أبعاد الدارة إلى الأبعاد القصوى التي يحددها المنتج.
- إذا ظهرت تشققات على سطح الدارة المستعمل للفرملة.
- إذا وجدت آثار احتراق على سطح الدارة المستعمل للفرملة.
- إذا كان تشوه الشكل الدائري كبيراً إلى حد يتعدي الأبعاد القصوي المنصوص عليها في التشغيل.
- إذا كانت الشركة المنتجة تنصح بعدم إعادة الخراطة.

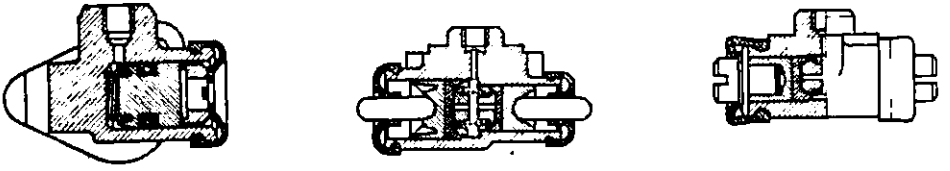
ويمكن بطريقة بسيطة التأكد من كفاية الأداء الوظيفي للدارة، بعد إعادة خراطتها داخلياً، عن طريق تعليم السطح المستعمل للفرملة، في عدة أماكن بعلامات سميكة مستعرضة بطباشير خال من الزيت والدهون. ويدل الاختفاء الكلي لهذه العلامات بعد تشغيل الفرملة على جودة أدائها الوظيفي.

اسطوانات العجلات :

تقوم أسطوانات العجلات بتحويل الضغط القادم من الأسطوانة الرئيسية ماراً من خلال الخراطيم والوصلات إلى قوة تؤثر على لقم (أحذية) الفرامل. وهناك عدة أشكال مختلفة لأسطوانات فرامل العجلات هي:-

- اسطوانة ذات تجويف نافذ بقطر داخلي ثابت على امتداد المحور (أسطوانة فرامل عجلات من طراز سيمبلكس).

- أسطوانة ذات تجويف نافذ بقطر داخلي متدرج على امتداد المحور (أسطوانة متدرجة).
- أسطوانة ذات تجويف غير نافذ(أسطوانة فرامل عجلات من طراز دوبلكس) شكل 10 – 15.



(أ) (ب) (ج)

شكل 10 – 15

نماذج مختلفة لأسطوانات فرامل العجلات

(أ) أسطوانة فرامل العجلات من طراز سيميلكس.

(ب) تسمح الأسطوانة المتدرجة بتوزيع القوي المؤثرة توزيعاً يلائم كل من اللقمة الرئيسية واللقمة الثانوية.

(ج) طراز ذو تثبيت بلولب مطلي بالكادميوم.

صيانة وإصلاح فرامل العجلات :

يمكن إجراء بعض الإصلاحات لأسطوانات فرامل العجلات في حدود معينة، كما هو الحال بالنسبة للأسطوانات الرئيسية، عند عدم استدارة مقطع الاسطوانة الداخلي أو الكباس مثلا أو عند تجاوز قطر أيهما للقيمة المحددة، أو عند بلي سطحيهما. عند إجراء مثل هذه الإصلاحات، فإنه يجب مراعاة الجداول الخاصة بالأبعاد والتفاوتات المسموح بها، التي تصدرها الشركات المنتجة لهذه القطع وذلك لأسباب تتعلق بأمن المركبة. وغالباً ما يتم استبدال معظم القطع التالفة بأخرى جديدة، لتفادي الأخطار الناجمة عند عدم دقة الإصلاحات. وهو مبدأ يمكن تشجيعه لدي العميل إذا أمكن عرض هذه القطع بسعر اقتصادي مناسب.

خراطيم وأنابيب الفرامل :

تقوم خراطيم وأنابيب الوصل بوصل الأسطوانات المختلفة ببعضها. وتتميز هذه الخراطيم بقابليتها للثني، مما يساعد على مواجهة الحركة الناتجة عن نبض وتوجيه العجلات. وتخضع هذه الخراطيم لفحوص واختبارات دقيقة بعد إنتاجها.

الشروط التي يجب مراعاتها عند استبدال خراطيم الفرامل :

يجب مراعاة النقط التالية عند استبدال خراطيم الفرامل في ورشة الإصلاح وهي كما يلي :-

- يجب تمديد خراطيم الفرامل بعيدة عن توصيلات العادم، وكذلك بعيدة عن أذرع التوجيه والنوابض.
- يفضل أن يكون طول الخرطوم أقصر ما يمكن، مع احتفاظ بحرية التحرك في جميع الاتجاهات المطلوبة، كما يجب عدم تعريض الخراطيم لإجهادات اللي والشد.
- يجب تلافي أي احتكاك بين خراطيم الفرامل وأي أجزاء أخري.
- لا تتحمل مادة تصنيع هذه الخراطيم الدهانات والمواد الواقية لقاع المركبة والشحومات والبنزين والبترول أو مواد الرش التي قد تحتوي على بعض تلك المواد. لذلك يجب تنظيف الخراطيم من القاذورات الملتصقة بها باستعمال المياه فقط.
- من الأفضل استخدام قطع الغيار الأصلية عند استبدال خراطيم الفرامل، لأن شكل الوصلات وتصميمها يختلف باختلاف الشركة المنتجة.

يتم توصيف أنابيب التوصيل تبعا للقطر الخارجي وسمك الجدار. والأقطار المتوافرة هي 4.75 مم ، 6 مم ، 8 مم ، 10 مم.

تصنع هذه الأنابيب من الصلب ، كما يجب أن تكون خالية من التشققات وقشور

الأكسيد وتستخدم أحيانا أنابيب ذات أقطار غير قياسية مثل 5 مم ، 9 مم ، 13 مم. ولا يجوز تشكيل حواف أو ثني أنابيب الفرامل إلا على البارد، كما يجب ألا يقل نصف قطر الثني عن خمسة أضعاف قطر الأنبوب. وعند مد هذه الأنابيب يجب مراعاة التعليمات التالية.

- يجب تمديد الأنابيب في وضع يحميها من الأحجار الصغيرة المتطايرة عند قيادة المركبة.
- عدم إحداث ضيق في مساحة مقطع السريان عند مواضع الحني.
- عدم وجود طول زائد في الأنابيب، إلى جانب عدم وجود منحنيات متجهة إلى أعلي، لتفادي تجمع فقاعات هوائية.
- تثبيت صمامات استنزاف الهواء في وضع يسهل الوصول إليه وفي أعلي موقع.
- إبعاد التوصيلات عن أنبيب العادم لتفادي تولد فقاعات بخار.
- وضع مواسك (قوامط) ربط الأنابيب على مسافات غير متباعدة، مع مراعاة تبطينها بالمطاط أو الجلد لتجنب حدوث احتكاك على السطح الخارجي للأنابيب.
- تمديد الأنابيب الموصلة بين وعاء الإمداد والتعويض والأسطوانة الرئيسية في أقصر مسافة بينهما، على ألا يقل ميل الأنبوب عن 15° بالنسبة للمستوي الأفقي.

ولما كانت أنابيب التوصيل متوافرة كقطع غيار جاهزة بانحناءاتها فإن الحاجة إلى شراء هذه الأنابيب مستقيمة ثم حنيها وتشكيل نهاياتها إلى شفاه التوصيل لا يكون ضرورياً، أما إذا استخدمت الأنابيب الخام على الرغم من ذلك، فإنه يجب عند تشكيلها مراعاة قطعها بدون زوائد (رائش)، باستخدام جهاز قطع الأنابيب لمنع الرايش الناتج عن القطع للدخول إلى دورة الفرامل ويعمل على إتلافها، وبالإضافة إلى ذلك يجب

استخدام العدد الخاصة للتشكيل مثل تجهيزه حنى الأنابيب ومجموعة عدد تشكيل الشفاه.

قنوات الفرامل:

تربط القنوات الواصلة بين الأسطوانات الرئيسية والأسطوانات المستقلة في الهيكل بواسطة ماسكات صغيرة، ولتعويض تغيير البعد بين العجلات والهيكل أثناء سير السيارة تكون أطراف القنوات مرنة.

عندما تكون الفرملة غير متساوية على العجلات الأربع، فإنه يجب التأكد من الوصلات المرنة غير مسدودة.

طرد الهواء من الفرامل الهيدروليكية:

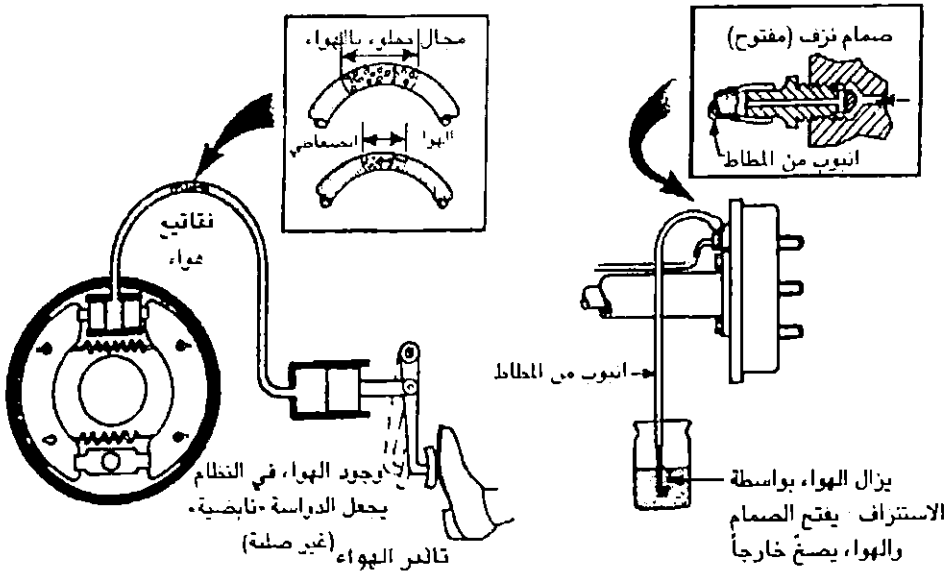
عندما يكون خزان التعويض الموضوع بأعلى الأسطوانة الرئيسية غير مملوء بدرجة كافية، في هذه الحالة قد ينفذ الهواء إلى القنوات، ويحدث هذا أيضاً عندما تكون إحدى الوصلات غير محكمة الربط. وبما أن الهواء قابل للإنضغاط فإنه يعمل على تخفيض كبير في قدرة وفاعلية الفرملة.

ولطرد الهواء الموجودة بمنظومة الفرامل الهيدروليكية كما هو موضح بشكل 10 – 16 يتبع الآتي:-

يوجد بكل أسطوانة عجلة فتحة بسدادة لطرد الهواء، تفك السدادة من الفتحة وتوصل الفتحة بخرطوم من النحاس الأصفر، بحيث تتوافق مع خرطوم تصريف مصنوع من المطاط، ويغمس الخرطوم المطاطي في قنينة مملوءة جزئياً بسائل فرامل، ويضغط على دواسة الفرامل مرات متوالية وبطيئة، حيث يطرد السائل (زيت الفرامل) ويطرد معه الهواء إلى القنينة، وعند ملاحظة نزول السائل إلى القنينة خالياً تماماً من فقاقيع الهواء، يكون الهواء قد تم طرده، في هذه الحالة يرفع الخرطوم ويعاد ربط السدادة بإحكام، ويطرد الهواء من أسطوانات العجلات الأخرى بنفس الطريقة.

ويجب التأكد من امتلاء خزان التعويض الموجود بأعلى الأسطوانة الرئيسية أثناء عملية طرد الهواء من المنظومة الهيدروليكية بدرجة كافية، أي يظل مستواه ثابتاً بحوالي 2 – 3 سم من الحافة العلوية.

يجب عدم استخدام السائل المفرغ فوراً لإعادة ملء خزان التعويض، لأنه يحتوي على نسبة معينة من الهواء. لذلك يجب تركه لمدة لا تقل عن ساعتين قبل السماح باستخدامه مرة أخري، بحيث يكون في أمان تام. كما يجب عدم استخدام أي سائل متسخ لأن وجود الغبار أو أي مواد أخري غريبة تضر ضرراً بالغاً بفاعليتة الفرملة كما تؤدي إلى سرعة تلف المنظومة الهيدروليكية.



شكل 10 – 16

طرد الهواء من الفرامل الهيدروليكية

صيانة أنظمة الكبح الهيدروليكية:

- يجب مراجعة وصيانة أنظمة الكبح المستخدمة في المركبات المختلفة كما هو موضح بجدول 10 – 5. علماً بأن هذا الجدول بمثابة دليل فقط، أما تعليمات دور الصناعة المنتجة للمركبة فيجب إتباعها بدقة.

جدول 10 – 5

دليل صيانة أنظمة الكبح بالمركبات

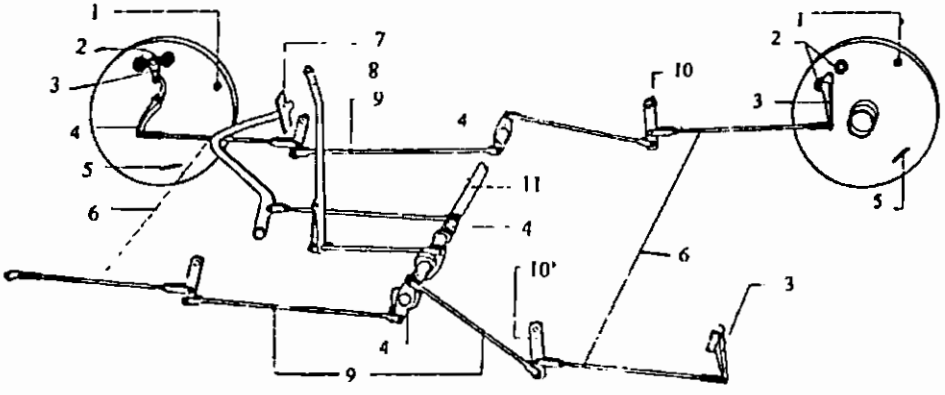
الفترة	العملية المطلوبة	ملاحظة
كل 2000 كم أو مرة في الشهر	التدقيق في مستوي الزيت، وإضافته إذا لزم الأمر	عند الإضافات المتكررة للزيت فإنه يجب فحص النظام للتأكد من عدم وجود تسرب.
كل 10000 كم	التدقيق في وسادات الاحتكاك والبطانات. ضبط المكابح التي هي من النوع الانضباطي	البطانات والوسادات يجب أن تكون خالية من الزيت والشحوم. يجب استبدالها، عندما يصل سمكها إلى الآتي:- (أ) إلي 2 مم للوسادات. (ب) إلي ثلث السمك الأصلي بالنسبة للبطانات
كل 15000 كم	التدقيق في عدم وجود التسرب . التدقيق في صلاحية الخراطيم المطاطية	الأجزاء المعطلة يجب استبدالها.
كل 40000 كم أو كل 18 شهر	استبدال الزيت	زيت المكابح يمتص الرطوبة من الجو مما يخفض من نقطة غليانه.
كل 600000 كم أو كل ثلاث سنوات	استبدال المكونات التشغيلية	ينبغي استبدال جميع الأجزاء المطاطية

الفرامل الميكانيكية:

تعمل الفرامل الميكانيكية بواسطة مجموعة روافع أو عن طريق أسلاك من الصلب المجدول. تلتحق مجموعة الفرامل بلوح تثبيت موصل بفخذ التروس الفرقية أو

بالمفصل في العجلات الأمامية وتدور الدارة حول هذه الأعضاء.

عند الفرملة تحتك أجزاء الفرملة بالدارة (الطنبور) الدوار ويزيد الاحتكاك بزيادة الضغط على الأجزاء. شكل 10 – 17 يوضح رسما تخطيطياً لفرملة ميكانيكية.



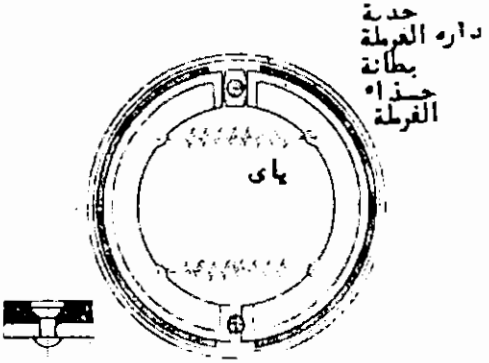
شكل 10 – 17

رسم تخطيطي لفرملة ميكانيكية

يوضح شكل 10 – 18 نوعاً بسيطاً لفرملة ميكانيكية ذات تمدد داخلي. تثبت البطانات أو الأحذية من أسفل على المحور الثابت وتبعد عن الدارة بواسطة نوابض (ياءات)، ويتم القبض بدفع الحذاءين إلى الخارج بواسطة حدبة من الصلب ذات شكل خاص تسمي حدبة الفرملة.

ويزيد الاحتكاك بزيادة دوران الحدبة إلى زاوية أكبر. ويختفي الاحتكاك تحت تأثير الياءات بمجرد إعادة الحدبة إلى وضعها الرأسي الأصلي.

وللحصول علي أقصي فرملة، فإنه يجب أن يكون اتصال البطانات مع الدارة إتصالاً كاملاً على الطول كله.



شكل 10 – 18

فرملة ميكانيكية ذات تمدد داخلي

أجهزة الفرملة الدائمة:

تعتبر أجهزة الفرملة الدائمة بمثابة تجهيزات إضافية للمركبات المستخدمة في بعض الدول الأوروبية، تصمم هذه التجهيزات الفرملية، بحيث يمكن قيادة المركبة والمقطورة التابعة لها على طريق منحدر يميل بمقدار 7 % لمسافة حوالي 6 كيلومتر، بسرعة ثابتة مقدارها 30 كم / ساعة. عند قطع هذه المسافة، يجب أن تحقق المركبة والمقطورة النسبة المئوية الفرملية التي تحددها اللوائح.

صممت عـدة تجهيزات، أو عدة أجهزة للفرملة الدائمة .. منها على سبيل المثال الآتي :-

فرملة المحرك:

على الرغم من اختلاف طرق تشغيل هذه المنظومة، إلا أنها لا تخرج عن وجود قالب (صمام خنق) مثبت بأحدي قنوات العادم بالمحرك رباعي الأشواط، يعمل هذا الصمام على زيادة نسبة التأثير الفرملي للمحرك بمقدار الثلثين، وفي نفس الوقت يخفض تدفق الوقود إلى المحرك بطريقة جبرية.

الفرملة عن طريق إزاحة عمود الحدبات:

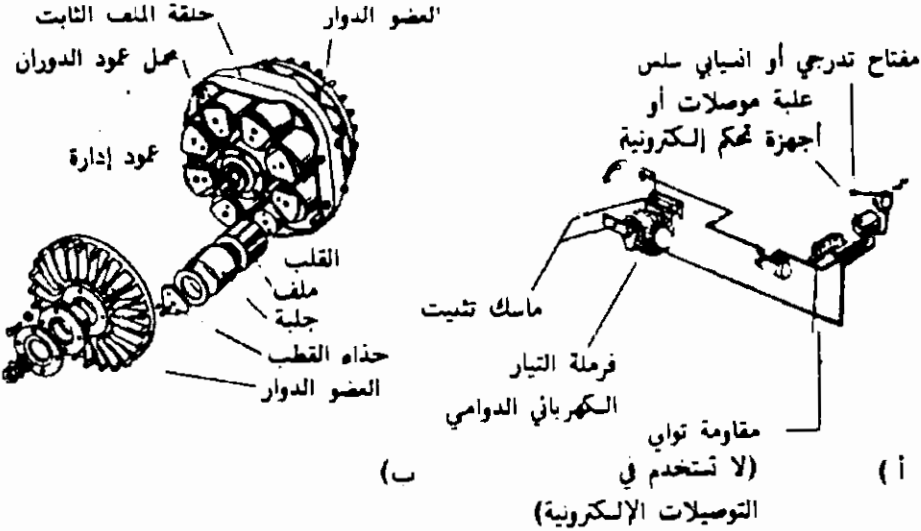
تستخدم طريقة إزاحة عمود الحدبات (عمود الكامات) في محركات الديزل ثنائية الأشواط المزودة بصمام لخروج العادم، حيث تظل الصمامات مغلقة أثناء شوط الطرد عند إزاحة عمود الحدبات في اتجاه طولي، حيث يزداد قوة الفرملة.

فرملة التيار الدوامي:

يتم تثبيت عضو إنتاج ساكن مع إطار المركبة ما بين صندوق التروس ومحور الجر، بينما يدور عضو إنتاج دوار (ملف متحرك) مع العمود المفصلي (عمود الكردان) ويولد التيار الكهربائي المرسل من مصدر الإمداد بالطاقة مجالا مغناطيسياً قابلا للضبط في الملفات الحثية الكهرومغناطيسية بالعضو الساكن، ويعمل هذا المجال على فرملة العضو الدوار المكون من رقائق قرصية من الحديد المطاوع بقدر يتناسب مع التيار المرسل.

فرملة التيار الدوامي الموضحة بشكل 10 – 19. يولد الجهاز أقصي عزم فرملي عند سرعة الدوران، ويظل العزم بعد ذلك ثابتاً دون أن يتأثر بسرعة الدوران.

تستخدم هذه الفرملة في المركبات التي تتراوح حمولتها ما بين 6 – 55 طن، وباستعمال هذه الفرملة يمكن تخفيض سرعة مركبة محملة تحميلاً كاملاً من سرعة 70 كم / ساعة إلى سرعة 10 كم / ساعة في مسافة تبلغ حوالي 200 متر، عند سيرها على طريق شديد الانحدار.



شكل 10 – 19

فرملة التيار الدوامي

(أ) عضو الإنتاج الدوار المستخدم في التجهيزة.

(ب) التجهيزة أثناء تثبيتها بالمركبة.

ضبط الفرامل:

يصمم كل نوع من التجهيزات الفرملية بطريقة مختلفة، ولذلك تختلف طريقة إعادة ضبط كل تصميم مع غيرها. وتكون إعادة الضبط ضرورية عند أزدياد شوط دعسة تشغيل الفرامل.

يعتمد طول شوط الفرامل بلصقها بدارة الفرملة، ثم إرجاعها عن هذا الوضع، حتي يختفي صوت الاحتكاك بين اللقم والدارة عند الدوران.

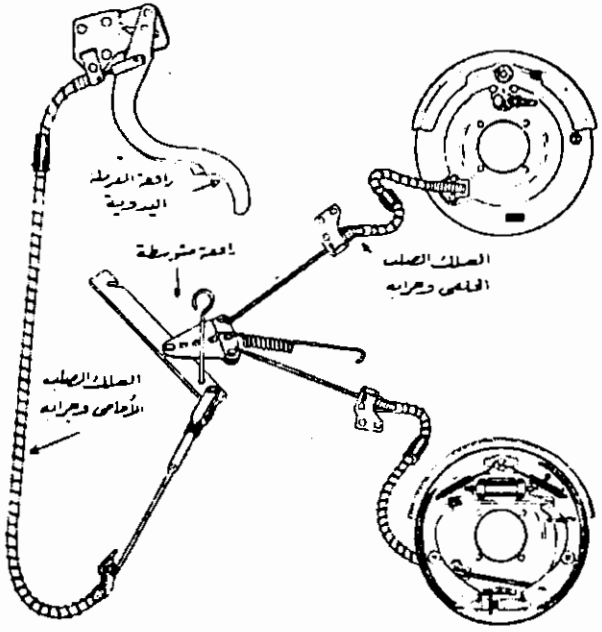
ويزداد خلوص الشوط بازدياد عدد مرات الكبح ومدة الاستخدام، كنتيجة (لبلي) بطانة لقم الفرامل، ويجب في هذه الحالة إرجاع اللقم إلى وضع قريب من دارة الفرملة (إعادة الضبط).. ويتم الضبط كما يلي:

- **ضبط يدوي سلس:** ويتم ذلك عن طريق تغيير تجهيزة مرفقية قابلة للدوران، مركبة في حامل الفرامل، فيزاح مسمار سند ملولب في الاتجاه الطولي بواسطة صمولة لإعادة الضبط. ويثبت هذا المسمار، إما في أسطوانة فرامل العجلة، أو في محمل الإرتكاز..
- **ضبط تلقائي (آلي) متدرج:** تتم إعادة الضبط عن طريق جريدة مسننة تتعمق تلقائياً في فك قابض لإعادة الضبط.
- **ضبط تلقائي(آلي) سلس:** يتم باستخدام تجهيزة احتكاك قابضة.

فرامل اليد:

تعمل فرامل اليد الموضحة بشكل 10 – 20 عن طريق مقبض في غرفة القيادة. يتصل المقبض بواسطة وصلات وأسلاك من الصلب المجدول بأحذية فرامل العجلات الخلفية، أو بفرامل منفصلة موجودة على عمود نقل القدرة الذي يعمل بالإشتراك مع أحذية فرامل العجلات الخلفية.

عند الوقوف يجذب مقبض الفرملة اليدوية الذي يعمل على حركة الرافعة المتوسطة، الذي يؤدي إلى جذب السلكين الخلفيين المصنوعين من الصلب، لتحدث الفرملة بالعجلات الخلفية.



شكل 10 – 20

رسم تخطيطي لفرامل اليد

حساب قوى الكبح .. (الفرملة)

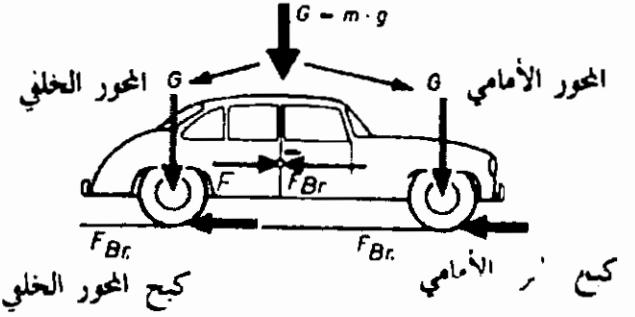
جهاز الإيقاف (الفرامل) لازم وضروري لإبطاء وإيقاف المركبة. تستعمل أكثر أنواع المركبات الفرامل الهيدروليكيية .. أي التي تعمل بالسوائل المضغوطة.

عند الدعس بالقدم على دواسة الفرامل، يندفع مكبس الأسطوانة الرئيسية المملوءة بزيت الفرامل، ليندفع الزيت إلى الأنابيب وبالتالي إلى أسطوانات العجلات الموجودة واتحدة منها في كل عجلة. يوجد بكل أسطوانة مكبسان متصلان بحذاءي الفرامل الموجودة بمجموعة فرامل العجلة، حيث يتحرك المكبسان في إتجاهين متضادين إلى الخارج، ليتحرك تبعاً لذلك حذاء الفرملة ليضغطا على سطح الطبلة (الطنبور) المتصل بالعجلة، وبما أن الطبلة المذكورة تدور مع العجلة، فإن الضغط وإلتصاق حذاءي الفرملة ينتج عنه إبطاء أو توقف عجلات المركبة.

حساب قوى الكبح على طريق مستوي والفرملة لجميع العجلات :

تقوم الفرملة بإمتصاص طاقة حركة السيارة، وتحول هذه الطاقة إلى شغل إحتكاك يعادل في مقداره طاقة الحركة. ويحتاج إلى بذل شغل الإحتكاك في الفرامل إلى قوة مكابح (فرامل) تتوزع طبقاً لون المركبة وعلى محوري السيارة شكل 118 – 1 – 120.

يمكن إيجاد حساب قوي الكبح (الفرملة) لجميع العجلات عندما يكون الطريق مستوي من خلال الصيغ التالية :-



شكل 10 – 21

توزيع قوى الكبح طبقا لوزن السيارة

m ..... كتلة السيارة ..... (km)

G ..... وزن السيارة ..... (N) (G = mg)

F ..... قوة القصور الذاتي الناشئة عن الفرملة ..... (N)

F_{Br} ..... محصلة قوى الفرملة ..... (N)

a_{max}, a ... التقاصر ..... (m/s^2)

G ..... تسارع الجاذبية الأرضية ..... (m/s^2) ($g = 10 m/s^2$)

U_o ..... معامل الاحتكاك الالتصاقي

يتم الإستفادة من الإحتكاك الإلتصاقي بين الإطارات وسطح الطريق لكبح (فرملة) المركبة . تمثل قوة الفرملة F_{Br} وهي مجموع قوى الفرملة المؤثرة على جميع العجلات عند محيطها. وتساوي قوة القصور الذاتي F للمركبة قوة الفرملة وتعكسها

في الإتجاه.

$$F_{st} = G * U_o = F_{Br}$$

$$G = m * g$$

$$F = m * a = F_{Br}$$

ويمكن الحصول على أقصى تقاصر لقوى الفرملة عندما يتم الكبح حتى حد توقف دوران العجل وبدء إنزلاقه على الطريق. عند هذا الحد تجد أن :-

$$M * a_{max} = m * g * U_o$$

$$a_{max} = 9.81 * U_o$$

$a_{max} = 10 * U_o$ ..... بالتقريب

يحدث أثناء الكبح (الفرملة) إزاحة ديناميكية لتحميل المحاور ، هذا يعني أن الحمل ينخفض على المحور الخلفي ويزداد على المحور الأمامي، وقد راعى المصممون تأثير إزاحة الحمل أثناء الفرملة وذلك غي حسابات التصميم الخاصة بالفرملة.

مثال :

يتم كبح (فرملة) شاحنة وزنها 38t بأقصى تقاصر ممكن. فإذا كان معامل الاحتكاك الالتصاقي يساوي 0.65.

أوجد الآتي :-

(أ) مقدار قوة الكبح (الفرملة).

(ب) التقاصر.

المعطيات : $U_o = 065$, $m = 38000$ kg

المطلوب : a , F_{Br}

الحل :

(أ)

$$G = m * g = 38000\ kg * 9.81\ m/s^2 = 37280\ N$$

$$F_{st} = F_{Br} = G * U_o$$

$$= 37280\ N * 0.65 = 242.307\ N$$

(ب)

$$A = \frac{F_{Br}}{m} = \frac{342.307kg\ m/s^2}{38000kg} = 637\ m/s^2$$

تمارين :

1. يبلغ الوزن الكلي لسيارة ركوب 1420 kg (2200 kg , 1750 kg) فإذا كان الحمل الواقع على المحور الأمامي يشكل % 55 , % 65 من الحمل الكلي، ومعامل الإحتكاك الإلتصاقي بين سطح الإيطار والطريق يساوي (0.6 , 0.2) 0.75 . أوجد قوة الإحتكاك الإلتصاقي المؤثرة عند المحور الخلفي والمحور الأمامي ؟
2. يتم كبح (فرملة) سيارة وزنها 1620 kg بتقاصر مقداره $6\ m/s^2$. أوجد قوة القصور الذاتي وقوة الكبح (الفرملة) ؟
3. يتم كبح السيارة المذكورة في المسألة السابقة رقم 2 في طرق ذات أسطح مختلفة وذات معاملات الإحتكاك تالإلتصاقي التالية :-

(أ) 0.45

(ب) 0.62

(ج) 0.7

أوجد القوة القصوى للكبح (الفرملة) في كل حالة ؟

4. يبلغ وزن سيارة جاهزة للسفر 1850 kg حملت السيارة بأربعة أشـــخاص وزن كل منهم 75 kg ومتاع وزنه 100 kg، لإغذا إريد فرملة السيارة مـــن ســـرعة 75 kg/ h إلى أن تقف بغستخدام أقصى تقاصر فرملة ممكن ، وكـــان معامـــل الإحتكاك الإلتصاقي U_o = 06 . أوجد الآتي :-

(أ) قوة الفرملة.

(ب) تقاصر الفرملة الأقصى.

(ج) طول مسافة الفرملة.

(د) زمن الفرملة.

5. تبلغ قوة الكبح لسيارة ركوب 5600 N (6200 N) كان حمل المحاور موزعاً بنسبة % 60 على الحور الأمامي ، % 40 على المحور الخلفي ، ومعامل الإحتكاك الإلتصاقي بين سطح الإيطار والطريق = 0.8 (0.65) . أوجد قيمة حمل المحـــور الأمامي والمحور الخلفي.