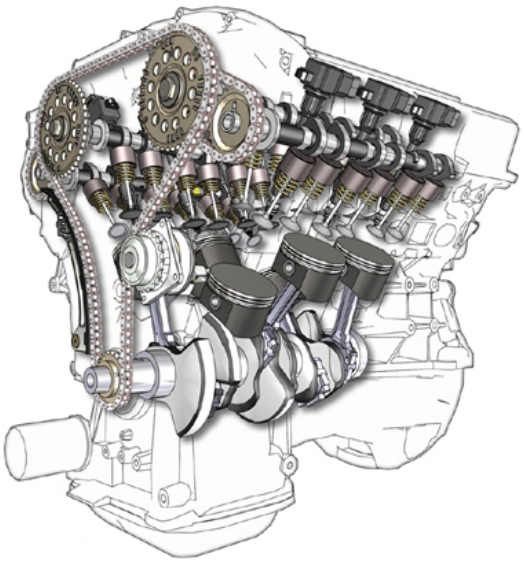
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات ومركبات

نظام الفرامل

٢١٢ تمر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " نظام الفرامل " لمتدربي قسم" محركات ومركبات " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

نظام الفرامل

أساسيات نظام الفرامل

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

نقدم إليك عزيزيالمتدرب وحدة أساسيات نظم الفرامل المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في نظام الفرامل. في هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض النظريات العملية وراء تطور نظام الفرامل، والنظم المختلفة المستخدمة في نظام الفرامل. وسنعرض عليك أنواع بطانات الاحتكاك المستخدمة في السيارات، ومكوناتها ومميزاتها وعيوبها وكذلك نظرية عمل بدال (دواسة الفرامل) وتأثيره في نقل وتكبير قوة ضغط السائق. وفي الفصل الثاني سنعرض لك كيفية القيام بضبط البدال. وإجراء الفحص ا لظاهري للنظام.

يعتبر نظام الفرامل من أهم الأنظمة الموجودة في السيارة حيث تعتمد سلامة راكبي السيارة على جودة عمل النظام وكفاءته. تطورت الفرامل الموجودة في السيارة في الفترة الأخيرة، حيث أصبحت معظم السيارات مجهزة بنظام منع غلق وانزلاق العجلات كنظام أساسي من أنظمة السيارة، والذي يعمل عن طريق وحدة تحكم إليكترونية .وبكونك متدرب لتصبح فني للسيارات فإنه يجب أن تفهم جيداً كيفية تركيب وعمل نظام الفرامل، وتكون قادراً على التمييز بين الأنواع المختلفة لنظم الفرامل من ناحية نظرية العمل والتركيب والتشغيل. كما يجب أن تكون على دراية بعمليات الفحص والاختبار والتقييم للنظام. كما يجب أن تتقن إجراءات الصيانة والإصلاح والاستبدال.

وعليك أيها الأخالمتدرب أن تستوعب هذه المعلومات الموجودة بهذه الوحدة وتستفيد من وسائل الإيضاح التي تتضمنها هذه الوحدة من صور وجداول فنية. هذا وتحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية في نهاية الفصل الثاني. كما أن التمرينات الخاصة بالمراجعة في نهاية الفصل الثاني تساعدك على تقييم استيعابك للمادة العلمية بالوحدة

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- التعرف على نظرية عمل الفرامل الهيدروليكية.
- التعرف على أنواع الفرامل الهيدروليكية.
- التعرف على أجزاء دائرة الفرامل الهيدروليكية ونظرية عمل ومكونات كل جزء.
- التعرف على إجراءات فحص مكونات دائرة الفرامل الهيدروليكية.
- التعرف على عمل بدال الفرامل ونسبة البدال (التكبير الميكانيكي للبدال).

الجدارة: معرفة أسس ومبادئ وأنواع أنظمة الفرامل الهيدروليكية المختلفة.
إجراء عمليات الصيانة والفحص والضبط لبدال الفرامل.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على نظرية عمل الفرامل.
٢ - التعرف على أنواع وتصنيف الفرامل.
٣ - التعرف على بطانات الاحتكاك وأنواعها ومميزاتها وعيوبها.
٤ - فحص وضبط بدال الفرامل.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات نظري + ٨ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل قطاعات وأجزاء النظم المختلفة للفرامل.

متطلبات الجدارة: معرفة عامة بالسيارات والرياضيات الأساسية ومبادئ الفيزياء.

الفصل الأول : نظرية عمل وتصنيف الفرامل
Brake System Overview

يعتبر نظام الفرامل من أهم الأنظمة الموجودة في السيارة. الأسطوانة سلامة حياة ركاب السيارة تعتمد على الله أولاً ومن ثم على التشغيل السليم للنظام. ولذلك يجب على فني الفرامل أن يكون على دراية تامة بأجزاء النظام وكفاءة عالية في إجراء عمليات الصيانة والفحص والتشخيص والإصلاح.

الفرامل هي وسيلة لتحويل الطاقة الحركية للسيارة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك ويتم ذلك في عجلات السيارة. لإيقاف السيارة تؤثر قدم السائق بقوة على بدال الفرامل، تتحول القوة إلى ضغط هيدروليكي في الأسطوانة الرئيسية لسائل الفرامل، وينتقل هذا الضغط من خلال أنابيب إلى أسطوانات العجل التي تقوم بتحويل ضغط الفرامل إلى قوة عمودية تدفع بطانات الاحتكاك ضد الأجزاء الدوارة مع العجل (القرص أو الدارة). تعمل القوة العمودية إلى توليد قوة احتكاك تؤثر في عكس اتجاه حركة الجزء الدوار وتؤدي إلى تقليل سرعته وإيقافه. وحيث أن الجزء الدوار (القرص أو الدارة) متصل بالعجلة فإن ذلك يؤدي إلى إيقاف السيارة.

وظيفة عمل الفرامل

هناك ثلاث وظائف للفرامل بالسيارة:

١. تقليل سرعة السيارة وإيقافها.
٢. الحفاظ على سرعة السيارة ثابتة عند نزول المنحدرات.
٣. تثبيت السيارة عند وقوفها على طريق مائل.

تصنيف الفرامل

يمكن تصنيف الفرامل بعدة تصنيفات مثل:

أ. طريقة نقل قوة الفرملة من البدال (الدعسة) إلى العجلات.

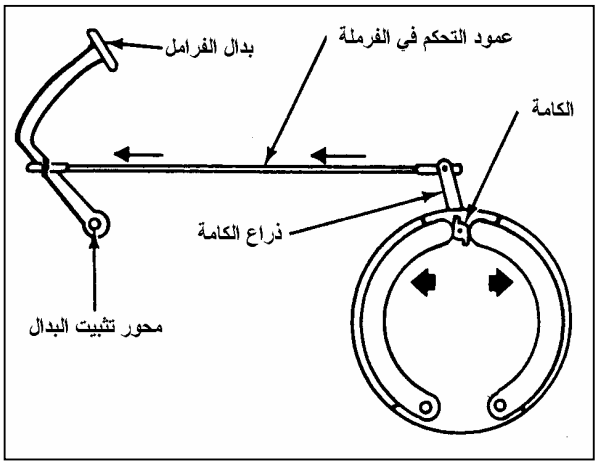
ب. وظيفة الفرملة.

جـ. نوع فرامل العجل.

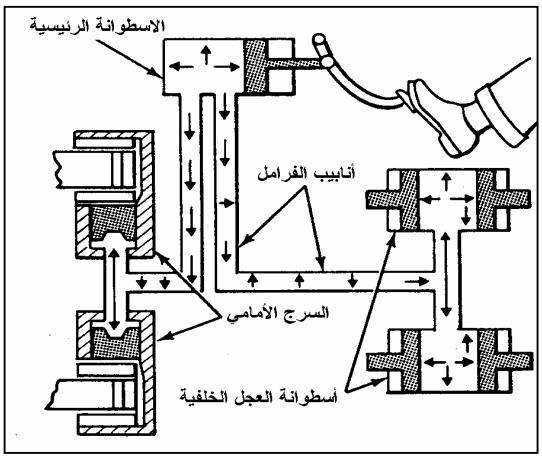
أ - تصنيف الفرامل حسب طريقة نقل قوة الفرملة من البدال إلى العجلات :

- الفرامل الميكانيكية Mechanicl brakes (تستخدم الأسلاك والأعمدة والحدبات لنقل الحركة).كما في الشكل(١).

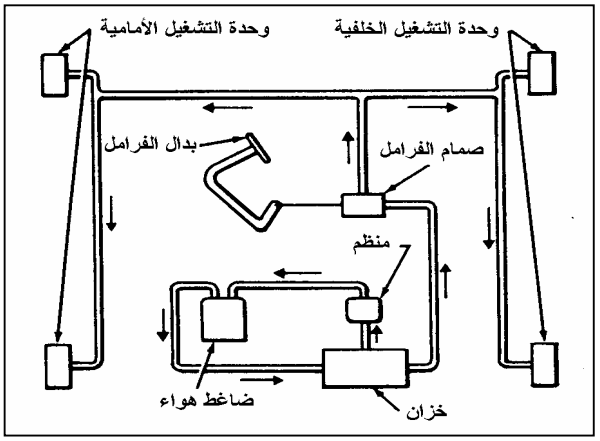
- الفرامل الهيدروليكية Hydraulic brakes (تستخدم أنابيب وليات وأسطوانات لنقل ضغط وحركة زيت الفرامل) كما في الشكل(٢).
- فرامل الهواء Air brakes (تستخدم ضاغط هواء وخزانات وصمامات تحكم وأنابيب لنقل الهواء المضغوط).كما في الشكل (٣).
- الفرامل الكهربائية Electric brakes (تستخدم الأسلاك والمرحلات لنقل الكهرباء) شكل(٤).



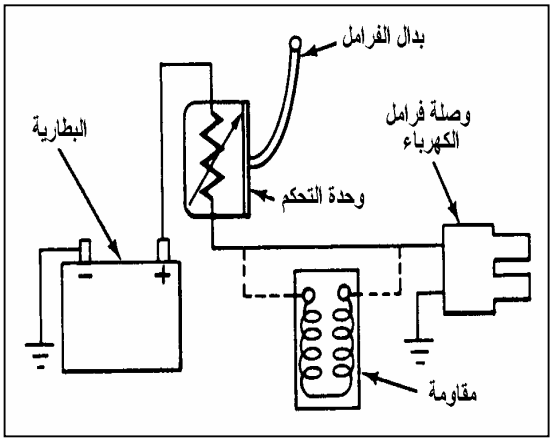
شكل (١): الفرامل الميكانيكية



شكل (٢): الفرامل الهيدروليكية



شكل (٣): الفرامل الهوائية



شكل (٤): الفرامل الكهربائية

ب - تصنيف الفرامل حسب:

- فرامل الخدمة Service brakes (وهي الفرامل المستخدمة لتقليل سرعة السيارة و(إيقافها).

- فرامل التثبيت Parking brakes (فرملة تستخدم عند توقف السيارة عن طريق رافعة بسقاطة تشغل باليد أو بالقدم).
- الفرامل الإضافية Auxiliary brakes (وهي التي تستخدم مع المقطورة أو المبطئات Retarder المستخدمة مع الشاحنات).

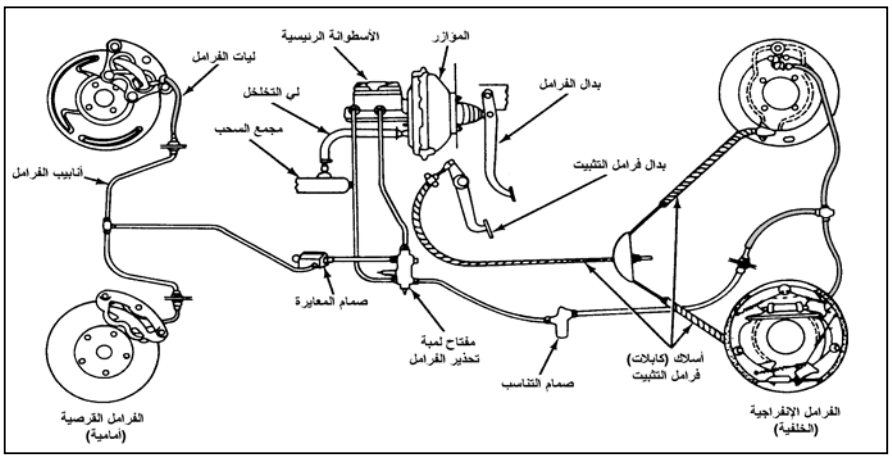
جـ - تصنيف الفرامل حسب نوع فرامل العجل

- الفرامل الانفراجية (الدارة) Drum brakes.
- الفرامل القرصية (ديسك) Disk brakes.

مكونات نظام الفرامل الهيدروليكية:

يبين الشكل(٥) مكونات وأجزاء نظام الفرامل حيث يتكون النظام من التالي :

- بدال (دواسة) الفرامل Brake pedal وسيلة نقل القوة من قدم السائق إلى نظام الفرامل.
- المؤازر Booster يعمل على زيادة قوة الدعسة.
- الاسطوانة الرئيسية Master cylinder تعمل على تحويل قوة الدعسة إلى ضغط هيدروليكي.
- أنابيب وليات الفرامل Brake tubes & hoses لنقل سائل الفرامل إلى أسطوانات العجل.
- صمامات الفرامل Brake valves للتحكم في ضغط الفرامل لتجنب غلق العجلات.
- أسطوانات العجل Wheel cylinders تحول ضغط الزيت إلى قوة تؤثر على بطانات الاحتكاك.
- فرامل العجل (القرصية - الانفراجية) تنتج قوة احتكاك بين بطانات الاحتكاك وسطح الأجزاء الدوارة (القرص أو الدراة).
- فرامل التثبيت لتثبيت السيارة عند التوقف.



شكل (٥): مكونات نظام الفرامل الهيدروليكية وفرامل التثبيت

طاقة الحركة(.Kinetic Energy (K.E

تبعاً لقوانين الفيزياء، فإن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم إلا بإذن الله. وهذا يعني أنه لا يمكن التخلص من الطاقة ولكن من الممكن تحويلها من صورة إلى أخرى. فلتحريك السيارة مثلاً تتحول الطاقة الكامنة بالوقود إلى طاقة حرارية في المحرك وتتحول بعدها إلى طاقة ميكانيكية تعمل على تحريك السيارة وزيادة سرعتها، وهذه الطاقة تتحول إلى طاقة حركة للسيارة (تزداد طاقة الحركة للسيارة مع زيادة سرعة وكتلة السيارة). ولإيقاف السيارة يجب أن لا تكون بها طاقة حركة، وللوصول إلى ذلك يجب تحويل هذه الطاقة إلى صورة أخرى من صور الطاقة. ويستخدم نظام الفرامل في السيارة قوة الاحتكاك المتولدة بالعجلات إلى تحويل طاقة الحركة إلى طاقة حرارية يتم تشتيتها إلى الهواء الجوي.

الاحتكاك Friction

يستخدم نظام الفرامل قوة الاحتكاك لتقليل سرعة السيارة وإيقافها. ولكي يحدث الاحتكاك بين سطحين يجب أن تكون بينهما حركة نسبية. ويحدث الاحتكاك في نظام الفرامل عند العجلات، حيث يتم الاحتكاك بين بطانات الاحتكاك (المثبتة بجسم السيارة) والدارة أو القرص (المتصلان بالعجلات التي تدور). ونتيجة للحركة النسبية بين بطانات الاحتكاك والأجزاء الدوارة تتولد قوة احتكاكية السطحين المحتكين (موازية للسطحين وفي عكس اتجاه الحركة) تعمل على خفض سرعة السيارة.

وتعتمد قوة الاحتكاك على القوة العمودية بين السطحين المحتكين ونوع وحالة السطحين المحتكين ولا تعتمد على مساحة السطحين أو السرعة النسبية بينهما. ويؤدي الاحتكاك إلى رفع حرارة الأسطح المحتكة وإلى تآكلها.

العجلة التقصيرية Deceleration

يسمى معدل انخفاض السرعة بالعجلة التقصيرية. وتقاس العجلة التقصيرية بمقدار انخفاض السرعة في وحدة الزمن وتكون وحدة العجلة هي متر/ ثانية^{2}، أي متر/ثانية كل ثانية. عند استخدام الفرملة تنخفض سرعة المركبة حسب قوة الفرملة وتلاصق الإطار مع الطريق(معامل الاحتكاك). قيمة العجلة التي تتوقف بها السيارة تؤثر في مقدار مسافة وزمن التوقف.

الوزن المنقول Weight transfer

تؤدي العجلة التقصيرية أثناء الفرملة إلى تكوين قوة قصور ذاتي تؤثر عند مركز ثقل السيارة تكون قيمتها حاصل ضرب الكتلة في ا لعجلة. هذه القوة تؤدي إلى زيادة الوزن على المحور الأمامي وإنقاص الوزن على المحور الخلفي. وتعتمد قيمة الوزن المنقول على مقدار العجلة وكتلة السيارة وأبعادها. فكلما

زادت العجلة وكتلة السيارة وارتفاع مركز ثقلها كلما زادت قيمة الوزن وكلما زادت المسافة بين المحوريين كلما قلت قيمة الوزن المنقول.

غلق العجل Wheel lock

يغلق العجل (يتوقف عن الدوران) أثناء الفرملة نتيجة أن قوة الفرملة بين الإطار والطريق تكون أكبر من قيمة معامل التلاصق بين الإطار والطريق مضروبة في الوزن الواقع على العجلة. وغلق العجلات يعتبر من المشاكل الخطيرة التي تواجه سائق السيارة عند استخدام الفرامل. ففي حالة حدوث غلق لعجلات المحور الأمامي يحدث فقد للتوجيه، وفي حالة غلق العجلات الخلفية يؤدي ذلك إلى فقد الاتزان وفقد السيطرة على السيارة (تدور السيارة حول مركز ثقلها). ويؤدي الوزن المنقول أثناء الفرملة إلى تقليل الوزن على المحور الخلفي ولذلك يكون المحور الخلفي أكثر عرضة للغلق من المحور الأمامي. ولمحاولة تقليل احتمال الغلق يركب على الدائرة الهيدروليكية للفرامل الخلفية صمام يسمى صمام التناسب لتقليل الضغط الهيدروليكي عن المحور الخلفي (تقليل قوة فرملة العجل). كما يركب في السيارة نظام منع غلق العجل الذي يعمل على التحكم في الضغط الهيدروليكي للعجلة التي تكون على وشك الغلق.

أحذية الفرامل (الأقمشة/ الفحمات) :

تبطن أحذية الفرامل ببطانات مصنوعة من مادة تنتج قوة احتكاك أعلى عند احتكاكها بالسطح المتحرك(الدارة – القرص). كما أن هذه البطانات تصنّع من مادة أقل صلابة من السطح المتحرك. ونتيجة لاحتكاك السطحين تتآكل الأسطح المحتكة بمقدار يتناسب عكسياً مع صلابة الأسطح. وبهذا يمكن المحافظة على الأسطح المتحركة من التآكل حيث يكون التآكل في البطانات .

معامل الاحتكاك بين سطحي الاحتكاك:

تؤثر قيمة معامل الاحتكاك بين السطحين على مقدار قوة الاحتكاك اللازمة لفرملة السيارة. ويعرف معامل الاحتكاك (μ) بأنه النسبة بين القوة المطلوبة لجذب كتلة على سطح (قوة الاحتكاك) والقوة العمودية بين تلك الكتلة والسطح.

$$\mu = \frac{F_f}{F_n}$$

حيث أن :

μ	معامل الاحتكاك	
F_f	قوة الاحتكاك	N
F_n	القوة العمودية	N

وهناك نوعان لمعامل الاحتكاك:

- معامل احتكاك استاتيكي: في حالة عدم وجود حركة نسبية بين السطحين.
- معامل احتكاك ديناميكي: في حالة حركة نسبية بين السطحين.

ويبين الجدول رقم (١) قيم معامل الاحتكاك بين أسطح مختلفة.

الأسطح المحتكة	معامل الاحتكاك	
	استاتيكي	ديناميكي
حديد - حديد	٠,٦	٠,٤
نحاس - حديد	٠,٥	٠,٤
أسبستوس - حديد	٠,٤	٠,٣
إطار - طريق	٠,٩	٠,٨

جدول رقم (١): معامل الاحتكاك بين الأسطح المختلفة

وتعتمد قوة الاحتكاك على قيمة معامل الاحتكاك بين السطحين.

$$F_f = \mu \times F_n$$

وتزيد قوة الاحتكاك بزيادة قيمة معامل الاحتكاك وزيادة القوة العمودية بين السطحين المحتكين.

الاحتكاك والحرارة

خلال عملية الفرملة يحدث تغيير في طاقة الحركة، حيث يؤدي الانخفاض في طاقة الحركة إلى زيادة في الطاقة الحرارية. هذه الطاقة الحرارية تنتقل إلى أجزاء الفرامل نتيجة الاحتكاك كالقرص والدارة

وبطانات الاحتكاك. وتكون نتيجة ذلك الارتفاع في درجة حرارة تلك الأجزاء. وحسب كتلة السيارة فإن درجة حرارة الأقراص والدارة ترتفع خلال الفرملة من(١٠٠كم/ساعة) للتوقف في حدود من (٩٠ إلى ١٣٠ درجة مئوية). ففي حالة الفرملة الشديدة قد ترتفع درجة حرارة القرص إلى(٥٥ درجة مئوية) في بضع ثواني ولكن تحتاج إلى (٣٠ ثانية) للتخلص من تلك الحرارة إلى الهواء الجوي عن طريق التبريد. وتؤدى الحرارة الزائدة إلى تلف أجزاء الفرامل وخاصة بطانات الاحتكاك حيث تصبح أكثر صلابة ويصقل سطحها مما يقلل من قيمة معامل الاحتكاك.

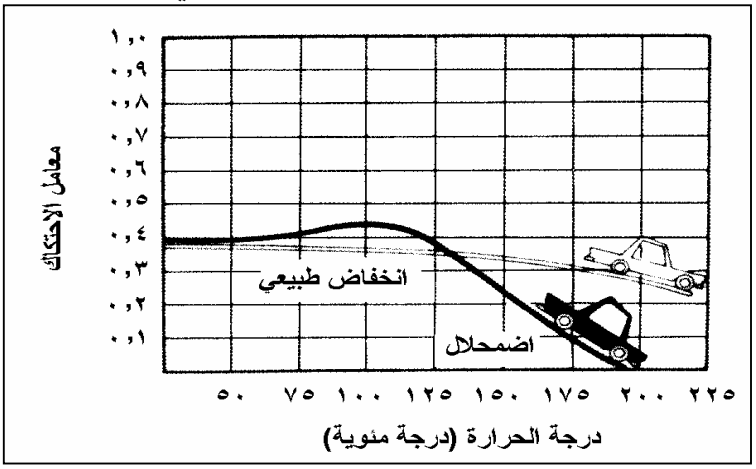
وتتسبب العوامل التالية في ارتفاع درجة حرارة أجزاء نظام الفرامل:

- استخدام الفرملة خلال نزول السيارة منحدر لفترة طويلة.
- السرعة العالية للسيارة والحمولة الكبيرة أوجر مقطورة.
- إيقاف المركبة خلال مسافة قصيرة جداً (الفرملة القصوى).
- صغر حجم ووزن أجزاء الفرامل.
- سوء تبريد أجزاء الفرامل.
- تحميل القدم على بدال الفرامل.
- عطل في نظام الفرامل يؤدي إلى تحميلها.

ظاهرة اضمحلال الفرامل

تنتج ظاهرة اضمحلال الفرامل بسبب الحرارة الزائدة لأجزاء الفرامل وتؤدي إلى فقد جزئي أوكلي لقدرة فرامل السيارة. ويتكون اضمحلال الفرامل من:

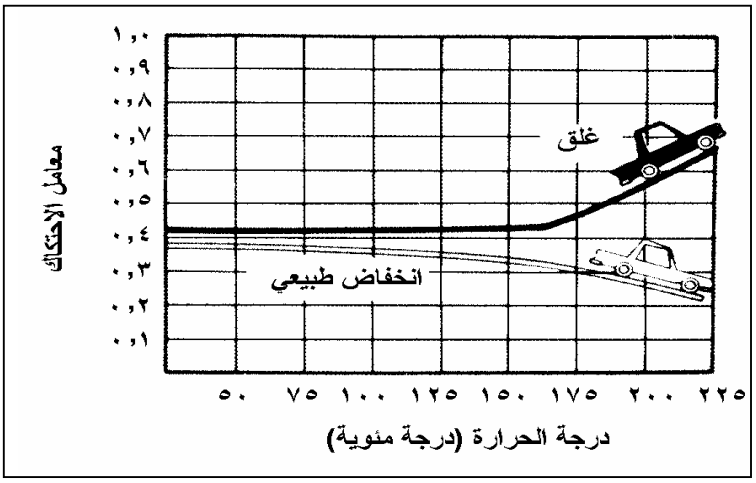
- **اضمحلال ميكانيكي:** وهذا يحدث نتيجة تمدد الدارة مما يؤدي إلى بعدها عن الأحذية مما يزيد من مشوار البدال. ولا يتكون اضمحلال ميكانيكي في الفرامل القرصية.
- **اضمحلال البطانات:** الحرارة الزائدة تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة البطانات وانخفاض معامل الاحتكاك مما يقلل من قوة الفرملة، ويبين شكل (٦) تأثير ارتفاع درجة الحرارة على قيمة معامل الاحتكاك لنوعين من البطانات.
- **اضمحلال غازي:** ينتج عن تكون غازات وغبار من البطانات نتيجة الحرارة الزائدة يؤدي إلى تقليل قيمة معامل الاحتكاك بين السطحين (يظهر الاضمحلال الغازي عند الفرملة الشديدة القوة).



شكل (٦): تأثير زيادة درجة الحرارة على اضمحلال الفرامل

ظاهرة غلق الفرامل

تنتج ظاهرة غلق الفرامل في العادة نتيجة زيادة قيمة معامل الاحتكاك بين البطانة وسطح الدارة وذلك في حالة وجود زيوت أو شحوم أوفي بداية هطول الأمطار مما يكون طبقة زلقة على سطح الطريق وبالتالي يؤدي إلى انخفاض معامل الاحتكاك بين الإطار وسطح الطريق مما يتسبب في حدوث ظاهرة غلق فجائي للعجلات وذلك عند الفرملة بشك خفيف، ويوضح الشكل(٧) تأثير الحرارة على غلق الفرامل لنوعين من بطانات الاحتكاك.



شكل (٧): تأثير درجة الحرارة على غلق الفرامل

بطانات الاحتكاك

خواص بطانات الاحتكاك

تعتبر بطانة الاحتكاك هي أهم جزء في دائرة الفرامل حيث أنها تختلف من نظام إلى آخر في التطبيقات ومستوى الجودة ولكن يجب أن تشترك جميعها في الخواص التالية:

- معامل احتكاك للبطانات في حدود(٠,٣ - ٠,٥).
- يجب أن لا تتغير قيمة معامل الاحتكاك بمقدار كبير مع ارتفاع درجة حرارة البطانات.
- يجب أن لا تتآكل البطانات بسرعة نتيجة الاحتكاك.
- يجب أن لا تؤدي إلى تآكل السطح الدوار نتيجة الاحتكاك.
- يجب أن لا تصدر البطانات ضوضاء عند استخدام الفرملة.
- القوة وخفة الوزن.

المواد المصنّعة منها بطانات الاحتكاك

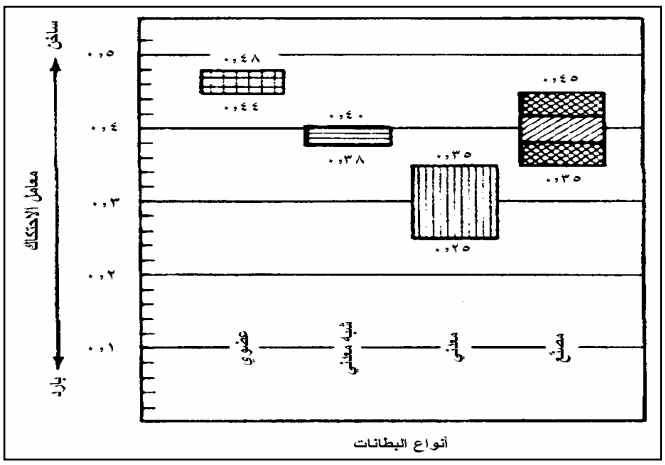
في العادة تكون بطانات الاحتكاك المستخدمة بالفرامل القرصية أصلب من المستخدمة للفرامل الانفراجية لأن مساحة الاحتكاك للفرامل القرصية أقل ويكون الضغط المؤثر على البطانات أكبر.
مادة الأسبستوس لها خواص احتكاكية ممتازة وعمر تشغيلي طويل وتشغيل هادئ. ولهذا استمرت كاختيار أمثل لبطانات الاحتكاك لفترة طويلة ولكن للمخاطر الصحية التي يسببها استنشاق غبار الاسبستوس أدى إلى إنهاء استخدامها بالسيارات كمادة احتكاكية لبطانات الاحتكاك. واليوم الأنواع المستخدمة كمواد لبطانات الاحتكاك هي عضوية، أو شبه معدنية، أو معدنية. ويبين جدول رقم (٢) تكوين الأنواع المختلفة وأهم مميزاتها وعيوبها.

جدول رقم (٢): أنواع المواد المستخدمة ببطانات الاحتكاك

النوع	التركيب	المميزات	العيوب
العضوي	يتكون من ٢٥٪ اسبستوس ، جرافيت ألياف معدنية ومواد لاصقة.	❖ معامل احتكاك عالي. ❖ تكلفة منخفضة. ❖ تآكل بطيء. ❖ لا يتلف الأسطح المحتكة.	❖ اضمحلال سريع. ❖ أداء سيئ عند درجات الحرارة العالية. ❖ تأثير سيئ على الصحة عند استنشاق الغبار.
شبه معدني	يتكون من ألياف بعض المواد العضوية والمصنعة وألياف الحديد ٥٠٪. لا يدخل بها أسبستوس.	❖ مقاوم كبير للاضمحلال عند درجات الحرارة العالية. ❖ توصيل جيد للحرارة.	❖ معامل احتكاك منخفض. ❖ أداء سيئ عند درجات الحرارة المنخفضة. ❖ احتياج ضغط كبيرعلى البدال.
المعدني	يتكون من برادة المعادن.	❖ مقاومة عالية للاضمحلال. ❖ مقاوم عالي للتآكل.	❖ تآكل عالي لأسطح الاحتكاك. ❖ أكثر ضوضاء. ❖ احتياج لضغط عالي للبدال.

مصنع	يتكون من ألياف زجاجية وألياف الأرميد لا يوجد به مواد عضوية أو معدنية أو أسبستوس.	❖ مقاوم عالي للحرارة. ❖ معامل احتكاك عالي. ❖ لا يتلف الأسطح المحتكة.	❖ تكلفة عالية. ❖ أداء أقل عند درجات الحرارة المرتفعة.

ويبين شكل(٨) قيمة معامل الاحتكاك للأنواع المختلفة لبطانات الاحتكاك القيمة الصغرى تعطى معامل الاحتكاك والبطانة باردة والقيمة الكبرى تعطى معامل الاحتكاك والبطانة ساخنة.



شكل (٨): قيمة معامل الاحتكاك لأنواع مختلفة من بطانات الاحتكاك.

اختيار المواد الاحتكاكية

يمكن التعرف على مادة البطانات من الرمز المكتوب على البطانة كما هو واضح في شكل(٩) ويسمى الرمز الحدي لمواد الاحتكاك للسيارات. وتدل الأرقام والحروف بالرمز على المصنّع ومادة البطانة وقيمة معامل الاحتكاك كما هو موضح بالجدول رقم (٣).

شكل (٩): الرمز الحدي لمواد الاحتكاك للسيارات. ((NRSS يدل على الشركة المصنّعة، الرقم ((١٢٠٤١ يدل على المادة المصنّع منها البطانة، الحروف ((FF تدل على قيمة معامل الاحتكاك على البارد والساخن.

الرمز	قيمة معامل الاحتكاك
C	أقل من ٠,١٥
D	أكبر من ٠,١٥ وأقل من ٠,٢٥
E	أكبر من ٠,٢٥ وأقل من ٠,٣٥
F	أكبر من ٠,٣٥ وأقل من ٠,٤٥
G	أكبر من ٠,٤٥ وأقل من ٠,٥٥
H	أكبر من ٠,٥٥

جدول رقم (٣): رموز قيمة معامل الاحتكاك للبطانات

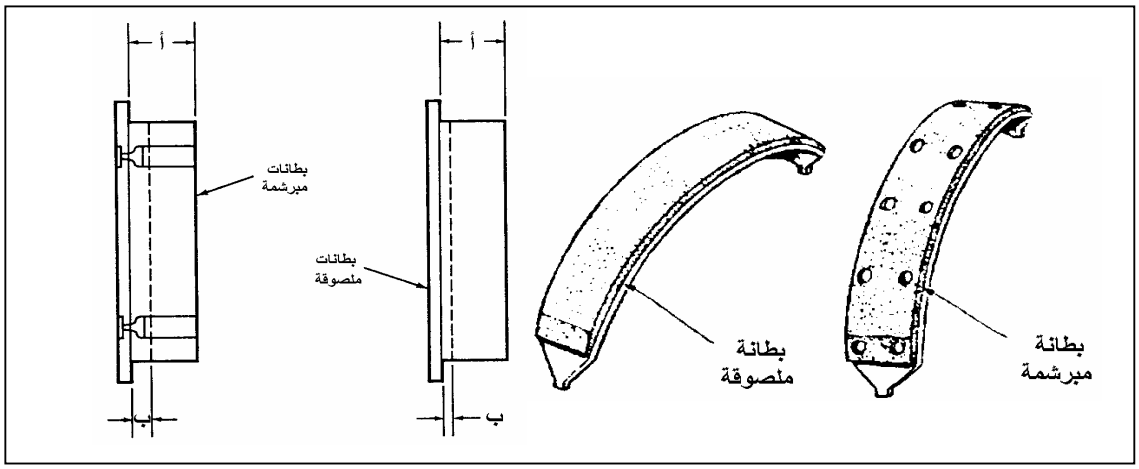
طرق تثبيت بطانات الاحتكاك

هناك العديد من الطرق لتثبيت البطانات بالأحذية للفرامل الانفراجية أو لوح الدعم للفرامل القرصية. ويبين الجدول رقم (٤) أنواع الطرق وكيفية التثبيت ومميزات وعيوب كل طريقة.

الطريقة	كيفية التثبيت	المميزات	العيوب
البرشمة	يستخدم مسامير برشام من النحاس والألومنيوم. (تستخدم لتثبيت البطانات الشبه معدنية).	❖ تشغيل بدون ضوضاء. ❖ لا ينفصل عند درجات الحرارة العالية.	❖ عمر تشغيلي أقل للبطانة. ❖ ثقوب البرشام تجمع رائش الاحتكاك. ❖ ثقوب البرشمة تكون نقط إجهاد على البطانة.
اللصق	يستخدم لاصق يتحمل درجات الحرارة العالية (تستخدم لتثبيت البطانات العضوية).	❖ عمر تشغيلي أكبر. ❖ لا تؤدي إلى تلف الدارة أو القرص.	❖ لا تتحمل درجات الحرارة العالية. ❖ صدور ضوضاء عند التشغيل.
الصب	تصب مادة البطانة على لوح الدعم أثناء التصنيع. (تستخدم لتثبيت البطانات الغير معدنية).	❖ له مميزات البرشمة ومميزات اللصق.	❖ صدور ضوضاء أثناء التشغيل.
الصهر	تشبه عملية الصب ولكن للمواد المعدنية ويحتاج إلى حرارة عالية للتصنيع.	❖ يتحمل درجات حرارة عالية. ❖ تثبيت جيد.	❖ صدور ضوضاء أثناء التشغيل.

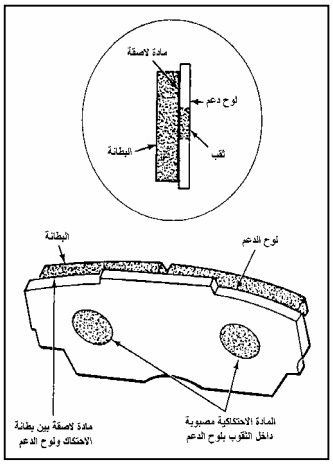
جدول رقم (٤): مميزات وعيوب طرق التثبيت للبطانات

وتوفر طريقة اللصق مقارنة بطريقة البرشمة عمر أطول حيث يسمح بتآكل سمك أكبر من البطانة ويبين شكل(١٠) مقارنة بين طريقة البرشمة واللصق. ولكن لا توفر طريقة اللصق الليونة التي توفرها البرشمة ولذلك فإن البطانات الملصوقة أكثر ضوضاءً عند التشغيل.



شكل (١٠): مقارنة بين السمك المستخدم (أ - ب) للبطانات الملصوقة والمبرشمة.

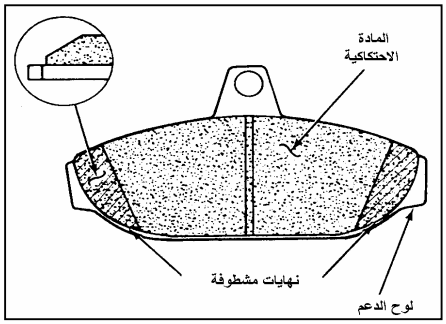
عند تصنيع البطانات بطريقة الصب يتم عمل ثقوب بلوح الدعم للفرامل وتوضع مادة لاصقة مقاومة للحرارة عليه ثم تصب مادة الفرامل وتدفع داخل الثقوب. ويبين شكل(١١) طريقة تثبيت البطانة عن طريق الصب.



شكل (١١): البطانات المصبوبة

تصميم بطانات احتكاك الفرامل القرصية

حافة المادة الاحتكاكية في غالب البطانات تكون متعامدة على سطح القرص ولكن في بعض من البطانات الكبيرة نجد هناك شطف لحافة البطانات لتقليل الاهتزازات، كما يوجد شق طولي في البطانة يعمل على طرد رائش المادة الاحتكاكية و الغازات عند الفرملة القصوى لتقليل احتمال حدوث اضمحلال غازي للفرامل شكل(١٢)، كما يدل الشق الطولي على مقدار التآكل المسموح للبطانات.

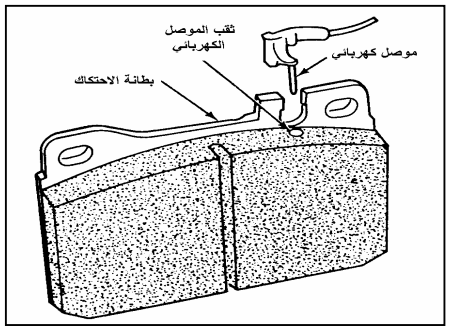


شكل (١٢): شطف البطانة لمنع الاهتزازات

مبينات تآكل بطانات الاحتكاك

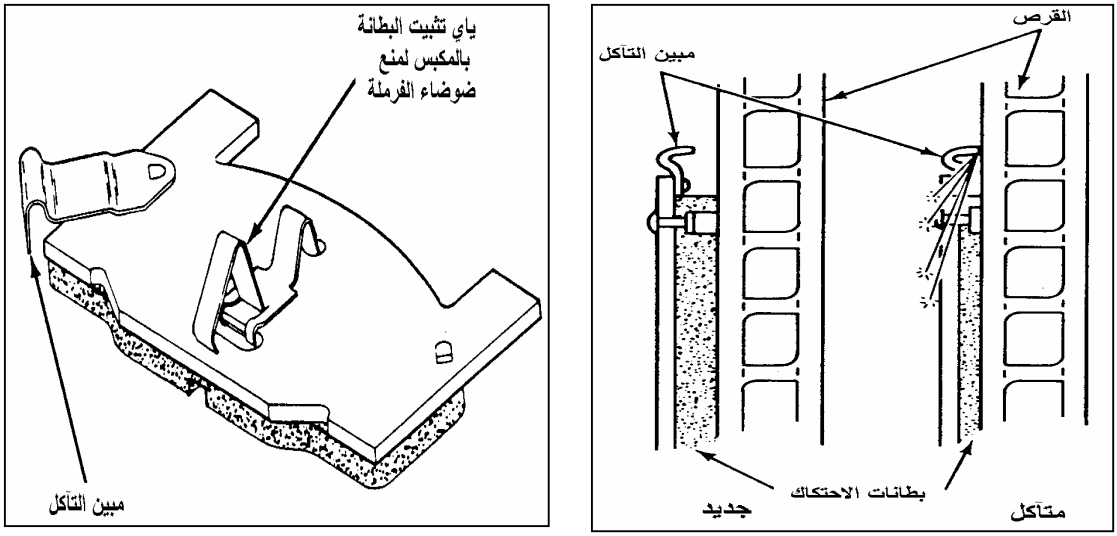
يركب في البطانات مبين لمستوى تآكل البطانات لتنبيه السائق لانخفاض سمك البطانة إلى الحد المسموح به و يقوم السائق باستبدال البطانات قبل أن يبدأ احتكاك لوح الدعم بالقرص حيث تفقد الفرملة قوتها ويؤدي إلى تلف القرص. وهناك نوعان من المبينات مبين كهربائي أو مبين ميكانيكي.

المبين الكهربائي شكل(١٣) عبارة عن موصل موجب معزول ومثبت داخل البطانة. عندما يحدث تآكل في البطانة إلى الحدود الغير مسموح بها يلامس الموصل الموجب القرص (وذلك من خلال اتصال الموصل الموجب مع أسلاك دقيقة جداً مصنعة في نهاية البطانة تلامس قرص الفرامل ليكمل الدائرة وتضئ لمبة التحذير في السيارة).



شكل (١٣): المبين الكهربائي

المبين الميكانيكي عبارة عن شريحة معدنية من صلب اليايات مبرشمة بلوح الدعم للبطانات. عندما يحدث تآكل كافي تلامس الشريحة المعنية سطح القرص ينتج صوت صرير أو صفير (في حالة عدم تشغيل الفرامل) شكل (١٤).



شكل (١٤) المبين الميكانيكي

مشاكل بطانات الاحتكاك

التآكل: زيادة سرعة السيارة وحمولتها يزيد من تآكل البطانة.

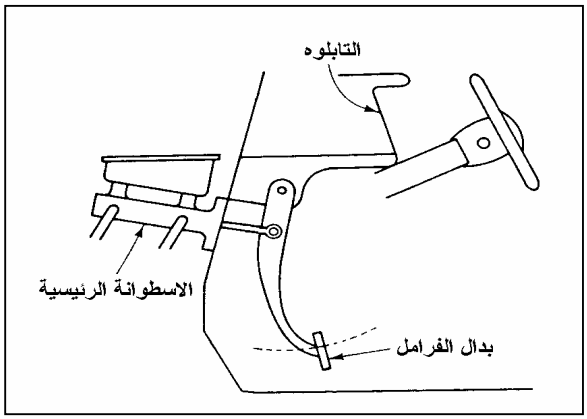
الحرارة الزائدة: تنتج من الفرملة القاسية والمتكررة على فترات قصيرة، يمكن أن تؤدي إلى اضمحلال الفرامل (انخفاض معامل الاحتكاك). يصبح سطح البطانة مصقول (صلد ولامع).

التلوث: تسريب سائل الفرامل خلال حابك المحور الخلفي لسيارات الدفع الخلفي يسبب تلوث البطانات. تسريب سائل الفرامل من اسطوانات العجل يمكن أيضا أن يلوث البطانات. كما أن تلوث البطانات قد يتم من الفني أثناء عملية صيانة فرامل العجل.

الضوضاء: صوت صرير ينشأ من البطانات المتآكلة، البطانات المصقولة، البطانات الملوثة، والبطانات الغير مركبة جيداً.

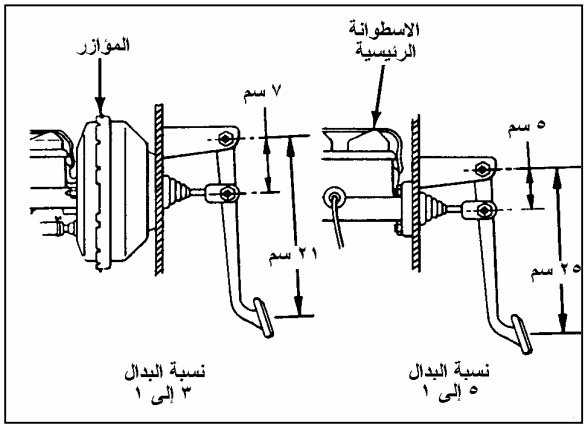
بدال الفرامل (الدعسة) Brake pedal

تبدأ عملية الفرملة بضغط السائق على بدال الفرامل، فعندما يؤثر السائق بقوة على بدال الفرامل تنتقل هذه القوة إلى مكبس الأسطوانة الرئيسية. ويعمل البدال بالإضافة إلى نقل القوة إلى مكبس الأسطوانة الرئيسية إلى تكبير هذه القوة. ويركب البدال في حامل معلق تحت تابلوه (لوحة مفاتيح) السيارة شكل (١٥) .



شكل (١٥): تثبيت بدال الفرامل

ويحتوي الحامل محور تثبيت البدال ويثبت بالبدال تحت محور التثبيت ذراع دفع، هذا الذراع يتصل بالأسطوانة الرئيسية إما مباشرة أو من خلال المؤازر كما في شكل (١٦). عند الضغط على البدال يتحرك ذراع الدفع الذي يدفع مكبس الأسطوانة الرئيسية إلى الأمام.



شكل (١٦): توصيلة البدال وقيمة نسب البدال

وظيفة البدال

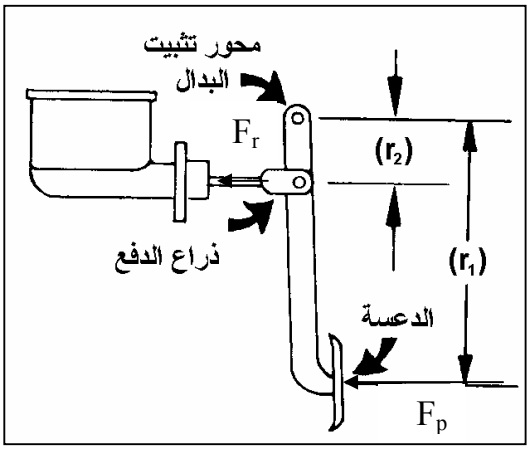
- نقل القوة من قدم السائق إلى مكبس الأسطوانة الرئيسية.
- تكبير القوة المنقولة (التكبير الميكانيكي للبدال).

التكبير الميكانيكي للبدال (MA) Mechanical advantage

هو نسبة تكبير للبدال يضاعف بها القوة المؤثرة من قدم السائق وتسمى التكبير الميكانيكي أو نسبة البدال (Pedal ratio) وتكون في حدود (٥:١) بالنسبة للفرامل بدون مؤازر وفي حدود (٣:١) للفرامل ذات المؤازر كما في شكل (١٧).

ويعرف التكبير الميكانيكي بأنه النسبة بين المسافة من دعسة البدال إلى محور البدال منسوبة إلى المسافة من ذراع الدفع إلى محور البدال.

التكبير الميكانيكي = المسافة من البدال إلى محور تثبيت البدال / المسافة من ذراع الدفع إلى محور تثبيت البدال .



شكل (١٧): نسبة البدال

ويعمل التكبير الميكانيكي على زيادة قوة السائق و لكن في نفس تقل مسافة حركة ذراع الدفع كما في الشكل (١٨).

$$F_r = F_p \times MA$$

حيث أن :

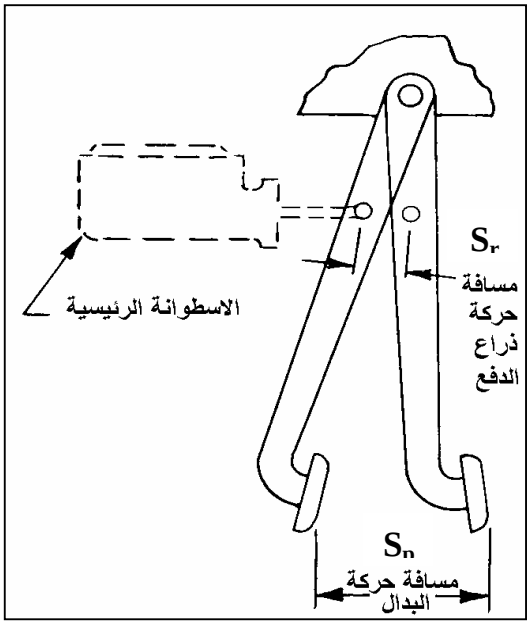
F_r	قوة ذراع الدفع	N
F_p	قوة قدم السائق	N
MA	التكبير الميكانيكي للبدال	

وتأتي زيادة قوة البدال المنقولة إلى ذراع الدفع على حساب تقليل مسافة حركة ذراع الدفع

$$F_p \times S_p = F_r \times S_r$$

حيث أن :

S_p	مسافة حركة قوة قدم السائق	M
S_r	مسافة حركة ذراع البدال	M



شكل (١٨): مسافة حركة ذراع

وتقل مسافة حركة ذراع الدفع عن مسافة حركة البدال بنسبة التكبير الميكانيكي.

$$S_r = S_p / MA$$

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح بدال الفرامل

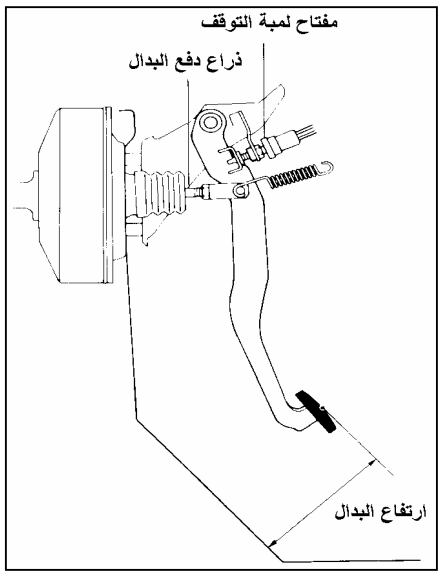
Brake Pedal Service

فحص وضبط بدال (دعسة) الفرامل Check and Adjustment of Brake Pedal

يلعب البدال دوراً كبيراً في أداء وعمل الفرامل. فيجب أن يكون على ارتفاع محدد ، في حالة أنه في وضع عالي فإن ذلك يستلزم وقت أطول للضغط على البدال.

أما في حالة أن ارتفاع البدال منخفض فإن ذلك لن يسمح بوجود مسافة متبقية كافية تؤدي إلى ضعف قوة الفرملة. ويجب كذلك أن يكون للبدال مسافة حرة، فإنه بدون تلك المسافة فإن مكبس الأسطوانة الرئيسية قد لا يستطيع إكمال مشوار الرجوع عند رفع القدم من على الدواسة مما يؤدي إلى التحميل المستمر للفرامل نتيجة الضغط الهيدروليكي الموجود بالأسطوانة كما في شكل (١).

وكذلك يجب أن تكون هناك مسافة متبقية كافية (المسافة المتروكة للبدال) عند الضغط على الفرامل فقلة المسافة المتبقية تؤدي إلى طول مشوار البدال وتأخير الفرامل.

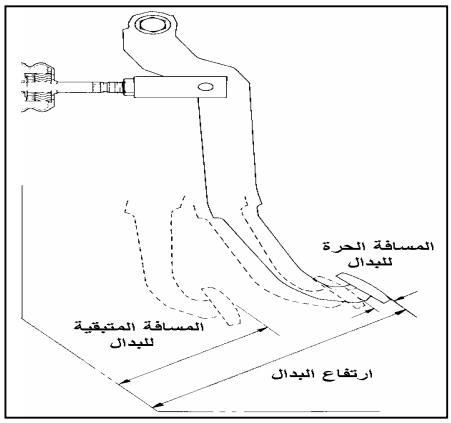


شكل (١): ارتفاع البدال

فحص وضبط ارتفاع البدال

١ - فحص ارتفاع البدال:

ارفع السجادة من تحت دواسة الفرامل (البدال)، وقس المسافة بين السطح العلوي للدعسة وأرضية السيارة ، شكل (٢). قارن بين الارتفاع المقاس ومواصفات السيارة، في حالة عدم مطابقة المواصفات قم بضبط ارتفاع البدال.



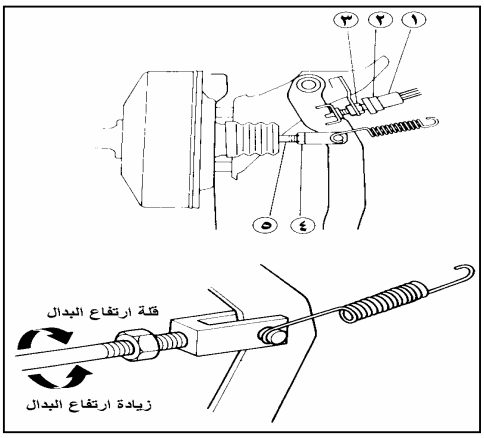
شكل (٢): فحص ارتفاع البدال

٢ - ضبط ارتفاع البدال:

أ - أفصل وصلة الأسلاك (١) من مفتاح لمبة التوقف (٢).

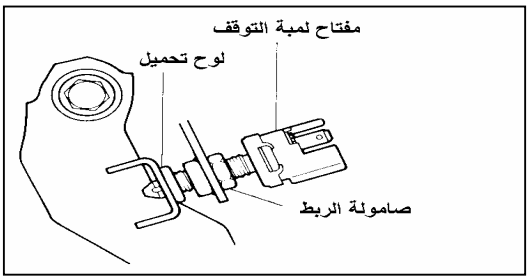
ب - حل صامولة الربط (٣) ولف مفتاح لمبة التوقف للخارج عدة لفات.

جـ - حل صامولة الربط (٤) لذراع الدفع (٥) واضبط ارتفاع البدال عن طريق لف ذراع الدفع شكل(٣).



شكل (٣): ضبط ارتفاع البدال

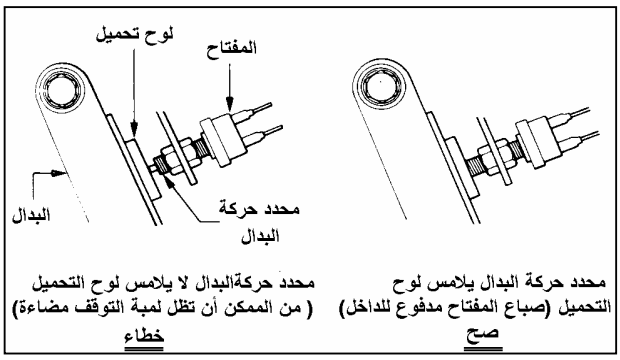
د - لف مفتاح لمبة التوقف حتى يلامس محدد حركة البدال لوح التحميل، ثم شد صامولة الربط شكل(٤).



شكل (٤): شد صامولة الربط

هـ - صل وصلة الأسلاك لمفتاح لمبة التوقف.

و - الطريقة الصحيحة لتركيب مفتاح لمبة التوقف مع البدال شكل (٥).



شكل (٥): تركيب مفتاح لمبة التوقف مع البدال

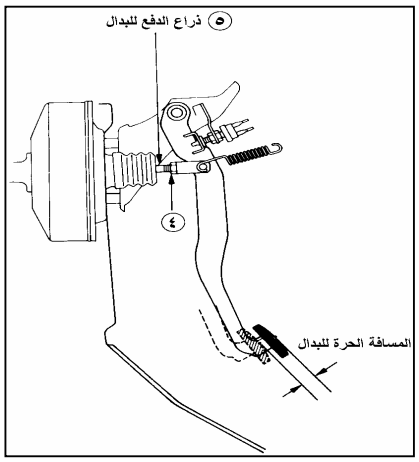
فحص وضبط المسافة الحرة للبدال

بعد ضبط ارتفاع البدال، افحص واضبط المسافة الحرة للبدال.

١ - فحص المسافة الحرة للبدال :

أ - بعد إيقاف المحرك، تخلص من التخلخل الموجود بالمؤازر عن طريق الضغط على البدال حتى لا ترى أي تغير في المسافة المتروكة للبدال عند الضغط بنفس القوة.

ب - اضغط على البدال بإصبعك حتى تشعر بالمقاومة ثم قس المسافة التي تحركها البدال (المسافة الحرة للبدال)، شكل(٦).



شكل (٦): فحص المسافة الحرة للبدال

قارن بين المسافة الحرة المقاسة ومواصفات السيارة، في حالة عدم مطابقتها للمواصفات قم بضبط المسافة الحرة للبدال.

٢ - ضبط المسافة الحرة للبدال

أ - حل صامولة الربط (٤) لذراع الدفع الأسطوانة الرئيسية (٥)، اضبط عن طريق لف ذراع الدفع.

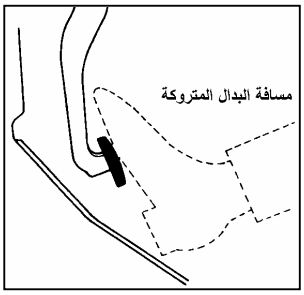
ب - شد صامولة الربط وقس المسافة الحرة مرة ثانية.

جـ - بعد ضبط المسافة الحرة للبدال تأكد من ارتفاع البدال وعمل مفتاح لمبة تحذير التوقف.

٣ - فحص المسافة المتروكة للبدال

أ - ضع مثبت خلف عجلات السيارة الأمامية والخلفية، حرر فرملة التثبيت ثم أدر المحرك.

ب - اضغط على البدال بقوة مقدارها ٤٩٠ نيوتن (٥٠ كجم) وقس المسافة بين سطح البدال وأرضية السيارة، شكل(٧).



شكل (٧): فحص المسافة المتروكة

جـ - في حالة أن المسافة المتروكة أقل من المواصفات، يمكن أن يكون سبب ذلك وجود خلوص أكبر من اللازم بين أحذية الفرامل والدارة، المسافة الحرة للبدال في حدود(٣ -٦) مم .

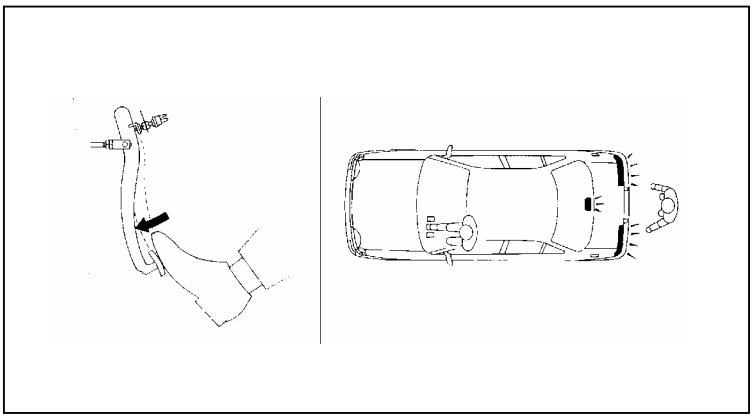
د - اضبط خلوص الأحذية.

تنبيه:

ضبط خلوص الأحذية يختلف من سيارة إلى أخرى وكذلك حسب نوع الفرامل وذلك حسب مواصفات السيارة.

اختبار عمل مصابيح التوقف

تأكد من أن مصابيح التحذير الخلفية تضيء عند الضغط على بدال الفرامل وتنطفئ عند رفع القدم من على البدال ، شكل (٨).



شكل (٨): اختبار عمل مصابيح

فحص نظام الفرامل Brake Inspection Check-list

أحذية الفرامل

١. يجب أن لا يكون هناك تآكل كبير في بطانات الاحتكاك. يجب أن لا يقل سمك البطانات الملصوقة عن (٠,٨ مم)، أما البطانات المبرشمة فيجب أن يكون سمكها كافياً حتى لا يكون رأس البرشام ظاهراً.

٢. يجب أن لا تكون البطانة مصقولة أو بها تصدع ، كما يجب أن لا يكون بها دلالة على فصلها عن الجزء المعدني المثبتة فيه.

٣. يجب أن لا يكون بها آثار تلوث بالشحوم أو سائل الفرامل.

٤. يجب أن لا يكون هناك تغير في لون أو شكل يايات التثبيت أو يايات الشد.

٥. يجب أن يكون نظام الضبط الذاتي يعمل بحالة جيدة.

٦. الخلوص بين الأحذية والدارة لابد أن يكون متساوياً في كلا الطرفين وذلك للحصول على فرملة متساوية لجميع العجلات في نفس الوقت.

أسطوانات العجل

١. يجب أن لا يكون هناك أي أثر للتسريب (يدفع واقي الأتربة للخلف للكشف على وجود تسريب خارجي في الاسطوانة).

٢. يجب أن تكون حركة المكبس داخل الأسطوانة سلسة.

الدارة (الهوبات)

١. يجب أن لا تكون هناك شروخ أو خدوش بها أو تغيير في استدارتها(شكل بيضاوي).

٢. صوفة الزيت يجب أن لا يكون بها أي آثار للتلف أو التسريب.

٣. كراسي تحميل (رمان بلي) العجل يجب أن لا يكون بها أي آثار للتآكل أو الخشونة كما يجب أن تكون سليمة ومشحمة.

ليات وأنابيب الفرامل

١. يجب أن لا يكون هناك أي آثار للتسريب أو التنقيط.

٢. يجب أن لا يكون هناك أي آثار لتلف الليات.

٣. أنابيب الفرامل يجب أن تكون خالية من الصدأ أو التآكل.

٤. الحرص على عدم ثني أو كسر أنابيب وليات الفرامل خلال عملية التركيب.

أسلاك (كابلات) الفرامل

١. يجب أن تكون حركة الكبلات سلسة داخل جرابها.
٢. يجب أن لا تكون بها ثنيات أو تمزقات.

صمامات التحكم

١. يجب أن لا يكون هناك مظهر للتسريب بها.
٢. يجب أن تكون مثبتة جيداً بأماكنها.

الأسطوانة الرئيسية

١. مستوى سائل الفرامل بالخزان يجب أن يكون بالحدود المسموح بها.
٢. يجب أن لا يكون هناك تسريب ظاهر.
٣. يجب أن يكون غطاء خزان سائل الفرامل بحالة جيدة.

ملخص

- ❖ يعمل نظام الفرامل على تحويل الطاقة الحركية للسيارة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك.
- ❖ يتكون نظام الفرامل من أسطوانة رئيسية متصلة هيدروليكياً عن طريق أنابيب وليات إلى وحدة الفرامل القرصية والانفراجية التي توقف العجل.
- ❖ الفرامل الميكانيكية تعمل عن طريق كبلات وأذرع وتستخدم في فرامل التثبيت.
- ❖ كثيرُ من السيارات بها نظام منع غلق العجلات لتحسين أداء الفرامل عند الفرملة القصوى.
- ❖ تعتمد قوة الاحتكاك بالفرملة على الضغط الواقع على سطحي الاحتكاك ونوع سطحي الاحتكاك.
- ❖ تصنع بطانات الاحتكاك من مواد عضوية وغير عضوية.
- ❖ بدال الفرامل ينقل ويكبر قوة الدعسة من السائق إلى النظام الهيدروليكي للسيارة.

المصطلحات في هذا الباب

احتكاك	Friction	طاقة الحركة	Kinetic energy
الفرامل الميكانيكية	Mechanical brakes	الفرامل القرصية	Disk brake
الفرامل الهيدروليكية	Hydraulic brakes	الفرامل الانفراجية	Drum brakes
الفرامل الكهربائية	Electric brakes	المؤازر	Boost
فرامل الخدمة	Service brakes	الاسطوانة الرئيسية	Master cylinder
فرامل التثبيت	Parking brakes	صمامات	Valves
الفرامل الإضافية	Auxiliary brakes	نظام منع غلق العجلات	ABS
التكبير الميكانيكي	Mechanical advantage	بدال الفرامل	Brake pedal
بطانات الاحتكاك	Brake lining / pads	الحرارة	Heat
معامل الاحتكاك	Coefficient of friction	برشام	Rivet
اضمحلال الفرامل	Brake fade	طاقة الحركة	Heat energy

اختبار ذاتي رقم (١)

أجب عن الأسئلة الآتية ثم:

١ - اذكر الأجزاء الرئيسية في نظام الفرامل وأشرح الغرض من كل جزء ؟

٢ - لماذا يجب التخلص من الحرارة المتولدة أثناء الفرامل ؟

٣ - اشرح التكبير الميكانيكي في بدال الفرامل ؟

٤ -املأ الفراغات التالية:

أ - يسمى معدل انخفاض السرعة .....

ب - الاحتكاك يولد ..... والتي يجب التخلص منها.

٥ - ما هو معامل الاحتكاك ؟

٦ - ما الذي يؤدي إلى الوزن المنقول أثناء الفرامل وكيف يؤثر على غلق العجلات ؟

٧ - العجلة التقصيرية تقاس بأي وحدة ؟

(أ) ميل/ ساعة. (ب) متر/ ثانية.

(جـ) نيوتن / متر^{٢} . (د) متر/ ث^{٢}.

٨ - يقول الفني الأول:

أن فرامل الخدمة تستخدم لتثبيت السيارة عند توقفها.

ويقول الفني الثاني:

أن فرامل الخدمة تستخدم لتوقيف السيارة عند تحركها.

أيهما اصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

٩ - يقول الفني الأول:

أن طاقة الحركة تتحول إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك.

ويقول الفني الثاني:

أن اضمحلال الفرامل قد ينتج عن ارتفاع درجة حرارة بطانة الاحتكاك.

أيهما اصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

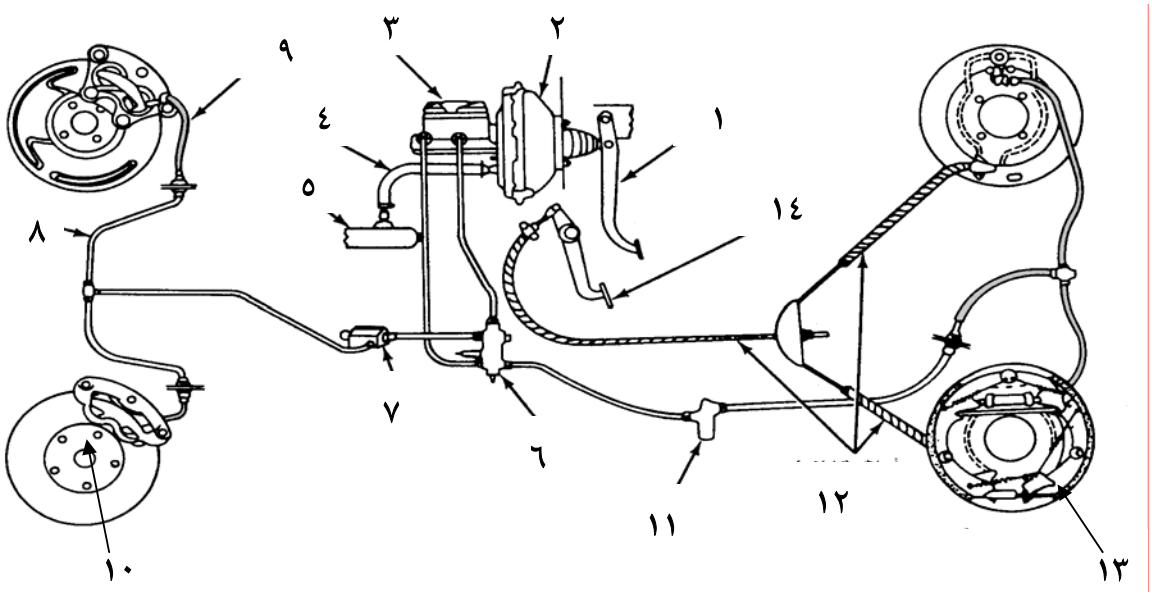
تدريبات عملية

التدريب الأول:

الجدارة: التعرف على أجزاء دائرة الفرامل الهيدروليكية.

المعطى: دائرة فرامل هيدروليكية ذات دائرة واحدة.

المطلوب: اذكر الأجزاء الخاصة بدورة الفرامل الهيدروليكية ؟



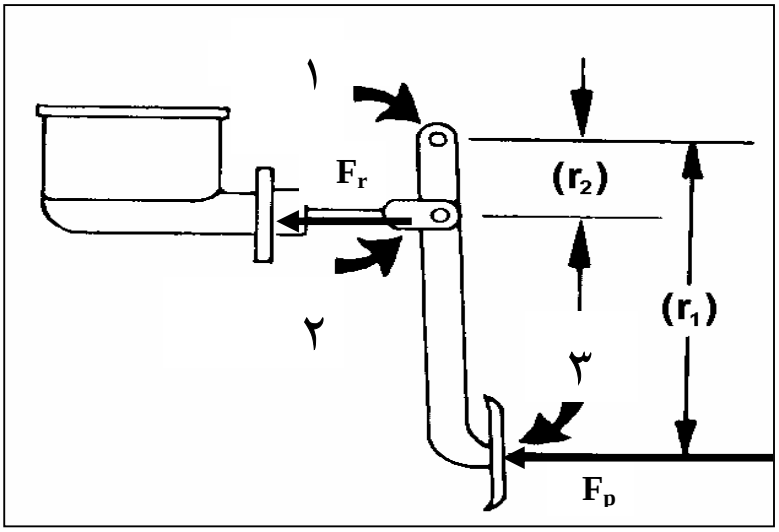
رقم الجزء	الجـــزء	رقم الجزء	الجـــزء
١		٨	
٢		٩	
٣		١٠	
٤		١١	
٥		١٢	
٦		١٣	
٧		١٤	

التدريب الثاني:

الجدارة: التعرف على أجزاء نسب التكبير في بدال الفرامل.

المعطى: بدال الفرامل .

المطلوب: وضح ماذا تعني الأجزاء المرقمة على الرسم التالي :



رقم الجزء	الجـــزء
١	
٢	
٣	
r_1	
r_2	
F_r	
F_p	

التدريب الثالث:

الجدارة : ترتيب أجزاء مكونات دائرة الفرامل، مع ذكر وظيفة كل جزء.

المعطى: مكونات دائرة الفرامل الهيدروليكية.

المطلوب: رتب أجزاء مكونات دائرة الفرامل الهيدروليكية على طاولة العمل مع ذكر وظيفة كل جزء :

طريقة عمل مكونات دائرة الفرامل الهيدروليكية	
بدال الفرامل	
المؤازر التخلخلي	
الاسطوانة الرئيسية	
لي التخلخل	
مجمع السحب	
مفتاح لمبة تحذير الفرامل	
صمام المعايرة	
أنابيب الفرامل	
ليات الفرامل	

أسطوانات العجل	
صمام التناسب	
أسلاك فرامل التثبيت	
بدال فرامل التثبيت	

التدريب الرابع :

الجدارة : فحص وضبط بدال الفرامل ، مع اختبار عمل مصباح التوقف.

المعطى : سيارة بها نظام فرامل تحتوي على بدال فرامل ذو ارتفاع غير مطابق لمواصفات صانع المركبة .

المطلوب :

١. فحص ارتفاع بدال الفرامل .
٢. ضبط ارتفاع بدال الفرامل .
٣. ضبطك المسافة الحرة لبدال الفرامل .
٤. اختبار عمل مصباح التوقف بعد ضبط عمل بدال الفرامل .

ملاحظة:

لا يمكن إجراء فحص سليم للمسافة الحرة للبدال في حالة وجود تخلخل في المؤازر التخلخلي.

1- Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2- Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3- BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4- BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5- Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6- Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7- Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8- Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9- Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10- Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11- Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12- Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13- Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14- Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15- Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16- Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17- Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18- TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
19- TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
20- TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

نظام الفرامل

النظام الهدروليكي للفرامل

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

نقدم إليك عزيزي المتدرب وحدة النظام الهيدروليكي للفرامل المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في نظام الفرامل. وفي هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض مبادئ وأساسيات مادة الهيدروليكا التي بنيَ عليها نظام الفرامل الهيدروليكية. وعرض لوظيفة النظام الهيدروليكي بالسيارة ومكوناته. وسيتعرض الباب إلى شرح وظيفة كل جزء وطريقة عمله. وفي الفصل الثاني سنوضح لك خطوات الصيانة والإصلاح لمكونات النظام، وسنبدأ بشرح الأعمال البسيطة والهامة في نفس الوقت، كفحص مستوى سائل الفرامل واستئصال الهواء من دائرة الفرامل وفحص أنابيب وليات الفرامل. ثم سنتطرق إلى فحص واستبدال أجزاء الدائرة الهيدروليكية.

يجب عليك أيها المتدرب أن تتعلم الخطوات الصحيحة لعمليات الصيانة للفرامل لأهميتها. وأن تنتبه إلى التحذيرات والتنبيهات المذكورة بالوحدة، ففي حالة حدوث أي خطأ في التعامل معها يؤدي إلى عواقب وخيمة. وستتعلم من خلال دراستك لهذه الوحدة كيفية إجراء عملية الفحص وتقييم حالة الفرامل. وسوف يساعدك الجزء النظري بالوحدة على تسهيل عملية تشخيص الأعطال والوصول إلى مصدر العيب بالنظام. وعليك أيها الأخ المتدرب أن تعمل على استيعاب المعلومات الموجودة بهذه الوحدة والتدرب على خطوات الفك والتركيب وأن تستفيد من تحذيرات السلامة المتضمنة بهذه الوحدة. هذا كما تحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني بالإضافة إلى التمرينات الخاصة بالمراجعة حتى تقيم مقدار فهمك للمادة العلمية بالوحدة.

الجدارة: معرفة مبادئ وأسس الهيدروليكية ونظرية عمل النظام الهيدروليكي في فرامل السيارة. معرفة مكونات النظام الهيدروليكي . وخطوات الفحص و إجراء عمليات استئصال الهواء من دائرة الفرامل وفك وفحص واستبدال الأجزاء التالفة لأجزاء النظام.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية.
٢ - مكونات النظام وأنواعه وأجزائه الداخلية.
٣ - التعرف على كيفية إجراء استئصال الهواء من الدائرة الهيدروليكية والأدوات المستخدمة.
٤ - فحص وإصلاح أجزاء النظام.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٧٥٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٨ ساعات نظري + ١٦ ساعة عملي

الوسائل المساعدة: كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل الهيدروليكية. قطاعات وأجزاء للنظم المختلفة للنظام - العدة والأجهزة الخاصة بفك وقياس وإصلاح أجزاء الدائرة الهيدروليكية.

متطلبات الجدارة: معرفة عامة بالسيارات وفهم جيد للوحدة الأولى ودراية بمبادئ الفيزياء.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- ❖ التعرف على وظيفة النظام الهيدروليكي.
- ❖ التعرف على مكونات النظام الهيدروليكي.
- ❖ التعرف على مبادئ وأساسيات الهيدروليكا.
- ❖ شرح أجزاء الأسطوانة الرئيسية للفرامل وكيفية عملها.
- ❖ التعرف على الأنواع المختلفة للأسطوانة الرئيسية للفرامل.
- ❖ شرح الغرض من الدائرة الثنائية للفرامل وأنواعها المختلفة.
- ❖ شرح خواص زيت الفرامل.
- ❖ شرح وصلات خط الفرامل (الأنابيب والليات).
- ❖ إجراء فحص مستوى وحالة سائل الفرامل بالأسطوانة الرئيسية للفرامل.
- ❖ إجراء عملية استبدال الأسطوانة الرئيسية للفرامل وأسطوانة العجل.
- ❖ إصلاح (توضيب) الأسطوانة الرئيسية للفرامل.
- ❖ فحص واستبدال ليات الفرامل.
- ❖ إجراء عملية استئصال الهواء من الدائرة الهيدروليكية للفرامل.

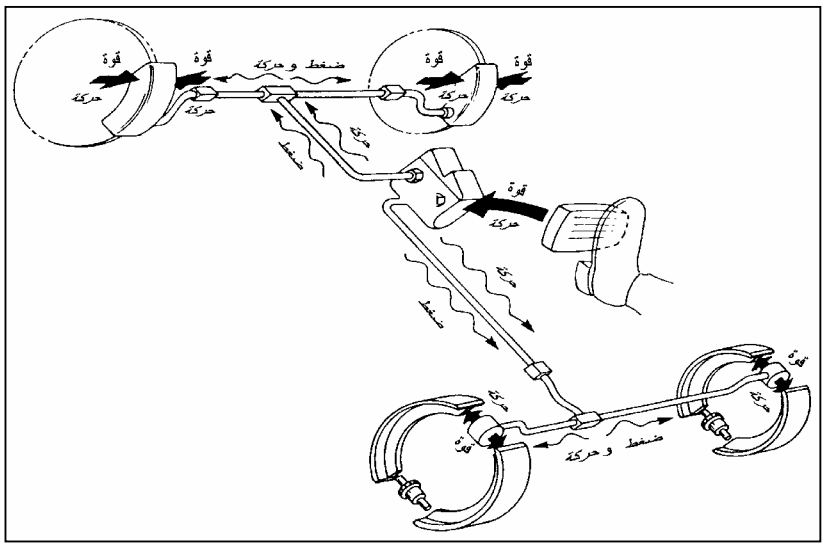
الفصل الأول: النظام الهيدروليكي للفرامل Brake hydraulic systems

وظيفة النظام الهيدروليكي

١. نقل الحركة من البدال (الدواسة) إلى فرامل العجلات.

٢. نقل القوة مع الحركة من البدال إلى فرامل العجلات شكل (١).

٣. تكبير القوة المنقولة والمبذولة من قدم السائق على بدال الفرامل إلى أسطوانات العجل.



شكل (١): نقل القوة والحركة من الدعسة إلى فرامل العجل

مكونات النظام الهيدروليكي للفرامل

- الاسطوانة الرئيسية للفرامل.
- أنابيب الفرامل المعدنية.
- ليات الفرامل المطاطية.
- صمامات التحكم في ضغط الفرامل.
- أسطوانات العجل.
- سائل الفرامل.

مميزات وعيوب النظام الهيدروليكي

المميزات	العيوب
١ - تساوي القوة المنقولة لجميع العجلات.	١ - احتمال تسرب الفرامل .
٢ - قلة الأجزاء المتحركة والوصلات المعقدة.	٢ - إمكانية تسرب الهواء.
٣ - سهولة ويسر عمل الفرامل .	
٤ - سهولة الصيانة.	

مبادئ وأساسيات الهيدروليكا Hydraulic principles

دراسة علم السوائل يسمى هيدروليكا Hydraulics. وللتعامل مع نظام الفرامل الهيدروليكية يجب أن تكون ملماً بمبادئ وأساسيات الهيدروليكا. حيث يستخدم نظام الفرامل الهيدروليكية السائل لنقل الحركة أو الضغط من البدال إلى فرامل العجل.

الضغط:

هو القوة المؤثرة على وحدة المساحات، ويقاس الضغط على السطح بقسمة القوة المؤثرة على هذا السطح على مساحة السطح.

الضغط (P) = القوة المؤثرة (F) / مساحة السطح (A)

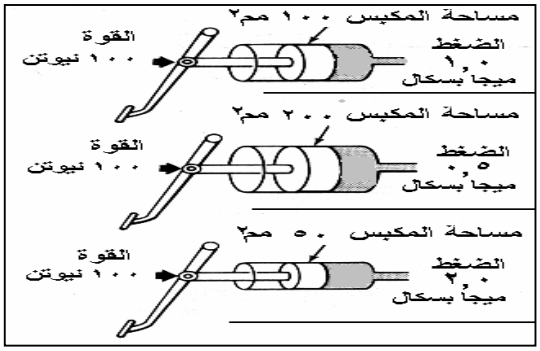
حيث أن :

P	الضغط في أجزاء السائل	N/mm^2
F	القوة المؤثرة على وحدة المساحات	N
A	وحدة المساحات	mm^2

ويقاس الضغط بوحدات نيوتن \ مم٢ (N/mm^2) والتي تسمى ميجا بسكال (MPa)

قانون بسكال: الضغط في أي نظام هيدروليكي مغلق متساوي في جميع أجزاء النظام ويؤثر بقوة متساوية على المساحات المتساوية.

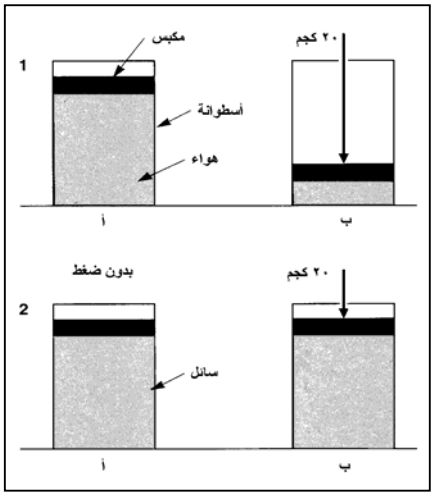
تم الاستفادة من قانون باسكال بتطبيقه في نظام الفرامل الهيدروليكية في السيارات، كما هو واضح في شكل (٢) .



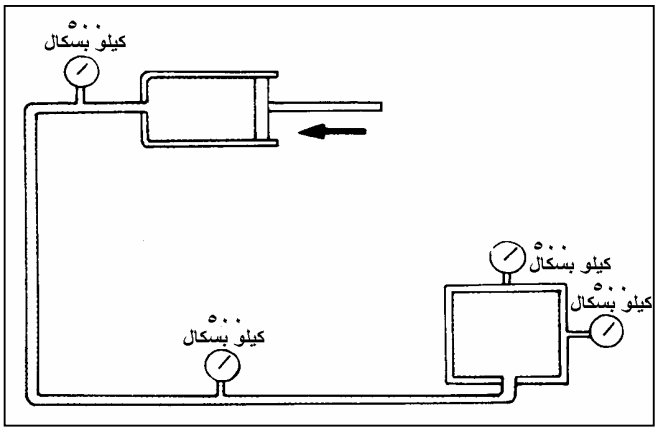
شكل (٢): تأثير مساحة المكبس على الضغط

أساسيات الهيدروليكا:

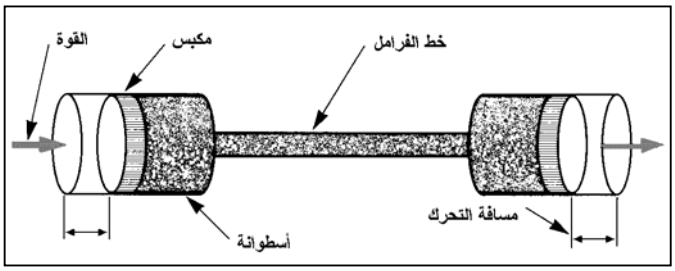
- السوائل غير قابلة للانضغاط بينما الغازات قابلة للانضغاط شكل(٣).
- ضغط السائل الموجود في حيز مغلق يكون متساوياً في جميع أجزاء الحيز شكل(٤).
- بما أن السوائل غير قابلة للانضغاط فيمكن استخدامها لنقل القوة والحركة شكل (٥).
- يمكن استخدام نظام الفرامل الهيدروليكية لزيادة أو تقليل القوة المنقولة والحركة شكل (٦).



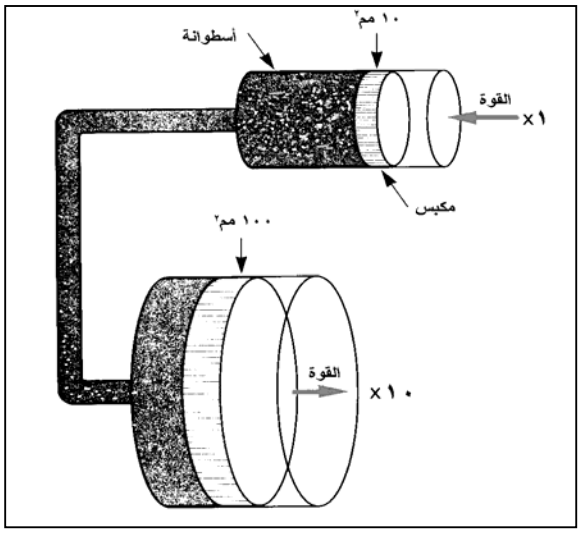
شكل (٣) : ١ - الهواء غاز قابل للانضغاط ٢ - السائل غير قابل



شكل (٤) : تساوي الضغط في النظام الهيدروليكي المغلق



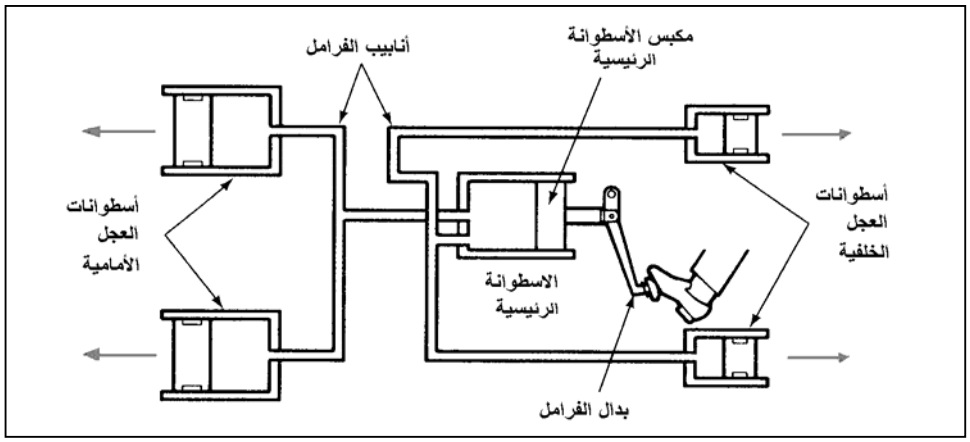
شكل (٥): نقل القوة والحركة عن طريق السائل



شكل (٦): التكبير في الدائرة الهيدروليكية

الدائرة الهيدروليكية للفرامل:

تتكون الدائرة الهيدروليكية للفرامل من أسطوانة رئيسية تتصل بأسطوانات فرعية (العجل)، وعند التأثير بقوة على البدال تنتقل القوة وحركة البدال إلى الأسطوانات الأخرى بقيم تختلف حسب مساحة أسطوانة العجل شكل(٧).



شكل (٧): دائرة الفرامل الهيدروليكية

التكبير الهيدروليكي Hydraulic advantage :

التكبير الهيدروليكي يعمل على زيادة القوة المنقولة عن طريق سائل الفرامل ويعتمد على النسبة بين مساحة أسطوانة العجل ومساحة الأسطوانة الرئيسية.

التكبير الهيدروليكي = مساحة أسطوانة العجل / مساحة الأسطوانة الرئيسية للفرامل

$$HA = A\,wc \;/\; A\,mc$$

❖ تزيد القوة المنقولة مع زيادة التكبير الهيدروليكي.

القوة المؤثرة من أسطوانة العجل = القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية × التكبير الهيدروليكي

❖ وتقل الحركة المنقولة مع زيادة التكبير الهيدروليكي.

مسافة حركة أسطوانة العجل = مسافة حركة الأسطوانة الرئيسية × التكبير الهيدروليكي
$Swc = Smc \times HA$

الاسطوانة الرئيسية Master cylinder

الأسطوانة الرئيسية هي مضخة تعمل عن طريق قدم السائق، فتقوم بدفع سائل الفرامل خلال أنابيب الفرامل إلى أسطوانات العجل. وهي تتصل ببدال الفرامل عن طريق ذراع الدفع. وتنقسم الأسطوانة الرئيسية إلى حيزين.

١ - الأسطوانة والمكبس.

٢ - خزان سائل الفرامل.

ويتصل الحيزان عن طريق فتحتين (ثغريين) موجودتين أسفل الخزان وأعلى الاسطوانة، فتحة صغيرة وتسمى فتحة التعويض Compensating port وفتحة أكبر وتسمى فتحة الملء Bypass port . وحيث أن الخزان يقع أعلى الأسطوانة فإن سائل الفرامل ينساب داخل الأسطوانة تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

وعند الضغط على البدال يندفع المكبس إلى الأمام نتيجةالحركة المنقولة من ذراع الدفع ضاغطاً الياي. وعند رفع القدم عن البدال يعود المكبس والبدال إلى وضعه الأول تحت تأثير ياي الرجوع الموجود أمام المكبس.

يستخدم المكبس حابكين (مانع تسرب) يسمى كلُ منهما طبق cup الأول يسمى الطبق الابتدائي Primary cup وهو موجود على السطح الداخلي للمكبس، والآخر يسمى الطبق الثانوي Secondary cup وهو موجود بالطرف الخارجي للمكبس. الطبق الابتدائي يدفع سائل الفرامل والطبق الثانوي يمنع تسرب السائل. وتقع الفتحتين بين الخزان والاسطوانة بالقرب من الطبق الابتدائي، فتحة التعويض تقع أمام الطبق الابتدائي وفتحة الدخول تقع خلفه.

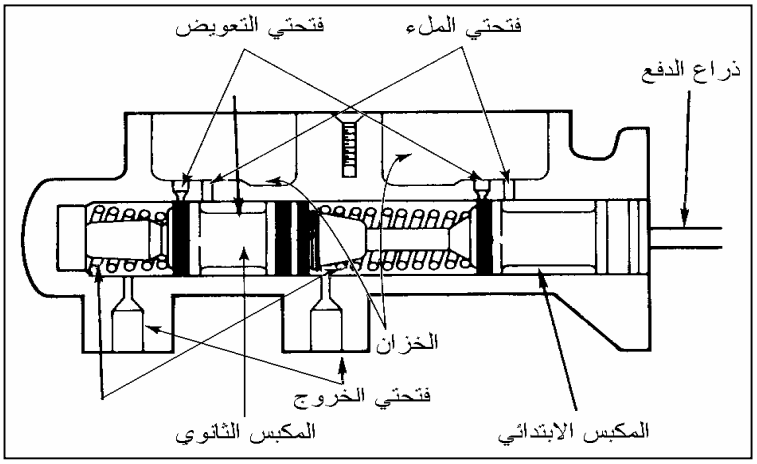
ونلاحظ أن الأسطوانة الرئيسية لها مكبسان موجدان داخل الأسطوانة واحداً تلو الآخر. والسبب لهذا التصميم هو تقسيم نظام الفرامل إلى جزأين (دائرتين) لكل منهما خزان منفصل وفتحة خروج Outlet portمنفصلة، ففي حالة تسرب سائل الفرامل في أي من الدائرتين يتبقى الجزءالآخريعمل.

معظم الاسطوانات الرئيسية لها نفس القطر بطول الاسطوانة، والبعض منها له قطر معين في جزء من الأسطوانة والجزءالآخرله قطر مختلف. هذا التصميم للأسطوانة الملء السريع Quick take-up .

أجزاء الأسطوانة الرئيسية

تتكون الأسطوانة الرئيسية من التالي شكل(٨):

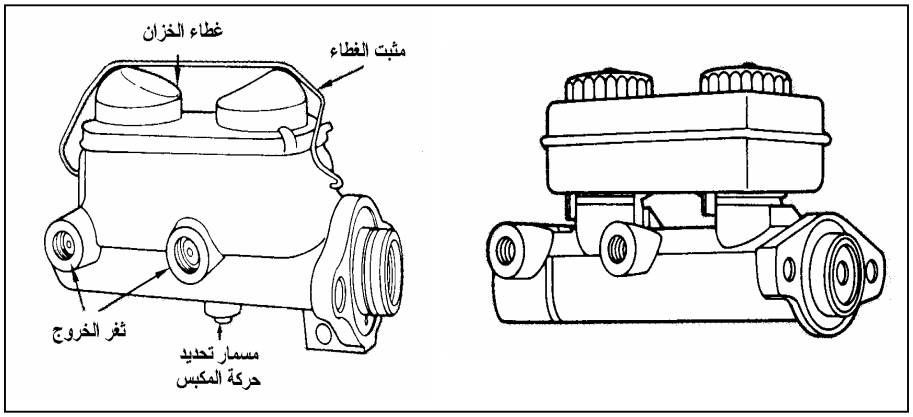
١. الخزان.	٢. يايات رجوع المكابس.
٣. مكابس الاسطوانة.	٤. جسم الأسطوانة.



شكل (٨): مكونات الأسطوانة الرئيسية للفرامل

خزان سائل الفرامل:

يصنع الخزان إما كجزء واحد مع الأسطوانة الرئيسية أو يصنّع منفصلاً ويركب على الأسطوانة الرئيسية بوسيلة تثبيت. ويصنع الخزان المنفصل في الغالب من البلاستيك الشفاف حتى يمكن معرفة مستوى الزيت دون اللجوء إلى فتح غطاء الخزان كما في الشكل (٩).



شكل (٩): أنواع الخزان: منفصل عن الأسطوانة أو كجزء منها

ويوجد بالخزان من الداخل فاصل يقسم الخزان إلى حيزين منفصلين، وللخزان سعة مناسبة، فعند تآكل البطانات يحتاج المكبس أن يتحرك مسافة أكبر لتعويض التآكل وهذا يتطلب كمية إضافية من السائل يوفرها الخزان. كما يعوض الخزان أي تسريب طفيف بدائرة الفرامل. ويستخدم الخزان أيضاً كوعاء لتمدد السائل وانكماشه تبعاً لدرجة حرارة السائل بالنظام.

غطاء الخزان:

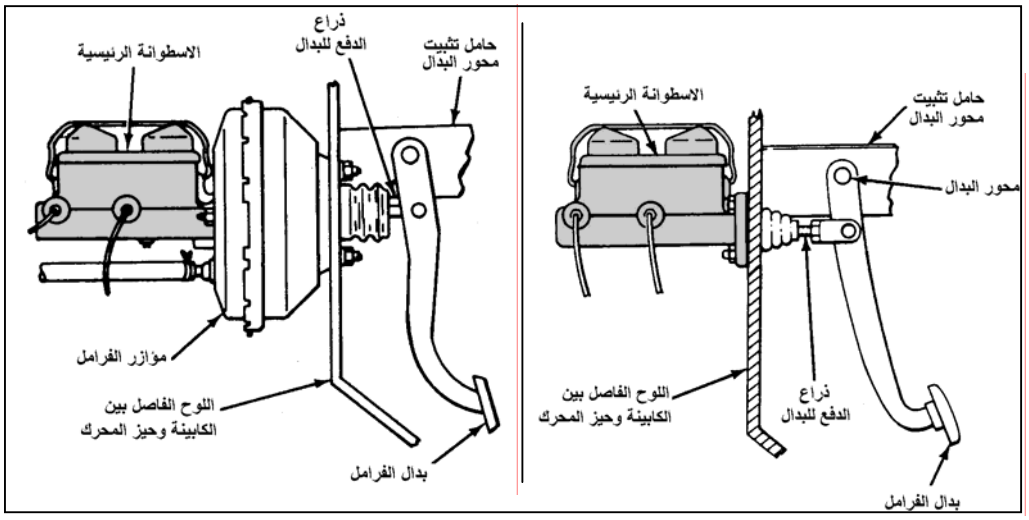
يركب الغطاء بالخزان عن طريق قلاووظ أو يركب بالضغط أو أن يثبت عن طريق سلك تثبيت ويستخدم لملء الخزان. وهناك فتحة بالغطاء لإيصال الخزان مع الهواء الخارجي لتسهيل تمدد وانكماش السائل، كما يوجد بالغطاء غشاء مطاطي يمنع من اتصال الهواء مباشرة بسائل الفرامل حتى لا يمتص السائل الماء الموجود بالهواء. وعند انخفاض مستوى السائل يضغط الضغط الجوي على الغشاء الذي يتمدد للداخل ويدفع السائل لأسفل إلى الاسطوانة.

مفتاح تحذير انخفاض مستوى الزيت:

يركب بالخزان مفتاح تحذير انخفاض مستوى سائل الفرامل، فعند انخفاض مستوى السائل داخل الخزان لحد معين يتم غلق دائرة لمبة التحذير فتضيء لتحذير السائق. كما أن هذه اللمبة تتصل أيضاً بفرملة التثبيت وتضيء عند جذبها.

جسم الاسطوانة:

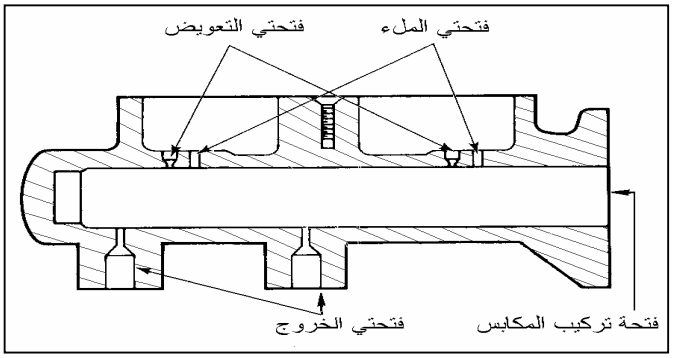
تعمل الأسطوانة على تحويل القوة المؤثرة من ذراع الدفع إلى ضغط في سائل الفرامل، وتدفع السائل منها إلى أنابيب واسطوانات العجل. وتصنّع الأسطوانة من الألومنيوم، وتثبت الأسطوانة إما باللوح الفاصل بين حيز المحرك وحيز الركاب بالسيارة عن طريق مسامير ثابتة (جوايط) تمر بفتحات التثبيت الخلفية بالأسطوانة وتثبت عن طريق الصواميل كما في الشكل(١٠). وتقسم الأسطوانة من الداخل إلى حيزين لتكوين الضغط عن طريق مكبسين مستقلين، ولكل حيز فتحتين (ثغريين) فتحة الملء وفتحة التعويض بالإضافة إلى فتحة خروج. ذات أقطار مختلفة. كما يوجد مسمار تحديد وضع المكبس الأمامي (الثانوي) بأسفل جسم الأسطوانة أو بداخل الخزان. ويوجد في بداية الأسطوانة مجرى يدخل فيه حلقة تثبيت الأجزاء الداخلية بالأسطوانة.



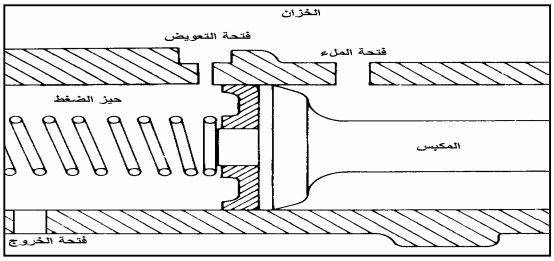
شكل (١٠): تركيب الأسطوانة الرئيسية بالسيارة

فتحات الأسطوانة

يتصل الخزان بتجويف الأسطوانة عن طريق فتحتي ملء وفتحتي تعويض. كما تتصل أنابيب الفرامل بفتحتي خروج كما في شكل (١١). وتقع فتحة التعويض (في حالة عدم الضغط على البدال) فوق التجويف أمام المكبس وتقع فتحة الملء فوق الفراغ خلف رأس المكبس كما يظهر في شكل (١٢).



شكل (١١): فتحات الأسطوانة الرئيسية



شكل (١٢): وضع فتحتي الدخول للأسطوانة عند عدم الضغط على البدال

- **فتحة الملء By-pass ports**

وهي الفتحة الأكبر التي تصل الخزان بتجويف الاسطوانة، وتسمح بدخول سائل الفرامل إلى الجزء الخلفي من المكبس.

فتحة التعويض Compensating ports

وهي الفتحة الأصغر وذو الاختلاف بالقطر وتصل الخزان أيضاً بتجويف الاسطوانة، وتسمح للسائل المضغوط بالدائرة بالرجوع من خلالها عند رفع القدم عن الدعسة. وكذلك يمر السائل من خلالها عند تمدده وانكماشه تبعاً لاختلاف درجة حرارته.

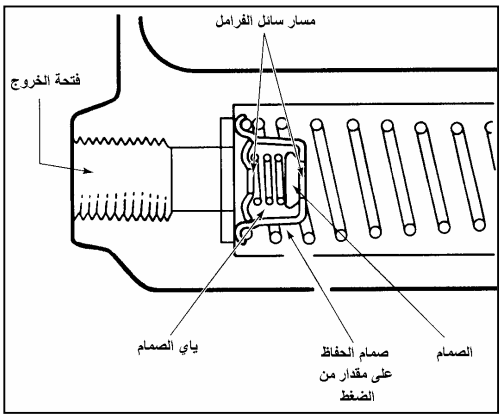
- **فتحتي الخروج Outlet ports**

وتقع الفتحتان أمام المكبس حيث يندفع السائل من خلالهما إلى أنابيب الفرامل ومنها إلى أسطوانات العجل. ويختلف قطري الفتحتين حتى لا يحدث خطإ عند تركيب

الأنابيب بالأسطوانة.

صمام بقاء مقدار من الضغط في أنابيب الزيت Residual pressure check valve

تزود بعض اسطوانات الفرامل الترادفية بصمام عند مخرج الزيت من الأسطوانة الرئيسية وذلك من أجل أن يكون سائل الفرامل الموجود في أنابيب دائرة الفرامل تحت ضغط منخفض وذلك من أجل الحصول على استجابة سريعة للفرامل عند كبح المركبة وكذلك لمنع دخول فقاعات الهواء إلى داخل نظام الفرامل شكل(١٣) ،ولا يستخدم هذا الصمام في الدائرة التي بها فرامل قرصية الأسطوانة أي ضغط متبقي بالدائرة سوف يؤدي إلى عدم مقدرة مكبس العجلة من الرجوع وتبقى بطانات الاحتكاك ملامسة للقرص بصفة دائمة.



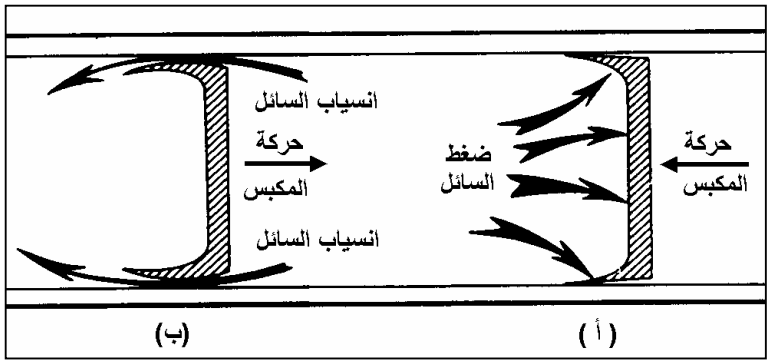
شكل (١٣): صمام بقاء مقدار من الضغط

يصنّع مكبس الأسطوانة الرئيسية الترادفية على شكل بكرة شكل (١٥) ناحية منها تشكل الرأس والناحية الأخرى الخلفية بها شق لتثبيت حابك (الطبق الثانوي) على شكل حلقة O-ring ويركب أمام رأس المكبس الطبق الابتدائي (على شكل طبق) بحيث تستقر قاعدة الطبق على رأس المكبس. وبعض من المكابس تكون به ثقوب برأس المكبس تسمح بمرور سائل الفرامل في حالة رفع القدم عن الدعسة. ويوجد بالأسطوانة مكبسين كل منهما يضغط السائل في دائرة هيدروليكية منفصلة. ويسمى المكبس بالقرب من ذراع الدفع للبدال بالمكبس الابتدائي والأخر يسمى المكبس الثانوي.

- **الطبق الابتدائي Primary cup**

وهو حابك مطاطي على شكل طبق به شفة طرية ويركب على رأس المكبس بحيث تكون الشفة في الجهة البعيدة عن رأس المكبس. يدفع المكبس أمامه الطبق الابتدائي، ويؤدي اندفاع الطبق للأمام إلى

التصاق شفة الطبق بجدار الأسطوانة ويمنع ذلك سائل الفرامل من التسرب خلف المكبس. وعند رجوع المكبس عند رفع القدم من على الدعسة تدخل شفاه الطبق إلى الداخل وتسمح للسائل بالمرور من خلف المكبس إلى أمام المكبس لتسهيل وسرعة عملية رجوع المكبس. ويعمل الطبق الابتدائي كصمام أو حابك ذو اتجاه واحد كما يوضح شكل (١٤).

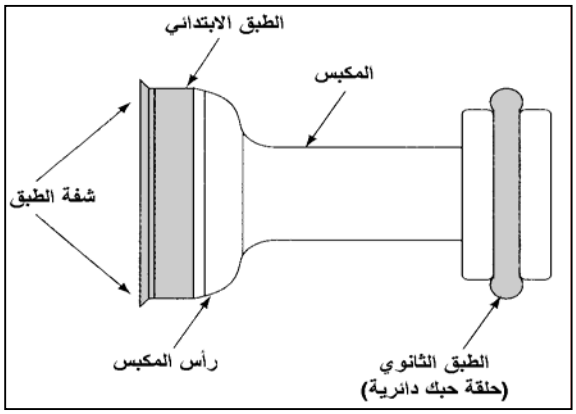


شكل (١٤): عمل الطبق الابتدائي

(أ) عند ضغط البدال (ب) عند رفع القدم عن البدال

- **الطبق الثانوي Secondary cup**

وهو حابك على شكل حلقة يركب بالجهة الخلفية من المكبس. والطبق المركب بالمكبس الثانوي يمنع سائل الفرامل من التسرب بين حيزي الضغط، كما يمنع الطبق المركب بالمكبس الابتدائي سائل الفرامل من التسرب للخارج من الجهة الخلفية للأسطوانة. ويبين شكل (١٥) رسم مبسط للمكبس ووضع الطبقين.



شكل (١٥): شكل مبسط للمكبس

ياي رجوع المكبس

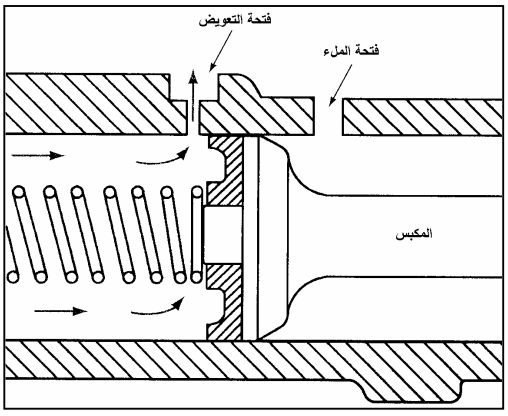
يركب أمام المكبس ياي رجوع يعمل على إرجاع المكبس لوضعه الطبيعي عند رفع القدم من على دعسة الفرامل. والطبق والياي إما أن يكونان وحدتين منفصلتين أو أن يجمعا مع المكبس لتكوين وحدة واحدة.

طريقة عمل الأسطوانة الرئيسية

- حالة عدم استخدام الفرامل.
- حالة التأثير على بدال الفرامل.
- حالة رفع التأثير عن بدال الفرامل.

حالة عدم استخدام الفرامل

يسمى هذا الوضع بالوضع الابتدائي (الأولي) للمكبس داخل الاسطوانة، وفيه يكون الطبق الابتدائي للمكبس بين فتحتي التعويض والملء. عند زيادة درجة حرارة السائل يمكن للسائل عند التمدد الدخول إلى الخزان عن طريق فتحة التعويض. ويبقى المكبس (الابتدائي والثانوي) في مكانه عن طريق حلقة التثبيت ومسمار تحديد وضع المكبس تحت ضغط ياي رجوع المكبس كما في شكل (١٦).



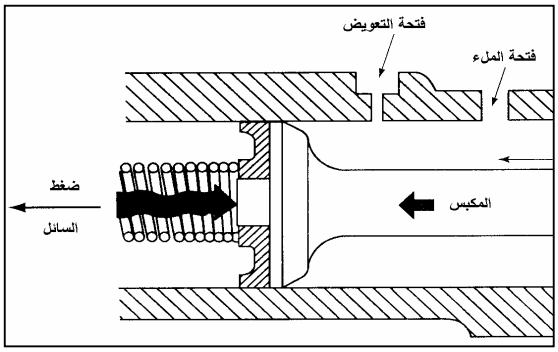
شكل (١٦): حالة عدم استخدام الفرامل

حالة التأثير على بدال الفرامل

عند الضغط على بدال الفرامل بقوة كافية للتغلب على ياي رجوع مكبس الأسطوانة الرئيسية، يبدأ المكبس في التحرك إلى الأمام وحيث أن فتحة التعويض تكون مفتوحة في هذا الوضع فإن السائل يعود منها إلى الخزان.

مع استمرار الضغط على البدال يتحرك المكبس إلى الأمام فيغلق الطبق الابتدائي فتحة التعويض وعندها يخرج سائل الفرامل من فتحة الخروج إلى أنابيب الفرامل ومنها إلى اسطوانات العجل التي يتحرك مكبسها إلى الأمام ويدفع البطانات والأحذية حتى تلامس الأسطح الدوارة.

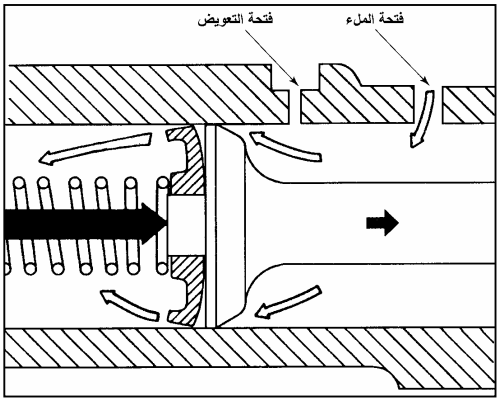
بعد التلامس تتوقف حركة البطانات ومن هذه اللحظة أي زيادة في الضغط على البدال سوف تؤدي إلى زيادة الضغط بسائل الفرامل، وزيادة القوة المؤثرة على بطانات الاحتكاك، انظر شكل (١٧).



شكل (١٧): حالة الضغط على البدال

حالة زوال التأثير عن البدال

عند رفع القدم من على الدعسة فإن ياي الرجوع للمكبس يدفع المكبس بسرعة عالية إلى وضعه الابتدائي (عند مسمار تحديد وضع المكبس أو حلقة التثبيت) أسرع من سرعة رجوع السائل من أسطوانة العجل أو السرج إلى الأسطوانة الرئيسية. يؤدي ذلك إلى حدوث تخلخل أمام الطبق الابتدائي فتنطبق شفة الطبق الابتدائي للداخل وتسمح للسائل بالمرور من خلف المكبس حول حافة الطبق أو من خلال الثقوب الموجودة برأس المكبس إلى أمام المكبس كما في شكل (١٨). و يساعد ذلك على سرعة وسهولة حركة رجوع المكبس كما يؤدي دخول السائل إلى الفراغ أمام المكبس إلى عدم دخول الهواء إلى النظام.

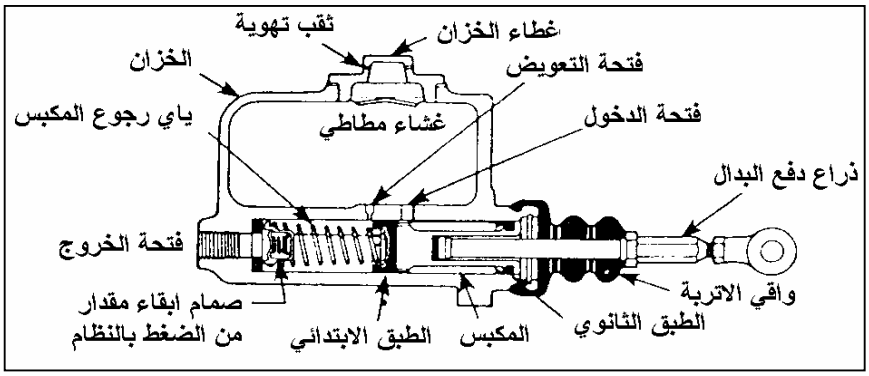


شكل (١٨): حالة زوال التأثير عن البدال

الأنواع المختلفة للأسطوانة الفرامل الرئيسية

١ - الأسطوانة المفردة Single master cylinder

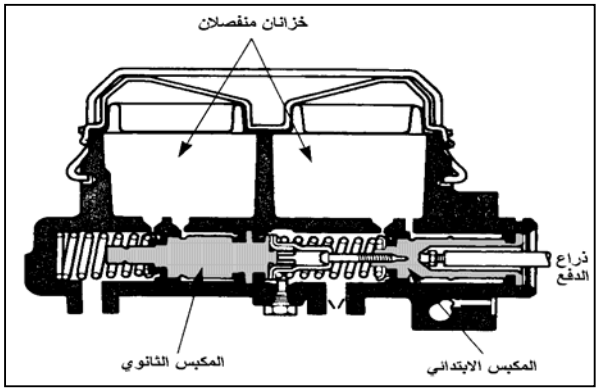
(أسطوانة ذات مكبس واحد يدفع الزيت إلى كل أسطوانات العجل) كما في شكل (١٩)، هذا النوع كان يستخدم في السيارات القديمة.ولا يستخدم الآن.



شكل (١٩): الأسطوانة المفردة

٢ - الأسطوانة المزدوجة

بها مكبسان داخل الأسطوانة كلُ منهما يخدم دائرة منفصلة للفرامل. وهي تعتبر اسطوانتين أحاديتين على التوالي يعملان عن طريق ذراع دفع واحد شكل (٢٠).

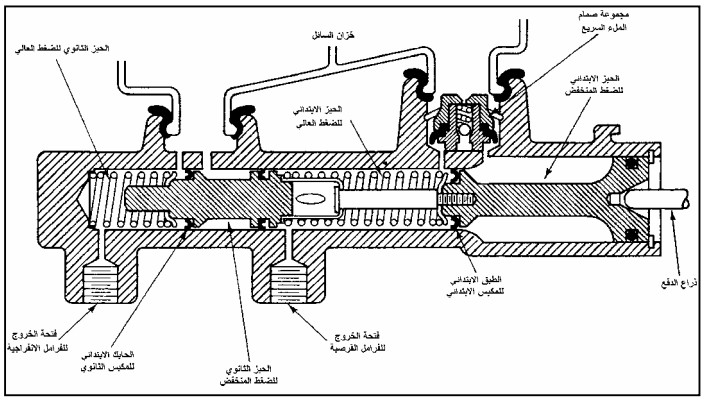


شكل (٢٠): الأسطوانة الرئيسية المزدوجة

٣ - أسطوانة الملء السريع Quick Tack-up master cylinder

للتغلب على مشكلة احتكاك بطانة الاحتكاك بالقرص عند عدم استخدم الفرامل تم استبدال حلقة حبك المكبس بالسرج بأخرى تسمح بالمكبس والبطانة بالابتعاد أكثر عند رفع القدم من على الدعسة. نتيجة لهذا التعديل أصبح من المطلوب تغيير تصميم الأسطوانة الرئيسية حتى تعطي كمية أكبر من السائل عند بداية الدعسة للمكابس لملء الخلوص الناشئ من ابتعاد المكبس.

وتم في التصميم الجديد بالأسطوانة الرئيسية تكبير القطر الداخلي للأسطوانة بالمنطقة التي بها المكبس الابتدائي وتركيب صمام للملء السريع فوق فتحتي الملء والتعويض كما يظهر بشكل (٢١).

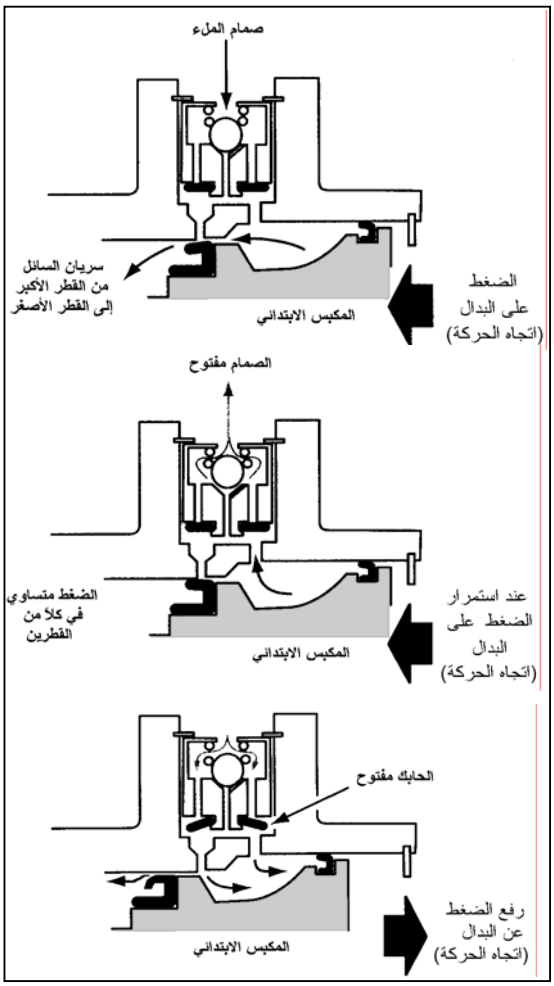


شكل (٢١): أسطوانة الملء السريع

عند الضغط على بدال الفرامل يتحرك المكبس الابتدائي للأمام وعند دخول المكبس للمنطقة ذات القطر الأصغر ينضغط السائل في المنطقة خلف المكبس وحيث أن فتحتي الملء والتعويض مغلقتين بالصمام فإن السائل يندفع إلى الأمام عبر الطبق الابتدائي مضيفاً كمية إضافية للسائل لملء الخلوص.

ومع زيادة حركة المكبس يزداد الضغط الذي يؤدي إلى فتح الصمام ويرجع السائل من خلف المكبس إلى الخزان. مع استمرار الضغط على البدال يزداد الضغط أمام المكبس مما يجعل الطبق الابتدائي يعود لوضعه ليحبك الحيز أمام المكبس ويمنع السائل من المرور من حوله.

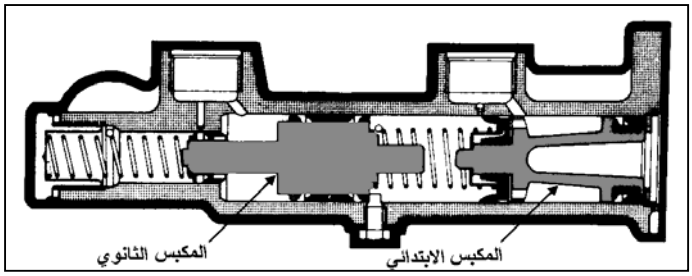
عند رفع القدم من على الدعسة يتكون تفريغ أمام المكبس بسبب اندفاع المكبس للخلف بسرعة تحت تأثير ياي الرجوع فيمر السائل من خلف المكبس حول الطبق الابتدائي إلى الحيز أمام المكبس ويفتح صمام الملء السريع لدخول السائل من فتحة الملء ويبين شكل (٢٢) مراحل عمل الأسطوانة ذات الملء السريع.



شكل (٢٢): مراحل عمل صمام الملء

٤ - أسطوانة مختلفة الأقطار Step bore master cylinder

في هذا النوع من الاسطوانات يكون قطر المكبس الابتدائي أكبر من قطر المكبس الثانوي وعليه فإن الجزء الذي يعمل به المكبس الابتدائي يكون أكبر في القطر والجزء الذي يعمل به المكبس الثانوي يكون أصغر في القطر كما هو واضح في شكل (٢٣). والغرض من هذا التصميم هو تكوين ضغطتين مختلفين بالاسطوانة. تكون ضغط أعلى بالدائرة الثانوية ذات المكبس الأصغر.

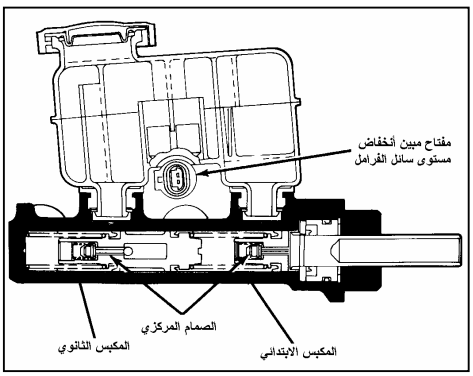


شكل (٢٣): أسطوانة مختلفة الأقطار

٥ - أسطوانة الصمام المركزي Central-Valve master cylinder

في بعض السيارات المزودة بنظام منع غلق العجلات تستخدم أسطوانة رئيسية لها صمام مركزي لا رجوعي في رأس المكبس كما في شكل(٢٤). عند عمل نظام منع غلق العجلات يتحرك المكبس للإمام والخلف بتردد عالي يؤدي إلى اهتزاز بدال الفرامل وإلى تآكل الطبق الابتدائي للمكبس.

ولمنع تآكل وتلف الطبق الابتدائي واهتزاز بدال الفرامل تم الاستغناء عن فتحة التعويض والاستعاضة عنها بتركيب صمام لا رجوعي في رأس المكبس. عند الضغط على البدال يتحرك المكبس للأمام ويغلق الصمام المركزي سامحاً بزيادة الضغط، وعند رفع القدم من على البدال يتكون تفريغ أمام الصمام ويفتح الصمام لينساب السائل من خلال الصمام المركزي إلى المنطقة أمام المكبس.



شكل (٢٤): أسطوانة رئيسية لها صمام مركزي

الدائرة الثنائية (المزدوجة) للفرامل Dual or split line braking systems

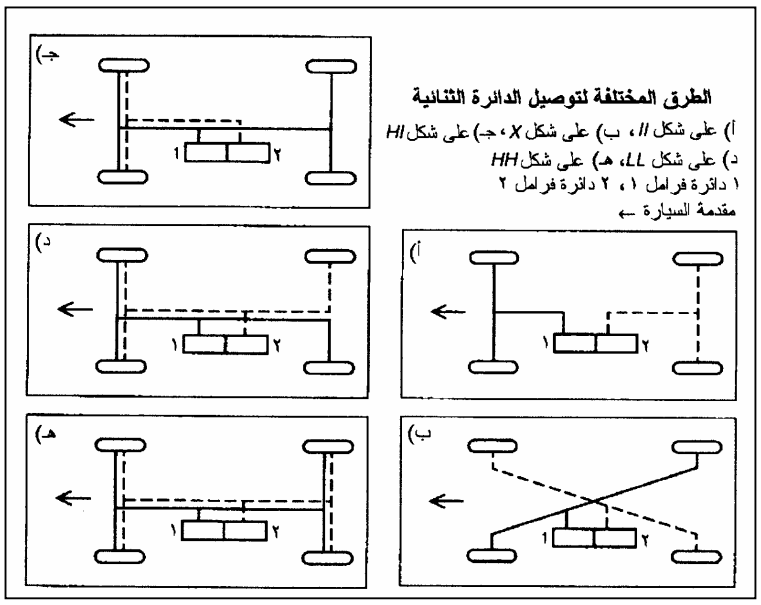
السيارات القديمة كانت تستخدم أسطوانة رئيسية آحادية (مكبس واحد) تتصل بدائرة هيدروليكية تصل الأربع عجلات، ومن المشاكل التي واجهها هذا النظام هو أنه في حالة حدوث تسريب لسائل الفرامل فإن هذا يترك السيارة بدون فرامل في الأربع عجلات.

ولهذا بدأ استخدام النظام الثنائي (الدائرة الثنائية) للفرامل الذي يستخدم الأسطوانة الرئيسية المزدوجة (مكبسين بالأسطوانة و فتحتي خروج). ويتصل كل مخرج من الأسطوانة بدائرة مستقلة، كل دائرة تصل الأسطوانة الرئيسية بعجلتين فقط من عجلات السيارة.

الغرض من استخدام الدائرة الثنائية بالسيارة هو زيادة الأمان لركاب السيارة، ففي حالة تسرب الزيت من أحد الدائرتين فإن ذلك لا يترك السيارة بدون فرامل بل يبقي دائرة تعمل بنسبة حوالي من ٣٠٪ إلى ٥٠٪ من قوة الفرملة الأصلية.

أنواع الدوائر الثنائية في ا للأسطوانة الرئيسية للفرامل

تختلف أنواع الدائرة الثنائية حسب توصيل مخرجي الأسطوانة الرئيسية بأسطوانات العجل، ويبين شكل (٢٥) الطرق المختلفة لتوصيل الدائرة الثنائية.



شكل (٢٥): أنواع دوائر الفرامل الثنائية المستخدمة بالسيارات

أ - هذا النظام يسمى نظام مقسم أمامي -خلفي، يعاني هذا النظام من مشكلة أنه في حالة تسريب الزيت بدائرة العجل الأمامي تقوم فرامل العجلات الخلفية بتوفير حوالي من ٣٠ إلى ٤٠٪ فقط من قيمة الفرملة الأصلية. هذا النظام يستخدم للسيارات ذات الدفع الخلفي.

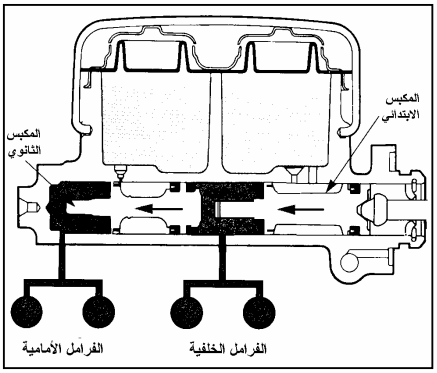
ب - هذا النظام يسمى نظام مقسم قطري، في حالة تسرب الزيت من أي من الدائرتين يتبقى ٥٠٪ من قيمة الفرملة تقوم بها الدائرة الأخرى. هذا النظام يستخدم في معظم السيارات ذات الجر الأمامي، الأسطوانة زوايا العجل بالجر الأمامي مصممة بحيث لا يحدث انحراف للسيارة عند الفرملة بدائرة واحدة (عجلة أمامية وعجلة خلفية بالجهة الأخرى).

معظم السيارات تستخدم النظامين "أ" و"ب"، وتوفر الأنظمة "جـ" و "د" و "هـ" في حالة حدوث تسريب في أحد الدائرتين تحكم أحسن للفرملة ولكنها أكثر تعقيداً و تكلفة.

عمل الدائرة الثنائية

- حالة عدم وجد تسريب بأي من الدائرتين

عند دفع ذراع الدفع للأمام عن طريق البدال فإن ذراع الدفع يدفع المكبس الخلفي (الابتدائي) للأمام. بعد غلق فتحة التعويض يبدأ تكون ضغط لسائل الفرامل بالجزء الخلفي. تلك الزيادة في الضغط تدفع المكبس الأمامي (الثانوي) للأمام الذي بدوره يغلق فتحة التعويض الخاصة به ويبدأ تكون الضغط بالجزء الأمامي. كما في شكل (٢٦).

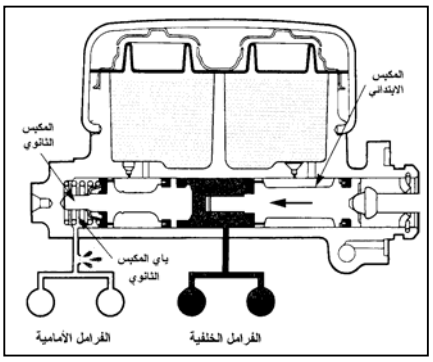


شكل (٢٦): لا يوجد تسريب في دائرة الفرامل

- **حالة وجود تسريب في الدائرة الخلفية**

في حالة وجود تسريب بالجزء الخلفي من الأسطوانة فإن المكبس الابتدائي سيتحرك للأمام ولكن بدون تكوين للضغط في سائل الفرامل . استمرار حركة المكبس تجعل امتداد المكبس الخلفي يلامس

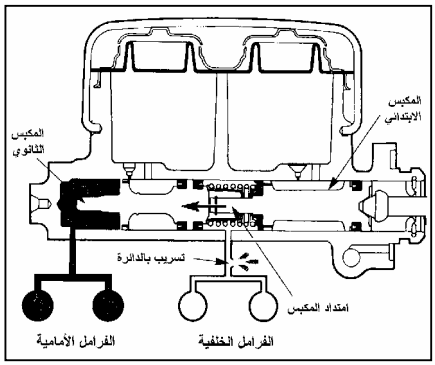
المكبس الأمامي ويدفعه لأن يتحرك إلى الأمام مكوناً ضغطاً بالجزء الأمامي للمكبس.
كما في شكل (٢٧).



شكل (٢٧): تسريب بالدائرة الخلفية

- **في حالة وجود تسرب بالدائرة الأمامية**

عند وجود تسريب بالدائرة الابتدائية كل من المكبسين سوف يتحرك للأمام عند الضغط على البدال. مع استمرار حركة البدال يلامس امتداد المكبس الأمامي نهاية الأسطوانة فإنه يتوقف وعندها يتمكن المكبس الخلفي من تكوين ضغط بالجزء الخلفي للأسطوانة ،شكل (٢٨).



شكل (٢٨): تسريب بالدائرة الأمامية

في حالة وجود تسريب بأي من الدائرتين فإن السائق يشعر بزيادة في مسافة حركة البدال (حركة المكبس الزائدة للوصول لنهاية مشواره)، واحتياجه لقوة ضغط أكبر للوصول إلى نفس قوة الفرملة (دائرة واحدة تعمل أثناء الفرملة)، وكذلك سوف تضئ لمبة التحذير لبيان أن هناك عطل بإحدى دوائر الفرامل.

سائل الفرامل Brake Fluids

خواص زيت الفرامل

يصنّع سائل الفرامل (زيت الفرامل) من عدة مواد كيميائية للحصول على الخواص التالية:

- نقطة غليان مرتفعة (حتى لا يغلي السائل نتيجة تعرض الفرامل لدرجة حرارة مرتفعة أثناء التشغيل وتنتقل منها إلى سائل الفرامل).
- نقطة تجمد منخفضة (حتى يظل على الحالة السائلة في الظروف الجوية الباردة).
- لا يتعامل أو يتفاعل مع الأجزاء المطاطية (حتى لا يتلف حابك الزيت الموجود بالمكبس والأسطوانات والليات).
- لا يؤدي إلى صدأ الأجزاء المعدنية للنظام.
- له انسيابية عالية (سهولة الانسياب) لزوجة مقبولة في جميع ظروف التشغيل (تمكن السائل من الانسياب بسهولة داخل الأنابيب والليات).
- له خاصية الاستقرار الكيميائي (يظل محتفظاً بخواصه تحت تأثير الحرارة والضغط وكذلك مع مرور الزمن).
- القدرة على التزييت (يكون قادراً على تزييت الأجزاء المعدنية والمطاطية المتحركة كالمكابس وحابك المكابس).
- القابلية للامتزاج (الخلط) مع الأصناف التي لها نفس المواصفات وإن اختلفت الجهة المصنّعة دون حدوث تفاعل كيمائي يغير من تركيب الخليط.
- القدرة على امتصاص المياه التي تدخل النظام الهيدروليكي.

طرق تصنيف أنواع سوائل الفرامل

يصنف سائل الفرامل حسب المواصفات القياسية لقسم النقل.
Department of Transportation وتختصر المواصفة بالحروف الأولى DOT وتجد هذه المواصفات مكتوبة على علب الفرامل وهي تنقسم إلى:

صنف سائل الفرامل	DOT 3	DOT 4	DOT 5
الأساس الكيميائي	بوليجليكول Polyglycol		سليكون Silicone
اللون	ذهبي		بنفسجي أو أزرق
نقطة الغليان الجافة	٢٠٥° مئوية	٢٣٠° مئوية	٢٦٠° مئوية
نقطة الغليان المبتلة (٢٪ ماء)	١٤٠° مئوية	١٥٥° مئوية	١٨٠° مئوية
امتصاص الماء	يمتص الماء		لا يمتص الماء
التفاعل مع الدهان	يتفاعل مع الدهان		لا يتفاعل مع الدهان
ملاحظات	أكثر استعمالاً	أقل استعمالاً	لا ينصح باستخدامه ولا يستعمل مع ABS

- امتصاص سائل الفرامل للماء يؤدي إلى صدأ الأجزاء المعدنية بالنظام، كما إنه يخفض درجة حرارة الغليان للسائل الذي قد يؤدي تحت ظروف التشغيل القاسية واستخدام الفرملة المتكرر إلى تكون ظاهرة الحبس البخاري (تكون البخار نتيجة غليان السائل) الذي يؤدي إلى منع انتقال الضغط نتيجة لوجود غاز بالنظام.

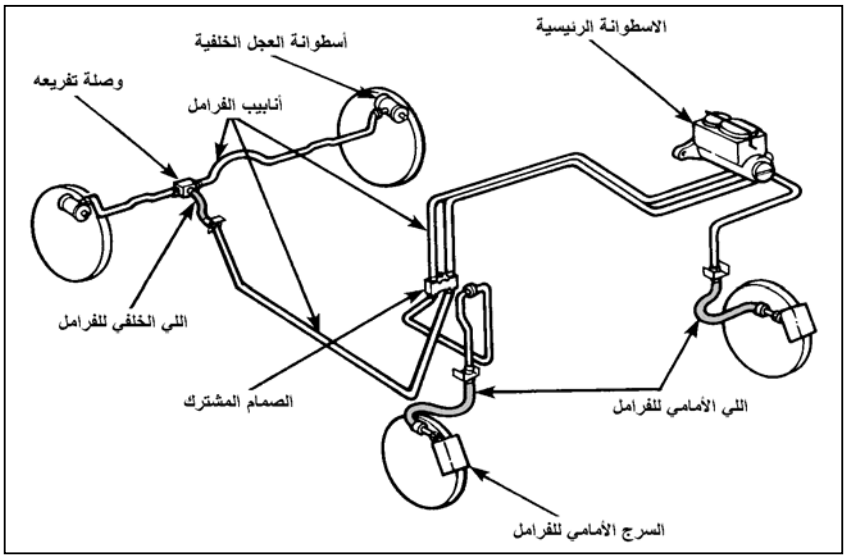
التعامل مع سائل الفرامل

- يخزن سائل الفرامل في مكان منخفض الحرارة وجاف ونظيف.
- السائل قابل للاشتعال لا تستخدمه قرب حرارة عالية أو لهب مكشوف.
- السائل يسبب أضرار بالعين والجلد. عند التعامل مع السائل ارتد النظارات الواقية وفي حالة تعرض العين أو الجلد للسائل اغسل المنطقة جيدا بالماء.
- السائل يتفاعل مع سطح الدهان والأجزاء البلاستيكية، في حالة تعرض الدهان أو جزء بلاستيك للسائل نظف المنطقة واغسلها جيداً بالماء والصابون.

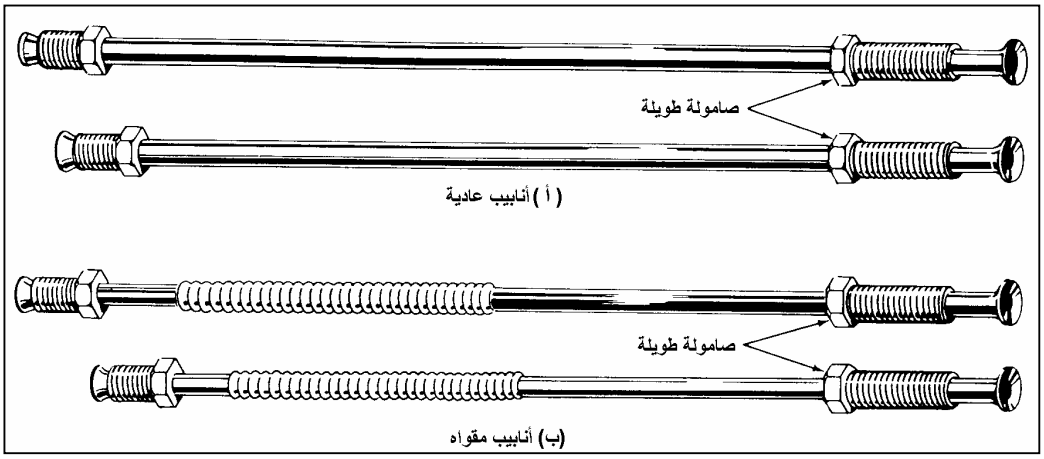
- السائل يتفاعل مع بطانات الاحتكاك ويؤدي إلى تلفها عند تعرضها للحرارة والضغط. تعامل مع البطانات والأحذية ويداك نظيفتان وفي حالة تلوث البطانات والأحذية بالسائل تستبدل بأخرى جديدة.
- لا تعد استخدام سائل الفرامل الخارج من الأسطوانة الرئيسية أو اسطوانات العجل. سائل الفرامل للاستخدام مرة واحدة فقط.
- يستحسن عدم استخدام سائل الفرامل من علبة سبق فتحها من قبل، حتى في حالة غلقها جيداً بعد الاستخدام فإن السائل قادر على امتصاص المياه من الجو.
- احذر تلوث سائل الفرامل بأي نوع من زيوت المحرك أو خلافه حيث وجود الزيت مع النظام يؤدى إلى تلف الأجزاء المطاطية. في حالة حدوث ذلك يجب غسيل الأجزاء ثم استبدال جميع الأجزاء المطاطية.

أنابيب وليات الفرامل Brake lines and Hoses

تنقل أنابيب وليات الفرامل ضغط السائل من الأسطوانة الرئيسية وفرامل العجل كما هو واضح في شكل (٢٩). وتصنع الأنابيب من أنابيب من الصلب مزدوجة الجدار وغالباً ما تشكل نهايات الأنابيب بزيادة في القطر (فلير) كما في شكل (٣٠)،ويتراوح القطر المستخدم لأنابيب الفرامل بين ١٦\٣ بوصة (٤,٦ مم) للفرامل القرصية و ٤\١ بوصة (٦,٤مم) للفرامل الانفراجية، وأحياناً يستخدم ١٦\٥ بوصة (٧,٩مم).

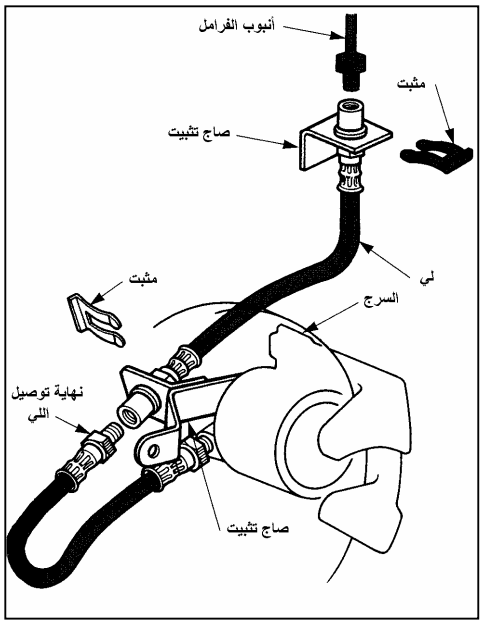


شكل (٢٩): دائرة الفرامل (خط أنابيب وليات الفرامل)



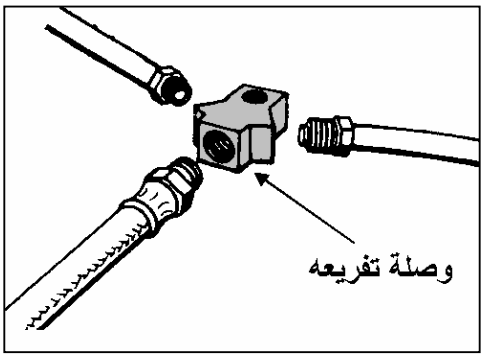
شكل (٣٠): أنابيب الفرامل تكون بأطوال وأقطار مختلفة، وبعضها عليه واقي (أنابيب مقواه) لحماية الأنابيب من الأشياء المتطايرة من الطريق.

وتستخدم ليات مطاطية بدائرة الفرامل عند الحاجة لحركة مرنة، حيث تستخدم الليات لتوصيل أنابيب الفرامل بفرامل العجل، وتسمح الليات للعجل بالتحرك لأعلى وأسفل ومن جانب إلى آخر بدون إتلاف أنابيب الفرامل. ويصنع لي الفرامل من عدة طبقات ليتحمل ضغط الفرامل وتشكل نهاية اللي بعدة أشكال مختلفة لتوصيلها بأنابيب وأجزاء فرامل العجل. ويبين شكل (٣١) توصيل اللي بدائرة الفرامل.



شكل (٣١): توصيل اللي بدائرة الفرامل

وتستخدم وصلة معدنية(تفريعة) بدائرة الفرامل عند الحاجة إلى تفريع خط الأنابيب إلى فرعين. وهي تتكون من وصلة بها تجويف من الداخل وبها مدخل واحد ومخرجين اثنين ، شكل (٣٢).



شكل (٣٢): وصلة التفريع

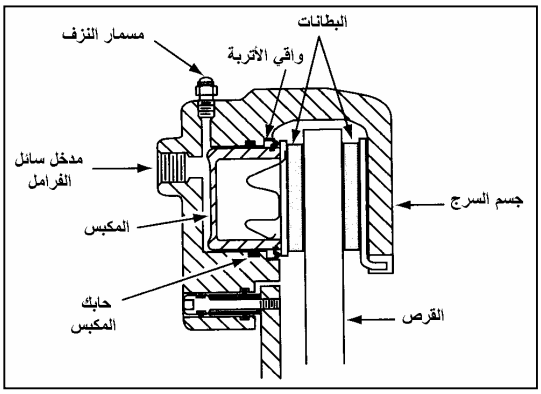
أسطوانات العجل

تنقسم اسطوانات العجل إلى نوعين أساسيين:

١- أسطوانة عجل للفرامل القرصية (سرج الفرامل).
٢- أسطوانة عجل للفرامل الإنفراجية.

أسطوانة العجل بالسرج (الفرامل القرصية)

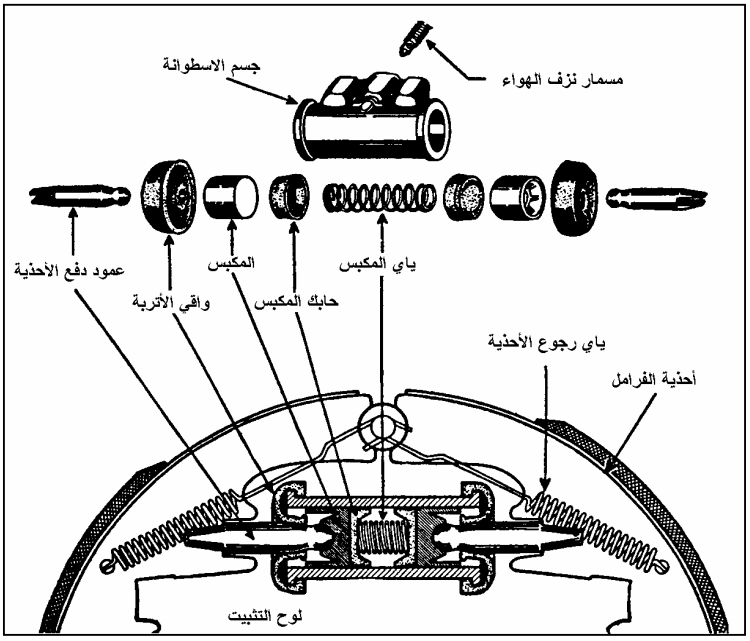
اسطوانة العجل في الفرامل القرصية عبارة عن تجويف داخل السرج. ويشكل في السرج تجويفات بعدد أسطوانات العجل للدائرة الهيدروليكية. ويبين شكل (٣٣) أجزاء الأسطوانة والمكبس وملحقاتهما ، وتتكون من المكبس وحابك المكبس وواقي الأتربة. ويشكل داخل السرج بالإضافة إلى جوف الأسطوانة مسارات سائل الفرامل ومسار السائل لفتحة مسمار استئصال الهواء.



شكل (٣٣): أسطوانة العجل للفرامل القرصية

أسطوانة العجل (الفرامل الإنفراجية)

تتكون أسطوانة العجل من جسم الأسطوانة ومكبس العجل وحابك للعجل على شكل طبق يركب وراء المكبس ويدفعه ياي المكبس، في بعض اسطوانات العجل يوجد ممد الطبق الذي يساعد على بقاء حافة الحابك ملامسة لجدار الاسطوانة. كما يركب على فتحة الأسطوانة واقي للأتربة لحماية مكونات الاسطوانة. وفي بعض الاسطوانات يكون هناك عمود دفع للأحذية وقد يستغنى عنه. وتثبت الأسطوانة على لوح التثبيت عن طريق مسامير، ويبين شكل (٣٤) أجزاء أسطوانة العجل وتثبيتها.

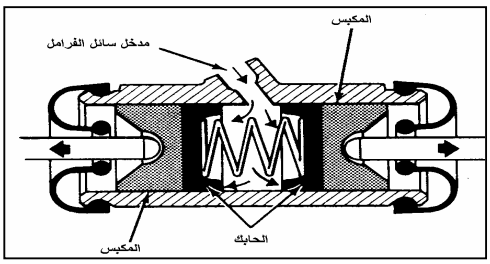


شكل (٣٤): أسطوانة العجل للفرامل الانفراجية

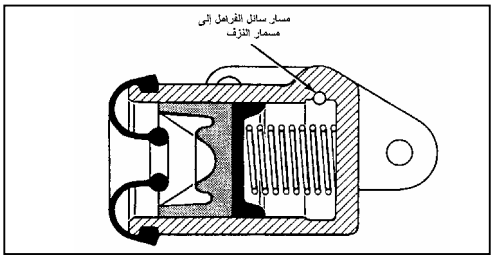
أنواع أسطوانات العجل

أسطوانة مزدوجة المكبس، شكل (٣٥).

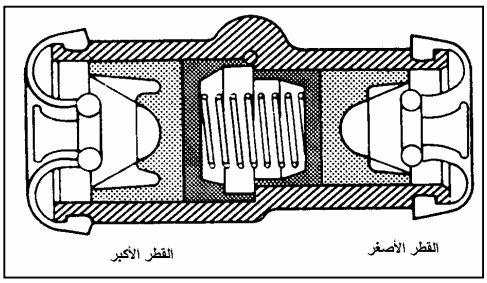
- أسطوانة أحادية المكبس، شكل (٣٦).
- أسطوانة مزدوجة المكبس ذات قطرين مختلفين، شكل (٣٧).



شكل (٣٥): أسطوانة العجل مزدوجة المكبس



شكل (٣٦): أسطوانة العجل أحادية المكبس



شكل (٣٧): أسطوانة العجل مزدوجة المكبس ذات قطرين مختلفين

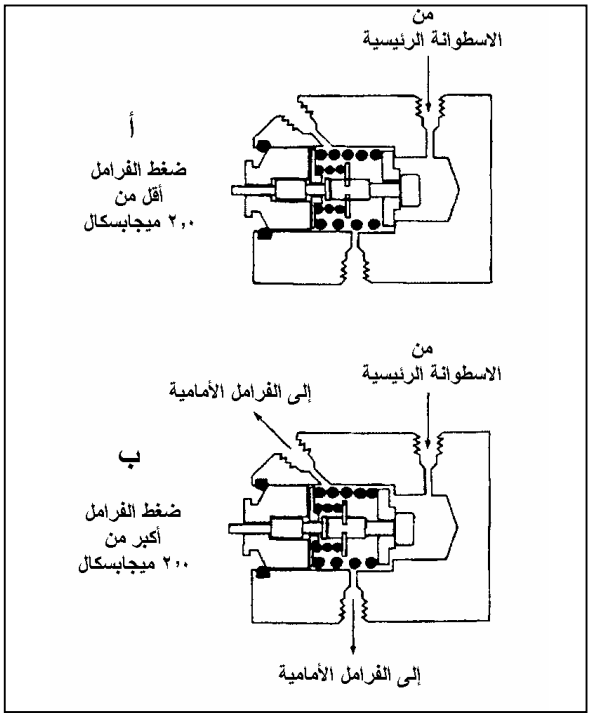
صمامات التحكم في ضغط خط الفرامل Pressure control valves

يركب في معظم السيارات الحديثة صمامات للتحكم في ضغط خط الفرامل. الأنواع الشائعة الاستعمال والتي قد تستخدم بالسيارات الحديثة هي:

- صمام المعايرة.
- صمام التناسب.
- الصمام المجمع.

صمام المعايرة Metering valve

يركب صمام المعايرة بالسيارات ذات الفرامل القرصية الأمامية والفرامل الانفراجية الخلفية. ويركب ا لصمام على خط فرامل العجل الأمامي ذو الفرامل القرصية. وظيفة الصمام العمل على أن يتم تشغيل الفرامل القرصية والانفراجية في نفس الوقت. عمل الصمام هذا يمنع غلق العجلات الأمامية خاصة في الطرق ذات معامل التلاصق المنخفض (الثلج) عند بداية الفرملة. غلق العجلات الأمامية يسبب فقد قدرة السائق على توجيه السيارة، شكل (٣٨)..



شكل (٣٨): عمل صمام المعايرة

الفرامل القرصية يمكنها أن تعمل عند ضغط منخفض عن الفرامل الانفراجية بسبب وجود ياءات إرجاع الأحذية والتي تحتاج إلى ضغط يتراوح من ٠,٧ إلى ١,٠ ميجابسكال للتغلب على تأثيرها.

ويوجد بصمام المعايرة ياي معاير بقوة ياي إرجاع الأحذية بحيث يفتح ضد تأثير ضغط مساوي لضغط التغلب على ياءات إرجاع الأحذية، وبذلك يضمن تشغيل الفرامل القرصية والانفراجية في نفس الوقت. ويوجد بالصمام عمود يمكن دفعه من الخارج للضغط على الياي وفتح الصمام وذلك أثناء إجراء عملية استئصال الهواء من الدائرة الأمامية للفرامل.

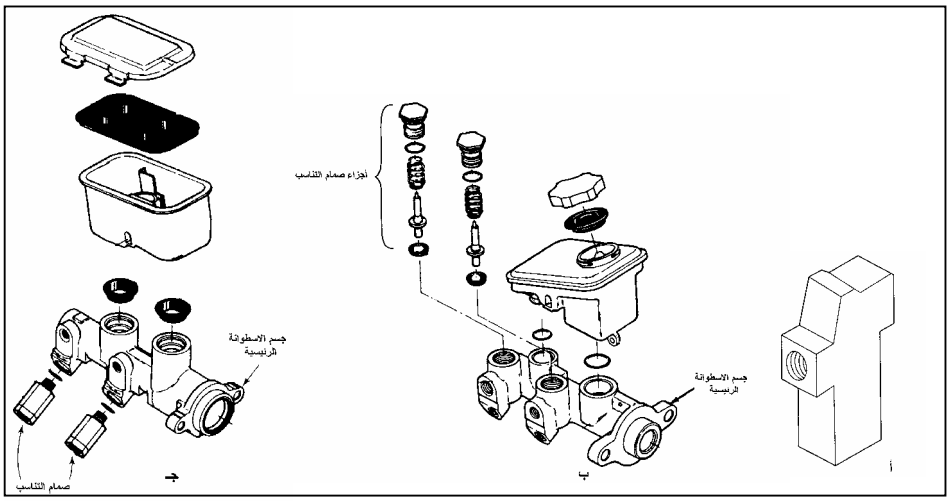
صمام ا لتناسب Proportioning valve

هذا الصمام يستخدم لتقليل ضغط الفرامل المتجه إلى أسطوانات العجل الخلفي، عند وصول الضغط إلى حد معين. هذا التخفيض في الضغط يقلل من احتمال حدوث غلق للمحور الخلفي مع زيادة الضغط على بدال الفرامل.

وقد يكون الصمام منفصل ويركب على خط الأنابيب المحور الخلفي (أ)، وقد يكون مصنّع بجسم الأسطوانة الرئيسية (ب) ، أو منفصل ويركب بقلاووظ بمخرج الأسطوانة الرئيسية (جـ)، شكل (٣٩).

أنواع صمام التناسب:

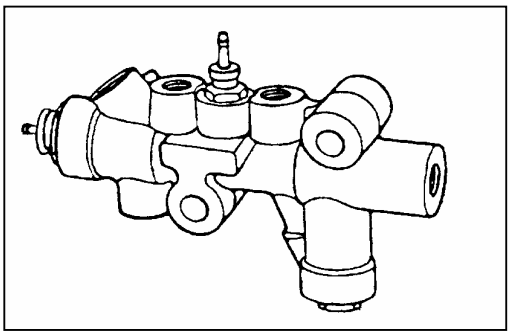
- صمام يعمل عن طريق ياي.
- صمام يعمل عن طريق ارتفاع السيارة أو وزنها.
- صمام يعمل عن طريق قوة التعجيل.



شكل (٣٩): وضع صمام ا لتناسب بدائرة الفرامل

الصمام المجمع Combination valve

هذا الصمام يحتوي على صمام المعايرة وصمام التناسب ومفتاح تحذير عدم عمل إحدى الدوائر بالدائرة الثنائية للفرامل، شكل(٤٠) .



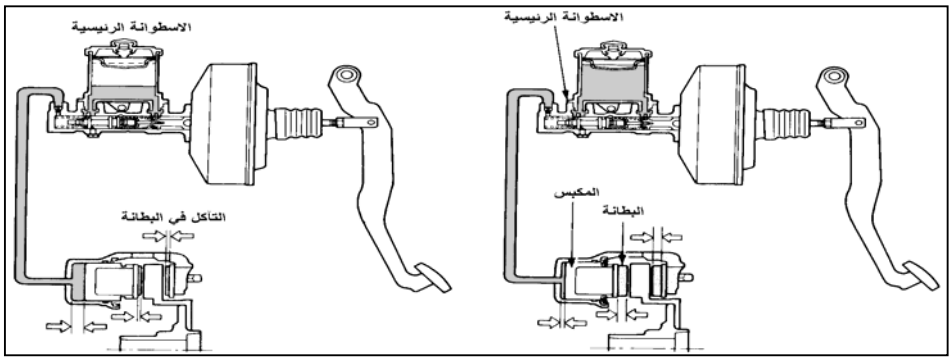
شكل (٤٠): الصمام المجمع

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح نظام الفرامل الهيدروليكية
Brake Hydraulic System Service

فحص حالة و مستوى سائل الفرامل بالأسطوانة الرئيسية Checking Master Cylinder Fluid Level and Condition

يجب فحص مستوى سائل الفرامل وحالته مرتين على الأقل في السنة تبع خطة الصيانة الوقائية للسيارة. في حالة أن خزان سائل الفرامل شفاف فيمكن عن طريق النظر ملاحظة مستوى سائل الفرامل عند القيام بأي صيانة للمحرك. ينخفض مستوى سائل الفرامل بالخزان نتيجة إما لتآكل بطانات الاحتكاك أو لوجود تسريب خارجي يدل عليه انخفاض كبير أو أن يكون الخزان فارغ ، شكل (١).

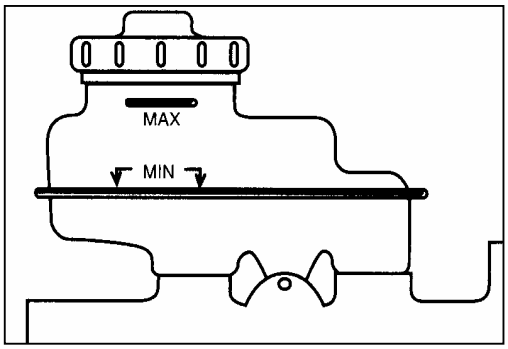


شكل (١): نتيجة تآكل بطانات الاحتكاك ينخفض سائل الفرامل

عند فحص مستوى سائل الفرامل يجب التأكد من أن الخزان مملوء للمستوى الصحيح. غالباً ما تكون هناك علامتان على الخزان لبيان مستوى سائل الفرامل. العلامة العليا تبين الحد الأقصى "MAX" المسموح والذي لا يجب زيادة الملء عنه، والعلامة السفلى تبين الحد الأدنى "MIN" المسموح به ولا يجب أن يقل عنه مستوى السائل عنه. في حالة الخزان الشفاف تكون العلامات بالخارج كما هو موضح بالشكل (٢) أو بالداخل في حالة أن الخزان معتم.

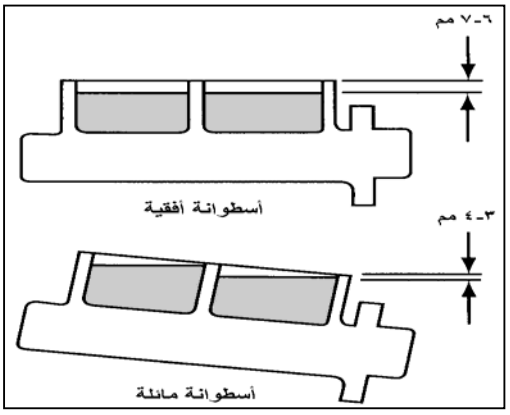
في حالة نقص مستوى سائل الفرامل أضف كمية من السائل حتى يصل مستوى السائل للعلامة القصوى.

في حالة أن الخزان والاسطوانة قطعة واحدة فلن تكون هناك علامات بيان المستوى، في هذه الحالة يملأ الخزان حتى يكون



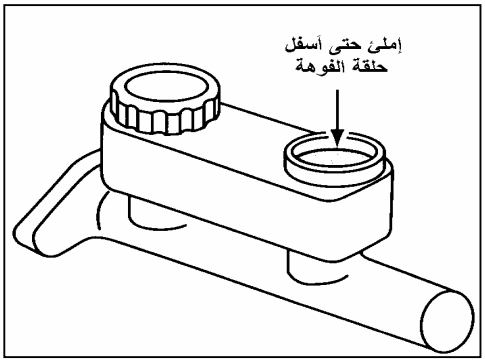
شكل (٢): علامات تحديد مستوى السائل

مستوى السائل تحت حافة الخزان بمسافة ٦ مم، وفي حالة أن الخزان مركب مائل فيجب ترك مسافة تقدر بـ ٣ مم من النقطة القريبة للسائل من حافة الخزان كما هو واضح بالشكل (٣).



شكل (٣): الحد الأقصى لمستوى الزيت

في حالة الخزان المعتم افتح الغطاء أملأ السائل حتى أسفل عنق تركيب الغطاء شكل (٤).



شكل(٤) فحص مستوى سائل الفرامل

❖ انخفاض مستوى الزيت عن الحد المسموح به يدل عليه إضاءة لمبة تحذير الفرامل بلوحة المراقبة (التابلوه) أو بفحص مستوى السائل بخزان الأسطوانة الرئيسية.

الاحتياطات الواجب اتخاذها عند ملء الخزان

- لا تترك مستوى سائل الفرامل بالخزان يقل عن المستوى الأدنى (نقص المستوى عن ذلك قد يؤدي إلى دخول الهواء إلى داخل النظام).
- لا تزيد ملء سائل الفرامل عن الحد الأقصى (زيادة السائل عن الحد الأقصى لن تسمح للسائل بالتمدد عند سخونته وهذا سوف يتسبب في زيادة الضغط بأسطوانات العجل مما قد يتسبب بتشغيل الفرملة). مع احتمال خروج الزيت من خلال غطاء الخزان.
- استخدم نوع سائل الفرامل المنصوص به في المواصفات في كل مرة تضيف فيها سائل الفرامل.
- في حالة انخفاض مستوى سائل الفرامل إلى قبل الحد الأدنى المسموح به لابد من التأكد من حالة نظام الفرامل (تسرب سائل الفرامل من النظام – تآكل بطانات الاحتكاك) وفي هذه الحالة لابد من إصلاح السبب في انخفاض سائل الفرامل قبل إضافة سائل الفرامل .

فحص حالة سائل الفرامل

افحص السائل لوجود آثار تلوث بالسائل، السائل الجيد يكون شفاف ونظيف وفي حالة وجود أي من الظواهر التالية فإن ذلك يتطلب تغير سائل الفرامل السائل أو تغييره.

- سائل معتم (العتمة تدل على وجود ماء بالسائل أو أتربة).
- لون بني غامق (يدل على وجود صدأ بالسائل).
- وجود انفصال بين طبقتين (يدل على وجود نوعين من سائل فرامل مختلفين أو وجود زيت معدني).

❖ تغيير سائل الفرامل بصفة منتظمة قد يكون أكثر تكلفة من سعر تغيير الأجزاء التي تتلف نتيجة عدم تغيير السائل. ولكن في حالة نظام منع غلق العجلات "ABS" فإن الأجزاء الخاصة بالتحكم في ضغط الفرامل تكون غالية الثمن ولهذا فإن تغيير الزيت بصفة منتظمة يكون له ما يبرره اقتصادياً ومن ناحية السلامة لركاب السيارة.

تحذير:

- عند انسكاب سائل الفرامل على دهان السيارة أو أجزاء بلاستيكية نظف المنطقة في الحال واغسل المنطقة بالماء والصابون.
- لا تعيد استخدام سائل فرامل مرة ثانية بل استخدم سائل من العلبة.
- امسح غطاء وعنق علبة السائل حتى لا يسقط بالسائل ما يلوثه.
- تأكد من إغلاق علبة سائل الفرامل جيداً بعد استخدامها.
- إحذر من ملامسة سائل الفرامل للعين أو الأيدي ، وفي حالة وقوع هذه المشكلة لابد من غسل الأيدي بالماء والعين بالماء المستمر في التدفق ومن ثم لابد من التوجه للإسعاف مباشرة.

استئصال الهواء من الدائرة الهيدروليكية للفرامل Bleeding Air from Hydraulic Circuits

يجب أن لا تحتوي الدائرة الهيدروليكية للفرامل على أي كمية من الهواء. في حالة دخول الهواء إلى الدائرة فإن الضغط المتولد من الأسطوانة الرئيسية لن ينتقل إلى اسطوانات العجل (الهواء قابل للإنضغاط).

يجب القيام بعلمية استئصال الهواء من النظام في حالة دخول الهواء إليه أو بعد القيام بفك وصلات نظام الفرامل. ولإجراء عملية الاستئصال يجب اتخاذ العديد من الاحتياطات.

التجهيزات المطلوبة

- عدة خاصة مفتاح فك صامولة أنابيب الفرامل .
- سائل فرامل.
- وعاء لتجميع سائل الفرامل و أنبوب مطاطي (لي).

الاحتياطات الواجب اتخاذها عند استئصال الهواء من دائرة الفرامل

أ - يجب أن يقوم شخصان بهذه العملية، مساعد الفني يجلس بمقعد السائق للضغط على البدال (الدواسة) والفني يقوم بعملية الاستئصال. ويجب أن يكون هناك تفاهم بينهما عند التخاطب أثناء خطوات العملية.

ب - اضغط على البدال ببطء، فإن الضغط السريع سوف يؤدي إلى تقسيم فقاعة الهواء إلى فقاعات صغيرة يكون من الصعب التخلص منها.

جـ - ابدأ استئصال الهواء الأسطوانة الرئيسية أولاً، ثم أجر عملية الاستئصال لأبعد عجلة عن الأسطوانة الرئيسية ثم التي تليها في البعد.

د - تأكد من أن هناك كمية كافية من سائل الفرامل بخزان الأسطوانة الرئيسية. أضف كمية من السائل للخزان عند الحاجة وتوخ الحذر من دخول أتربة أو ماء إلى السائل.

هـ - تعامل مع سائل الفرامل بحذر. تجنب وقوع السائل على دهان السيارة، في حالة وقع السائل على جسم السيارة قم بغسل السائل من على سطح الدهان في الحال.

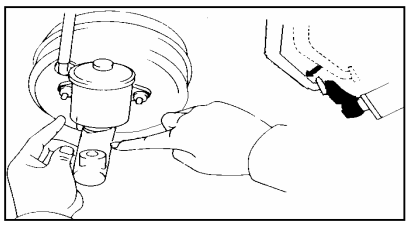
و - لا يجب في أي حال من الأحوال إعادة استخدام السائل القديم.

استئصال الهواء من الأسطوانة الرئيسية (الاسطوانة بالسيارة):

تجرى عملية استئصال الهواء من الأسطوانة الرئيسية في حالة فك الأسطوانة الرئيسية أو أن خزان الأسطوانة أصبح فارغاً.

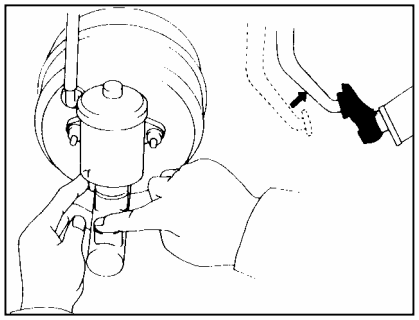
أ - استخدم العدة الخاصة لفك أنابيب الفرامل من الأسطوانة الرئيسية. واستخدم وعاء لتجميع زيت الفرامل.

ب - ببطء يتم الضغط على بدال الفرامل ويبقى مضغوط لأسفل شكل (٥).



شكل (٥): الضغط على البدال

جـ - سد فتحة الخروج بالإصبع، ثم يرفع الضغط عن البدال شكل (٦).



شكل (٦): رفع القدم عن البدال

د - كرر العمليات (ب) و (جـ) ثلاث أو أربع مرات.

هـ - استخدم نفس العدة الخاصة لتوصيل الأنابيب بالأسطوانة الرئيسية.

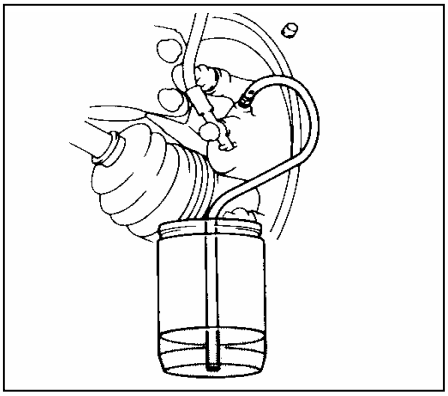
استئصال الهواء من الدائرة الهيدروليكية:

١ - توصيل الأنبوب المطاطي (لي) لأسطوانة العجل:

أ - حرر (اعتق) فرملة التثبيت.

ب - ارفع سدادة مسمار الاستئصال عن المسمار.

جـ - صل الأنبوب المطاطي بمسمار الاستئصال وضع الطرف الآخرللأنبوب في وعاء ملء لمنتصفه بسائل الفرامل شكل (٧).



شكل (٧): توصيل اللى لمسار الاستئصال

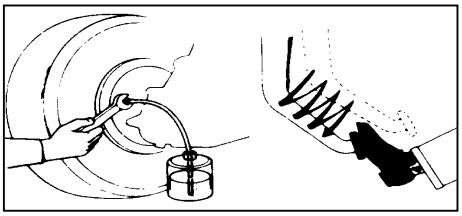
٢ - إجراء استئصال الهواء من دائرة الفرامل:

أ - اضغط ببطء على بدال الفرامل عدة مرات.

ب - مع إبقاء البدال مضغوط لأسفل حل مسمار الاستئصال حتى يبدأ خروج السائل، ثم اربط مسمار الاستئصال بالعزم المطلوب.

جـ - كرر الخطوات السابقة حتى يمتنع ظهور فقاعات هواء بالوعاء.

د - كرر الخطوات السابقة لكل أسطوانة عجل كما في شكل (٨).



شكل (٨): عملية استئصال الهواء من الفرامل

ه - تأكد من عدم وجود تسريب

و - ركب سدادة مسمار الاستئصال لكل عجلة.

تنبيه:

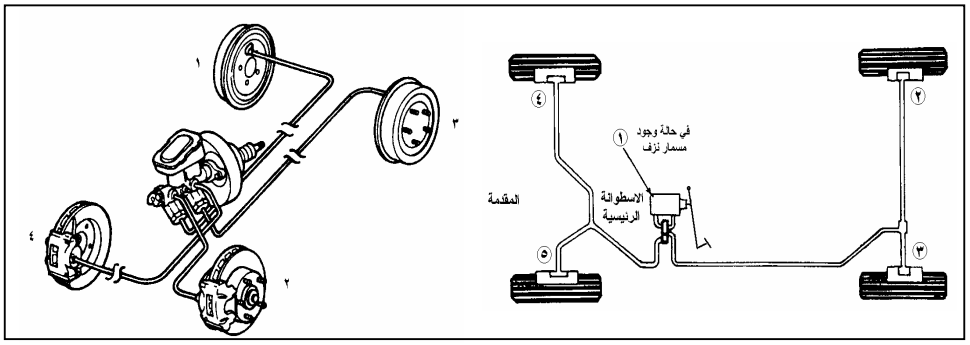
❖ لاحظ مستوى سائل الفرامل في خزان الأسطوانة الرئيسية ولا تجري عملية استئصال الهواء ومستوى الزيت منخفض.

❖ لا تستخدم الضغط بقوة على بدال الفرامل أثناء الاستئصال حتى لا تحول الهواء داخل النظام إلى فقاعات صغيرة يصعب التخلص منها، ولهذا لا يجب إجراء عملية الاستئصال ومحرك السيارة يعمل حتى لا تزيد قوة الضغط على البدال.

❖ يستحسن أن لا يصل البدال إلى أرضية السيارة أثناء الاستئصال حتى لا يتحرك المكبس إلى الأمام في منطقة غير مستخدمة داخل الأسطوانة مما قد يتسبب في إتلاف الطبق الابتدائي. ولهذا ينصح بوضع كتلة خشبية تحت البدال بسمك ٢٥ مم حتى لا يصل البدال للأرضية أثناء الاستئصال.

٣ - ترتيب إجراء الاستئصال

عملية ترتيب استئصال الهواء من العجلات في غاية الأهمية لضمان التخلص من كل الهواء بدائرة الفرامل. ويختلف ترتيب إجراء الاستئصال من سيارة إلى أخرى ولهذا يجب الرجوع إلى كتاب إرشادات الصيانة الخاص بالسيارة التي تقوم بإجراء عملية استئصال الهواء من نظام الفرامل الخاص بها. ويبين شكل (٩) ترتيب إجراء استئصال الهواء الشائع في الدوائر الهيدروليكية المختلفة.

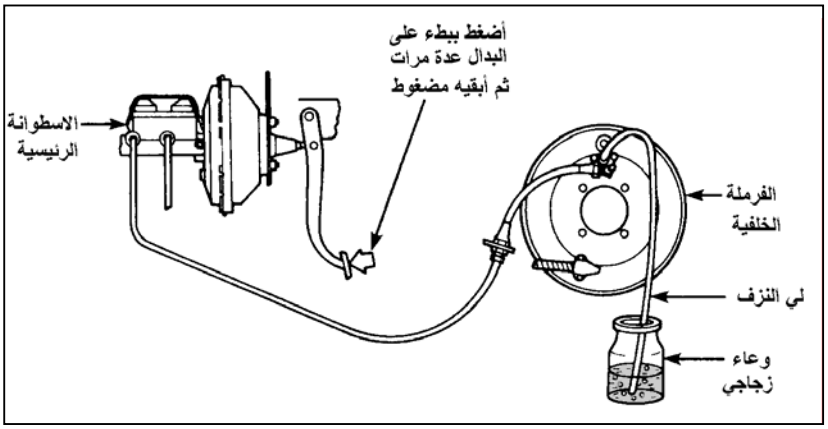


شكل (٩): ترتيب إجراء الاستئصال للدائرة الثنائية أ - أمامى خلفى ب - قطرى

الطرق المختلفة لاستئصال الهواء من دائرة الفرامل

أ. الاستئصال اليدوي Manual bleeding:

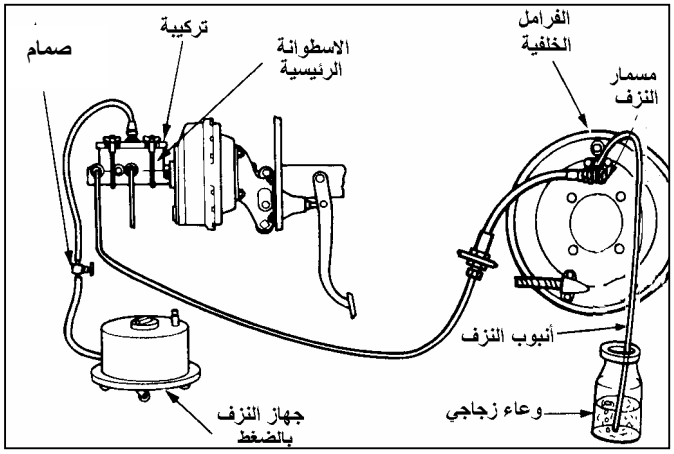
و يتطلب وجود شخص يساعد الفني للضغط على البدال، انظر شكل (١٠).



شكل (١٠): استئصال الهواء من الفرامل عن طريق الفني

ب. الاستئصال عن طريق الضغط Pressure bleeding:

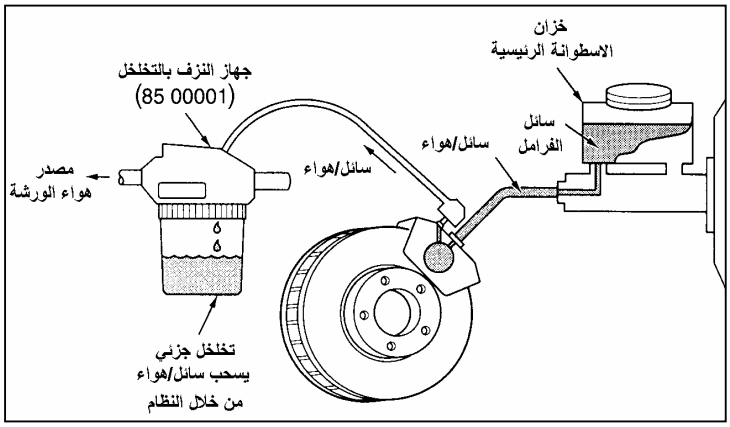
وهو يتم باستخدام جهاز يركب على فتحة خزان الأسطوانة الرئيسية ويستخدم ضغط هواء لا يزيد عن ١٤٠ كيلو بسكال (ضغط منخفض)، انظر شكل (١١).



شكل (١١): استئصال الهواء من الفرامل عن طريق جهاز الضغط

ت. الاستئصال عن طريق التفريغ Vacuum bleeding:

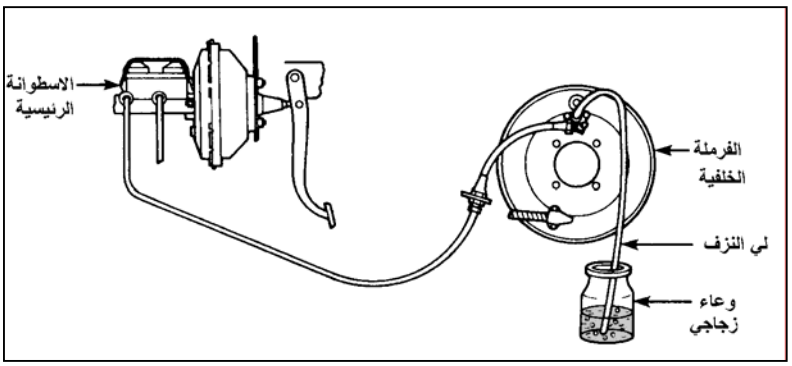
وهو يتم باستخدام مضخة تفريغ (يدوية أو كهربائية) لسحب السائل من صمام الاستئصال إلى وعاء الجهاز، انظر شكل (١٢).



شكل (١٢): استئصال الهواء من الفرامل باستخدام جهاز التخلخل

ث. الاستئصال عن طريق الجاذبية الأرضية Gravity bleeding:

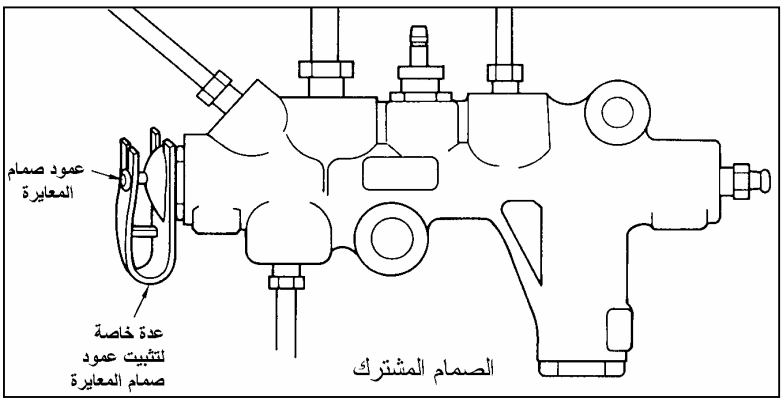
وهو يتم عن طريق فتح صمام الاستئصال ومع عدم الضغط على البدال. ويتم الانتظار لفترة (عدة دقائق) حتى يخرج السائل بدون هواء، انظر شكل (١٣).



شكل (١٣): استئصال الهواء عن طريق الجاذبية الأرضية

❖ لا تحتاج الطريقة ب،ت،ث إلى وجود مساعد لمساعدة الفني في إجراء التجربة.

❖ تحتاج الطريقة أ، ب إلى استخدام تركيبه خاصة لجعل صمام المعايرة بدائرة الفرامل مفتوح أثناء إجراء الاستئصال ،شكل (١٤).



شكل (١٤): في حالة وجد صمام المعايرة بالدائرة فيجب جعله مفتوحاً لإمكانية إجراء عملية الاستئصال، ويتم ذلك عن طريق تركيبة (عدة) خاصة

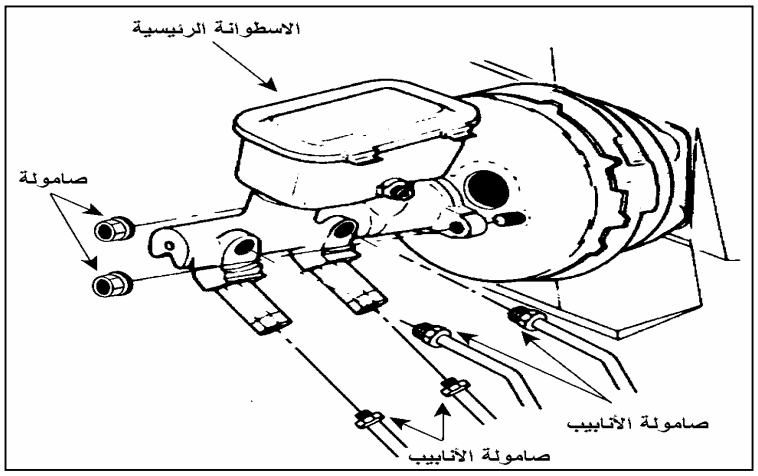
استبدال الأسطوانة الرئيسية Master Cylinder Replacement

سنتعرض في الجزء التالي خطوات تغيير الأسطوانة الرئيسية التي تعمل مع مؤازر يعمل بالخلخلة في نظام فرامل لا يوجد به نظام منع غلق العجلات ABS .

❖ قبل محاولة تغيير أي جزء في نظام فرامل به نظام منع غلق العجلات يجب مراجعة كتيب إرشادات الصيانة.

خطوات تغيير الأسطوانة الرئيسية

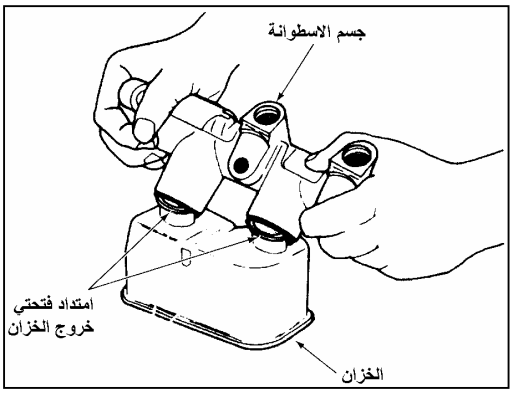
١. أوقف السيارة وضع عائق خلف الإطارات.
٢. فك أسلاك حساس مبين مستوى سائل الفرامل (إن وجد).
٣. قبل فك صواميل تثبيت الأسطوانة بالمؤازر ضع قطعة قماش نظيفة تحت الأسطوانة الرئيسية لتلقي أي انسكاب لسائل الفرامل.
٤. فك صواميل تثبيت الأسطوانة باستخدام مفتاح مناسب.
٥. فك الأنابيب المعدنية المتصلة بجانب الأسطوانة (عدد٢ أو ٤) كما في شكل (١٥). استخدم العدة الخاصة بذلك ثم اجذب أنابيب الفرامل بعيداً عن جسم الاسطوانة.



شكل (١٥): فك الأسطوانة الرئيسية

٦. اسحب الأسطوانة من المؤازر التخلخلي.
٧. أدر الأسطوانة بحيث تكون فتحات الأنابيب لأعلى لمنع انسكاب سائل الفرامل عند رفع الاسطوانة.

٨. والاسطوانة بالخارج، ارفع غطاء الخزان وتخلص من سائل الفرامل بالوعاء المناسب.
٩. عند الضرورة فك الخزان من الأسطوانة القديمة وركبه في الأسطوانة الجديدة، قم بتزييت حلقة الحبك قبل تركيب الخزان كما هو مبين في شكل (١٦).
١٠. ضع سائل الفرامل بالخزان وقم بعملية استئصال الهواء من الأسطوانة كما هو موضح بالفقرة التالية.
١١. بعد الانتهاء من عملية الاستئصال قم بتركيب الأسطوانة في السيارة، ضع الأسطوانة بموضعها على سطح المؤازر ثم اربط صواميل التثبيت حسب العزم المنصوص عليه بالمواصفات.
١٢. قرب وضع أنابيب الفرامل من فتحات الخروج من الاسطوانة، فك أنابيب الاستئصال ثم بسرعة ركب أنابيب الفرامل بالترتيب السليم ثم اربط صواميل الأنابيب باليد لمنع أي تسرب.



شكل (١٦): تركيب الخزان

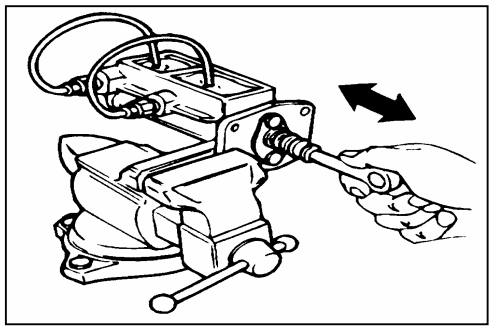
١٣. للتأكد من عدم دخول هواء للأسطوانة أثناء عملية فك أنابيب الاستئصال وتركيب أنابيب الفرامل يتم استئصال الهواء من الأسطوانة والاسطوانة مركبة بالسيارة كما هو موضح بالفقرة التالية.

استئصال الهواء من الأسطوانة الرئيسية

أ - الأسطوانة خارج السيارة:

يتم استئصال الهواء منها على منصة العمل عند استبدال الأسطوانة الرئيسية أو عند عمل صيانة وإصلاح لها خارج السيارة، وتسمى العملية استئصال المنصة (Bench Bleeding).

١. ثبت الأسطوانة على الملزمة بحيث يكون الجزء الأمامي مرتفع قليلاً.
٢. ركب أنابيب طقم الاستئصال بفتحات خروج السائل بالاسطوانة.
٣. أرفع غطاء الخزان، ثم أملأ كل حجرة من الخزان لمنتصفها بسائل الفرامل.
٤. أدخل أطراف أنابيب الاستئصال إلى الخزان واحدة بكل غرفة، اجعل طرف الأنابيب قرب قاع الخزان وثبتهما في هذا الوضع.
٥. أستخدم مفك أو عمود لتؤثر ببطء على المكبس الابتدائي كما في شكل (١٧).
٦. أدفع المكبس حتى نهاية المشوار.
٧. خفف القوة وأسمح للمكبس بالرجوع لوضعه الأصلي.
٨. كرر الخطوات(٥ -٧)حتى لا يشاهد فقاعات هواء تخرج من أنابيب الاستئصال.
٩. يتم إغلاق طرف أنابيب الاستئصال بالخزان (بواسطة مشبك ورق أو ما شابه) قبل رفع الأسطوانة من الملزمة .



شكل (١٧): عملية استئصال الهواء من الأسطوانة الرئيسية على المنصة

ب - الأسطوانة مركبة بالسيارة:

يقوم بهذه العملية الفني ومساعده.

١. تأكد من وضع قطعة قماش كافية تحت الأسطوانة لمنع سائل الفرامل من الانسكاب على الأرض.
٢. لابد من أن يكون خزان سائل الفرامل مملوء بسائل الفرامل إلى حد (MAX) .

٣. أطلب من مساعد الفني بالضغط ببطء على بدال الفرامل وإبقاء الضغط ثم قم بتخفيف الربط على صامولة تثبيت الدائرة الابتدائية ولاحظ خروج الهواء ثم قم بشد الصامولة. وأجر نفس الإجراءات للدائرة الثانوية. تأكد من شد الصواميل قبل رفع القدم عن دعسة الفرامل.

٤. كرر الخطوة السابقة حتى لا يشاهد خروج فقاعات من الهواء مع سائل الفرامل الخارج مع الزيت.

٥. أحكم ربط صواميل أنابيب الفرامل ثم أملأ خزان السائل للمستوى المحدد.

٦. قبل بدء تحريك السيارة تأكد من عمل الفرامل كالتالي:

a. للسيارات ذات صندوق السرعات الأوتوماتيكي قم بالضغط على بدال الفرامل وأدر محرك السيارة ثم مع تغير وضع ذراع ناقل الحركة إلى السرعة الأمامية وتأكد من أن الفرامل قادرة على إيقاف السيارة.

b. للسيارات ذات صندوق السرعات العادي أدر المحرك ثم ضع ناقل الحركة على وضع السرعة الأولى وعن طريق تخفيف الضغط على بدال القابض (الكلتش) مع الضغط على بدال الفرامل وتأكد من أن تكون الفرامل قادرة على إيقاف السيارة.

إصلاح (توضيب) للأسطوانة الرئيسية Master-CylinderOverhaul

الهدف:

فك الأسطوانة الرئيسية من السيارة، تفكيك الأسطوانة الرئيسية، فحص الأسطوانة وأجزائها، تغير الأجزاء التالفة، تجميع الاسطوانة، تركيب الأسطوانة بالسيارة، استئصال الهواء من الاسطوانة.

التجهيزات المطلوبة:

- مقياس خاص لقياس خلوص ذراع الدفع للمؤازر.
- مفتاح خاص لفك أنابيب الفرامل.
- سائل فرامل.
- وعاء لوضع سائل الفرامل، أنبوب مطاطي.
- شحم خاص (Lithium soap base glycol grease).
- طقم إصلاح أسطوانة رئيسية.

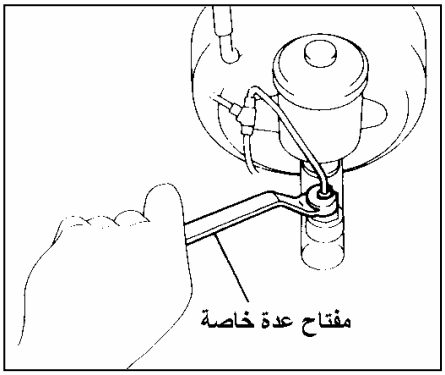
خطوات العمل:

١ - فك أنابيب الفرامل من الأسطوانة الرئيسية:

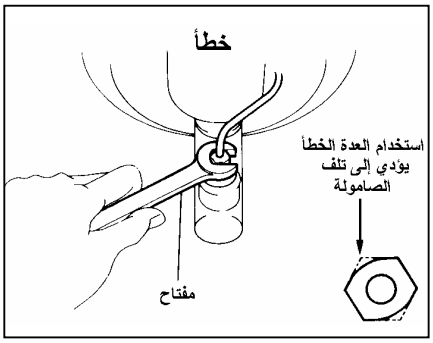
استخدم المفتاح الخاص لفك أنابيب الفرامل المتصلة بالأسطوانة الرئيسية.كما في شكل (١) و شكل (٢)، وكذلك قم بفك وصلة حساس بيان مستوى سائل الفرامل شكل(٣).

تحذير:

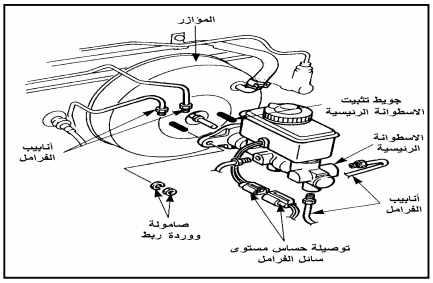
- لا تحاول فك الأنابيب المتصلة بالأسطوانة الرئيسية بمفتاح عادي، فإن ذلك سوف يؤدي إلى تلف الصامولة.
- أحذر انسكاب سائل الفرامل على دهان السيارة، في حالة حدوث ذلك قم بغسيل تلك المنطقة في الحال.



شكل (١): فك أنابيب الفرامل المتصلة بالأسطوانة

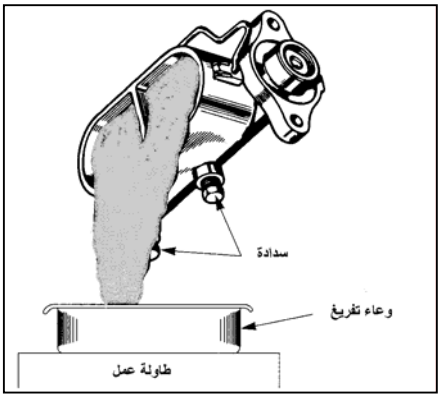


شكل (٢): استخدام العدة الصحيحة



شكل (٣): فك أنابيب الفرامل ووصلة حساس بيان مستوى سائل الفرامل

٢ - تفريغ سائل الفرامل من الخزان على طاولة العمل ارفع غطاء خزان سائل الفرامل وتخلص من السائل في وعاء شكل(٤).



شكل(٤): تفريغ سائل الفرامل

٣ - فك مسمار تحديد وضع المكبس:

باستخدام مفك، ادفع المكابس للداخل حتى النهاية ثم فك مسمار تحديد وضع المكبس والحابك.

ملاحظة: لف حرف المفك بقماش قبل دفعه للمكبس للداخل حتى لا يخدش السطح.

٤ - فك حلقة تثبيت المكبس بالاسطوانة:

فك حلقة التثبيت المركبة بنهاية الأسطوانة باستخدام زرا دية فك حلقات التثبيت. اضغط على المكبس عند فك الحلقة، وبعد فك الحلقة خفف الضغط بالتدريج وأسمح لياي بدفع المكبس للخارج. أخرج المكابس والياءات والحابك من الاسطوانة.

في حالة أن الأسطوانة بها صمام تناسب أو صمام الإبقاء على الضغط متصلة بالأسطوانة قم بفكهما. فك أيضاً أي توصيلات أو مفاتيح كهربائية متصلة بالاسطوانة.

تحذير:

يجب فك مسمار تحديد وضع المكبس قبل رفع حلقة تثبيت المكبس، في حالة رفع المسمار بعد فك حلقة التثبيت يمكن أن تندفع المكابس للخارج بقوة

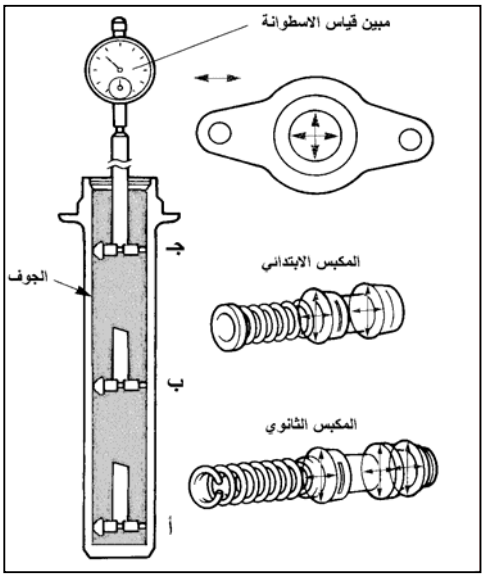
٥ - فحص الأسطوانة الرئيسية وأجزائها:

ملاحظة: نظف أجزاء الأسطوانة بواسطة الهواء المضغوط.

أ - افحص جوف الأسطوانة من أية خدوش أو صدأ وفي حالة وجود أي منها، نظف أو غير الاسطوانة.

ب - افحص المكبس والأطباق (الحبك) من أي تآكل، خدوش، شروخ، أو انتفاخ. في حالة وجود أي جزء يحتاج إلى تغير، استخدم أجزاء جديدة من طقم إصلاح الاسطوانة.

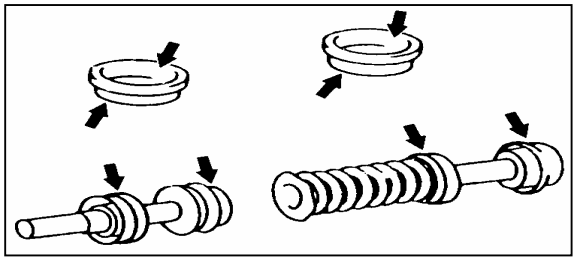
جـ - قس جوف الأسطوانة والمكابس للتأكد من عدم وجود تآكل شكل(٥).



شكل (٥): نقاط قياس الأسطوانة و المكابس

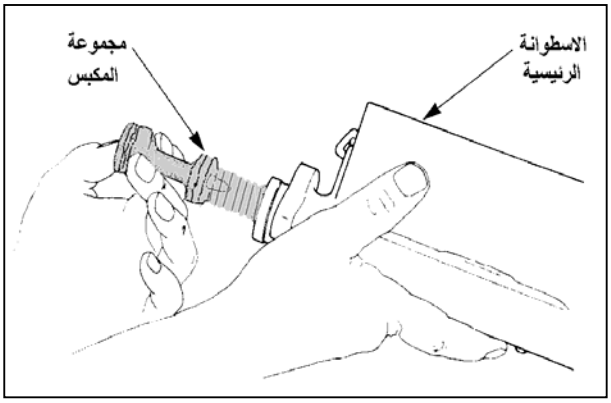
في حالة وجود تآكل قم بالتغيير المطلوب.

٦ - تجميع الأسطوانة الرئيسية:ضع الشحم الخاص على الأجزاء المطاطية المشار إليها بالأسهم في شكل(٦).



شكل (٦): مكابس الاسطوانة

قم بإدخال المكابس داخل الاسطوانة، شكل(٧)، في الاسطوانات التي بها صمام الاحتفاظ بالضغط قم بتركيب الصمام أولاً. وفي حالة أن المكبس الأمامي يحدد موضعه عن طريق مسمار أدخل المكبس الأمامي وأضغط عليه ضد الياي ثم ركب المسمار، ثم قم بإدخال مجموعة المكبس الخلفي ثم ركب حلقة التثبيت. توخ الحذر عند إدخال المكابس حتى لا يتلف الحابك عند مروره على فتحات الخروج.

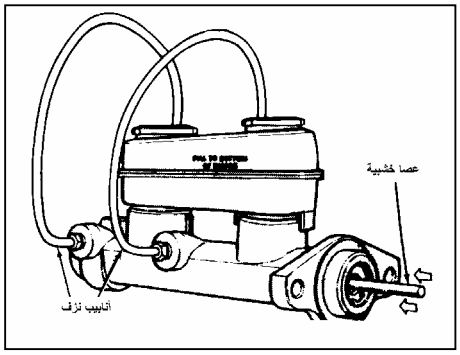


شكل (٧): تركيب مجموعة المكبس بالاسطوانة

٧ - تركيب الخزان:

قم بتركيب الخزان مع استخدام حلقة حبك دائرية عند الحاجة لذلك.

يتم توصيل أي توصيلات كهربائية.



شكل (٨): استئصال الهواء على الطاولة

٨ - إجراء عملية الاستئصال خارج السيارة:

أعد ملء الخزان بسائل الفرامل ثم قم بعملية استئصال الهواء
للأسطوانة على الطاولة قبل تركيبها بالسيارة شكل(٨).

٩ - التأكد من طول ذراع الدفع للمؤازر:

استخدم الطرق المتبعة لقياس طول ذراع دفع المؤازر، وأضبط الطول حسب المواصفات عند الحاجة إلى ذلك.

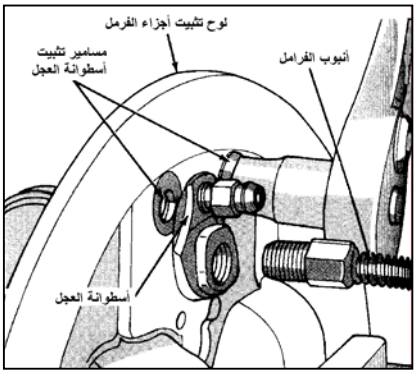
١٠ - تركيب الأسطوانة بالسيارة:

أ - ركب الأسطوانة على المسامير الثابتة في المؤازر.
ب - ركب صواميل الربط مع المسامير ثم أربطهما بالعزم المنصوص عليه بالمواصفات.
جـ - ارفع السدادة عن فتحات الخروج وركب أنابيب الفرامل وأربطها جيداً.
د - ركب وصلات الكهرباء بحساس مبين مستوى سائل الفرامل إن وجد.
و - صل وصلة الأرضي للبطارية.
ز - عند استئصال الهواء من النظام. ابدأ بالأسطوانة الرئيسية ثم بأسطوانات العجل.

فحص واستبدال أسطوانة العجل Checking and Replacing of Wheel Cylinder

استخراج أسطوانة العجل من السيارة:

١. أرفع السيارة بالرافعة.
٢. فك الإطار.
٣. أنزع الدارة من مكانها.
٤. فك أحذية الفرامل (أنظر عملية فك الأحذية)
٥. فك أنبوب الفرامل من الاسطوانة، لا تقم بثني وإبعاد الأنبوب عن مكانه فهذا قد يؤدي إلى إتلاف الأنبوب أو جعل عملية إرجاعه إلى مكانه عند التركيب عملية صعبة.
٦. فك المسامير الخلفية لتثبيت الأسطوانة بلوح تثبيت أجزاء الفرامل كما هو مبين بشكل (٩).
٧. قم بإخراج الأسطوانة من مكانها.

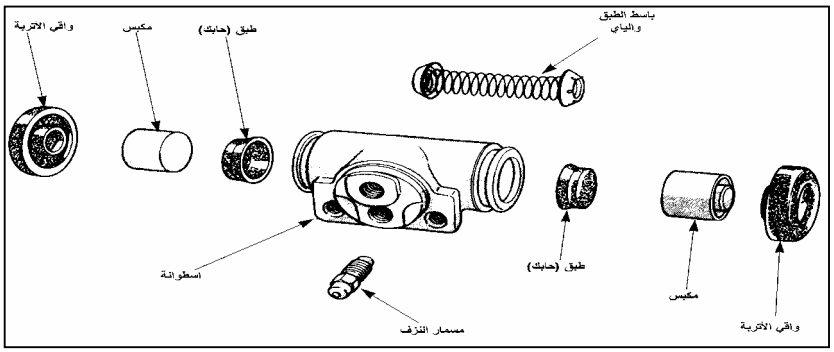


شكل (٩): فك أسطوانة العجل من لوح التثبيت

فك وفحص أسطوانة العجل:

١. أنزع واقي الأتربة من أسطوانة العجل.

٢. أسحب الأجزاء الداخلية للاسطوانة(المكابس، والحبك، والياءات) إلى الخارج، ويبين شكل(١٠) أجزاء أسطوانة العجل.



شكل (١٠): أجزاء أسطوانة العجل

٣. نظف أجزاء الأسطوانة بالمحلول الموصى به. بعض المكابس مصنعه من الحديد وعليها مادة للتزييت، هذه المكابس لا تغسل بل تمسح فقط.

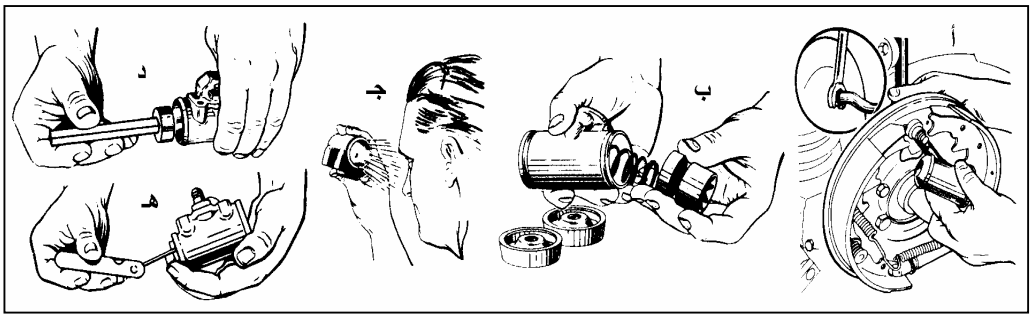
٤. نظف داخل الأسطوانة عن طريق قطعة قماش خاصة أو يمكن استخدام جهاز التنعيم لإزالة النقر أو الخدوش، ثم بعد ذلك امسح داخل الأسطوانة بقطعة قماش مبللة بسائل الفرامل.

٥. أشطف الأسطوانة مرتين على الأقل ثم استخدم الهواء المضغوط لتجفيف الاسطوانة. لا يسمح ابدأ بتجفيف الأسطوانة عن طريق تركها للهواء الجوي.

٦. أفحص الأسطوانة في حالة وجود أي خدوش أو تنقير بالأسطوانة ،خاصة بالجزء الذي يتحرك به المكبس والحابك، فيجب استبدال الاسطوانة.

٧. أفحص الخلوص بين جدار الأسطوانة والمكبس، هذا الخلوص لا يجب أن يزيد عن
(٠,٠٠٥ بوصة (٠,١٢٧ مم) للاسطوانات ذات قطر(١ بوصة) (٢٥,٤مم)
أو أقل(٠,٠٠٧ بوصة (٠,١٧٨ مم) للاسطوانات ذات قطر أكبر من (١ بوصة).
استخدم مقياس الفلر (feeler gauge) عند إجراء عملية القياس.

٨. أفحص حالة المكبس، في حالة وجود آثار صدأ أو خدوش ، يجب استبداله إذا لم يكن سليم، يبين شكل (١١) خطوات حل وفك أجزاء الأسطوانة وفحصها.



شكل (١١): خطوات فك وفحص أسطوانة العجل: أ - فك أسطوانة العجل من لوح التثبيت. ب - تفكيك وغسيل أجزاء الاسطوانة. جـ - فحص الأسطوانة والأجزاء. د - فحص قطر الأسطوانة بواسطة مقياس عدم المرور.

هـ - قياس الخلوص بين جدار الأسطوانة والمكبس.

تجميع وتركيب أسطوانة العجل:

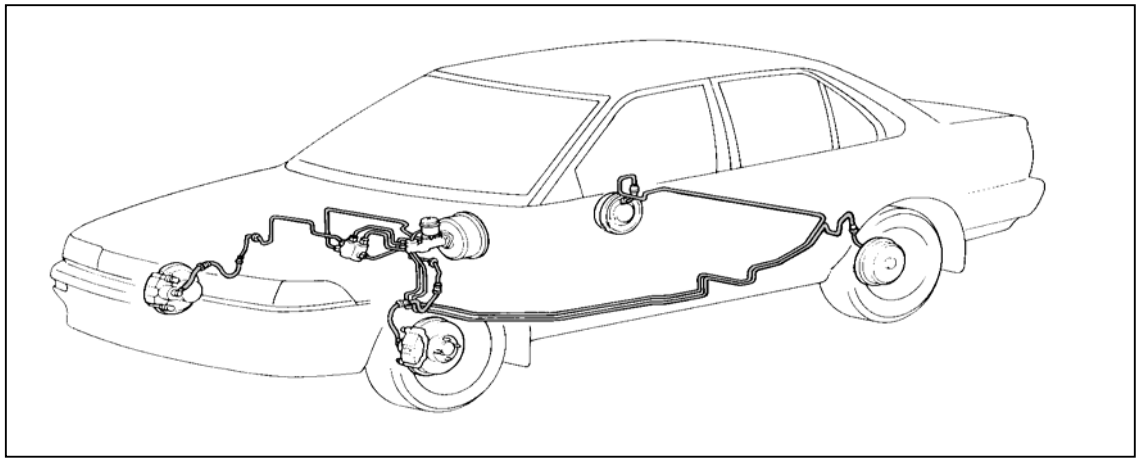
١. يتم تزييت السطح الداخلي للأسطوانة والمكبس و الحابك الجديد بسائل الفرامل ثم قم بتجميع الاسطوانة.
٢. ركب واقي الأتربة بمكانه للإبقاء على المكابس في مكانها داخل الاسطوانة.
٣. ركب الأسطوانة بلوح التثبيت ثم قم بتوصيل أنبوب الفرامل.
٤. ركب الأحذية والدارة .
٥. قم بعملية استئصال الهواء (أنظر عملية استئصال الهواء بالدائرة الهيدروليكية).
٦. قم بتركيب العجل.

تنبيه:

- ❖ تأكد عند تركيب طبق الحبك أن تكون حافة الطبق متجهة إلى الداخل.
- ❖ عند وجود فاتح للطبق بالأسطوانة فيجب تركيبه بوضعه داخل الاسطوانة.
- ❖ أدخل الطبق بحذر داخل الأسطوانة حتى لا يتلف أثناء الدخول.
- ❖ لا تدفع الطبق للداخل حتى حدود فتحة الملء حتى لا يغلقها ويمنع دخول سائل الفرامل.

فحص أنابيب وليات الفرامل Checking Brake Line Pipes and Hoses

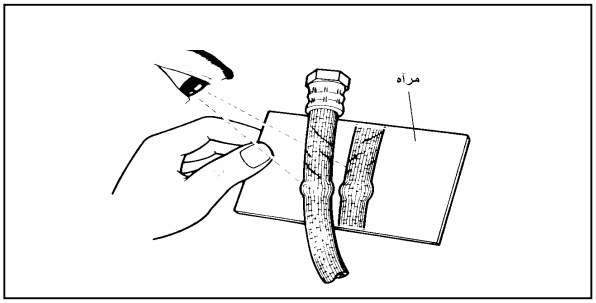
تستخدم أنابيب وليات الفرامل المملوءة بسائل الفرامل لنقل الضغط الهيدروليكي المتولد في الأسطوانة الرئيسية إلى أسطوانات العجل. في حالة وجود تسريب خارجي من الأنابيب أو الليات فإن الضغط لن يصل إلى أسطوانات العجل ،شكل(١٢).



شكل(١٢): توصيلات أجزاء دائرة الفرامل الهيدروليكية

فحص حالة ليات وأنابيب الفرامل:

يتم فحص حالة الليات وأنابيب الفرامل بصفة دورية وتستبدل فوراً في حالة وجود آثار طفيفة للتلف شكل(١٣).



شكل(١٣): فحص ليات وأنابيب الفرامل

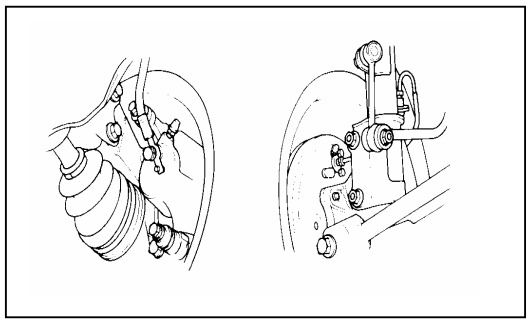
تنبيه

- ❖ يجب إجراء الفحص تحت إضاءة كافية.
- ❖ تتبع فحص الليات بطول اللي وحول المحيط.
- ❖ استخدم مرآه إذا استلزم الأمر.
- ❖ أدر عجلات السيارة لأقصى اليمين أو اليسار عند إجراء الفحص.

١- فحص تسريب خارجي لسائل الفرامل:

(أ) افحص وصلات أنابيب الفرامل لوجود آثار تسريب للزيت.

(ب) افحص أسطوانة الفرامل القرصية ولوح التثبيت للفرامل الانفراجية لوجود آثار تسريب شكل (١٤).



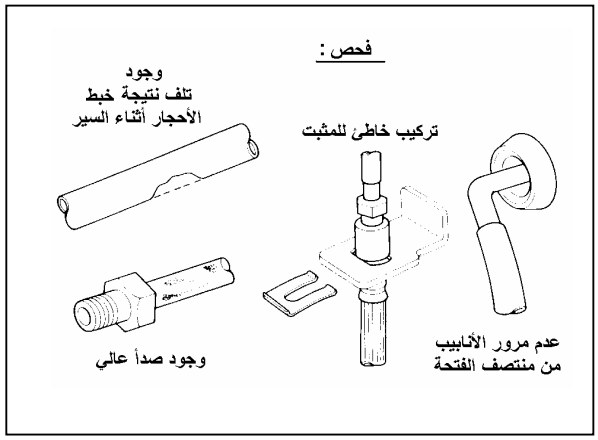
شكل(١٤)

❖ كما يدل على وجود تسريب خارجي للسائل بتناقص مستوى الزيت بخزان الأسطوانة الرئيسية بمعدل سريع مع تكرار إعادة الملء.

٢- فحص أنابيب الفرامل:

(ا) افحص أنابيب الفرامل عن وجود أي تلف أو صدأ.

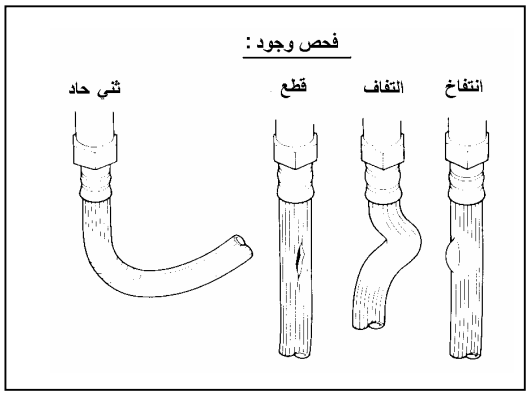
(ب) تأكد من أن الأنابيب مركبة بالمكان الصحيح ،شكل(١٥).



شكل(١٥)

٣ - فحص ليات الفرامل:

أفحص ليات الفرامل لوجود شروخ أو تلف و التفاف أو انتفاخ شكل(١٦).



شكل(١٦)

استبدال أنابيب وليات الفرامل Replacing Brake Line Pipes and Hoses

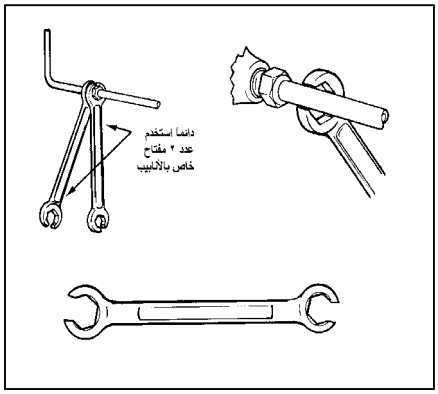
١- استبدال أنابيب الفرامل المعدنية:

فك الأنابيب من السيارة

١ - عند تغيير أنبوب من الأنابيب، نظف الوصلات في نهاية الأنبوب.

٢ - أترك مثبت الأنبوب مركب بالشاسيه لحين الانتهاء من فك الوصلات بالأطراف الأسطوانة ذلك يسهل الفك.

٣ - استخدم مفتاح أنابيب لفك وصلات الأنابيب، في حالة وجود أنبوب متصل بلي استخدم مفتاحين لفكهما شكل(١٧)، في حالة عدم تركيب أنبوب بديل في الحال سد فتحة الوصلات بالسيارة حتى لا تدخل الأتربة وما شابه في الدائرة.



شكل(١٧)

٤ - فك مثبت الوصلة بالشاسية وأرفع الوصلة. افحص المثبت والمسمار الخاص به لإمكانية إعادة استخدامهما، في حالة وجود أي تلف يتم استبدا لهما. في حالة وجود واقي للأنابيب يمكن الاحتفاظ به لإعادة استخدامه مع الأنبوب الجديد. في حالة عمل أنبوب بالورشة أحتفظ بالجزء القديم لعمل أنبوب جديد بنفس الطوال والشكل.

تركيب الأنابيب بالسيارة

١. لتركيب الأنبوب، ضعه بمكانه بالشاسيه ثم ركب مثبت الأنبوب ولا يتم شده حتى تسهل عملية تركيب الوصلات بالأطراف.

٢. استخدم مفتاح الأنابيب المناسب لتركيب الوصلات، ثم شد (قرط) عليها وبعد ذلك شد مسمار المثبت.

تنبيه:

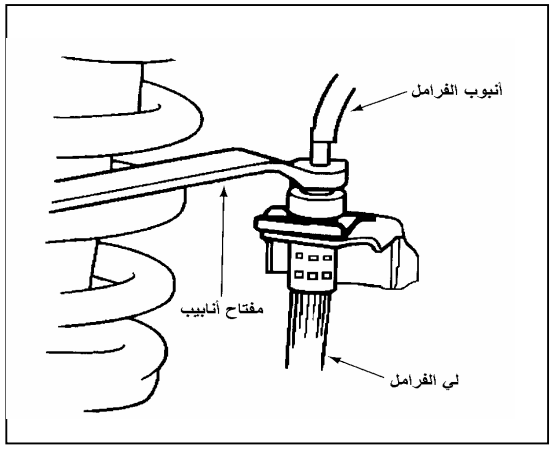
❖ عند استبدال الأنابيب يجب التقيد باستخدام أنابيب بنفس القطر كما في الأنابيب الأصلية. الأسطوانة زمن استجابة الفرامل يحدده قطر الأنابيب.

٢ - استبدال ليات الفرامل

فك ليات الفرامل من السيارة

أ - نظف حول الوصلات قبل بدء الفك حتى لا تدخل الأوساخ داخل النظام.

ب - استخدم مفتاح أنابيب وأبدأ بفك صامولة الأنابيب من الوصلة (المؤنثة) أو فك وصلة(صامولة حرة الدوران) بطرف اللي. عند فك وصلة بنهاية لي يفضل استخدام مفتحين للأنابيب، واحد لكل وصلة شكل(١٨).



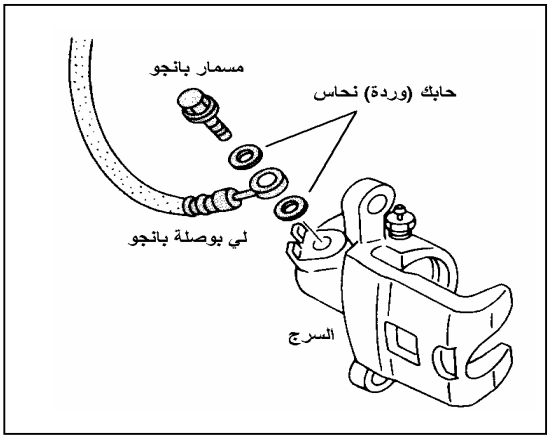
شكل (١٨)

ت - فك مثبت الأنابيب بواسطة زرا دية.

ث - أفصل الأنبوب من أي مثبتات.

ج - استخدم مفتاح أنابيب لفك الوصلة الثانية للي من السرج أو أسطوانة العجل شكل(١٩) .

ح - في حالة عدم تركيب لي آخر في الحال، سد فتحة الوصلة بالسيارة لعدم دخول أتربة وما شابه إلى النظام.



شكل(١٩)

تنبيه :

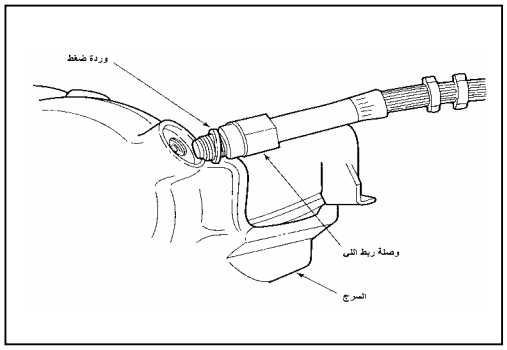
❖ عند استبدال ليات بها صامولة حرة الدوران بطرف منه، يتم فكها أولاً.

❖ عند استبدال ليات بها وصلة (مذكرة) بطرف ووصلة (مؤنثة) بالطرفالآخرمتصلة بصامولة (متسعة للخارج) بأنبوب الفرامل، ابدأ بالوصلة المؤنثة.

❖ في حالة أن اللي متصل بوصلة (بانجو) في أحد الأطراف [غالباً للوصل مع

تركيب الليات في السيارة

١. في حالة أن اللي به طرف مذكر قم بتوصيله بالسرج أولاً ركب حابك (وردة نحاس) في حالة الاحتياج إلى ذلك شكل(٢٠).



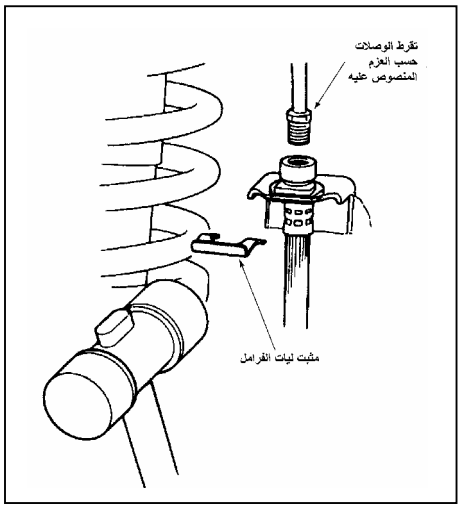
شكل(٢٠)

٢. في حالة وجود وصلة بانجو بطرف اللي لتوصيلها بالسرج، قم بتوصيلها أولاً. قم بتركيب مسمار البانجو وركب وردة نحاس بجانبي سطح الوصلة. لا تقم بشد مسمار البانجو حتى تنتهي من تركيب الوصلة بالطرف الأخر.

٣. قم بتمرير اللي على مناطق التثبيت وقم بتركيب مثبتات اللي.

٤. ادخل الطرف الحر للي خلال رافعة الحامل.

٥. حسب تصميم اللي، صل صامولة أنبوب الفرامل (المتسعة للخارج) بنهاية الوصلة (المؤنثة)للي. أو صل الصامولة الحرة باللي بأنبوب الفرامل شكل(٢١).



شكل(٢١)

٦. أستخدم مفتاح أنابيب لشد الوصلات وأمسك وصلة اللي بمفتاح أنابيب آخر لمنعه من الالتواء خلال التركيب.
٧. ركب المثبت لتثبيت وضع اللي بالحامل الخاص به.
٨. في حالة ترك مسمار البانجو غير مشدود بالخطوة "٢" اضبط وصلة البانجو للحصول على أحسن وضع للللي ثم شد المسار.

تنبيه:

- عند استبدال الليات يجب التقيد باستخدام ليات بنفس طول الليات الأصلية. الأسطوانة الطول الأطول قد يؤدي إلى احتكاكه بالشاسية والطول الأقصر قد يؤدي إلى تلفه عندما تصل الأجزاء المتحركة بالعجل لنهاية حركتها.
- بعد الانتهاء من تركيب الأنابيب والليات قم بالفحص عن وجود أي تسريب خارجي لسائل الفرامل، في حالة وجود تسريب قم بشد الوصلات.
- عند الانتهاء من تركيب الليات تأكد من عدم ملامستها للعجل عند تغير اتجاه العجل خلال حركة التوجيه، أو أثناء حركة جسم السيارة لأعلى وأسفل بالنسبة لنظام التعليق.

ملخص

❖ الأسطوانة الرئيسية تتكون من جزئين الخزان ومجموعة الاسطوانة.

❖ خزان سائل الفرامل ممكن أن يكون وحدة منفصلة أو وحدة واحدة مع الاسطوانة.

❖ الأسطوانة المزدوجة لها مكبسين لتوفير الضغط الهيدروليكي لدائرتين مستقلتين. لكل مكبس له حابك ابتدائي، وياي رجوع، وحابك ثانوي.

❖ عند استخدام الفرملة يدفع المكبس والحابك الابتدائي السائل للأمام لتشغيل الفرامل.

❖ خلال عملية تحرير الفرامل يعمل ياي الرجوع على إرجاع المكبس.

❖ خلال عملية تحرير الفرامل يمر سائل الفرامل من فتحة الملء ويدخل أمام المكبس من حول حافة الحابك الابتدائي.

❖ كمية السائل الزائدة تعود للخزان عن طريق فتحة التعويض.

❖ الدائرة الثنائية (أمامي - خلفي) لها دائرتين هيدروليكيتين منفصلتين، واحدة تتصل بالعجلتين الأماميتين والثانية تتصل بالعجلتين الخلفيتين.

❖ الدائرة الثنائية (القطرية) لها دائرتين هيدروليكيتين منفصلتين، واحدة تتصل بعجلة يسرى أمامية و يمنى خلفية، والثانية تتصل بعجلة يمنى أمامية و يسرى خلفية.

❖ تتكون الدائرة الهيدروليكية من أنابيب وليات لتوصيل سائل الفرامل تحت ضغط من الأسطوانة الرئيسية إلى أسطوانة العجلات.

❖ صمام المعايرة يؤخر عمل الفرامل القرصية الأمامية حتى تبدأ العجلات الانفراجية الخلفية بالعمل. يركب الصمام في دائرة الفرامل للعجل الأمامي. وهو مغلق في الوضع الابتدائي ويفتح عندما يصل ضغط خط الفرامل مقدار الضغط اللازم للتغلب على يايات رجوع الأحذية.

❖ يقلل صمام التناسب الضغط عن المحور الخلفي ويمنع احتمال غلق العجل الخلفي أثناء الفرملة القصوى.

❖ الصمام المجمع يحتوي على صمام المعايرة وصمام التناسب ومفتاح تحذير عطل إحدى الدائرتين الهيدروليكيتين في وحدة واحدة.

المصطلحات بهذا الباب

النظام الهيدروليكي	Hydraulic system	ضغط	Pressure
اسطوانة رئيسية	Master cylinder	الحابك الابتدائي	Primary cup
أنابيب العجل	Brake tubes/ pipes	الحابك الثانوي	Secondary cup
ليات الفرامل	Brake hoses	فتحة الخروج	Outlet port
أسطوانة العجل	Wheel cylinder	المكبس الابتدائي	Primary piston
ثغر/فتحة الدخول	By pass/ inlet port	المكبس الثانوي	Secondary piston
سائل الفرامل	Brake fluid	الخزان	Reservoir
فتحة التعويض	Compensating port	ياي رجوع	Return spring
الدائرة الثنائية	Dual hydraulic system	واقي الأتربة	Boot
مسمار استئصال الهواء	Bleeder valve	صمام المعايرة	Metering valve
صمام التناسب	Proportioning valve	الصمام المجمع	Combined valve
مستوى السائل	Fluid level	السرج	Caliper

اختبار ذاتي رقم (٢)

أجب عن الأسئلة الآتية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

١ - أذكر أجزاء الأسطوانة الرئيسية للفرامل ؟

٢ - ما الغرض من الحابك الابتدائي لمكبسي الأسطوانة الرئيسية ؟

٣ - ما الغرض من فتحة التعويض في الأسطوانة الرئيسية ؟

٤ - ما الغرض من فتحة الملء في الأسطوانة الرئيسية ؟

٥ - اشرح مسار سائل الفرامل في الأسطوانة الرئيسية عند التأثير على بدال الفرامل ؟

٦ - ما هو الفرق بين أسطوانة الفرامل الرئيسية (الأحادية و المزدوجة)؟

٧ - عندما يكون مكبس الأسطوانة الرئيسية في مشوار الرجوع، السائل الذي يمر حول الحابك الابتدائي للمكبس يأتي من الخزان عن طريق فتحة.....

٨ - بعد رجوع مكبس الأسطوانة الرئيسية، السائل الزائد أمام المكبس يعود إلى الخزان عن طريق فتحة .....

٩ - يدفع ذراع الدفع للأسطوانة الرئيسية المزدوجة المكبس .....

١٠ - صمام ..... يؤخر تأثير الضغط على الفرامل القرصية الأمامية.

١١ - صمام ..... يناسب الضغط بين العجل الأمامي والخلفي.

١٢ - يعود مكبس أسطوانة العجل بالفرامل الانفراجية بواسطة .....

١٣ - يركب في أسطوانة العجل..... لنزف الهواء من الدائرة.

١٤ - يقول الفني الأول:

الحابك الابتدائي لمكبس الأسطوانة الرئيسية يضغط السائل أمام المكبس أثناء الضغط على البدال.

ويقول الفني الثاني:

الحابك الابتدائي لمكبس الأسطوانة الرئيسية يسمح لسائل الفرامل بالمرور حوله عند رفع الضغط عن البدال.

أيهما أصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

١٥ - يقول الفني الأول:

إن المكبس الابتدائي للأسطوانة الرئيسية المزدوجة يتحرك عن طريق ذراع الدفع.

يقول الفني الثاني:

إن المكبس الثانوي للأسطوانة الرئيسية المزدوجة يتحرك أثناء الفرملة العادية عن طريق الضغط الهيدروليكي من المكبس الابتدائي.

أيهما أصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

١٦ - يقول الفني الأول:

وإن سائل الفرامل (DOT 3) له نقطة غليان أعلى من نقطة غليان (DOT 5).

يقول الفني الثاني:

وإن سائل الفرامل (DOT 4) له نقطة غليان أقل من نقطة غليان (DOT 5).

أيهما أصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

تدريبات عملية

التدريب الأول :

الجدارة : فحص مستوى سائل خزان الفرامل في السيارة .

المعطى : سيارة بها نظام فرامل يحتوي على خزان سائل الفرامل ذو مستوى غير صحيح .

المطلوب :

١. معرفة أسباب انخفاض مستوى سائل الفرامل.
٢. معرفة حدود ومستوى سائل الفرامل في الخزان.
٣. أذكر الاحتياطات الواجب إتخاذاها عند ملء خزان سائل الفرامل.

التدريب الثاني :

الجدارة: استئصال الهواء من الدائرة الهيدروليكية للفرامل .

المعطى: سيارة تحتوي على نظام فرامل هيدروليكي يحتاج قائد المركبة إلى الضغط على بدال الفرامل عدة مرات (تدبيل) لفرملتها.

المطلوب :

١. معرفة سبب هذا العطل.
٢. معرفة الطريقة المناسبة لعملية إستئصال الهواء من دائرة الفرامل.
٣. معرفة نوع سائل الفرامل الذي يتم إضافته لدائرة الفرامل.

ملاحظة : لابد من توخي الحذر عند إجراء عملية إستئصال الهواء من دائرة الفرامل .

التدريب الثالث :

الجدارة: إصلاح الأسطوانة الرئيسية للفرامل .

المعطى: سيارة تحتوي على أسطوانة رئيسية لنظام الفرامل بها خلل وهي مركبة في السيارة.

المطلوب :

١. فك الأسطوانة الرئيسية من السيارة.
٢. تجزئة الأسطوانة إلى أجزاء.
٣. فحص الأسطوانة وأجزائها ، تغيير الأجزاء التالفة.
٤. تجميع الأسطوانة الرئيسية للفرامل.

التدريب الرابع :

الجدارة: فحص واستبدال أسطوانة العجل الفرعية .

المعطى: سيارة تحتوي على أسطوانة فرعية مركبة في المحور الخلفي بها تسريب خارجي.

المطلوب:

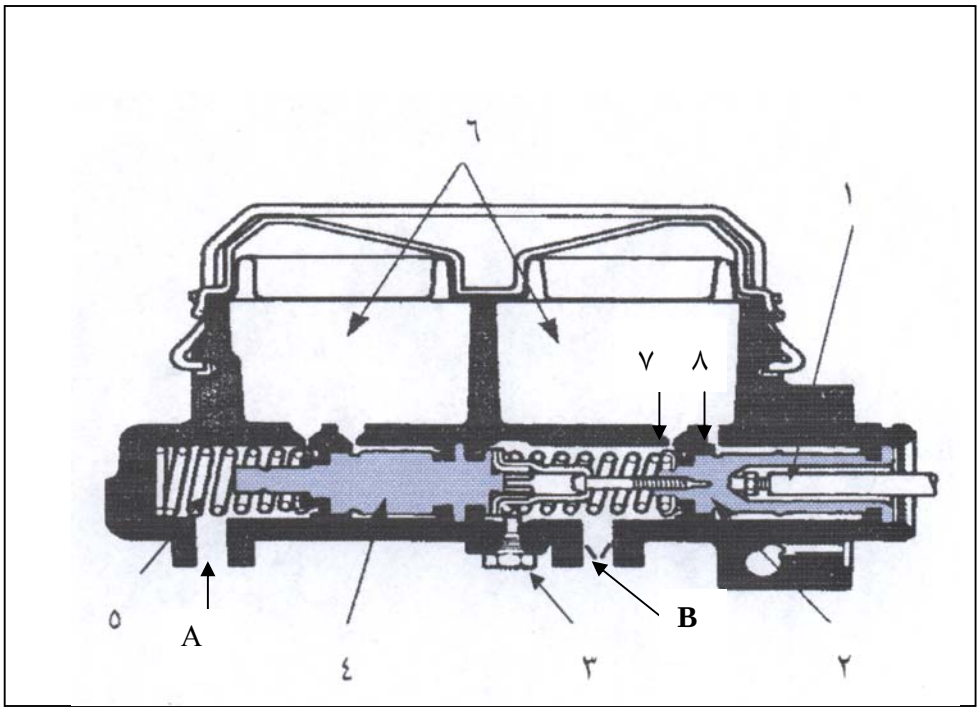
١. معرفة سبب التسريب.
٢. فك الأسطوانة الفرعية من السيارة.
٣. فحص و تغيير الأجزاء التالفة.
٤. تركيب الأسطوانة الفرعية في السيارة مع استئصال الهواء من الدائرة.

التدريب الخامس :

الجدارة: تسمية أجزاء الأسطوانة الرئيسية من على الشكل التالي .

المعطى: أسطوانة رئيسية لنظام الفرامل.

١. ذكر أسماء الأجزاء من على الشكل.



1. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11. Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13. Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14. Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16. Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17. Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18. TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor corporation, 1999.
19. TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor corporation, 2000.
20. TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor corporation, 2000.

نظام الفرامل

الفرامل القرصية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

عزيزي المتدرب هذه الوحدة خاصة بدراسة نوع من أنواع فرامل العجل بالسيارة وهى الفرامل القرصية المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في نظام الفرامل. وتعتبر الوحدة من الوحدات الهامة حيث يعتمد نظام الفرامل على فرامل العجل لإيقاف السيارة.

وفي الفصل الأول من هذه الوحدة سنقوم باستعراض الأنواع المختلفة للفرامل القرصية. وسوف نقوم بذكر أجزاء الفرامل القرصية وتوضيح كيفية عمل كل جزء . وفي الفصل الثاني سنقدم خطوات استبدال بطانات الاحتكاك والعدد المستخدمة والاحتياطات الواجب اتخاذها، هذا بالإضافة إلى بيان طريقة القيام بإصلاح أجزاء النظام.

وقد تحتاج أيها المتدرب إلى التعرف على كيفية إجراء استبدال البطانات بالطريقة الصحيحة للأنواع المختلفة للفرامل القرصية. حيث تختلف الخطوات المتبعة من نوع إلى أخر. وستساعدك هذه الوحدة عند إجراء عمليات الفك والإصلاح لأجزاء الفرامل القرصية بتوضيح الاحتياطات الواجب اتخاذها للحفاظ على سلامتك وسلامة الأجزاء المتعامل معها. و يوجد بالوحدة العديد من الرسومات التوضيحية لبيان خطوات الفك والتركيب.

وعليك أيها المتدرب استيعاب مكونات الفرامل و طريقة عملها. ويجب التدرب على إجراء تلك العمليات. .وتحتوي هذه الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني . كما زود بنهاية الفصل الثاني بتمرينات للمراجعة لتساعدك على مراجعة المادة العلمية بالوحدة.

الجدارة: إجراء عملية استبدال البطانات وحل وتوضيب سرج الفرامل.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على أنواع الفرامل القرصية.

٢ - معرفة أجزاء الفرامل القرصية وطريقة عملها.

٣ - معرفة خطوات استبدال بطانات ا لاحتكاك.

٤ - فحص وصيانة سرج القرص.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٢ ساعات نظري + ٨ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الصيانة للسيارات - كتالوجات الشركة الصانعة.

متطلبات الجدارة: معرفة تامة بمحتويات الوحدة التدريبية الأولى والثانية.

معرفة كيفية استخدام كتب الصيانة.

معرفة كيفية استخدام العدد اليدوية في الفك.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

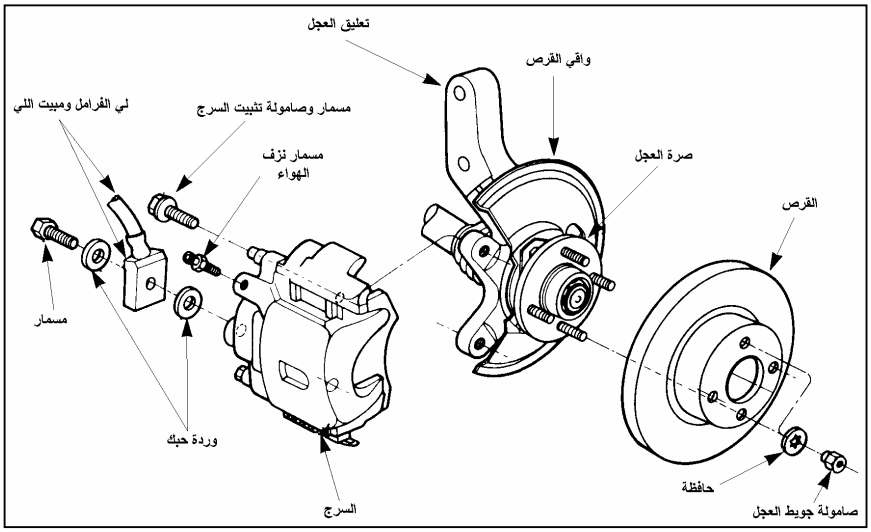
- ❖ شرح الأجزاء الرئيسية للفرامل القرصية.
- ❖ شرح كيفية عمل الفرامل القرصية.
- ❖ شرح كيفية عمل تركيبة فرامل التثبيت بالفرامل القرصية.
- ❖ فحص واستبدال أجزاء سرج الفرامل.
- ❖ القيام باستبدال بطانات الاحتكاك.

الفصل الأول : الفرامل القرصية Disk brakes

تتميز الفرامل القرصية بميزات عدة عن الفرامل الانفراجية فهي أقل تعقيداً من ناحية التصميم، أقل تأثر بظاهرة اضمحلال الفرامل، وتقوم بعملية ضبط الخلوص بين البطانة والقرص ذاتياً، التخلص السريع من الحرارة، سرعة الاستجابة أثناء الفرملة، وأخف وزناً من الفرامل الانفراجية التي تولد نفس قوة الفرملة. وفي معظم السيارات تستخدم الفرامل القرصية للعجلات الأمامية وتستخدم الفرامل الانفراجية للعجلات الخلفية. كما أن هناك بعض السيارات تستخدم الفرامل القرصية بجميع العجلات.

أجزاء الفرامل القرصية

وتحتوي العجلات المجهزة بالفرامل القرصية على القرص، واقي القرص، والسرج، شكل(١).



شكل (١): أجزاء الفرامل القرصية

قرص الفرامل

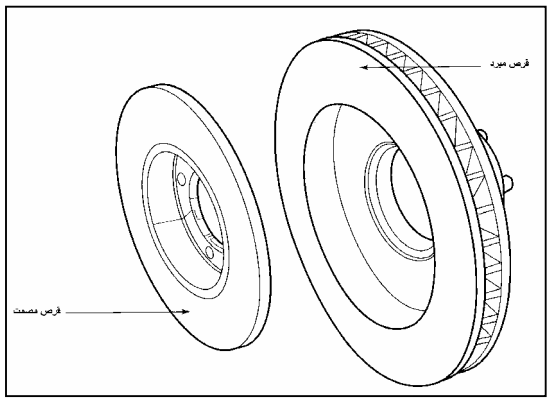
تركيب القرص:

تصنع أقراص الفرامل من الحديد الزهر. وتصنع أقراص الفرامل بأقطار مختلفة وسمك مختلف. وتجرى عملية تشغيل لسطحي القرص لتوفير سطح احتكاكي ناعم. وقد يصنع القرص إما مصمت أو به ريش تبريد.

يؤثر مقدار قطر القرص على أداء الفرامل وكلما كبر قطر القرص أدى إلى عزم احتكاكي أكبر وتبريد أحسن. ويتراوح قطر القرص من ١١ -١٩ بوصة (٢٢,٩ - ٢٧,٩ سم).

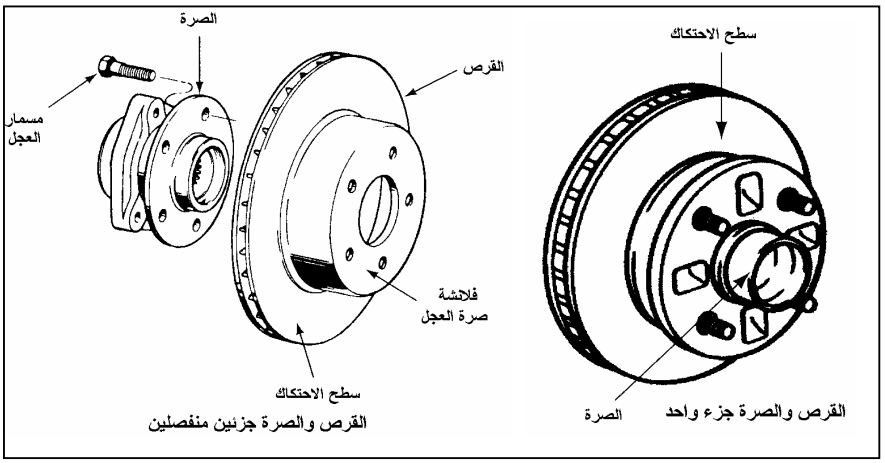
يصنع القرص بسمك معين حيث يمكن خراطة سطح القرص وإزالة طبقة من السطح عند الحاجة إلى ذلك. ويسجل على القرص أدنى قيمة مسموح بها لسماكة القرص التي يجب أن لا يتجاوزها عند عملية الخراطة ويستلزم بعد ذلك عندها تغير القرص بالكامل.

يصنّع القرص إما مصمت أو مبرد شكل(٢). القرص المصمت لا يوجد به فراغ بين سطحي القرص، ويتم تبريد القرص عن طريق الهواء المار على سطحي القرص. أما القرص المبرد فتوجد ريش تبريد بين سطحي القرص. وتصمم الريش بحيث تدفع الهواء من مركز القرص إلى الحافة.



شكل (٢): القرص المبرد والقرص المصمت

وقد يصنّع القرص كجزء واحد مع صرة العجل أو كجزء منفصل عن الصرة كما يبين ذلك بالشكل(٣).

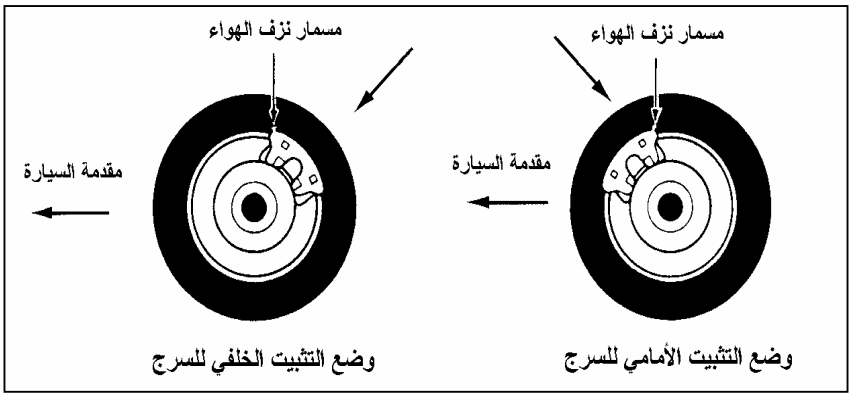


شكل (٣): التصميمات المختلفة لتجيمع القرص والصرة

سرج الفرامل

تركيب وأجزاء السرج:

يحول سرج الفرامل القرصية الضغط الهيدروليكي المتولد بالأسطوانة الرئيسية إلى قوة ميكانيكية تدفع البطانات لتلامس القرص. ويركب السرج فوق القرص كما يوضح شكل(٤).

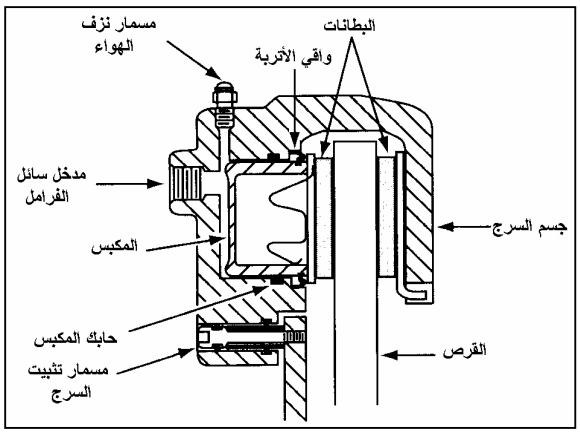


شكل (٤): يركب السرج فوق القرص إما بالوضع الأمامي أو الخلفي

أجزاء سرج الفرامل

وعلى الرغم من وجود العديد من التصاميم المختلفة للسرج، فإن جميع أنواع السرج تحتوي على الأجزاء الرئيسية التالية شكل(٥) :

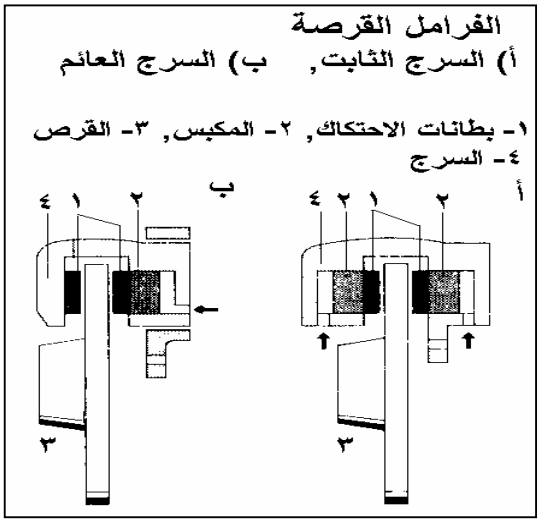
• جسم السرج.	• حابك للمكبس (واحد أو أكثر).
• مسارات هيدروليكية داخلية.	• واقي للأتربة (واحد أو أكثر).
• مكبس أو أكثر.	• مسمار نزف الهواء (واحد أو أكثر).



شكل (٥): أجزاء سرج الفرامل

مواد تصنيع سروج الفرامل

يصنّع السرج عادةً من الحديد الزهر أو في بعض الأحيان من الألومونيوم. هناك نوعان شائعا الاستخدام لتصميم سرج الفرامل القرصية. السرج الثابت والسرج العائم. ويبين شكل(٦) الأجزاء الرئيسية لنوعي السرج المستخدم بالفرامل القرصية. ويحتوي السرج العائم على مكبسين متقابلين، ويحتوي السرج الثابت على مكبس واحد في جهة واحدة.



شكل (٦): نوعا الفرامل القرصية

تركيبة السرج

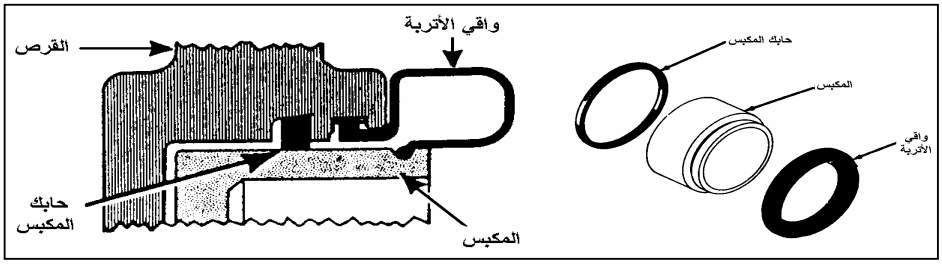
السرج العائم يصنّع من قطعة واحدة أما السرج الثابت فيصنّع كجزأين يتم ربطهما بمسمار. ويحتوي جسم السرج على تجويف أسطواني يوضع به المكبس. كما يوجد أيضاً فتحة أو فتحتين كبيرتين بأعلى السرج يمكن الاستفادة من وجودهما لفحص البطانات، أما الغرض الأساسي من وجود تلك الفتحات فهو تقليل الوزن وتقليل كمية المعدن التي قد تسبب اعوجاج عند التمدد نتيجة الحرارة.

يربط السرج الثابت في وصلة التوجيه بمسامير. ويستخدم السرج العائم مع تركيبة السرج (لوح العزم) حيث يثبت لوح العزم بوصلة التوجيه ويركب السرج والبطانات عليها عن طريق مسامير يمكن للسرج الانزلاق عليها.

المكبس

يصنع المكبس في العادة من الصلب. يتعرض المكبس المصنع من الصلب إلى تنقير أو صدأ نتيجة لتلوث سائل الفرامل وتعرضه للرطوبة والحرارة. وللتغلب على ذلك تصنّع المكابس الجديدة إما من الكروم المطلي أو من الصوف الزجاجي المقوى والذي يتميز بخفة الوزن.

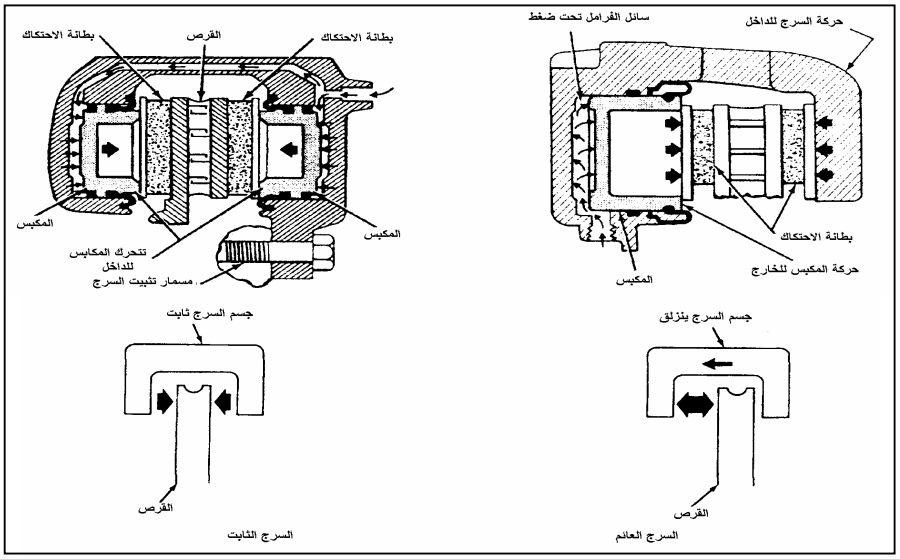
ويركب على المكبس حابك وواقي للأتربة كما يبين شكل(٧). ويعمل الحابك لمنع تسريب السائل، ووسيلة لإرجاع المكبس، وكذلك كضابط ذاتي للخلوص بين البطانة والقرص. ويعمل واقي الأتربة لمنع الأتربة والرطوبة من الدخول إلى المكبس.



شكل (٧): مكبس الفرامل القرصية وملحقاته (الحابك، واقي الأتربة)

طريقة عمل الفرامل القرصية

عند الضغط على البدال ينتقل الضغط من الأسطوانة الرئيسية إلى تجويف الأسطوانة بالسرج ويتحول الضغط إلى قوة تدفع المكبس والبطانات لتلامس القرص. ويبين شكل(٨) عمل الفرامل ذات السرج الثابت والسرج العائم.



شكل (٨): طريقة عمل الفرامل ذات السرج العائم و الثابت

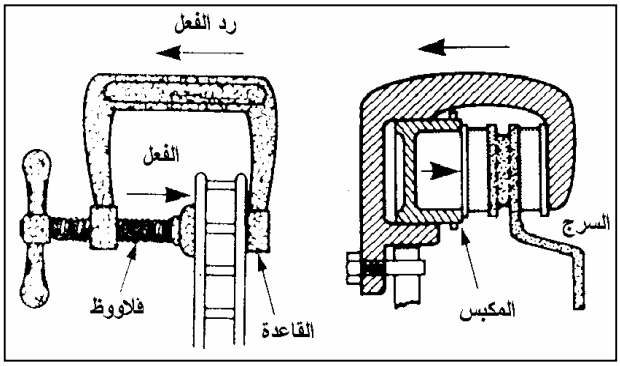
استخدام الفرامل:

الفرامل ذات السرج الثابت

السرج الثابت لا يتحرك عند استخدام الفرامل. وتكون المكابس بالسرج في أزواج متقابلين من جهتي القرص. عند استخدام الفرملة يدفع السائل المكابس للتحرك للداخل فتؤثر بقوة متقابلة متساوية على سطحي القرص.

الفرامل ذات السرج العائم

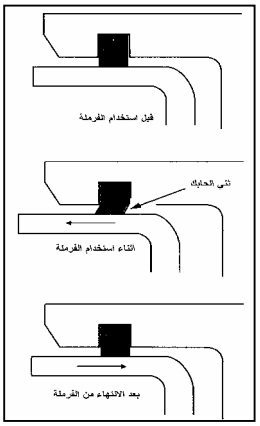
السرج العائم يستخدم مكبس واحد في جهة واحدة من القرص. يتم ذلك عندما يتولد ضغط بالسائل خلف المكبس، ويتحول الضغط إلى قوة تدفع المكبس للخارج وفي نفس الوقت يتحول الضغط إلى قوة تدفع السرج في الاتجاهالآخر(الداخلي). تؤدي هذه القوة إلى انزلاق السرج للداخل. فيدفع مكبس السرج البطانة الداخلية لتلامس القرص وفي نفس الوقت يدفع السرج البطانة الخارجية لتلامس القرص بقوة متساوية ومتقابلة. . ويمثل عمل زراجينة الربط عمل السرج الثابت بشكل(٩).



شكل(٩): نظرية عمل السرج العائم

تحرير الفرامل

يركب حابك المكبس بشق بالفراغ الأسطواني بالسرج، ويمر المكبس من خلال الحابك. عند استخدام الفرملة هذا الحابك ينثني تحت تأثير حركة المكبس للأمام وعندما يرفع القدم من على بدال الفرامل ينهار الضغط الهيدروليكي خلف المكبس ويرجع الحابك تحت تأثير مرونته، إلى وضعه الابتدائي ويسحب الحرف الداخلي للحابك المكبس لداخل السرج كما هو موضح بالشكل(١٠).



شكل (١٠)

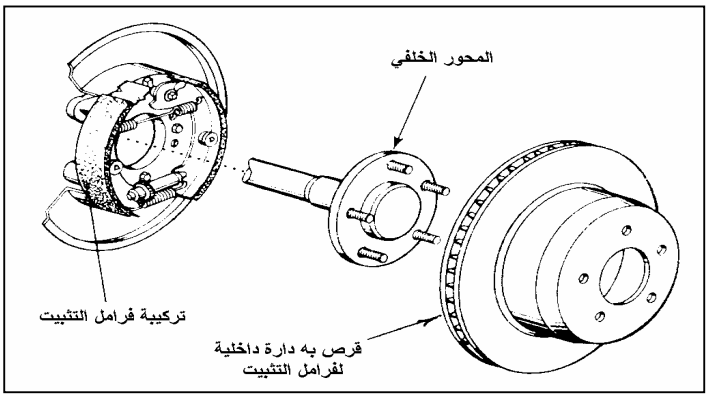
كما يوفر حابك المكبس وسيلة ضبط ذاتي للخلوص بين البطانات والقرص. زيادة الخلوص نتيجة التآكل تجعل المكبس يتحرك مسافة أكبر حيث يسمح له الحابك بالانزلاق لتعويض تلك الزيادة.

الفرامل القرصية للعجل الخلفي

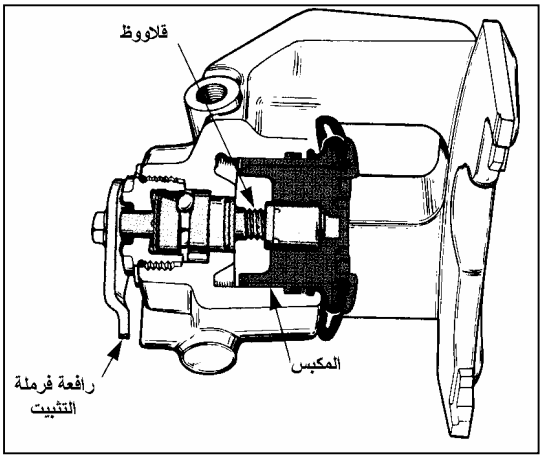
تستخدم الفرامل القرصية ذات السرج الثابت والعائم بفرامل العجل الخلفي. وغالباً ما تكون الفرامل القرصية الخلفية متشابهة مع الفرامل القرصية الأمامية فيما عدا استخدام قطر مكبس أصغر.

تستخدم في الفرامل ذات السرج الثابت تجهيزة فرامل انفراجية بأبعاد أصغر كفرامل تثبيت للسيارة، شكل(١١).

أما الفرامل ذات السرج العائم فتستخدم وسيلة ميكانيكية إضافية لتوفير فرامل التثبيت شكل(١٢).



شكل (١١): فرامل تثبيت دفع المكبس بطريقة ميكانيكية



شكل (١٢): فرامل تثبيت مستقلة عن فرامل القرص

الأنواع المختلفة للفرامل القرصية

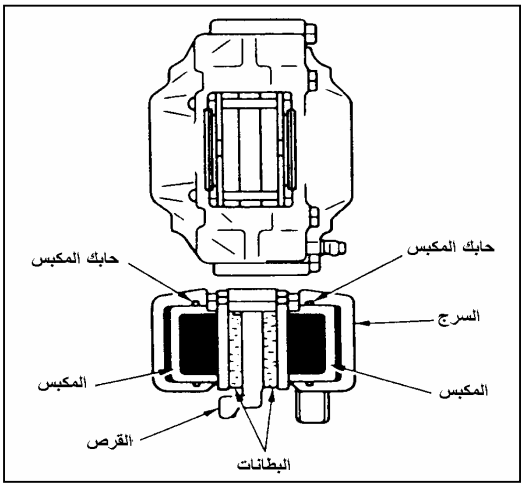
تختلف أنواع الفرامل القرصية حسب تصميم السرج وطريقة تثبيته.

أنواع الفرامل القرصية:

١. **الفرامل ذات السرج الثابت**

عدد المكابس المستخدمة بهذا النوع اثنين أو أربعة وتتوزع بالتساوي على جانبي القرص.

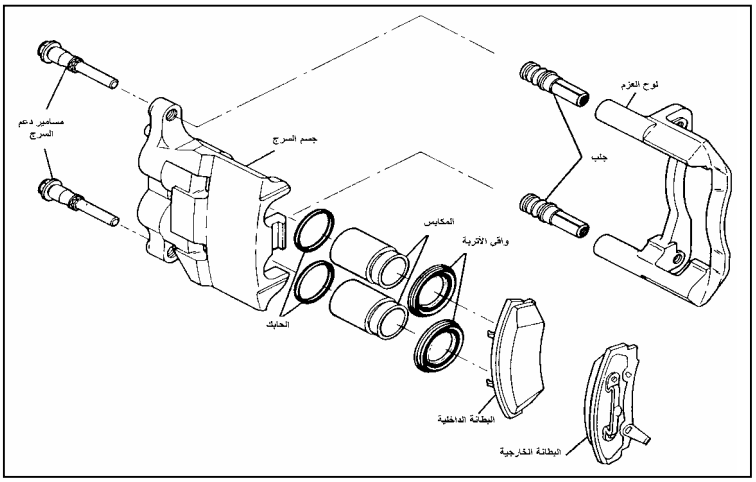
يثبت السرج بوصلة التعليق ولا يتحرك أثناء الفرملة، شكل(١٣).



شكل (١٣): أجزاء فرامل السرج الثابت

٢. الفرامل ذات السرج العائم

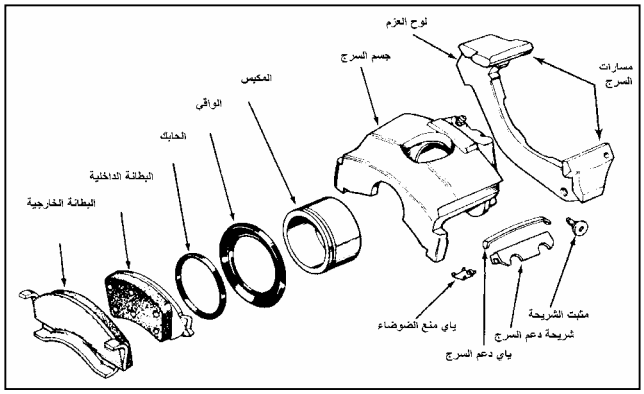
عدد المكابس المستخدمة بهذا النوع واحد أو اثنين وتكون كلها بالجهة الداخلية للقرص. يركب داعم السرج (لوح العزم) على القرص ويثبت بوصلة التعليق ثم يركب السرج على داعم السرج عن طريق مسمارين أو مسماري دليل حيث ينزلق السرج على هذين المسمارين عن طريق جلبة. وتركب إحدى البطانات ناحية المكبس بالجهة الداخلية والبطانة الخارجية ناحية جسم السرج بالجهة الخارجية. ويبين شكل (١٤) مكونات وأجزاء فرامل ذات سرج عائم بمكبسين في جهة واحدة.



شكل (١٤): مكونات الفرامل ذات السرج العائم

٣. الفرامل ذات السرج المنزلق

يعمل السرج المنزلق بنفس الطريقة التي يعمل بها السرج العائم غير أن طريقة تركيبه على لوح العزم تختلف. يحتوي لوح العزم على سطحين (مسار)مشغلين على شكل حرف (V) . ويحتوي جسم السرج على سطحين أخريين مماثلين. ويبقى السطحين متماسكين عن طريق مسمار تثبيت شكل(١٥).



شكل (١٥): مكونات وأجزاء الفرامل ذات السرج المنزلق

ويبين جدول رقم (١) مقارنة بين نوع السرج الثابت والسرج العائم أو المنزلق

نوع السرج	المميزات	العيوب
السرج الثابت	❖ الكتلة الكبيرة توفر تخلص أحسن للحرارة، وتحمل ضغط هيدروليكي عالي. ❖ لا يحتاج لرفع السرج لتغير البطانات (سهولة تغيير البطانات).	❖ وزن كبير . ❖ تكلفة تصنيع عالية. ❖ أصعب في الصيانة. ❖ يصنّع جسم السرج من قطعتين، يؤدي إلى احتمال التسريب، طول الوقت المستغرق بالخدمة.
السرج العائم أو المنزلق	❖ خفيف الوزن. ❖ سهولة الصيانة. ❖ قلة احتمال التسريب.	❖ قد تؤدي مرونة التثبيت إلى تآكل البطانة بشكل مسلوب.

جدول رقم (١): مقارنة بين السرج الثابت والعائم أو المنزلق

❖ التكلفة والوزن وتعقيد الأجزاء أدى إلى جعل السرج الثابت أقل شعبية وأقل انتشاراً بالسيارات الحديثة.

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح الفرامل القرصية

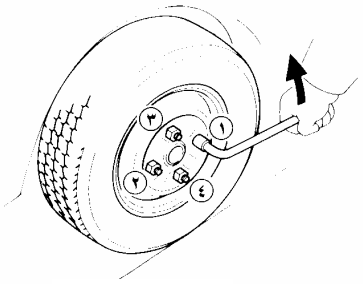
استبدال بطانات الاحتكاك Brake Pad Replacemet

حل عجلة السيارة

١ - استخدم مفتاح عجل وفك مسامير العجلة.

٢ - ارفع السيارة على الرافعة (تأكد من ثباتها على الرافعة).

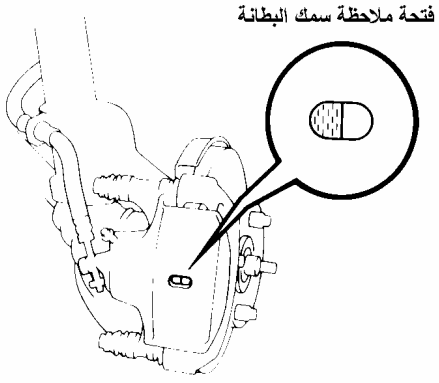
٣ - حل مسامير العجل حسب ترتيب الفك شكل(١).



شكل(١)

فحص سمك بطانات الاحتكاك

يمكن فحص سمك البطانة عن طريق النظر وذلك من خلال فتحة ملاحظة سمك البطانة بالسرج. في حالة أن السمك أقل من المواصفات تستبدل البطانة شكل(٢).



شكل(٢)

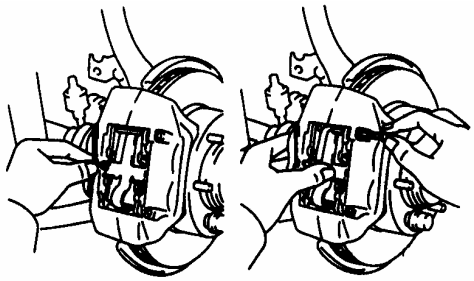
تحذير

❖ لا تقم بتغيير بطانة واحدة بالسرج (بطانة جديدة وأخرى قديمة).

❖ لا تقم بتغيير بطانات عجلة واحدة وترك العجلة الأخرى على نفس المحور بدون تغيير بطانات.

استبدال البطانات

- لا داعي لفك لي الفرامل من السرج عند إجراء عملية استبدال البطانات.
- معظم البطانات بالسرج الثابت عند تغييرها لا نحتاج إلى رفع السرج من القرص. ويتم تغييرها عن طريق رفع تيلة تثبيت البطانات وسحب البطانات للخارج شكل(٣).



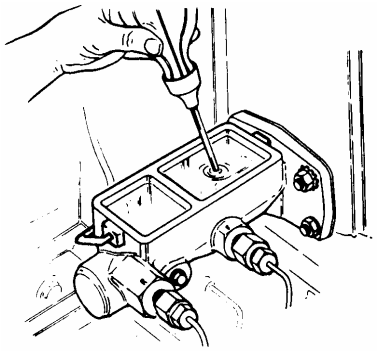
شكل(٣)

- تحتاج معظم البطانات بالسرج العائم عند تغييرها إلى رفع السرج عن القرص.

إرجاع المكبس داخل الاسطوانة

لتسهيل عملية رفع السرج عن القرص نحتاج إلى إبعاد البطانات قليلاً عن القرص، ونحتاج إلى وسيلة ما لدفع المكبس للخلف. قبل إرجاع المكبس داخل الأسطوانة يجب التأكد من أن مستوىالسائل بخزان الأسطوانة الرئيسية ممتلئ ما بين النصف والثلثين حتى لا ينسكب السائل عند إرجاع المكبس داخل الاسطوانة. ولذلك نحتاج إلى تفريغ السائل الزائد من الخزان شكل(٤).

وفي حالة دائرة الفرامل المزدوجة القطرية يجب إجراء عملية تفريغ السائل الزائد من غرفتي الخزان.

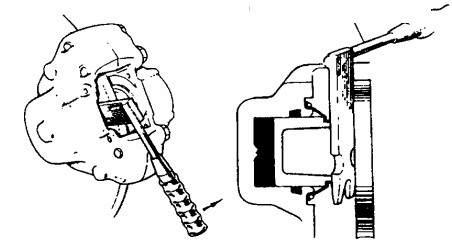


شكل(٤)

طرق إرجاع المكبس داخل الأسطوانة بالسرج

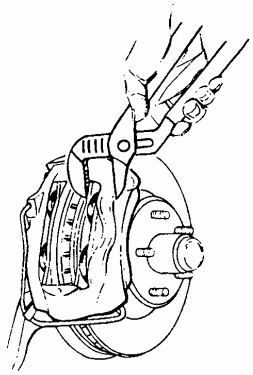
١ - السرج الثابت:

❖ لإرجاع المكبس نحتاج إلى مفك أو عتلة. أدخل المفك أو العتلة بين البطانة والقرص أو بين البطانة والمكبس، ثم ادفعها للجانب بعناية حتى يدخل المكبس داخل الأسطوانة شكل (٥).



شكل (٥)

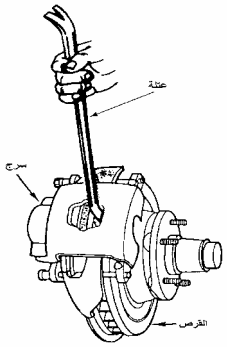
❖ زرادية ذات فك منزلق. أمسك حرف البطانة والسطح الخارجي للسرج ثم اضغط لإدخال المكبس داخل الأسطوانة شكل(٦).



شكل(٦)

٢ - السرج العائم:

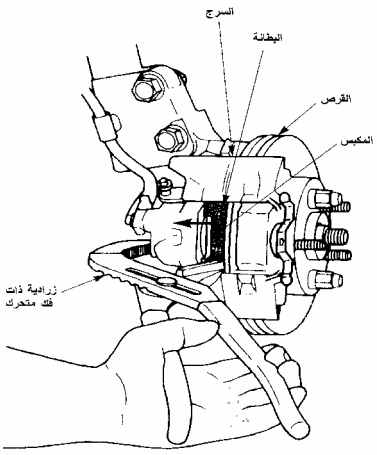
❖ تدخل العتلة بين سطح القرص والبطانة ويدفع السرج للخارج ويؤدي ذلك إلى تحريك المكبس داخل الأسطوانة شكل (٧).



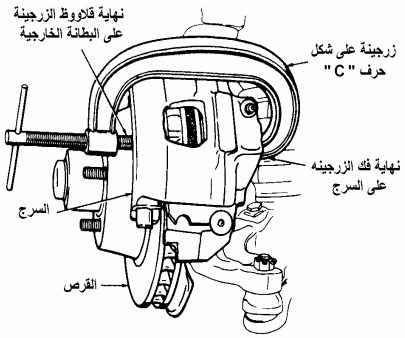
شكل(٧)

❖ زرادية كبيرة بفك منزلق. فك بحرف البطانة الداخلية وفك بالناحية الداخلية لجسم السرج، وعند الضغط عليها يدفع المكبس لداخل الاسطوانة، شكل(٨).

❖ زرجينة على شكل حرف "C". توضع الزرجينة على سطح السرج والبطانة الخارجية، شد الزرجينة سوف يؤدي لحركة السرج للخارج وإدخال المكبس للداخل شكل(٩).



شكل(٨)

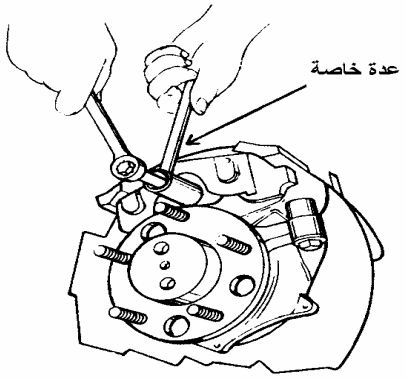


شكل(٩)

تحذير:

لا تحاول استخدام أي من الطرق السابقة لإدخال المكبس بالأسطوانة وذلك مع الفرامل القرصية للعجل الخلفي والتي تستخدم تركيبة فرامل التثبيت، حيث سوف يؤدي ذلك إلى إتلاف فرامل التثبيت.

لفك بطانات الفرامل القرصية للمحور الخلفي والتي مركب بها فرامل التثبيت يتم حل كبل فرامل التثبيت، وتستخدم عدة خاصة لدفع المكبس للداخل لهذا الغرض شكل (١٠).

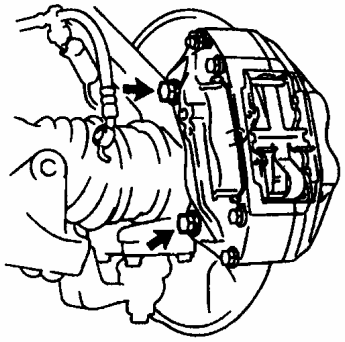


شكل(١٠)

حل السرج من على القرص

أ - السرج الثابت:

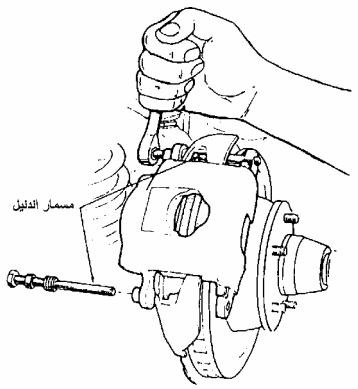
في العادة يتم فك السرج من القرص عن طريق حل مسامير تركيب السرج مع ذراع التوجيه أو المحور شكل(١١).



شكل(١١)

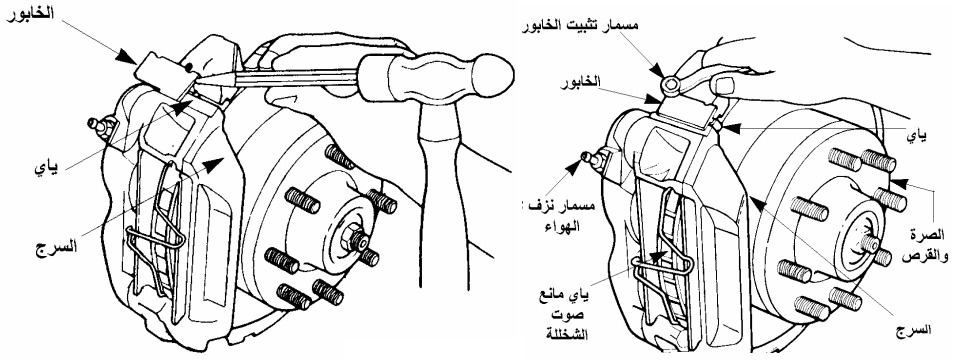
ب - السرج العائم:

يتم حل السرج في بعض من تصميمات السرج العائم عن طريق حل مسمار الدليل. حل مسامير الدليل سوف تسمح برفع السرج من مكان تحميل السرج وعن القرص شكل(١٢).



شكل(١٢)

في العديد من الأنظمة يثبت السرج في مكانه عن طريق خابور دعم أو شريحة واحدة أو اثنين. يتم فك مسمار تثبيت الخابور ثم يدفع الخابور للخارج بواسطة سنبك شكل(١٣).

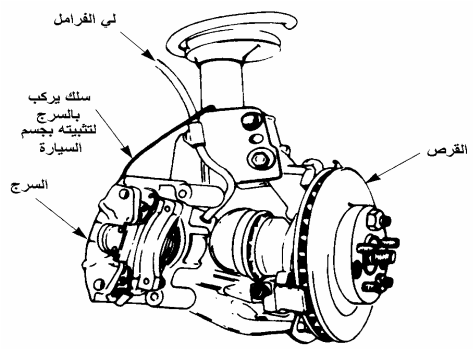


شكل(١٣)

بعد حل مثبت السرج بعض الأنواع يمكن رفع السرج وتبقي البطانات في الحامل الخاص بهما. وفي البعضالآخريخرج السرج مع البطانة.

تنبية:

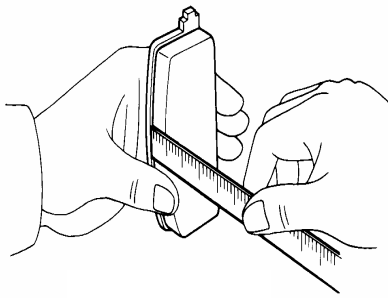
عند رفع السرج من الحامل الخاص به يجب تعليقه عن طريق سلك يشبك مع محور المركبة شكل(١٤).



شكل (١٤)

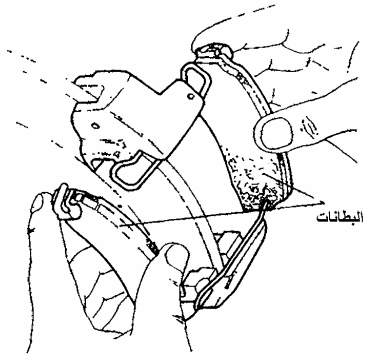
فحص البطانات

قم بفحص حالة البطانة وقس سمك البطانة، أرجع للكتالوج الخاص بالسيارة لمعرفة أقل سمك مسموح به شكل(١٥).



شكل (١٥)

قم بتغيير البطانة في حالة أن سمك البطانة أقل من السمك المسموح به أو قريب منه، شكل(١٦)أو أن هناك تآكل غير مستوى أو وجود آثار تلوث بالبطانة.



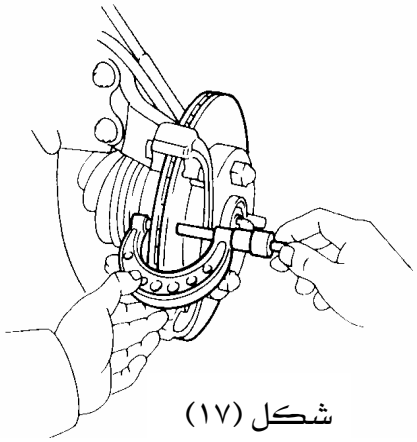
شكل (١٦)

فحص القرص

١ - قياس سمك القرص

أ) نظف سطح القرص باستخدام قطعة قماش ، وافحص بالنظر سطح القرص.

ب) قس سمك القرص في (٤ - ١٢) نقطة للقرص وقارن القراءات مع القيم القياسية المسموح بها للقرص ،شكل(١٧).

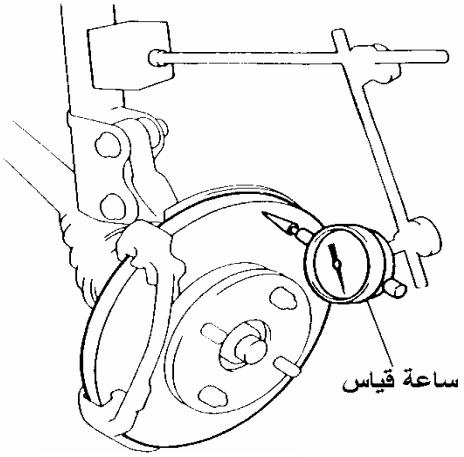


شكل (١٧)

قم باستبدال القرص في حالة وجود تشققات بالقرص، أو أن سمكه أقل من المسموح به،أو أن هناك اختلاف في السمك بين نقاط القياس في حدود(٠,٢٥٤ مم).

٢ - قياس استعدال سطح القرص

ضع ساعة (مبين) القياس على بعد(١٠ مم) من حافة القرص، اضبط الساعة على الصفر، ثم لف القرص ببطء ثم لاحظ الاختلاف في القراءة ، شكل(١٨). التفاوت بين القراءات في حدود(٠,٢٤٥ مم).



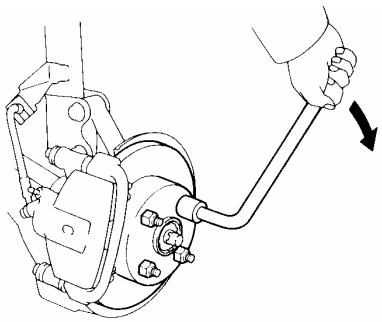
شكل (١٨)

تنبيه:

قبل القيام بأجراء القياس بالساعة تأكد من تثبيت جيد للقرص. عند وجود حركة.

أ) في حالة أن القرص والصرة منفصلين. قم بتربيط صواميل العجل على القرص.

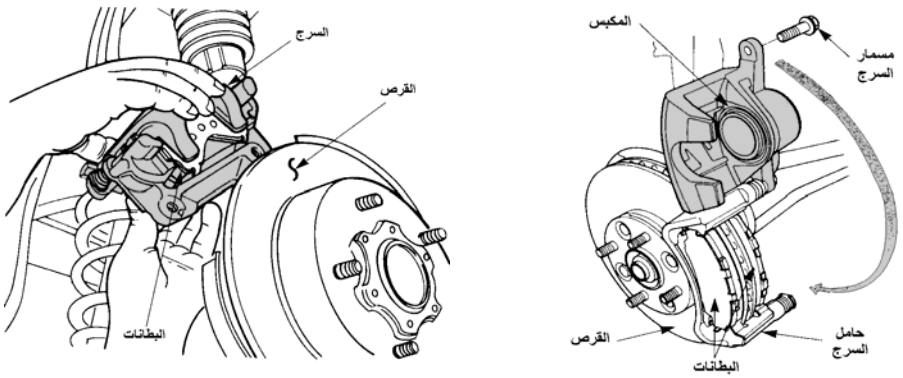
ب) في حالة أن القرص والصرة جزء واحد ، قم بتربيط رمان بلي العجل لمنع الحركة ثم يعاد ضبطه قبل استخدام السيارة ، شكل(١٩).



شكل(١٩)

فحص السرج

أفحص السرج للتأكد من عدم وجود آثار تسريب سائل الفرامل. وكذلك تأكد من حالة واقي الأتربة، في حالة وجود تلف أو تمزق في واقي الأتربة أو أن هناك تسريب لسائل الفرامل، قم بحل السرج من السيارة (فك لي الفرامل) وعمل الإصلاح أو تغير السرج عند الحاجة إلى ذلك شكل (٢٠).

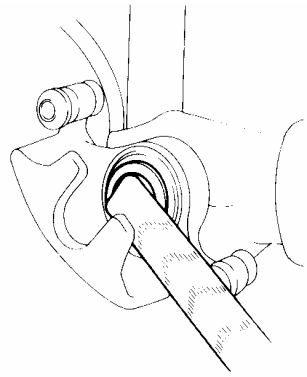


شكل(٢٠)

تركيب البطانات

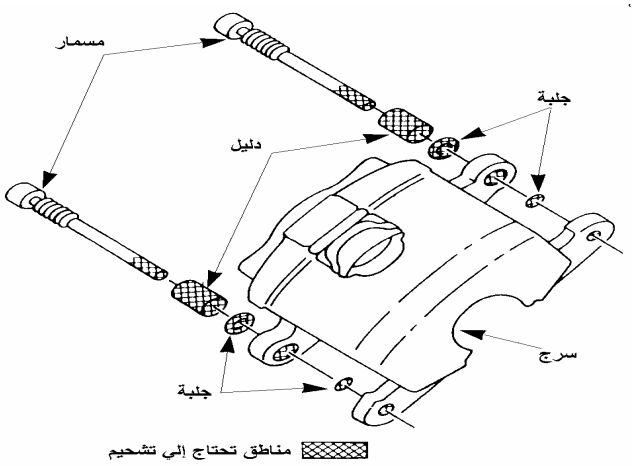
في بعض السيارات تركب البطانات بالسرج ثم يتم تركيب السرج على القرص. وفي البعض الآخر يتم تركيب البطانات بحامل البطانات المركب على القرص ثم يركب السرج.

عند تركيب البطانات الجديدة يتم إرجاع المكبس إلى الخلف حتى يتسنى تركيب البطانات الجديدة ذات السمك الأكبر. ويمكن إجراء ذلك عن طريق يد خشبية لدفع المكبس للداخل شكل(٢١).



شكل(٢١)

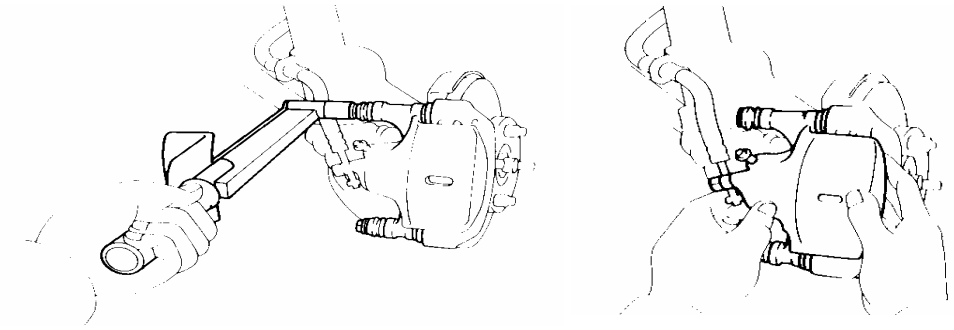
قم بوضع شحم سليكون على الأجزاء الجلب و الدليل ومسارات الدليل. شكل(٢٢).



شكل (٢٢)

تركيب السرج

يتم تركيب السرج على القرص ومن ثم تربيط مسامير الدليل شكل(٢٣).

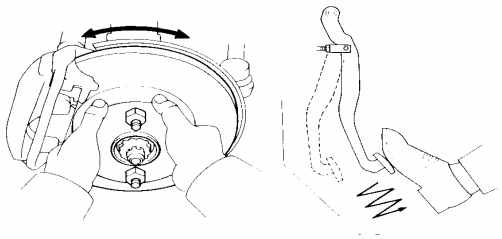


شكل(٢٣)

التأكد من عدم تحميل الفرامل

(أ) اضغط على البدال عدة ضغطات.

(ب) تأكد عند تحريك القرص بأنه ليس هناك مقاومة أواحتكاك في القرص ،شكل(٢٤).

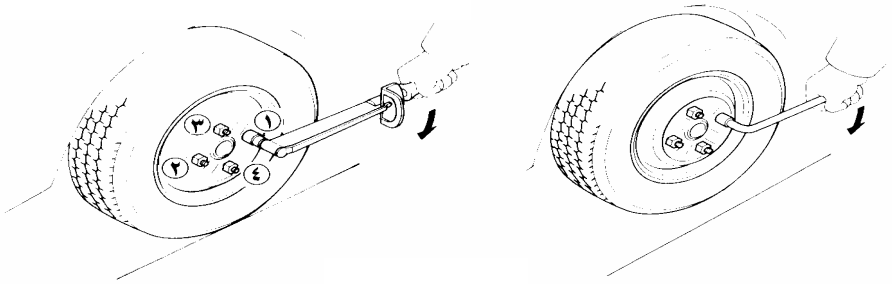


شكل(٢٤)

تركيب العجل

(أ) ركب صواميل العجل باليد ثم اربط عليها بالتساوي بواسطة مفتاح عجل.

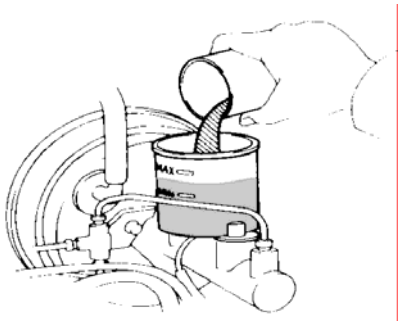
(ب) أنزل العجلة على الأرض ثم قم بتربيط العجل بالترتيب السليم وبالعزم القياسي ،شكل(٢٥).



شكل(٢٥)

التأكد من مستوى زيت الفرامل

أضف سائل الفرامل للخزان حتى مستوى الحد الأقصى (MAX) ، شكل(٢٦).



شكل(٢٦)

تطبيع الفرامل

عند تركيب بطانات جديدة يجب التأكد من أن سطح البطانات يلامس سطح القرص بالكامل و تجهيز سطح البطانات لأداء الفرامل. ويتم ذلك أثناء تجربة السيارة بالطريق. وهي قيادة السيارة بسرعة من(٥٠ إلى ٦٠ كم/ ساعة) ثم استخدام الفرملة لإيقاف السيارة. قم بأداء ذلك خمس أو ست مرات ويكون هناك حوالي من (٢٠ إلى ٣٠ ثانية) بين استخدام الفرامل لإتاحة الوقت لتبريد سطح الاحتكاك. ثم قم بقيادة السيارة بسرعة(٨٥ إلى ٩٠ كم/ساعة) بالطريق السريع ثم استخدم الفرامل خمس أو ست مرات لتقليل سرعة السيارة إلى (٣٠ كم/ساعة) مع ترك (٣٠ ثانية) بين استخدام الفرملة.

ينصح قائد السيارة بتجنب الفرملة القاسية خلال (١٥٠ كم) داخل المدينة و خلال (٤٠٠ كم) بالطريق السريع.

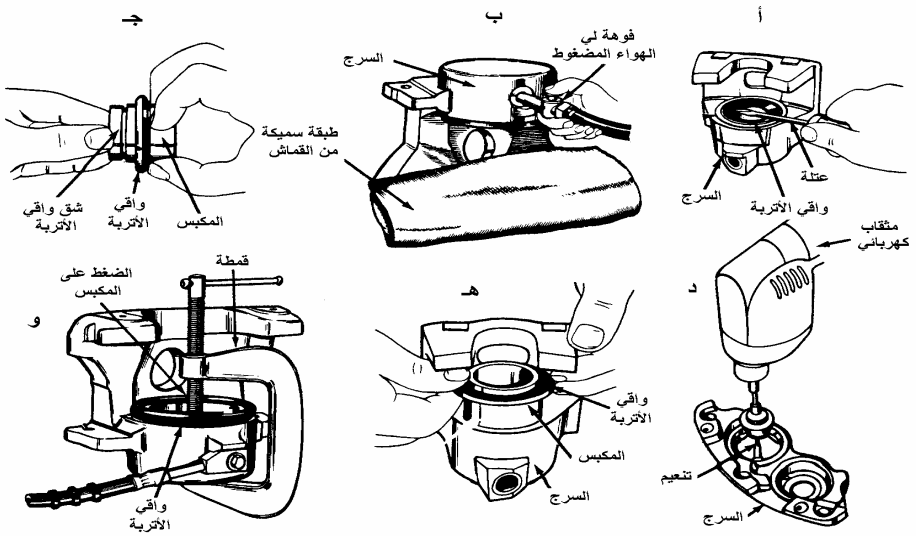
تحذير:

- عند القيام بتجربة السيارة على الطريق يجب التأكد من اتباع جميع قوانين المرور عند السير.
- ويجب النظر في المرآة للتأكد من عدم وجود سيارات بالخلف عند تجربة الفرملة.

صيانة سرج الفرامل القرصية Servicing Disc Brake Calipers

فحص واستبدال أجزاء سرج الفرامل

١. حل السرج من السيارة.
٢. فك واقي الأتربة من المكابس (استخدم عصا بلاستيك حتى لا تتلف المكبس أو الاسطوانة) شكل (٢٧ - أ).



شكل (٢٧): أجزاء سرج الفرامل القرصية

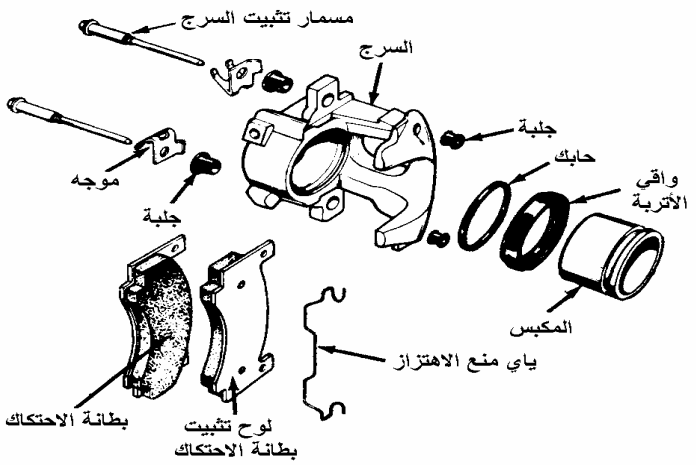
٣. اخرج المكبس باستخدام الهواء المضغوط كما هو مبين بشكل (٢٧ - ب). ضع قطعة قماش سميك أمام المكبس أو قطعة خشبية حتى لا يتلف، أبعد الأصابع عن المكبس (أحياناً يندفع المكبس للخارج بسرعة عالية).

تحذير:

❖ كن حذراً عند استخدام الهواء في إخراج المكبس من السرج. استخدم قطعة قماش سميكة واستخدم الهواء بالتدريج. في حالة عدم خروج المكبس انزع وصلة الهواء المضغوط ثم دق على السرج بمطرقة بلاستيك وأعد المحاولة مرة أخرى.

٤. أنزع حابك الأسطوانة باستخدام عصا غير معدنية.

٥. قم بتفكيك أجزاء السرج كما في شكل (٢٨) ثم نظف جميع الأجزاء وعند الانتهاء من تنظيفها قم بتجفيفها بالهواء المضغوط.



شكل(٢٨): فك وصيانة وتركيب أجزاء سرج الفرامل ا لقرصية

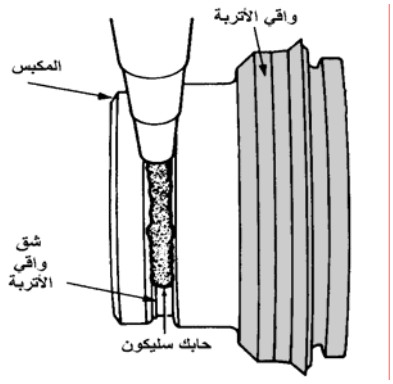
٦. أفحص الأسطوانة ولاحظ وجود آثار خدوش أو صدأ ، وقم بقياس الخلوص بين الأسطوانة والمكبس بواسطة مقياس الفلر. في حالة أن حالة الأسطوانة غير مرضية قم باستبدالها. في حالة القيام باستخدام الأسطوانة قم بعملية تنعيم للسطح الداخلي للأسطوانة كما في شكل(٢٧ - د). يجب أن لا يزيد قطر الأسطوانة عن(٠,٠٠١ بوصة)(٠,٠٢٥ مم) عن المواصفات.

٧. نظف مجرى الواقي والحابك بواسطة فرشة غير معدنية واستخدم الهواء للتنظيف بعد ذلك. قم بعملية التنظيف عدة مرات.

٨. زيت الحابك الجديد بالزيت المخصص بذلك وركبه بالشاق (الفتحة المحيطية) الموجود بالأسطوانة باستخدام الأصابع فقط. ثم قم بتزييت جوف الاسطوانة.

٩. أفحص حالة المكبس وقم باستبداله في حالة وجود آثار تآكل أو صدأ أو خدوش. إذا كان السرج به أكثر من مكبس فإنه يتم استبدال المكابس (أزواجاً). افحص حالة المكابس البلاستيكية لوجود آثار شروخ، أو انبعاج.

١٠. قم بتنظيف المكبس ومجرى تركيب الواقي من الأتربة جيداً. ثم قم بدهان واقي الأتربة بالزيت المخصص ثم ركبه على المكبس كما في (٢٧ـ جـ). بعض المكابس تحتاج إلى استخدام حابك من السليكون الذي يتم وضعه بالشق قبل تركيب الواقي شكل (٢٩).



شكل (٢٩): وضع حابك السليكون في مجرى واقي الأتربة قبل تركيب الواقي

١١. ادهن المكبس والاسطوانة بسائل الفرامل ثم ضع المكبس بالأسطوانة ثم اضغطه للداخل كما في شكل (٢٧ - هـ). يحتاج أحياناً استخدام قمطة (زارجينه) كما في شكل (٢٧ - و) و. لا تستخدم القمطة مباشرة مع المكبس البلاستيك ضع قطعة من الخشب أو البلاستيك بينهما.

١٢. ركب بطانات الاحتكاك (الفحمات)، بعض السيارات تسمح بتركيب البطانات بعد تركيب السرج بالسيارة. ثم قم بتزييت الأماكن المحتاجة إلى تزييت. وأحذر أن يصل الزيت إلى البطانات أو القرص.

تنبيه:

- يجب تركيب كل سرج فرامل مع الجهة المناسبة أي أن السرج الأيمن مع العجلة اليمنى والسرج الأيسر مع العجلة اليسرى لأن ذلك قد يؤدي إلى وضع مسمار استئصال الهواء من دائرة الفرامل في منطقة يصعب الوصول إليها.

١٣. إستئصل الهواء من الاسطوانات بعد التأكد من أن البطانات تلامس القرص جيداً عن طريق الضغط عدة مرات على البدال.

ملخص

❖ تتكون الفرامل القرصية من الأجزاء الرئيسية التالية: القرص، الصرة، السرج، والبطانات. وتحتوي الصرة على رمان بلي العجل. ويحتوي السرج على الأجزاء الهيدروليكية والبطانات.

❖ يعمل حابك المكبس على حبك السائل الهيدروليكي للفرامل وسحب المكبس والبطانات بعيداً عن قرص تحرير الفرامل، كما أنه يعمل على ضبط الخلوص ذاتيا بين البطانة والقرص.

❖ هناك نوعان للسرج شائعي الاستخدام السرج الثابت والسرج المتحرك.

❖ تتشابه الفرامل القرصية للعجل الخلفي مع الفرامل القرصية للعجل الأمامي غير أن الفرامل القرصية الخلفية بها وسيلة لتثبيت السيارة (فرامل تثبيت).

المصطلحات في هذا الباب

القرص	Disc (Disk)	القرص الثابت	Fixed disc
الفرامل القرصية	Disc brakes	القرص العائم	Floating disc
السرج	Caliper	القرص المنزلق	Sliding disc
بطانات	Pad	واقي الأتربة	Boosts
البطانة الداخلية	Inboard pad	حابك المكبس	Pistons seal
البطانة الخارجية	Outboard pad	مسمار نزف	Bleeder screw
لوح العزم	Torque plate (support plate)		

اختبار ذاتي رقم (٣)

أجب عن الأسئلة الآتية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

١ - أذكر الأجزاء الرئيسية للفرامل القرصية ؟

٢ - أذكر مكونات السرج ؟

٣ - ما هو الفرق بين السرج العائم والمنزلق ؟

٤ - النوعان المختلفان للقرص هما القرص ..... والقرص ..... .

٥ - النوعان المختلفان للسرج هما سرج ..... وسرج ..... .

٦ - الفرامل القرصية المركبة بالمحور الخلفي تكون مجهزة ب ..... .

٧ - يضبط الخلوص في الفرامل القرصية بين القرص و البطانات عن طريق:

أ - العجلة المسننة للضبط الذاتي.

ب - حدبة خاصة.

جـ - حلقة من المطاط.

د - وسيلة غير مذكورة بعاليه.

٨ - يقول الفني الأول:

أن السرج العائم المستخدم في جميع السيارات له على الأقل مكبس واحد.

ويقول الفني الثاني:

أن جميع المكابس لها واقي لمنع دخول الأتربة.

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

٩ - يقول الفني الأول:

أن السرج العائم له مكبس أو مكبسين.

ويقول الفني الثاني:

أن السرج الثابت له مكبس أو مكبسين.

أيهما أصح؟ (أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

١٠ - يقول الفني الأول:

أن ياي الرجوع يعمل على إرجاع مكبس السرج عند تحرير الفرامل.

ويقول الفني الثاني:

أن حابك المكبس يعمل على رجوع المكبس عند تحرير الفرامل.

أيهما أصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

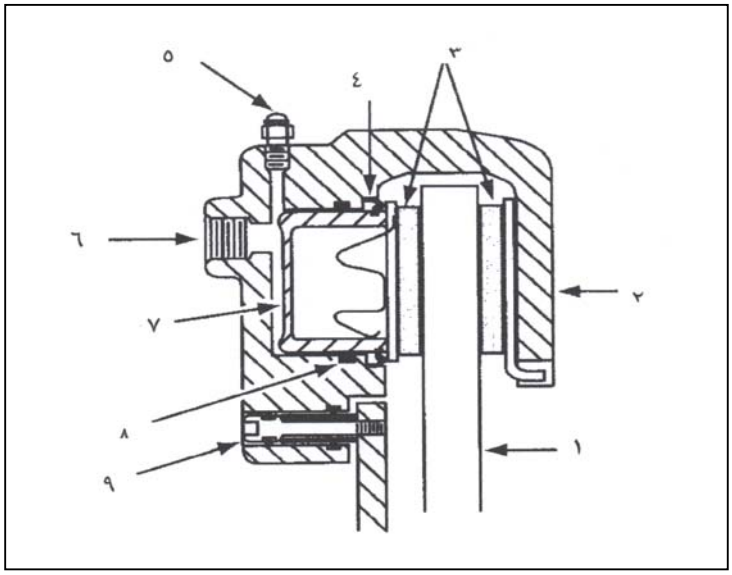
(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

التدريب الأول:

الجدارة : التعرف على أجزاء الفرامل القرصية.

المعطى: شكل يوضح أجزاء الفرامل القرصية.

المطلوب: دون مسميات أجزاء الفرامل القرصية الموضحة على الشكل التالي مع تحديد نوع سرج الفرامل.



رقم الجزء	الجـــــزء	رقم الجزء	**الجـــــزء**
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	
٥		نوع سرج الفرامل	

التدريب الثاني :

الجدارة : استبدال بطانات الاحتكاك .

المعطى : سيارة بها نظام الفرامل من نوع الفرامل القرصية ذات سرج متحرك.

المطلوب :

١. فحص حالة البطانات .
٢. تغيير البطانات القديمة بأخرى جديدة .
٣. تركيب سرج الفرامل وتجربة المركبة .

الملاحظات :

لابد من التدبيل على بدال الفرامل بعد تركيب سرج الفرامل قبل التحرك بالسيارة.

التدريب الثالث :

الجدارة : فحص سرج الفرامل القرصية.

المعطى : سيارة بها تسريب سائل الفرامل خارج من خلال سرج الفرامل في المحور الأمامي.

المطلوب :

١. فك سرج الفرامل من العجل الأمامي.
٢. فك وفحص أجزاء سرج الفرامل.

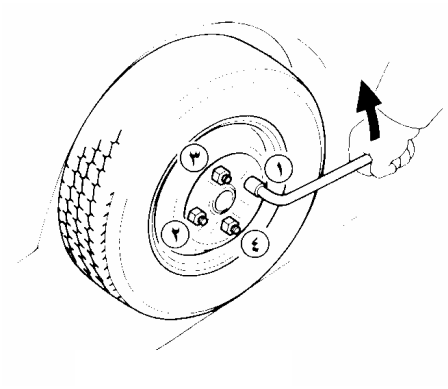
التدريب الرابع :

الجدارة : فحص حالة قرص الفرامل.

المعطى : نموذج رسم يوضح خطوات فحص حالة قرص الفرامل.

المطلوب :

تعبئة النموذج التالي حسب خطوات العمل.



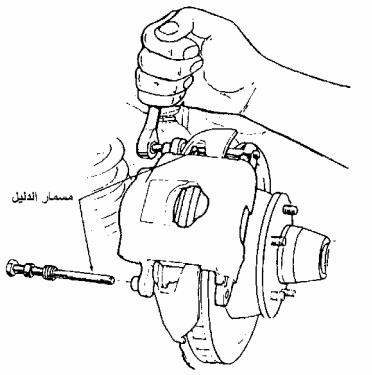
.....

.....

.....

.....

.....



.....

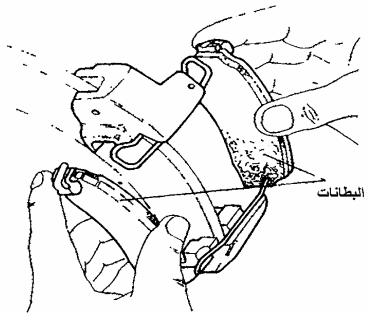
.....

.....

.....

.....

.....

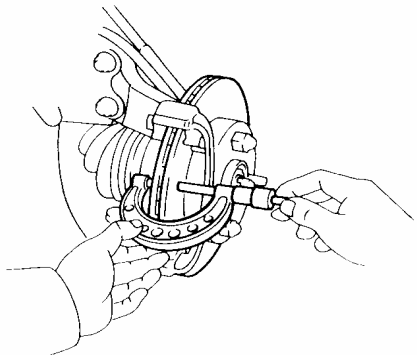


.....

.....

.....

.....



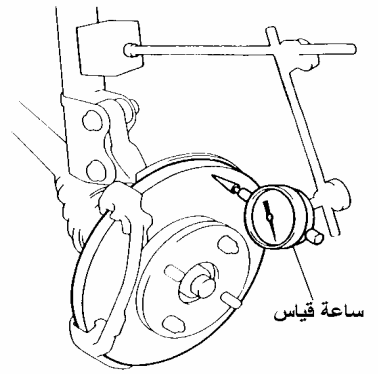
.....

.....

.....

.....

.....


ساعة قياس

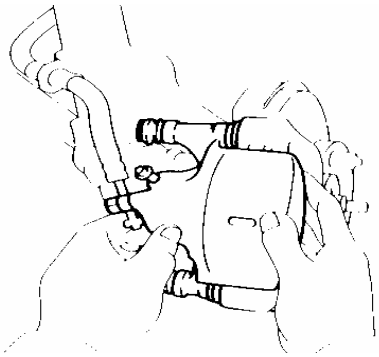
.....

.....

.....

.....

.....



.....

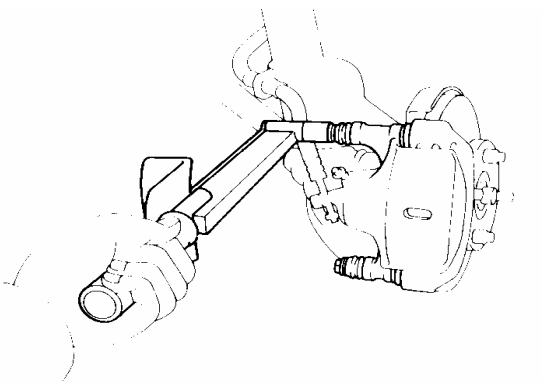
.....

.....

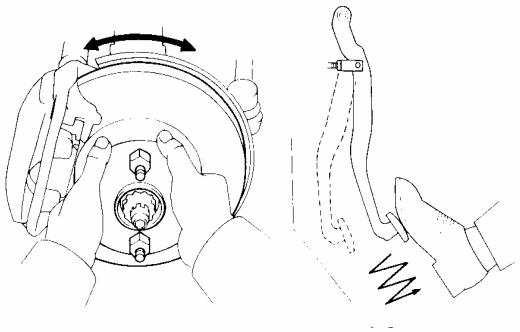
.....

.....

.....



.....



.....

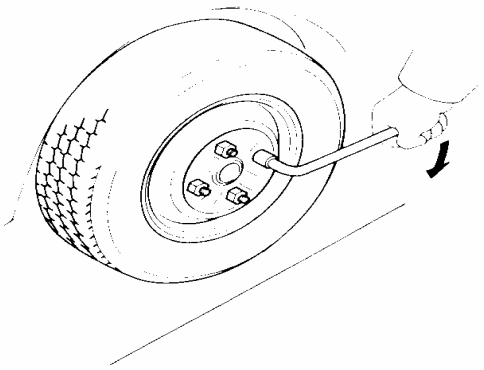
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

1- Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2- Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3- BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4- BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5- Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6- Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7- Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8- Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9- Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10- Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11- Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12- Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13- Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14- Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15- Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16- Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17- Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18- TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
19- TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
20- TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

نظام الفرامل

الفرامل الانفراجية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

نقدم إليك عزيزي المتدرب وحدة الفرامل الانفراجية المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال بنظام الفرامل. حيث تتضمن هذه الوحدة بالفصل الأول توضيحاً للأنواع المختلفة للفرامل الانفراجية ومكونات وأجزاء كل نوع. وكذلك بيان بوظيفة كل جزء وطريقة عمله. وفي الفصل الثاني سنعرض خطوات ضبط خلوص أحذية الفرامل وكذلك خطوات استبدال أحذية الفرامل.

للعمل في فرامل العجل المستخدمة اليوم بنظام الفرامل يجب أن تكون متفهم لكيفية تصميم الأجزاء المختلفة للفرامل ووظيفتها وطريقة عملها. هذه المعلومات سوف تساعدك في التشخيص السليم لأعطال الفرامل واتخاذ القرار بنوع وكيفية الإصلاح. ويجب الرجوع إلى كتيب الصيانة الخاص بالسيارة التي تتعامل معها قبل القيام بإجراء عمليات الحل من السيارة وتفكيك الأجزاء حيث تختلف خطوات الفك والتركيب واحتياطات السلامة من نظام إلى أخر.

وعليك أيها الأخ المتدرب أن تعمل على استيعاب المعلومات الموجودة بهذه الوحدة والتدرب على خطوات الفك والتركيب وأن تستفيد من تحذيرات السلامة المتضمنة بهذه الوحدة. هذا كما تحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني بالإضافة إلى التمرينات الخاصة بالمراجعة في نهاية الفصل الثاني التي تظهر مقدار فهمك للمادة العلمية والعملية بالوحدة.

الجدارة: معرفة مكونات وأجزاء الفرامل الانفراجية . وخطوات إجراء عمليات الفك والفحص والإصلاح للأجزاء.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على أنوع الفرامل الانفراجية.
٢ - التعرف على مكونات كل نوع.
٣ - التعرف على خطوات ضبط خلوص أحذية الفرامل.
٤ - إجراء عملية فك وفحص أحذية الفرامل.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات نظري + ٨ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل، نماذج قطاعات بأجزاء النظام المختلفة - العدد والأجهزة الخاصة بفك وقياس وإصلاح مكونات الفرامل الانفراجية.

متطلبات الجدارة: معرفة عامة بالسيارات وفهم جيد للوحدة الأولى و الثانية وطرق استخدام أجهزة القياس ومعدات الفك والتركيب والإصلاح.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- ❖ شرح الأجزاء الرئيسية للفرامل الانفراجية.
- ❖ شرح كيفية عمل الفرامل الانفراجية.
- ❖ شرح الأجزاء الرئيسية لاسطوانة العجل والغرض من كل جزء.
- ❖ معرفة ظاهرة التنشيط الذاتي للفرامل الانفراجية.
- ❖ شرح الأنواع المختلفة للأحذية وكيفية عملها.
- ❖ بيان الأنواع المختلفة للفرامل الانفراجية وطريقة عمل كل منها.
- ❖ شرح الأنواع المختلفة لضابط الخلوص الذاتي وكيفية عملها.
- ❖ إجراء عملية الضبط اليدوي لخلوص أحذية الفرامل.
- ❖ استبدال أحذية الفرامل الانفراجية.

الفصل الأول

الفرامل الانفراجية Drum Brakes

يرجع استخدام نظام الفرامل الانفراجية في السيارة إلى بداية تصنيع السيارات. وفي بداية عهد السيارات كانت وسيلة توصيل قوة الفرملة من البدال إلى العجل تتم عن طريق وصلات ميكانيكية من الأسلاك والأعمدة والروافع، وكانت الفرامل تستخدم للعجلات الخلفية فقط. وظل الحال على ذلك لفترة من الزمن حتى تم تصميم وصلات ميكانيكية معقدة لفرملة العجلات الأمامية التي تقوم بمهمة التوجيه.

وقد ظل استخدام الفرامل الانفراجية بالأربع عجلات لفترة طويلة. حتى بدأ ظهور الفرامل القرصية (والتي تتميز بميزات عدة عن الفرامل الانفراجية) والتي تم استخدامها في العجلات الأمامية فقط، مع الاستمرار باستخدام الفرامل الانفراجية للعجلات الخلفية لسهولة استخدامها كفرامل تثبيت للسيارة.
ومع الانتشار التدريجي لاستخدام الفرامل القرصية بالسيارات تم استبدال الفرامل الأمامية الانفراجية في معظم السيارات بالفرامل القرصية. وتستخدم بعض السيارات الحديثة الفرامل القرصية في الأربع عجلات. ولكن مازال استخدام الفرامل الانفراجية بالعجلات الخلفية قائم لمعظم السيارات المستخدمة، لما لها من مميزات على الفرامل القرصية ككفاءة استخدامها كفرامل تثبيت و قلة الضوضاء عند التشغيل.

أجزاء الفرامل الانفراجية

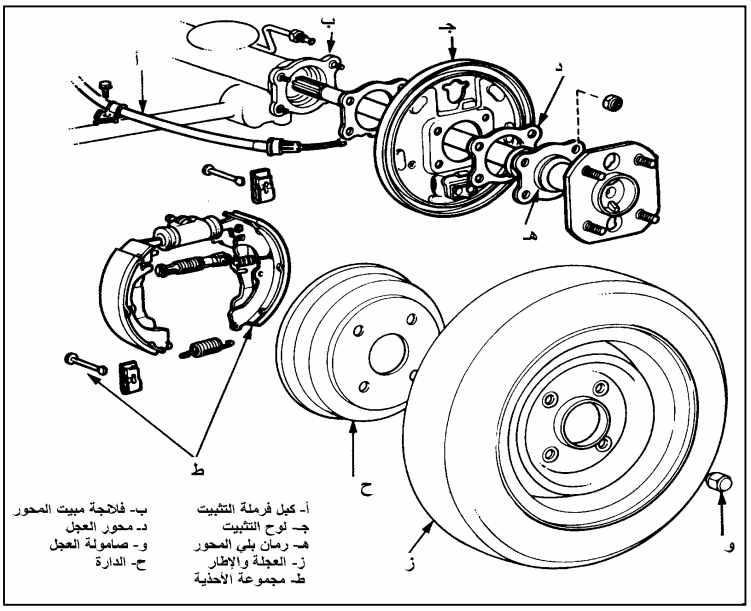
تشترك الأنواع المختلفة للفرامل الانفراجية في الأجزاء الرئيسية ولكن يأتي الاختلاف بينها في طريقة تثبيت الأحذية وأماكن تثبيت الياءات. والأجزاء الرئيسية للفرامل الانفراجية هي:

- مجموعة الدارة (الهوب أو الطنبور) والصرة.
- أحذية الفرامل.
- ياءات الرجوع.
- ياءات التثبيت.
- تجهيزة الضبط الذاتي.

ويضاف لأجزاء المحور الخلفي:

- تركيبة فرامل التثبيت.

ويبين شكل(١) أجزاء الفرامل الانفراجية للمحور الخلفي.



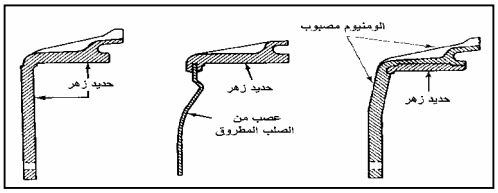
شكل (١): الأجزاء الرئيسية للفرامل الانفراجية

وتوفر الدارة والأحذية سطحي الاحتكاك. يوجد للدارة سطح مشغل على محيطها. وتركب العجلة على صرة الدارة عن طريق جوايط ومسامير. وقد تصنّع الدارة والصرة كجزء واحد أو جزأين منفصلين. وتحتوي الصرة على رمان بلي العجل.

أجزاء الاحتكاك والأجزاء الهيدروليكية لنظام الفرامل تركب على لوح التثبيت المركب على مبيت المحور أو مجموعة التعليق. وتحتوي الدارة على تلك الأجزاء داخلها وتدور حولها. عند التأثير بالفرملة يدفع الضغط الهيدروليكي المكبس للخارج، وينتقل الضغط إلى الأحذية حيث تدفع الأحذية حول نقطة دورانها وتلامس الدارة المتحركة مؤدية إلى توقفها.

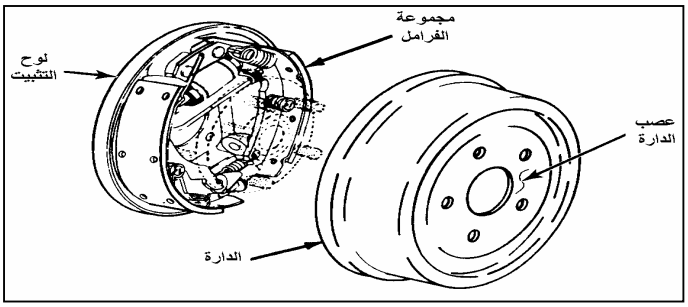
الدارة

تصنع الدارة من الحديد الزهر أو الصلب والحديد الزهر أو الألمنيوم ببطانة من الحديد ، شكل(٢).



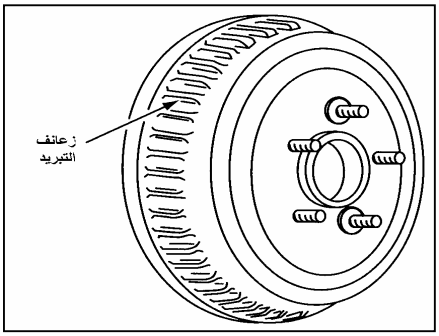
شكل (٢): المواد المصنّع منها الدارة

ويستخدم الحديد في جميع أنواع الدارات كسطح احتكاك، وذلك لاحتواء الحديد على خواص جيدة بالنسبة للاحتكاك والبري والتوصيل الحراري. وتركب الدارة فوق الأجزاء المثبتة بلوح التثبيت، وتستخدم حافة الدارة كسطح احتكاك، ويسمى الجزء المغلق بعصب الدارة ويحتوى على الصرة ورمان بلي العجل أو به ثقوب تثبيت الدارة مع فلانشة محور العجل أو الصرة، شكل(٣).



شكل (٣): تركب الدارة فوق مجموعة الفرامل

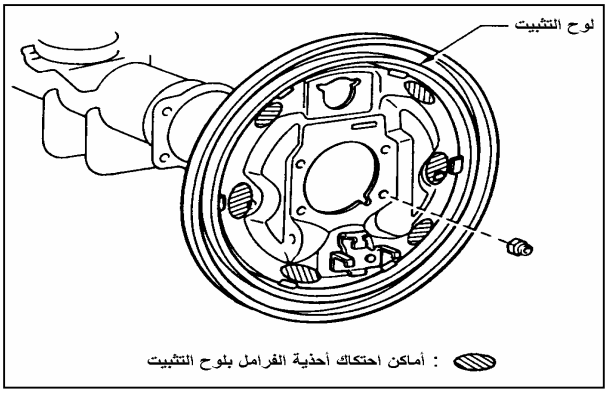
بعض من الدارات المصنوعة من الألمنيوم يوجد بها زعانف على الحافة الخارجية لزيادة كفاءة التبريد، شكل(٤).



شكل(٤): تبريد الدارة

لوح التثبيت

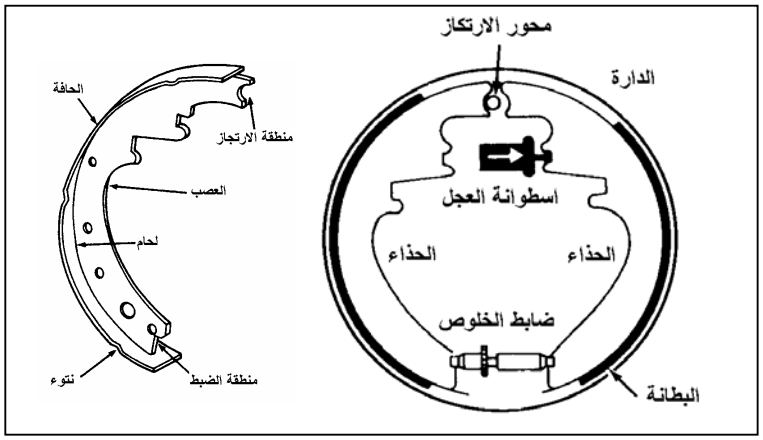
يصنع لوح التثبيت من الصلب المكبوس، ويركب اللوح الخلفي بالمسامير إما إلى توصيلة التعليق بالمحور الأمامي أو إلى فلانجة مبيت محور العجل بالمحور الخلفي. ويثبت على لوح التثبيت جميع أجزاء الفرامل عدا الدارة. عند التأثير بالفرملة تنزلق الأحذية على سطح لوح التثبيت، وتوفر أماكن احتكاك الأحذية باللوح دعم لحركة الأحذية. في كل مرة يتم فيها تفكيك أجزاء الفرامل يجب فحص نقاط الاحتكاك وتشحيمها بشحم مقاوم لدرجات الحرارة العالية، شكل(٥).



شكل (٥) : لوح التثبيت ونقاط الاحتكاك مع الأحذية

أحذية الفرامل

أحذية الفرامل هي الجزء الذي يثبت عليه بطانات الاحتكاك التي تلامس الدارة. وتصنع من ألواح الصلب أو من الألمنيوم المصبوب على شكل نصف دائرة لتتطابق مع سطح الدارة. الجزء الخارجي للأحذية يسمى الحافة تثبت عليها البطانات أما عن طريق البرشمة أو اللصق. بعض الأحذية بها نتوءات على جانبي الحافة تلامس نقاط الاحتكاك للوح التثبيت وتحافظ على وضع الأحذية بالنسبة للدارة. ويقوم الجزء الداخلي للحذاء (العصب) الملحوم متعامداً مع الحافة بدعم الحافة. كما يوفر مكان لارتكاز الحذاء وتركيب يايات الرجوع والتثبيت وتوصيلات فرامل تثبيت السيارة و تركيبة الضبط الذاتي، شكل(٦).

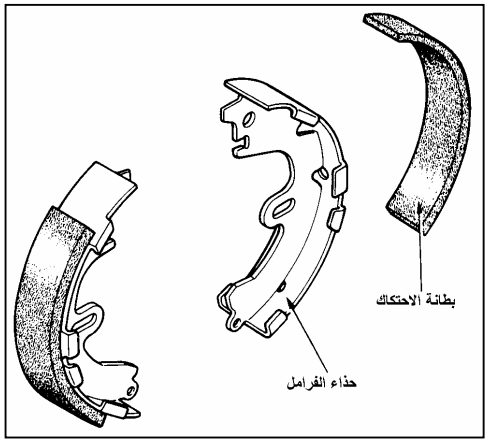


شكل (٦): بيان مكونات وأجزاء الحذاء

وتستخدم بالفرامل الاحتكاكية أحذية بأشكال وأحجام مختلفة وذات أعصاب مختلفة الشكل حيث تختلف بها أماكن الثقوب حسب نوع الفرامل المستخدم بها الحذاء.

بطانات الاحتكاك

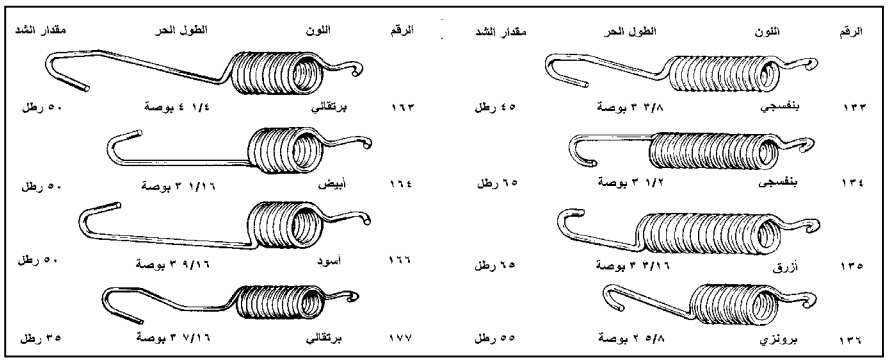
تركب بطانات الاحتكاك على الأحذية عن طريق اللصق أو البرشمة. ويختلف وضعية البطانات على الحذاء حسب نوعية الحذاء ومكانه لنوع الفرامل المستخدم، شكل(٧).



شكل (٧): تركيب بطانات الاحتكاك

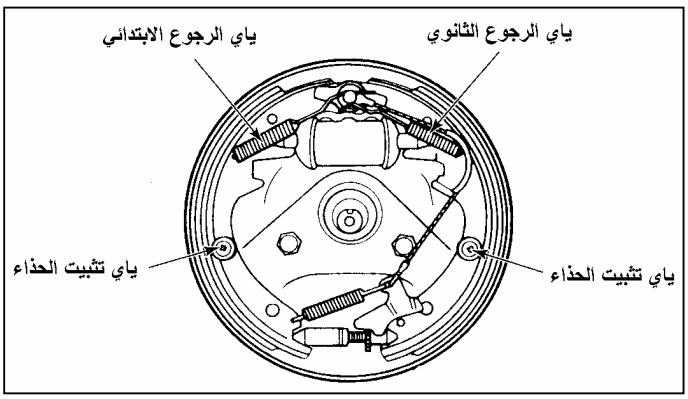
يايات ترجيع الأحذية و يايات تثبيت الأحذية

يايات ترجيع الحذاء: تستخدم يايات شد قوية لإرجاع الأحذية عند تحرير الفرملة وتبقيها في تلامس مع ارتكازها وأذرع الدفع لاسطوانات العجل. وتعرف اليايات عن طريق رقم الجزء والطول الحر ومقدار الشد ، ومعظم اليايات يكون لها ترميز حسب اللون للتمييز بين اليايات التي لها نفس الشكل كما يبين ذلك شكل(٨).



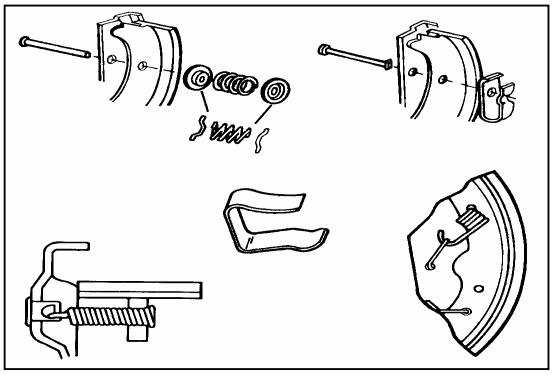
شكل (٨): الأشكال المختلفة لليايات الترجيع وترميزها ومواصفاتها

تختلف أنواع وعدد ومكان يايات الترجيع من سيارة إلى أخرى ولكن جميع اليايات تصل من حذاء لآخر أو من حذاء لمحور ارتكاز، انظر شكل(٩).



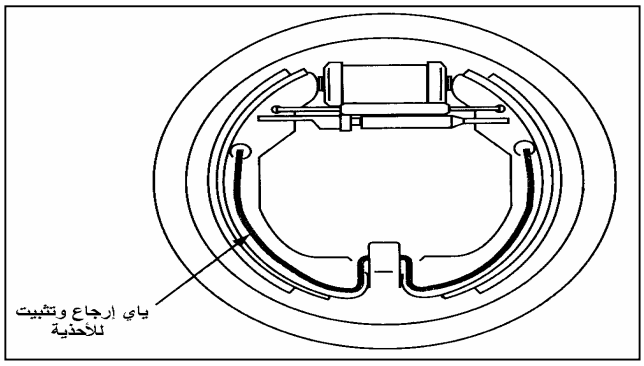
شكل (٩): أماكن تثبيت يايات الترجيع ويايات التثبيت

ياياات تثبيت الحذاء: تعمل ياياات تثبيت الأحذية على تثبيت الحذاء في وضعه وأن يكون له المرونة للسماح للحذاء لأداء عمله في تأثير وتحرير الفرامل. وتتنوع تصميمات وأشكال ياياات التثبيت كما يبين ذلك شكل(١٠).



شكل (١٠): ياي ترجيع وتثبيت للحذاء

وتستخدم بعض السيارات ياي واحد كبير على شكل حذاء الحصان والذي يعمل كياي ترجيع وياي تثبيت للأحذية في نفس الوقت كما في شكل(١١).

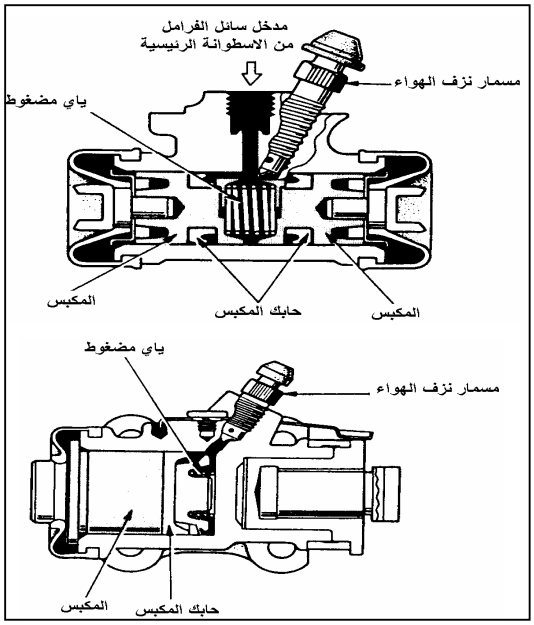


شكل(١١) : ياياات تثبيت الأحذية

اسطوانات العجل

تحول اسطوانات العجل الضغط الهيدروليكي الناشئ بالأسطوانة الرئيسية إلى قوة تؤثر على أحذية الفرامل، وتستخدم بالسيارات إما أسطوانة عجل بمكبسين (مزدوجة) أو أسطوانة عجل بمكبس واحد (أحادية)، شكل(١٢)، وتتكون أسطوانة العجل من الأجزاء التالية:

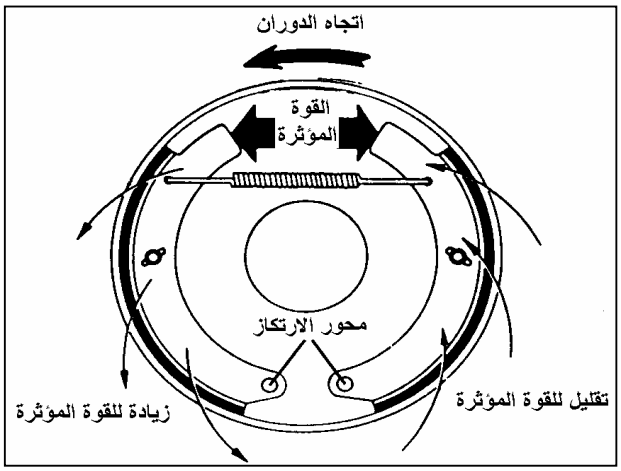
▪ جسم الأسطوانة.	▪ المكابس.	▪ الحابك.
▪ الياي.	▪ ممدد الحابك.	▪ واقي لمنع دخول الأتربة.



شكل (١٢): أسطوانات العجل

ظاهرة التنشيط الذاتي للفرامل الانفراجية

عند استخدام الفرملة تدفع القوة المؤثرة من أسطوانة العجل الحذاء لمقابلة الدارة وتتكون نتيجة لذلك قوة احتكاك بين سطحي البطانة والدارة. تعمل قوة الاحتكاك المؤثرة على البطانة على دفع الحذاء في اتجاه دوران الدارة. وحيث أن الحذاء مرتكز في نهايته على محور ارتكاز فإنه لن يستطيع الدوران مع الدارة. ويؤدي ذلك إما إلى زيادة مقدار قوة دفع الحذاء في اتجاه الدارة، أو إلى قلة مقدارها حيث يعتمد ذلك على اتجاه القوة المؤثرة واتجاه دوران الدارة. وتسمى زيادة القوة المؤثرة بقوة التنشيط الذاتي وكما هو مبين بشكل(١٣).



شكل (١٣): تأثير اتجاه الدوران على مقدار القوة المؤثرة

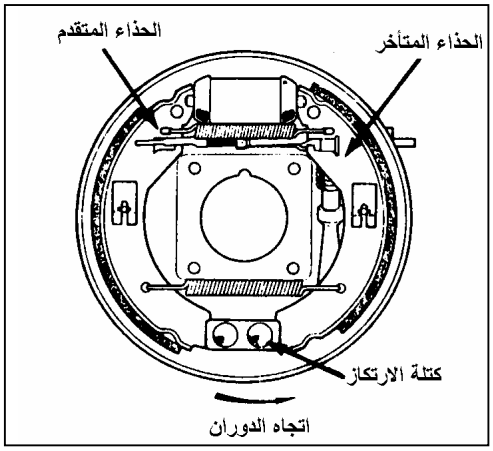
ويسمى الحذاء الذي يكون اتجاه القوة المؤثرة عليه هو نفس اتجاه دوران الدارة بالحذاء المتقدم.

ويسمى الحذاء الذي يكون اتجاه القوة المؤثرة عليه في عكس اتجاه دوران الدارة بالحذاء المتأخر.

وتعتمد قوة الفرملة نتيجة دفع الحذاء على الدارة على مقدار القوة الإجمالية المؤثرة على الحذاء.

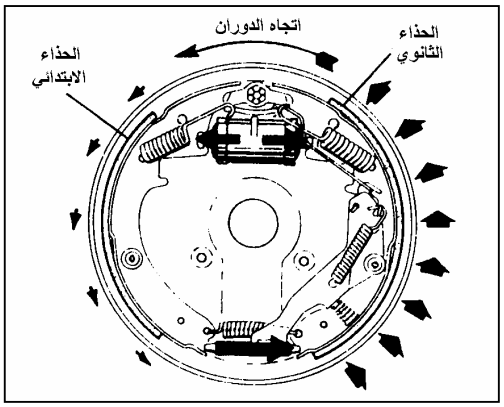
ولذلك تكون قوة الفرملة الناتجة من الحذاء المتقدم أكثر من قوة الفرملة الناتجة من الحذاء المتأخر (٧٥٪ تقريباً من قوة فرملة العجلة يشارك بها الحذاء المتقدم)، انظر شكل(١٤).

وتستخدم في بعض أنواع الفرامل الانفراجية محور ارتكاز واحد للحذاءين. وقد تم وضع الأحذية بحيث يمكن لأحدهما أن يؤثر بالضغط على الأخر. في هذا النوع يؤثر الحذاء المتقدم على الحذاء المتأخر وهذا ما يسمى بعملية المؤازرة (سيرفو). في فرامل السيرفو، يسمى الحذاء المتقدم حذاء ابتدائي ويسمى الحذاء المتأخر الحذاء الثانوي. وفي العادة يكون الحذاء الابتدائي موضوعاً ليواجه مقدمة السيارة، والحذاء الثانوي ليواجه مؤخرة السيارة.



شكل (١٤): أحذية الفرامل الانفراجية

عند استخدام الفرملة فإن حركة دوران الدارة تنشط الحذاء الابتدائي وتحاول أن تجعله يدور مع الدارة. وحيث أنه هناك اتصال بين الحذاءين فإن حركة الحذاء الابتدائي سوف تنتقل إلى الحذاء ا لثانوي، كما هو موضح بالشكل(١٥). هذا النوع من الفرامل يسمى الفرامل المؤازرة (سيرفو) ويشارك الحذاء الثانوي بحوالي ثلث قوة الفرملة والتي معظمها من عملية المؤازرة.



شكل (١٥) نظرية عمل فرامل المؤازرة

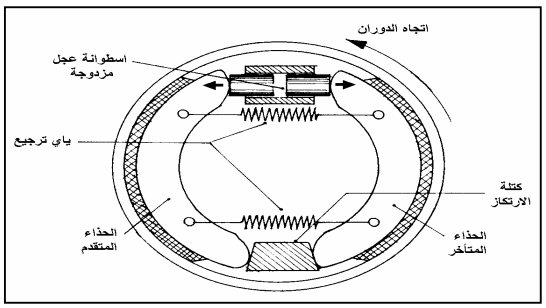
أنواع الفرامل الأنفراجية

تختلف أنواع الفرامل الانفراجية حسب مكان ارتكاز الأحذية ووضعية اسطوانات العجل. وهناك أربعة أنواع شائعة الاستخدام من الفرامل الانفراجية.

- الفرامل البسيطة ذات الحذاء المتقدم والحذاء المتأخر (سيمبلكس).
- الفرامل المزدوجة ذات الحذاءين المتقدمين (دوبلكس).
- الفرامل المؤازرة ذات مكبس واحد (يوني سيرفو).
- الفرامل المؤازرة ذات مكبسين (ديو سيرفو).

الفرامل البسيطة ذات الحذاء المتقدم والحذاء المتأخر (سيمبلكس)

في هذا النوع الجزء العلوي من الحذاءين تؤثر عليه القوى الناتجة من أسطوانة العجل، أما الجزء السفلي فيرتكز على محور أو كتلة ارتكاز ثابتة. يستخدم هذا النوع أسطوانة عجل من النوع المزدوج.
ويبين شكل(١٦) تركيبة هذا النوع من الفرامل. هذا النوع يستخدم غالباً في العجل الخلفي للسيارات الخاصة والشحنات الصغيرة.



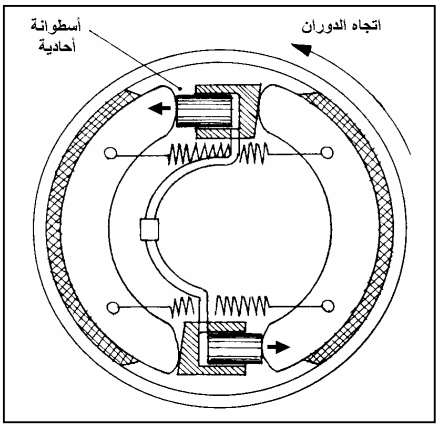
شكل (١٦): الفرامل ذات الحذاء متقدم - متأخر

في حالة دوران الدارة واستخدام الفرامل فإن الجزء العلوي من الأحذية يندفع إلى الخارج (نتيجة للقوة الناتجة من أسطوانة العجل) حول نقطة ارتكاز الجزء السفلي. الحذاء الأقرب لمقدمة السيارة يسمى الحذاء المتقدم والحذاء الأقرب لمؤخرة السيارة يسمى الحذاء المتأخر. عند الرجوع بالسيارة للخلف فإن الحذاء المتقدم يصبح متأخر والحذاء المتأخر يصبح متقدم. وبذلك تتساوى قوة الفرملة عند السير بالسيارة في أي من الاتجاهين.

في هذا ا لنوع تتآكل البطانة في الحذاء المتقدم بمعدل أعلى من تآكلها في الحذاء المتأخر حيث يعزى ذلك إلى أن قوة فرملة الحذاء المتقدم أكبر من قوة فرملة الحذاء المتأخر. في بعض الأحيان تكون بطانة احتكاك في الحذاء المتقدم أكثر طولاً من بطانة الاحتكاك في الحذاء المتأخر، حتى يتساوى التآكل في بطانة الحذاءين.

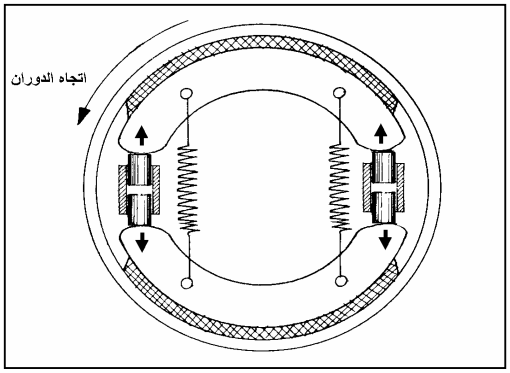
الفرامل المزدوجة ذات الحذاءين المتقدمين (دوبلكس)

يقسم نوع الفرامل ذات الحذاءين المتقدمين إلى أحادي التأثير أو ثنائي التأثير. في نوع الفرامل ذات الحذاءين أحادي التأثير يوجد اسطوانتان عجل، كل منهما لها مكبس في طرف واحد فقط كما يظهر في
شكل(١٧). هذا النوع يستخدم غالباً في المحور الأمامي للسيارات الخاصة والشاحنات الصغيرة.



شكل (١٧): الفرامل ذات الحذاءين المتقدمين أحادي التأثير

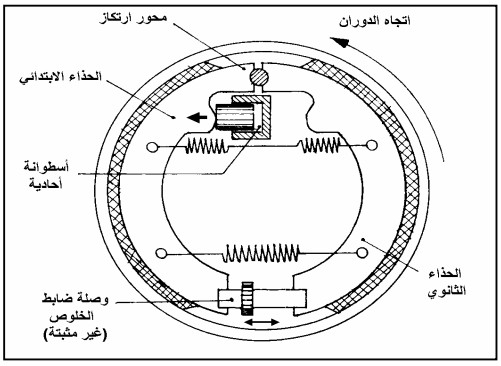
عند حركة السيارة للأمام واستخدام الفرملة يعمل كلا الحذاءين كحذاء متقدم. هذا النوع له قوة فرملية أكبر من الفرامل ذات الحذاء المتقدم والحذاء المتأخر. في حالة حركة السيارة للخلف يعمل كلا الحذاءين كحذاء متأخر. ويصبح للفرملة قوة فرملية أقل من الفرامل ذات الحذاء المتقدم والحذاء المتأخر.
نوع الفرامل ذو الحذاءين المتقدمين ثنائي التأثير له أسطوانتان عجل، كل أسطوانة لها مكبسان بطرفيها كما يظهر في شكل(١٨). هذا النوع له نفس قوة الفرملة في اتجاهي الحركة. ويستخدم هذا النوع في الفرامل الخلفية للشاحنات.



شكل (١٨): الفرامل ذات الحذاءين المتقدمين ثنائي التأثير

فرامل المؤازرة أحادية المكبس (يوني سيرفو)

في هذا النوع يوجد أسطوانة عجل واحدة لها مكبس في طرف واحد من الاسطوانة، كما يوجد أسطوانة متحركة يمكن ضبطها تصل الحذاءين معاً، كما يظهر في شكل(١٩).

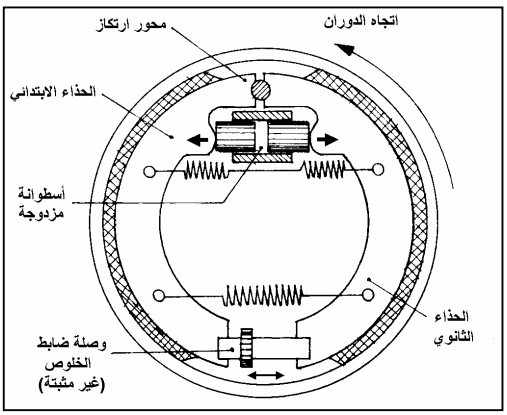


شكل (١٩): فرامل المؤازرة أحادية المكبس

عندما يقوم المكبس بدفع الجزء العلوي للحذاء ضد الدارة تعمل حركة الدوران على نقل الحركة من الحذاء المدفوع إلى الحذاء الآخر، وبذلك يعمل كلا الحذاءين كحذاء ابتدائي. ولكن في حالة الرجوع للخلف يعمل كلا الحذاءين كحذاء متأخر.

فرامل المؤازرة ثنائية المكبس (ديو سيرفو)

هذا النوع له نفس تصميم فرامل السيرفو أحادية المكبس ولكن أسطوانة العجل المستخدمة بهذا النوع هي النوع ثنائي المكبس والذي له قوة فرملية عالية بالنسبة للأنواع السابقة. ويعطي هذا النوع نفس قوة الفرملة في اتجاهي حركة السيارة، انظر شكل(٢٠). يستخدم هذا النوع في العجل الخلفي للشاحنات. في هذا النوع دائماً الحذاء الثانوي له طول بطانة أطول من الموجودة بالحذاء الابتدائي.



شكل (٢٠): فرامل المؤازرة ثنائية المكبس

الضابط الذاتي لخلوص الأحذية

يؤدي استخدام الفرملة إلى تآكل بطانات الاحتكاك، ويؤدي ذلك إلى نقص في سمك البطانة وبالتالي إلى زيادة الخلوص بين الدارة والبطانة. مع زيادة الخلوص يزداد مشوار البدال ونحتاج إلى كمية أكبر من سائل الفرامل بأسطوانة العجل لتعويض زيادة الخلوص.

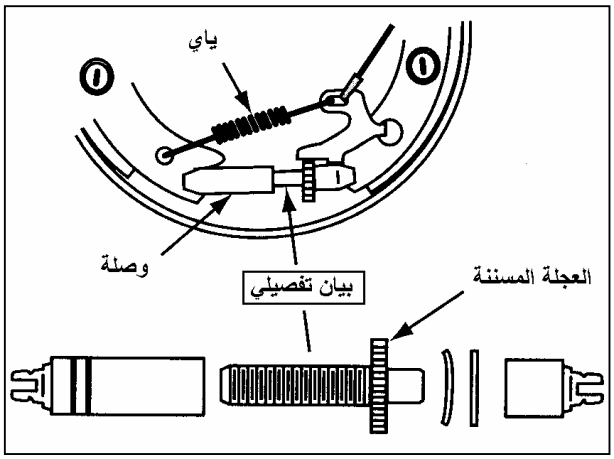
فالزيادة الكبيرة للخلوص تؤدي إلى تأخير في الفرملة وزيادة مسافة التوقف. كما أن في حالة أن الخلوص أصغر من اللازم فقد يؤدي ذلك إلى غلق وتحميل الفرامل. كما أن في حالة أن الخلوص غير متساوى في الأربع عجلات فيمكن للسيارة أن تنحرف لإحدى الجانبين عند استخدام الفرملة.

ولتجنب ذلك يجب إبقاء الخلوص بين البطانة والدارة محافظ عليه بدقة. في بعض السيارات يتم ذلك يدوياً ويجب القيام بذلك بصفة دورية، وفي البعضالآخريتم ذلك تلقائياً أو ذاتيا.

الضبط الذاتي للفرامل ثنائية المكبس المؤازرة (ديو سيرفو)

الجزء السفلي من الأحذية بنظام (ديو سيرفو) متصلين ببعضهما عن طريق وصلة ويستخدم ياي قوي لإبقاء الأحذية متصلة بالوصلة. هذه الوصلة غير مثبتة بلوح التثبيت وتعمل على نقل قوة السيرفو من حذاء للآخر أثناء الفرملة.

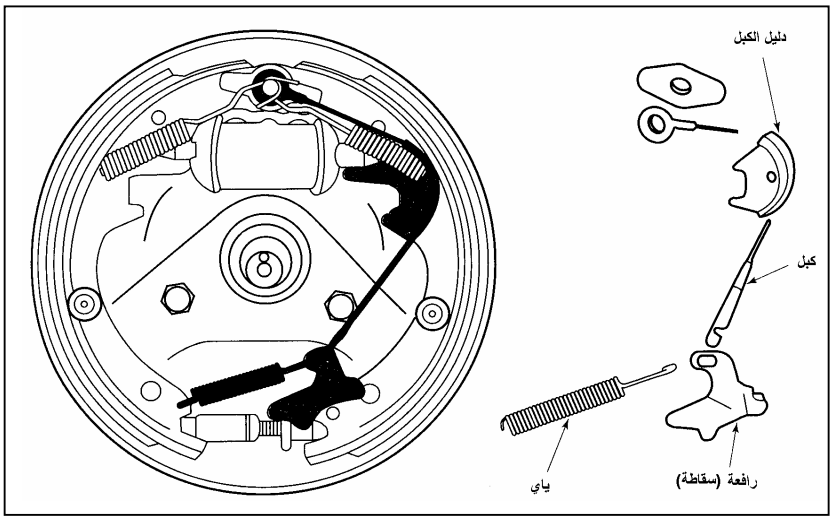
نصف الوصلة لها قلاووظ داخلي والنصفالآخرله قلاووظ خارجي. الجزء الذي به قلاووظ خارجي له عجلة مسننة (عجلة النجمة) ناحية إحدى طرفيه. عند تجميع الجزأين وإدارة العجلة المسننة يؤدي ذلك إلى إدخالهما أو إخراجهما من بعضهما. وهذا يؤدي إلى زيادة طول الوصلة أو تقصيرها لضبط الخلوص بين البطانة والدارة. يبين شكل(٢١) أجزاء وصلة الضبط الذاتي.



شكل (٢١): وصلة قابلة للضبط بين الحذاءين

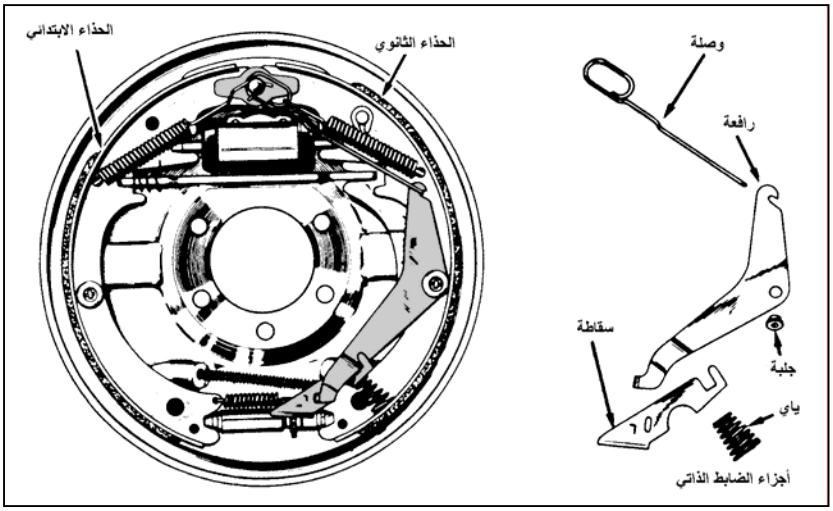
الضبط اليدوي: للضبط اليدوي لفرامل (ديو سيرفو) يتم إدخال أداة الضبط من فتحة باللوح الخلفي لتقابل العجلة المسننة وتديرها لعمل ضبط الخلوص. (حتى في حالة وجود ضبط ذاتي للفرامل، فإن الضبط الابتدائي يتم عن طريق ذلك عند تغير بطانات الأحذية أو تشغيل (خرط) سطح الدارة.

الضبط الذاتي: يتم تشغيل الضبط الذاتي عن طريق الحذاء الثانوي وذلك عن طريق إما كبل أو ذراع رافعة متصلة بالحذاء الثانوي. يتصل السلك أو ذراع الرافعة بسقاطة تتصل بالعجلة المسننة، شكل(٢٢). فعند استخدام الفرملة عند الرجوع للخلف يتحرك الحذاء الثانوي بعيداً عن نقطة ارتكازه، في حالة وجود خلوص كبير بين البطانة والدارة نتيجة تآكل البطانة، فإن الحذاء سيتحرك مسافة كبيرة تؤدي إلى جذب السلك أو ذراع الرافعة لتحريك السقاطة للسنة التالية. عند رفع القدم من على بدال الفرامل يعمل ياي السقّاطة على جعل السقّاطة تدير العجلة المسننة في اتجاه زيادة طول الوصلة. وهذا يؤدي إلى ضبط الخلوص.



شكل (٢٢): نظام ضبط ذاتي يعمل بالسلك لفرامل ديو سيرفو

وقد يستخدم بدلاً من السلك رافعة وتختلف قليلا عن طريقة عمل السلك فإن نظام الضبط الذاتي الذي يعمل بالرافعة يؤدي إلى تدوير العجلة المسننة أثناء استخدام الفرامل وليس أثناء رفع القدم من على البدال، كما هو موضح بالشكل(٢٣).



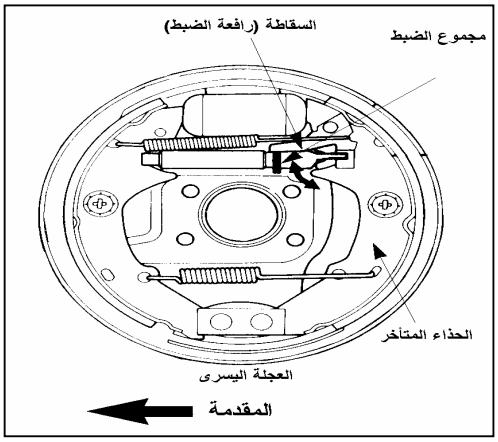
شكل (٢٣): نظام ضبط ذاتي يعمل بالرافعة لفرامل ديو سيرفو

❖ يستخدم بمجموعة العجلة المسننة قلاووظ يمين أو قلاووظ يسار لاستخدامهما في فرامل العجل بناحيتي السيارة. ولهذا يجب عدم خلط أجزاء الضبط للناحية اليمنى للسيارة بالناحية اليسرى.

الضبط الذاتي لفرامل الحذاء المتقدم والمتأخر

من الأنظمة المستخدمة للضبط الذاتي لفرامل الحذاء المتقدم والمتأخر نظام الضبط الذاتي بواسطة العجلة المسننة. ويمكن للضبط الذاتي أن يعمل عن طريق الحذاء المتقدم أو الحذاء المتأخر ويمكن أن يعمل عند استخدام الفرملة في الحركة الأمامية أو الخلفية.

في العادة تكون العجلة المسننة جزء من عمود الدعم لفرامل التثبيت الذي يصل بين الحذاءين. ويمكن للسقاطة أن تعمل عن طريق الحذاء المتقدم أو المتأخر للتعشيق مع العجلة المسننة أثناء استخدام الفرامل أو تحريرها كما هو موضح بالشكل(٢٤).



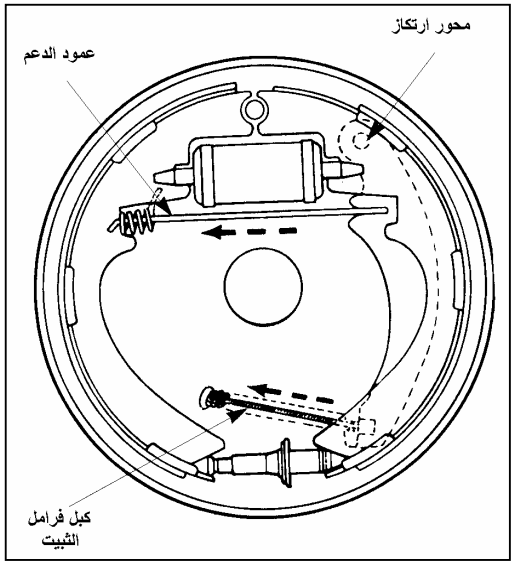
شكل (٢٤): الضبط الذاتي لفرامل ذات الأحذية متقدم - متأخر

فرامل التثبيت

عندما تستخدم الفرامل الانفراجية بالعجل الخلفي فإن مجموعة فرامل العجل تحتوي على رافعة فرملة التثبيت التي تتصل بالحذاء الثانوي. طرف الرافعة العلوي متصل مع الحذاء والطرف السفلي متصل بسلك فرملة التثبيت.

عند استخدام الفرملة فإن السلك يسحب الرافعة للأمام. هذا يجعل الرافعة تدور حول محورها. وتؤثر بالضغط على الحذاء المتقدم عن طريق عمود الدعم الوصل بين الحذاءين.

عندما يلامس الحذاء المتقدم الدارة فإن رافعة فرملة التثبيت ترتكز على نهاية عمود الدعم وتجعل نهاية الرافعة تدفع الحذاء المتأخر ليلامس الدارة، شكل(٢٥) يبين الأجزاء الرئيسية لفرامل التثبيت بمجموعة فرامل العجل.



شكل (٢٥): أجزاء فرامل التثبيت

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح الفرامل الانفراجية

Drum Brake Service

ضبط خلوص أحذية الفرامل

(فرامل بدون ضبط تلقائي)

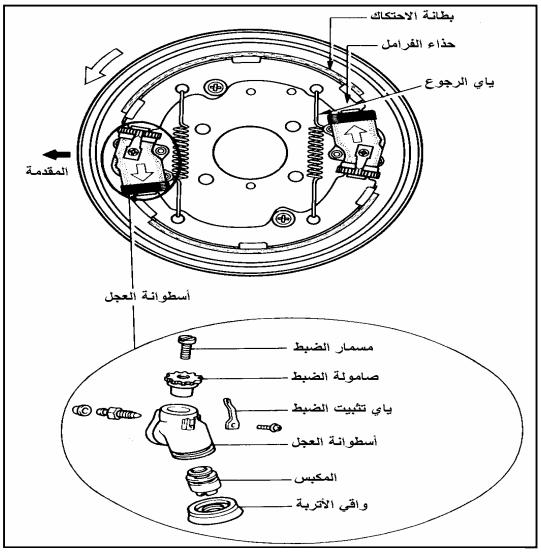
Brake Shoe Clearance Adjustment

(Non-automatic Adjuster Type)

١ - فرامل ذات حذاءين متقدمين (دوبلكس)

التركيب:

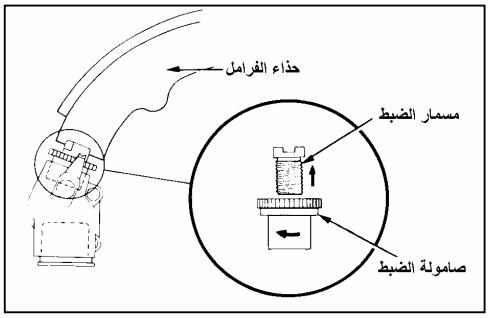
تركب أسطوانة العجل في هذا النظام كما هو واضح بشكل (١). حيث تضغط الأحذية عن طريق ياي (نابض) الرجوع على صامولة الضبط والمكبس. عند الضغط على البدال يندفع المكبس تحت تأثير الضغط فيدفع مسمار الضبط الأحذية للخارج حتى تلامس بطانات الاحتكاك الدارة.



شكل (١): الفرامل ذات الحذاءين المتقدمين

التآكل في البطانات سوف يزيد الخلوص بين البطانات والدارة. يؤدي ذلك إلى زيادة مشوار البدال أثناء الفرملة وبالتالي يقلل من المسافة المتبقية للبدال، ولهذا يجب إجراء عملية ضبط الخلوص للتغلب على ذلك.

لإجراء عملية الضبط يلزم رفع ياي تثبيت الضبط مع تدوير صامولة الضبط كما هو موضح بشكل (٢). عند إدارة الصامولة يتغير طول مسمار الضبط الملامس للأحذية وبالتالي يتغير الخلوص.



شكل (٢) : ضبط الخلوص عن طريق دوران صامولة الضبط

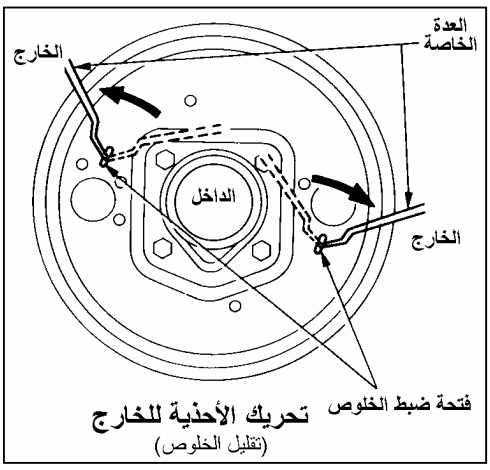
صامولة الضبط يمكن دورانها عن طريق عدة خاصة تدخل عن طريق فتحة الضبط الموجودة بالجهة الخلفية للوح التثبيت.

ضبط الخلوص

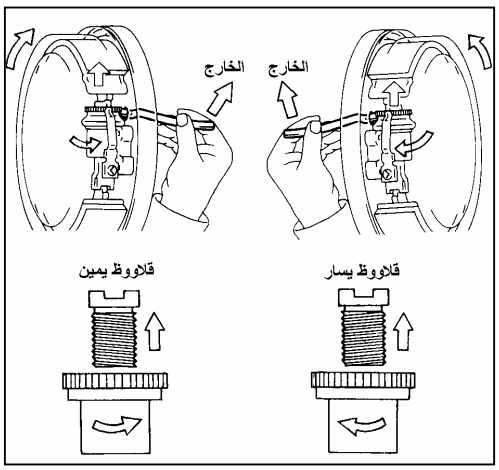
١. حمل السيارة على الرافعة، بحيث تكون العجلة المراد ضبط الخلوص بها حرة.
٢. حرر فرملة التثبيت.
٣. أنزع سدادة فتحة الضبط الموجودة بلوح التثبيت.
٤. استخدم العدة الخاصة (عدة ضبط الفرامل)، لف صامولة الضبط حتى تمتنع العجلة عن الدوران (تأكد من ذلك عن طريق محاولة لف العجلة باليد).

تنبيه:

لزيادة طول مسمار الضبط (تقليل الخلوص) استخدم العدة الخاصة لضبط الخلوص، وذلك بتحريك العدة الخاصة من الداخل للخارج للف صامولة الضبط هذا دون اعتبار لوضع ومكان العجلة. ولتقليل طول مسمار الضبط (زيادة الخلوص) حرك العدة الخاصة من الخارج للداخل كما هو موضح بالشكل (٣). ولهذا السبب، تم عمل القلاووظ مسمار الضبط قلاووظ يسار للعجلات اليسرى وقلاووظ يمين للعجلات اليمنى. ولهذا يجب توخي الحذر عند تركيب مسمار الضبط وصامولة الضبط في أماكنها الصحيحة انظر شكل(٤).



شكل (٣): ضبط خلوص الأحذية



شكل (٤): طريقة ضبط موحدة للعجلات

٥. تستخدم العدة الخاصة للف صامولة الضبط للخلف عدة أسنان للحصول على الخلوص المطلوب. عدد الأسنان التي يجب إرجاعها للحصول على الخلوص محدد بكتيب المواصفات لكل سيارة.
كرر العمليات من ٣ - ٥ لجميع الأحذية.

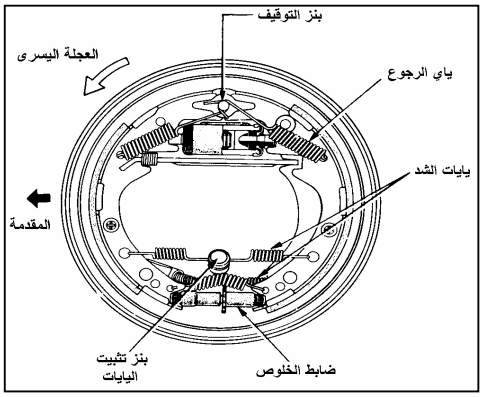
تنبيه:
للعجلة ذات الاسطوانتين لا تحاول ضبط الحذاءين في نفس الوقت.

٦. ركب سدادة فتحة الضبط.

٢ - فرامل ذات أحذية بمؤازر (سيرفو)

التركيب

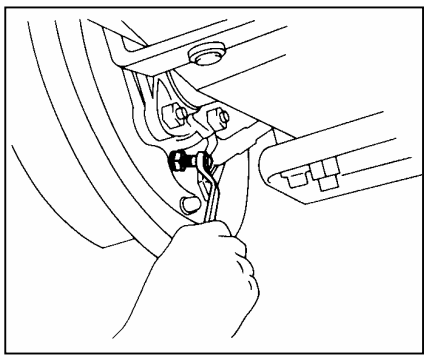
هذا النوع مصمم كما هو موضح بالشكل (٥). الجزء العلوي من الأحذية يكون مضغوط على المرتكز (بنز التوقيف) عن طريق يايات الترجيع. والجزء السفلي من الأحذية يكون مضغوط على ضابط الخلوص عن طريق يايات الشد. ويتم ضبط الخلوص عن طريق لف ضابط الخلوص.



شكل (٥): الفرامل ذات أحذية بمؤازر

ضبط الخلوص

١. حمل السيارة على الرافعة، بحيث تكون العجلة المراد ضبط الخلوص بها حرة.
٢. حرر فرملة التثبيت.
٣. حل شد مسمار تثبيت الياءات كما هو مبين بشكل (٦).

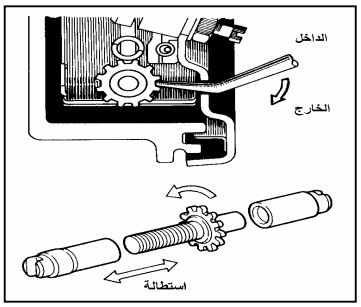


شكل (٦): فك شد مسمار تثبيت الياءات

٤. أنزع سدادة فتحة الضبط الموجودة بالجهة الخلفية للوح التثبيت.
٥. حرك العجلة المسننة لضابط خلوص الأحذية باستخدام العدة الخاصة (عدة ضبط الفرامل)حتى تمتنع العجلة عن الدوران كما في شكل (٧) (تأكد عن طريق محاولة لف العجلة باليد).

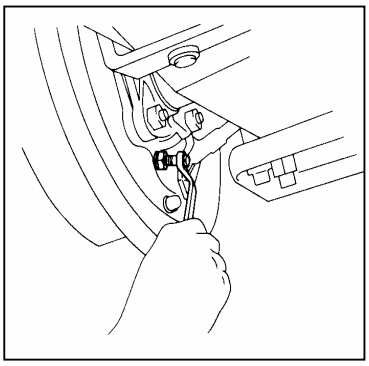
تنبيه:

- لتقليل الخلوص (زيادة طول ضابط خلوص الأحذية) يلف الضابط بواسطة عدة خاصة من الداخل للخارج لجميع العجلات دون التقيد بموقع العجلات.
- يجب التأكد عند تركيب ضابط خلوص الأحذية أنه ركب في موقعه الصحيح.



شكل (٧): ضبط خلوص الأحذية

٦. أحكم ربط مسمار تثبيت الياءات كما في شكل (٨). الأسطوانة هذا المسمار مصمم عند ربطه يجعل الأحذية متناسقة حول المركز.



شكل (٨): إحكام ربط مسمار تثبيت الياءات

٧. لف العجلة المسننة لضابط الخلوص للخلف (لزيادة الخلوص) حتى يمكنك لف العجلة باليد. عدد الأسنان التي يجب إرجاعها بالضابط تختلف من سيارة إلى أخرى وتجد المعلومات الخاصة بذلك مدونة بكتيب الصيانة الخاص بالسيارة التي يجرى ضبط خلوص أحذيتها.

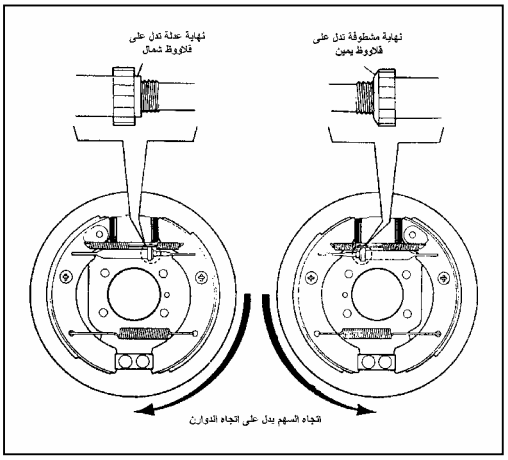
٨. ركب سدادة فتحة ضبط الخلوص.

٣ - فرامل بحذاء متقدم وحذاء متأخر (سيمبلكس)

معظم أنظمة الفرامل ذات الأحذية(المتقدمة - المتأخرة) تستخدم عجلة مسننة (النجمة) مثبته في نقطة عالية بعصب الأحذية. وبعض الأنواع يوجد لكل حذاء عجلة مسننة منفصلة ،شكل(٩).

في حالة وجود عجلة مسننة واحدة يتم الضبط كما في النظام المؤازر ولكن مع اختلاف بسيط وهو لف الإطار باليد للأمام وتقليل الخلوص حتى تقف العجلة ثم عمل الضبط بلف العجلة عدة أسنان ثم التأكد بلف الإطار للخلف.

في حالة وجود عجلة مسننة لكل حذاء لف الإطار للأمام لضبط خلوص الحذاء الأمامي. ولف الإطار للخلف لضبط الحذاء الخلفي.



شكل (٩): ضبط خلوص فرامل

استبدال أحذية الفرامل الانفراجية Brake Shoe Replacement

فك وفحص أحذية الفرامل

١٤.فك العجلة والدارة (الهوب) من السيارة. تأكد من تحرير فرامل التثبيت للتمكن من فك الدارة.

في حالة وجود صعوبة في سحب الدارة يمكن اللجوء إلى التالي:

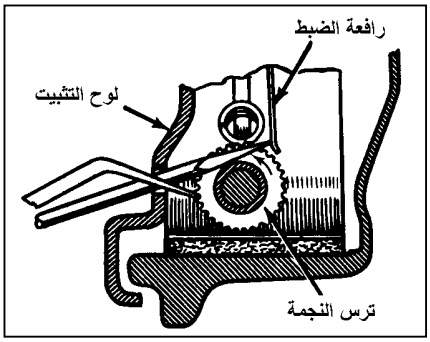
في حالة عدم وجود ضبط ذاتي بالفرامل

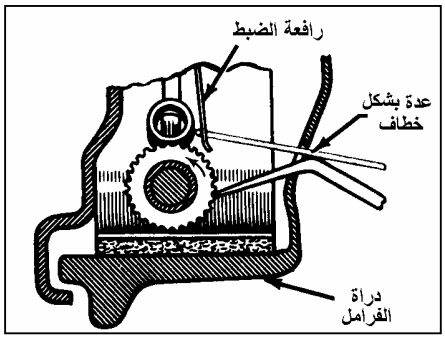
- قم بحل ضبط الخلوص اليدوي للفرامل قليلاً.

في حالة وجود الضبط الذاتي للخلوص ، شكل(١٠).

- في حالة وجود فتحة الضبط في لوح التثبيت: قم بإدخال مفك من خلال الفتحة ثم اضغط على رافعة الضبط ثم اضبط عجلة الضبط (ترس النجمة).

- في حالة أن فتحة الضبط في الدارة: استخدم عدة بشكل خطاف لجذب رافعة الضبط بعيداً عن عجلة الضبط ثم اضبط عجلة الضبط.





شكل (١٠): أ - فتحة الضبط في لوح التثبيت ب - فتحة الضبط في الدارة

تحذير:

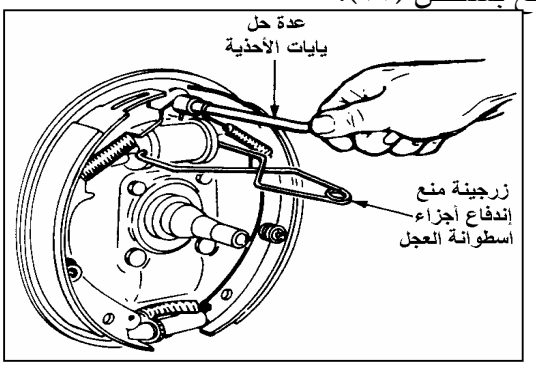
أحذر استنشاق الغبار المتواجد داخل الدارة المتكون نتيجة لتآكل بطانات الاحتكاك، استخدم جهاز لشفط الغبار ولا تستخدم الهواء المضغوط.

تنبيه:

❖ لتسهيل عملية التجميع، عليك قبل البدء بفك الأحذية:

ملاحظة أماكن الأجزاء، ألوان الياءات وأماكن تثبيتها، ترتيب تثبيت الياءات، تركيب مثبت الأحذية.

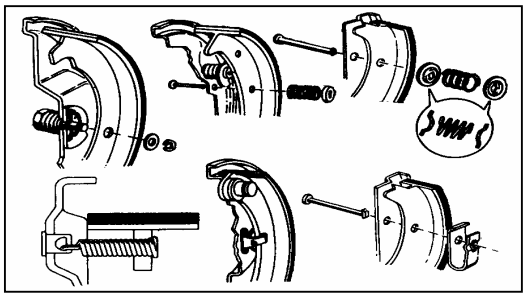
١٥.ركب زرجينة لحفظ أجزاء أسطوانة العجل من الاندفاع للخارج، أبقها مركبة بالأسطوانة حتى يتم التجميع كما هو موضح بشكل (١٢).



شكل (١٢): فك أحذية الفرامل

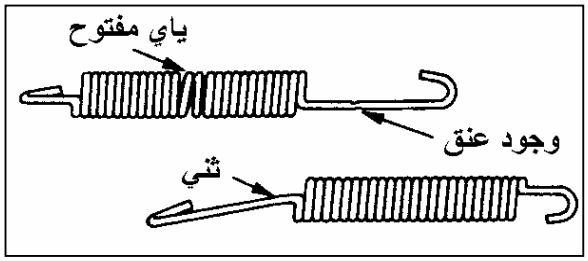
١٦.أنزع يايات الرجوع كما هو موضح بالشكل (١٢).

١٧.أنزع مثبت الأحذية، يوضح شكل (١٣) الأنواع المختلفة للمثبتات. في حالة أن الحذاء مثبت بمجمع ارتكاز، يمكن القيام بفك التثبيت عند الحاجة لذلك.



شكل (١٣): الأشكال المختلفة لمثبت الحذاء

١٨.نظف الأجزاء ثم قم بفحصها. افحص اليايات بدقة للتأكد من أنها بحالة جيدة. الياي التالف يدل عليه اختلاف في اللون، مناطق مشدودة (ياي مفتوح)، تغير في القطر (وجود عنق)، ثني، نهاية مفتوحة كما يظهر في شكل (١٤).

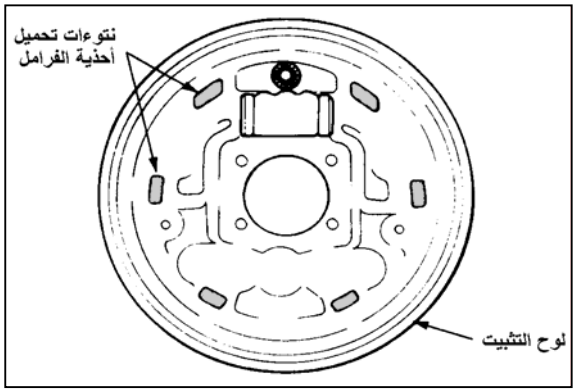


شكل (١٤): الأشكال المختلفة التي تدل على تلف الياي

تنبيه:
بعد فك الأجزاء ضعها بترتيب، ضع أجزاء كل عجلة بمجموعة مستقلة.

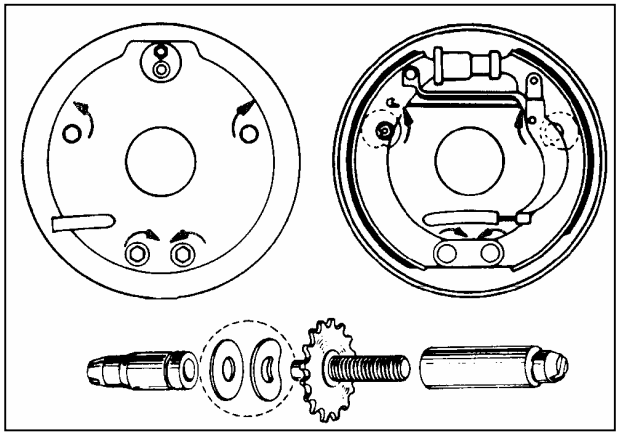
تجميع أحذية الفرامل

١. نظف لوح التثبيت وصنفر نتوءات تحميل الأحذية بلوح التثبيت وضع على النتوءات طبقة رقيقة من الشحم المقاوم لدرجات الحرارة العالية. يوضح الشكل (١٥) أماكن نتوءات تحميل الأحذية.



شكل (١٥): نتوءات تحميل الأحذية

٢. نظف مجموعة الضبط الذاتي وأدر كامة الضبط لزيادة الخلوص للسماح بتركيب البطانات الجديدة ذات السمك الأكبر. كما هو موضح بشكل (١٦). ثم ضع طبقة قليلة من الشحم المقاوم للحرارة على قلاووظ الضبط الذاتي ونهايات الضبط الذاتي التي تلامس الأحذية.



شكل (١٦): لف كامة الضبط للسماح بخلوص أكبر للبطانة الجديدة الأكثر سمكاً

٣. استخدم الشحم لتشحيم المناطق التالية بالحذاء: المنطقة الواقعة تحت مثبت الحذاء و المنطقة التي يلامس فيها وصلة الأسطوانة أو ذراع دفع الحذاء. استخدم شحماً مقاوماً للحرارة و لا تستخدم ابداً أي زيوت أو شحوم عادية.

تنبيه:

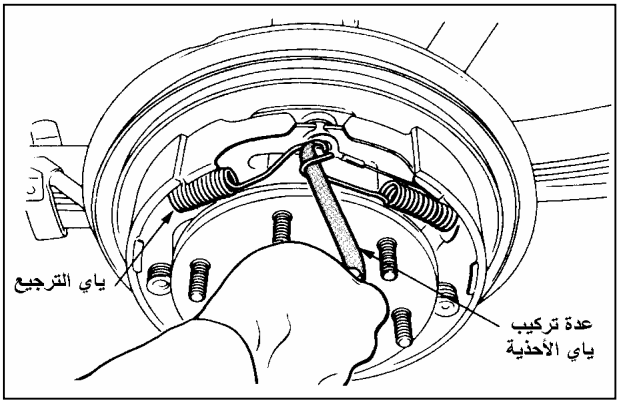
❖ أبعد الزيوت والشحوم عن سطح البطانات.

❖ تجنب ملامسة (أو القبض على) البطانات بأصابعك قدر الإمكان.

(أي كمية من الشحوم أو الزيوت ولو قليلة على بطانات الاحتكاك قد تفسد عملية الفرملة).

٤. ركب الأحذية، وتأكد عند تركيب الحذاء الابتدائي والثانوي أن كلاً منهما راكب بمكانه. في الأحذية ذات المؤازر فإن الحذاء الابتدائي سيكون الأقصر بطانات ويواجه مقدمة السيارة عند التركيب.

٥. ركب مثبتات الأحذية، وياءات الترجيع وتأكد من أن الياءات مركبة بالمكان الصحيح ومشبوكة بالثقب الصحيح واستخدم العدة المناسبة لتجنب تلف الياي كما هو موضح بالشكل (٧).

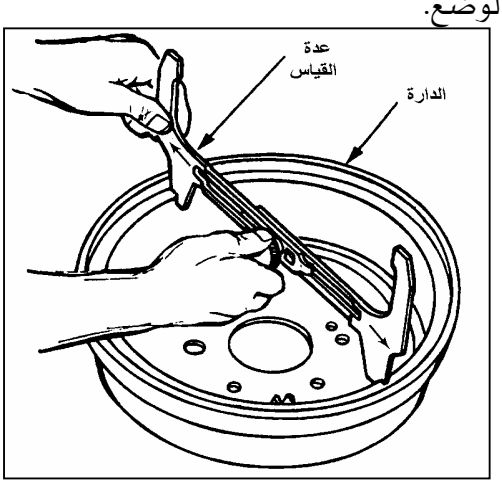


شكل (١٧): تركيب ياى الترجيع باستخدام العدة الخاصة

٦. قم بتركيب مجموعة فرامل التثبيت (الأذرع والأسلاك) والضبط الذاتي إن كان مركب بالفرامل. حرك مجموعة الفرامل للأمام والخلف للتأكد من حرية الحركة، وتأكد من تركيبة مجموعة الأحذية في وضعها الصحيح.

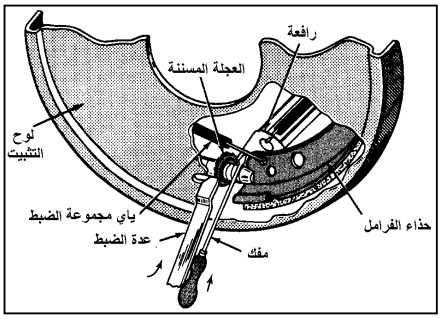
ضبط الأحذية

١. حرر فرملة التثبيت وأرخ كبل فرامل التثبيت حتى تتأكد من أن الأحذية متصلة جيداً مع كتلة الارتكاز. باستخدام العدة الخاصة بقياس الدارة شكل (١٨) اضبط عدة القياس على مقاس الدارة ثم ثبتها على هذا الوضع.

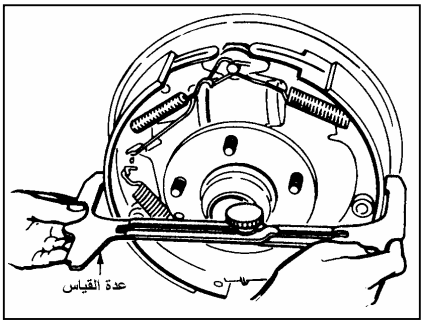


شكل (١٨): اضبط عدة القياس على قطر الدارة ثم ثبتها على هذا الوضع

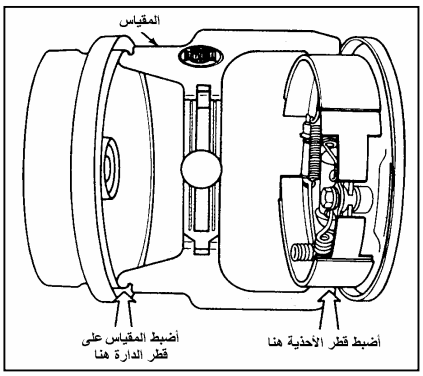
٢. ركب الجهة الأخرى من عدة القياس على الأحذية. حرك الأحذية للخارج عن طريق إبعاد رافعة مجموعة الضبط الذاتي وتحريك العجلة المسننة (النجمة) كما هو موضح بالشكل (٩). استمر في تحريك العجلة المسننة حتى تبدأ الأحذية بملامسة الجهة الأخرى لعدة القياس كما في الشكلين (١٠ - ١١).



شكل (٩): أبعد الرافعة أثناء إدارة العجلة المسننة



شكل (١٠): اضبط الأحذية على القياس



شكل ١١: اضبط القياس على قطر الدارة ثم اضبط قطر الأحذية

٣. ركب الدارة ثم ركب العجلة (الإطار).

٤. حرك السيارة للخلف وفرمل السيارة عدة مرات أثناء حركتها للخلف لتشغيل الضبط الذاتي للفرامل. كرر العملية عدة مرات حتى تشعر بتحسن أداء بدال الفرامل. للسيارات التي يتم تشغيل الضبط الذاتي عن طريق جذب فرملة التثبيت، قم بجذب فرملة التثبيت عدة مرات لضبط الخلوص ذاتياً.

ملخص

❖ تتكون الفرامل الانفراجية من الأجزاء الرئيسية التالية: الدارة، الصرة، الأحذية، لوح التثبيت، أسطوانة العجل، ياءات ترجيع الأحذية، ياءات تثبيت الأحذية، تركيبة ضبط الخلوص، وفرامل التثبيت.

❖ تكون الدارة الأمامية غالباً جزء واحد مع الصرة التي تحتوي على رمان بلي العجل، وتركب ا لدارة الخلفية غالباً على فلانشة محور العجل.

❖ تثبت أجزاء فرامل العجل على لوح التثبيت الذي يثبت إما مع وصلة التعليق أو فلانشة مبيت محور العجل.

❖ تزيد ظاهرة التنشيط الذاتي من قوة الفرملة حيث يؤدي دوران الدارة إلى ضغط الحذاء المتحرك (في اتجاه الدوران) أكثر على الدارة. تضاف قوة الضغط هذه إلى القوة المؤثرة من أسطوانة العجل.

❖ الفرامل المؤازرة هي التي بها حذاء (الحذاء الابتدائي) يزيد من قوة الفرملة للحذاءالآخر(الحذاء الثانوي).

❖ الحذاء المتقدم (الحذاء الابتدائي) يواجه مقدمة السيارة أما الحذاء المتأخر (الحذاء الثانوي) فيواجه مؤخرة السيارة.

❖ نظام الضبط الذاتي للفرامل يقوم بالضبط التلقائي للمسافة (الخلوص) بين البطانة والدارة.

المصطلحات في هذا الباب

دارة (هوب) طنبور	Drum	عمود الدعم	Strut
الفرامل الانفراجية	Drum brakes	الضابط الذاتي	Self-adjuster
محور	Hub	الحذاء المتقدم	Leading shoe
حذاء الفرامل	Brake shoe	الحذاء الابتدائي	Primary shoe
بطانات	Linings	الحذاء المتأخر	Trailing shoe
لوح التثبيت	Backing plate	الحذاء الثانوي	Secondary shoe
عملية المؤازرة	Servo action	العجلة المسننة	Star wheel
التنشيط الذاتي	Self energizing	سقاطة	Pawl
ياي تثبيت الحذاء	Hold-down springs	الفرامل المؤازرة	Duo-servo brakes

اختبار ذاتي رقم (٤)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ - أذكر الأجزاء الرئيسية للفرامل الانفراجية؟

٢ - ما هي وظيفة الضابط الذاتي، ولماذا يستخدم في الفرامل الانفراجية؟

٣ - ما هي ظاهرة التنشيط الذاتي في الفرامل الانفراجية؟

٤ - ما هي عملية المؤازرة في الفرامل الانفراجية؟

٥ - تسمى الأحذية في نظام الفرامل المؤازرة الحذاء..... والحذاء..... .

٦ - عند حركة السيارة للأمام فإن الحذاء..... يشارك بنسبة أعلى في قوة الفرملة للفرامل المؤازرة.

٧ - عند حركة السيارة للأمام فإن الحذاء ..... يشارك بنسبة أعلى في قوة الفرملة للفرامل البسيطة.

٨ - معظم تركيبة نظام الضبط الذاتي بالفرامل المؤازرة تتصل بالحذاء .....؟

٩ - يقول الفني الأول:

لنفس قوة الدعسة فإن الفرامل المؤازرة تعطي قوة فرملة أكبر من الفرامل البسيطة.

ويقول الفني الثاني:

أن عملية المؤازرة للفرامل الديو سيرفو تعمل فقط عندما تكون السيارة متحركة للأمام.

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

١٠ - يقول الفني الأول:

أن تركيبة معظم أنواع الفرامل الانفراجية ذات الضبط الذاتي تتصل بالحذاء الثانوي.

ويقول الفني الثاني:

أن الحذاء المتأخر ليس به تنشيط ذاتي عند استخدام ا لفرملة والسيارة تتحرك للأمام.

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

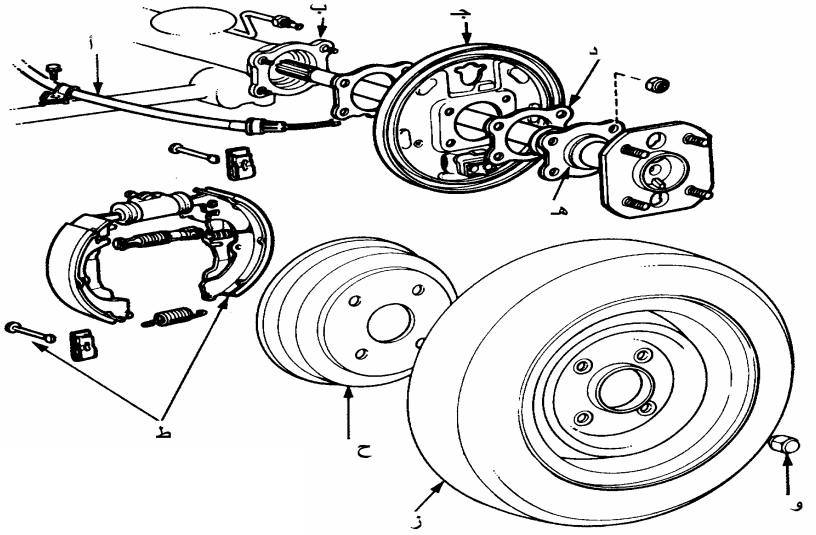
التدريب الأول

الجدارة : التعرف على أماكن تركيب الفرامل الانفراجية مع المحور الخلفي.

المعطى: نموذج رسم يوضح أماكن تركيب الفرامل الانفراجية مع المحور الخلفي.

المطلوب :

١. التعرف على أماكن تركيب الفرامل الانفراجية مع المحور الخلفي، مع تعبئة الجدول السفلي.



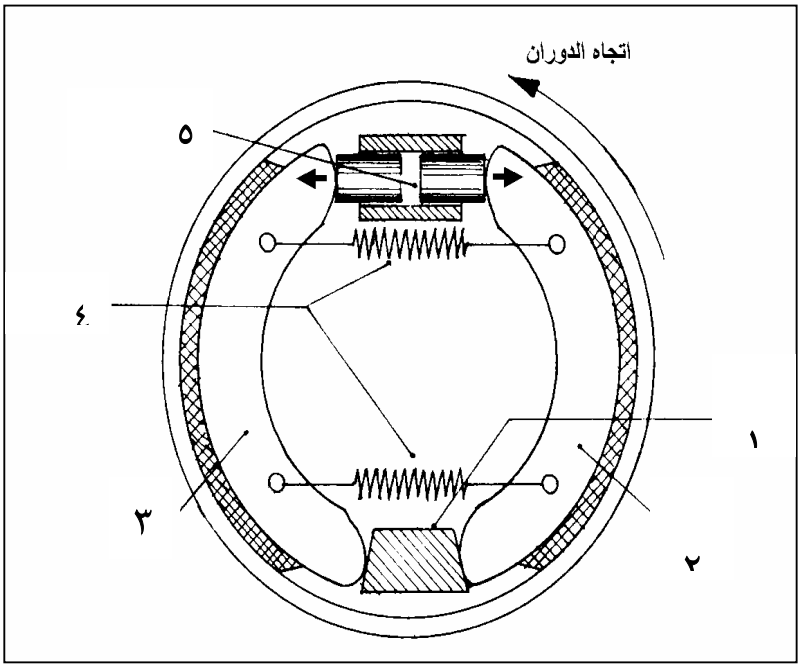
رقم الجزء	الجـــــــزء
ا	
ب	
ج	
د	
هـ	
و	
ز	
ح	
ط	

التدريب الثاني:

الجدارة : التعرف على أجزء الفرامل الإنفراجية.

المعطى: فرامل إنفراجية.

المطلوب: تدوين مسميات أجزاء الفرامل الانفراجية من على الشكل في الجدول السفلي.



رقم الجزء	الجـــــــــزء
١	
٢	
٣	
٤	
٥	

التدريب الثالث:

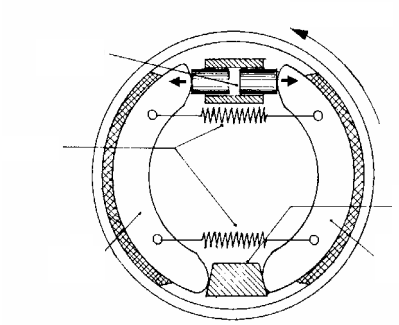
الجدارة : التعرف على أنواع الفرامل الانفراجية وطريقة عملها.

المعطى: نموذج رسم يوضح أنواع الفرامل الإنفراجية.

المطلوب :

١. التعرف على أنواع الفرامل الانفراجية وذكر طريقة عملها.

٢. تعبة النموذج التالي حسب خطوات العمل.



.....

.....

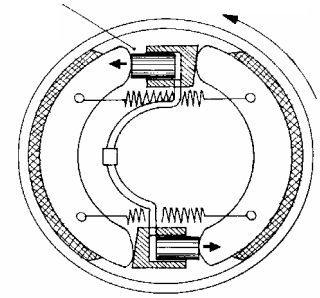
.....

.....

.....

.....

.....



.....

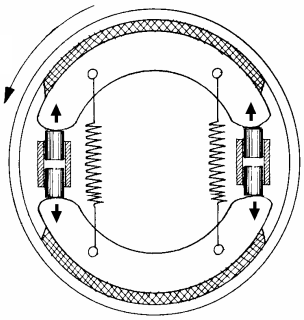
.....

.....

.....

.....

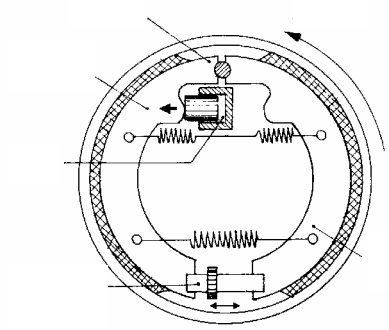
.....



.....

.....

.....



.....

.....

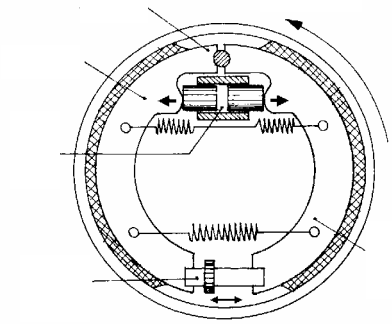
.....

.....

.....

.....

.....



.....

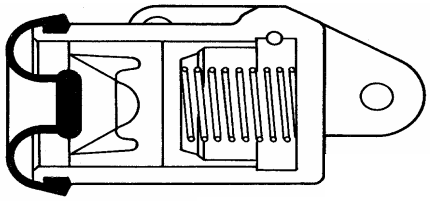
.....

التدريب الرابع :

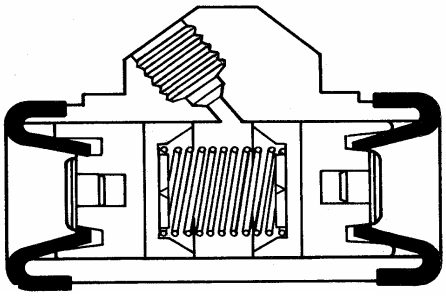
الجدارة : معرفة أنواع أسطوانات العجل الفرعية الخاصة بالفرامل الإنفراجية.

المعطى : ثلاثة أنواع من أسطوانات العجل الفرعية.

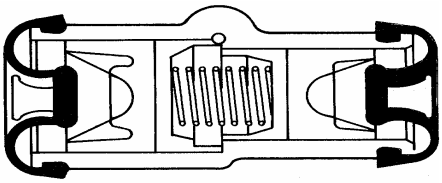
المطلوب : تعرف على كل نوع من أسطوانات العجل الفرعية.



.....
.....
.....
.....
.....
.....



.....
.....
.....
.....
.....
.....



.....
.....
.....
.....
.....

1. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.

2. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11. Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13. Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14. Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16. Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17. Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18. TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
19. TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
20. TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

نظام الفرامل

نظام الفرامل المؤازرة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

في هذه الوحدة نقدم إليك عزيزي المتدرب نظام الفرامل المؤازّرة المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في نظام الفرامل. ويعتبر نظام التزييت والتبريد من الأنظمة الهامة التي تعمل على راحة السائق وزيادة كفاءة أداء الفرامل. وفي هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض نظرية عمل نظام المؤازرة. كما سنستعرض الأنواع المختلفة وأجزاء النظام لكل نوع ووظيفة كل جزء، وفي الفصل الثاني سنوضح إجراء عملية فحص عمل المؤازر. وفي حالة وجود عطل بالمؤازر فإنه في معظم الأحوال يتم استبداله بآخر جديد وفي الفصل كيفية إجراء عملية استبدال المؤازر.

وبكونك متدرب لتصبح فني للسيارات فإنه يجب أن تفهم جيداً تركيب وعمل نظامي المؤازرة (نظام المؤازرة بالتخلخل ونظام المؤازرة الهيدروليكي). ويجب أن تكون قادر على الوصول إلى مشاكل النظامين بسرعة ودقة. كما يجب أن تكون على علم بعمليات الفحص والاختبار والتقييم للنظام. كما يجب أن تتقن إجراءات الصيانة والإصلاح والاستبدال لأجزاء النظام. ويجب عليك إتباع التعليمات الخاصة بالسلامة عند التعامل مع المؤازر الهيدروليكي بصفة خاصة.

وعليك أيها الأخ المتدرب أن تعمل على استيعاب هذه المعلومات الموجودة بهذه الوحدة وتستفيد من الصور والجداول الفنية المتضمنة بهذه الوحدة. هذا كما تحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني بالإضافة إلى التمرينات الخاصة بالمراجعة بنهاية الفصل الثاني حتى تساعدك على تقييم فهمك للمادة العلمية بالوحدة.

الجدارة: معرفة أسس ومبادئ نظام المؤازرة. معرفة الأنواع المختلفة للنظم.
إجراء عمليات الصيانة والفحص والإصلاح لمكونات هذين النظامين.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على الأنواع المختلفة للمؤازر.
٢ - التعرف على طريقة عمل المؤازر وأجزائه المختلفة.
٣ - معرفة إجراءات الفحص والاختبار لمكونات النظامين.
٤ - صيانة واختبار وتقييم واستبدال الأنظمة المختلفة لأنظمة المؤازرة.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٢ ساعة نظري + ٤ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل، قطاعات وأجزاء للنظم المختلفة للنظام.

متطلبات الجدارة: معرفة عامة بالسيارات وفهم جيد للوحدة الأولى و الإلمام بمبادئ الفيزياء.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- ❖ شرح الغرض من استخدام وحدة المؤازرة بالسيارة.
- ❖ معرفة الأنواع المختلفة للمؤازر.
- ❖ معرفة كيفية عمل الأنواع المختلفة للمؤازر.
- ❖ معرفة الأجزاء الداخلية للمؤازر وكيفية عملها.
- ❖ معرفة المصطلحات المستخدمة لوحدات المؤازرة.
- ❖ تحديد مشاكل وأعطال مؤازر التخلخل والهيدروليكي.
- ❖ إجراء عمليات الفحص للوحدة.
- ❖ القيام باختبار عمل مؤازر التخلخل والهيدروليكي
- ❖ إجراء عمليات فك الوحدة من السيارة واستبدالها.
- ❖ إجراء عمليات الضبط قبل التركيب للوحدة.
- ❖ تركيب المؤازر بالسيارة واختبار أدائه.

الفصل الأول

الفرامل المؤازرة Power Brakes

وتسمي أيضا فرامل القدرة المساعدة Power-assisted brakes ويتم ذلك عن طريق إضافة جهاز مؤازرة لنظام الفرامل يعمل على تقليل مسافة حركة البدال(الدواسة)(تقليل التكبير الميكانيكي) وزيادة ضغط الفرامل مع استخدام ضغط قليل نسبياً على بدال الفرامل.

وفي معظم الحالات تستخدم فرامل القدرة مع أسطوانة رئيسية ذات قطر أكبر أو مع بدال فرامل ذو تكبير ميكانيكي منخفض.

وظيفة الفرامل المؤازّرة

يستخدم نظام فرامل المؤازّرة في معظم السيارات للتقليل من القوة المطلوبة للضغط على البدال عند الفرملة مع الاحتفاظ بالإحساس برد فعل البدال كما في الفرامل العادية (بدون مؤازرة).

مع انتشار استخدام الفرامل القرصية بفرامل العجل (التي تتميز بميزات عدة عن الفرامل الانفراجية) بالسيارة ظهرت الحاجة إلى إضافة المؤازر لدائرة الفرامل، الأسطوانة نظام الفرامل القرصية لا يوجد به تنشيط ذاتي كما أن قيمة عامل الفرامل له منخفضة.

يعمل نظام المؤازر بالسيارة على تكبير قيمة القوة المؤثرة من أسطوانة العجلات على البطانات للتعويض عن عدم وجود التنشيط الذاتي وقلة قيمة عامل الفرامل. كما أدى استخدام البطانات شبه المعدنية (التي تحتاج إلى قوة ضغط أعلى) إلى الحاجة إلى استخدام المؤازر.

ويصمم نظام فرامل القدرة بحيث يظل قادراً على فرملة السيارة في حالة حدوث عطل للمؤازر أو فقد مصدر طاقته وإن كان هذا يتطلب مجهود عالي من السائق للتعويض عن فقد عمل المؤازر. كما يصمم المؤازر على أن يكون له القدرة على المؤازرة لعدة ضغطات على بدال الفرامل بعد فقد مصدر طاقته.

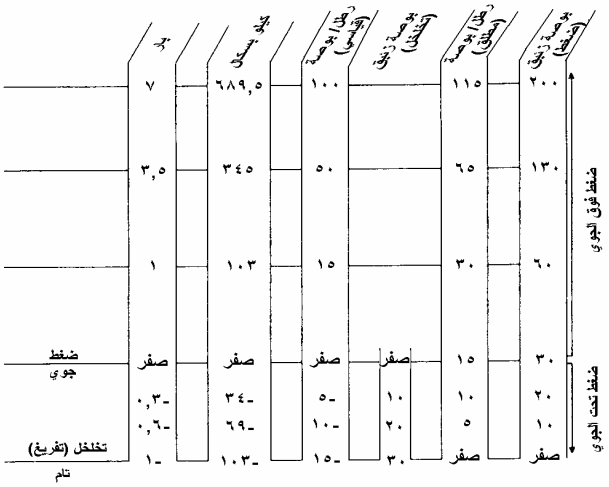
أنواع المؤازر

- مؤازر التخلخل (يستخدم التخلخل الموجود بمجمع السحب).
- المؤازر الهيدروليكي (يستخدم ضغط هيدروليكي من نظام توجيه القدرة أو من محرك كهربائي).
- مؤازر (تخلخل - هيدروليكي) وهو نظام مستخدم في بعض الشاحنات.
- مؤازر (هواء مضغوط - هيدروليكي) يستخدم في بعض الشاحنات والحافلات الصغيرة.

المؤازر التخلخلي Vacuum Booster

مصادر التخلخل للمؤازر

يحصل المؤازر على التخلخل اللازم لعمله من التخلخل الموجود بمجمع السحب. يتكون التخلخل بمجمع سحب المحرك عندما يكون صمام الخانق أقل من الفتحة الكاملة. عندها يكون سحب المكبس الهواء أسرع من سريان الهواء خلال صمام الخانق مما يؤدي إلى تكون تخلخل (ضغط أقل من الضغط الجوي– من ١\٣ إلى ١\٢ ضغط جوي) داخل مجمع السحب. ويقاس التخلخل بالبوصة زئبق (التخلخل يساوي صفر عند الضغط الجوي ويساوي (٣٠ بوصة زئبق) عند التفريغ الكامل. يمكن للمحرك أن يولد تخلخل مقداره من (١٥ - ١٨ بوصة زئبق)خلال السرعة الخاملة و(١٠ بوصة زئبق) خلال السير العادي ويزداد التخلخل إلى (٢٠ -٢١ بوصة زئبق) خلال عملية التباطؤ. يبين شكل(١) وحدات التخلخل المستخدمة.



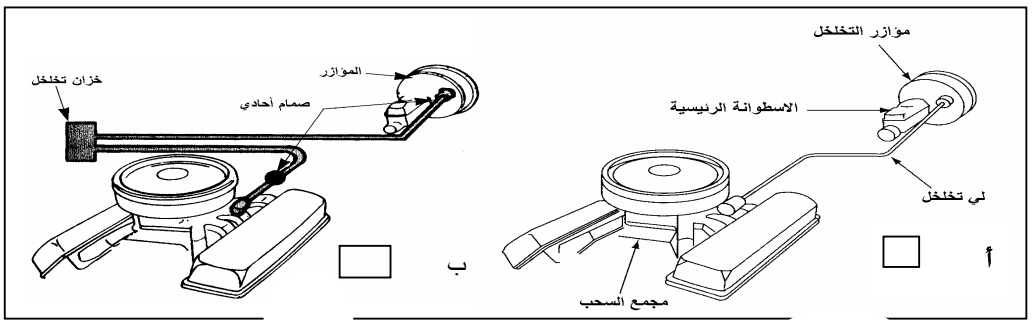
شكل (١): : أنظمة مختلفة مستخدمة لقياس الضغط الجوي

يعتمد التخلخل بمجمع السحب على التالي:

- مقدار فتحة الخانق (كلما قلت فتحة الخانق كلما زاد التخلخل).
- سعة المحرك (كلما زادت سعة المحرك كلما زاد التخلخل).
- نسبة التخفيض في صندوق التروس والمحاور (زيادة نسبة التخفيض تزيد التخلخل).
- الحالة الميكانيكية للمحرك (كلما ساءت الحالة الميكانيكية للمحرك كلما قل التخلخل).
- نوع أجهزة التحكم في التلوث الموجودة بالسيارة.

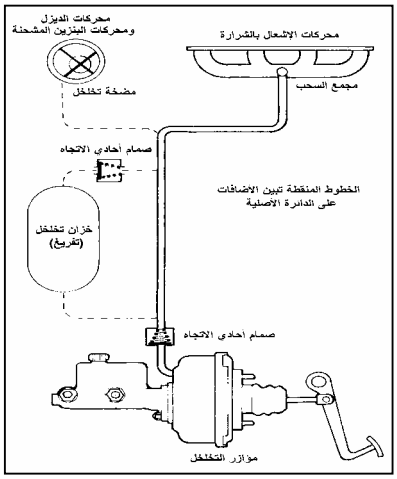
الفرامل المؤازرة لسيارات البنزين

سيارات البنزين يكون بها مقدار التخلخل في مجمع السحب في حدود من (٠,٥ – ٠,٩) بار أقل من الضغط الجوي ولذلك يمكن توفير التخلخل للمؤازر عن طريق لي يصل مباشرة من مجمع السحب إلى مؤازر التخلخل كما هو مبين في شكل(٢ - أ). وحيث أن مقدار التخلخل يتغير حسب وضع صمام الخانق فإن بعض السيارات تستخدم خزان للتخلخل بالإضافة إلى صمام أحادي الاتجاه آخر يركب مع الخزان كما في شكل(٢ - ب).



شكل (٢): أ) بوصيلة اللي بالمؤازر مباشرة ب) استخدام خزان تخلخل مع

أما بالنسبة للسيارات التي مركب بها محرك ديزل فكما هو معروف فإن هذه المحركات ليس لها صمام خانق وبالتالي لا يكون هناك تخلخل بمجمع السحب. و بالنسبة لسيارات البنزين ذات الشحن الجبري (تربو) فلا يكون هناك تفريغ بمجمع الشحن، ولذلك تستخدم في هذه الحالات مضخة تفريغ وتتصل بخزان إضافي للتخلخل ويبين شكل (٣) التعديل في الدائرة.



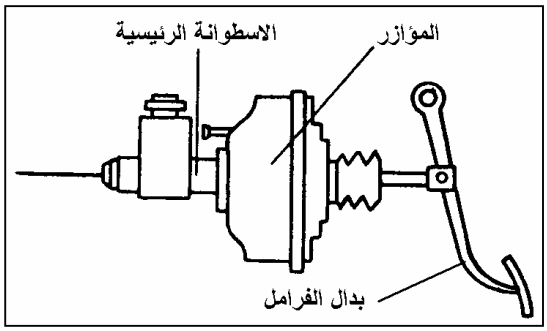
شكل (٣): استخدام مؤازر التخلخل مع محركات الديزل

وهناك مصادر عدة لإدارة مضخة التخلخل وتتم في بعض السيارات عن طريق:

- محرك كهربائي.
- بواسطة حركة المحرك عن طريق:
  - سير يأخذ حركته من عمود المرفق.
  - عن طريق ترس متصل بعمود الكامات.
  - تركب على المولد الكهربائي وتأخذ حركته منه.

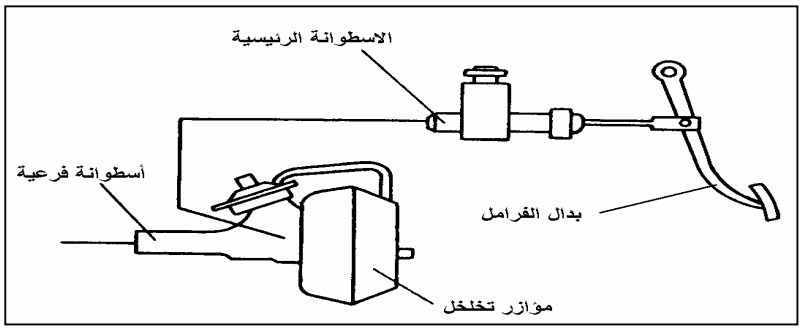
أنواع مؤازر التخلخل

- المؤازر المجمع integral booster وهو الأكثر انتشاراً ويتصل بالأسطوانة الرئيسية مباشرة كما في الشكل(٤).



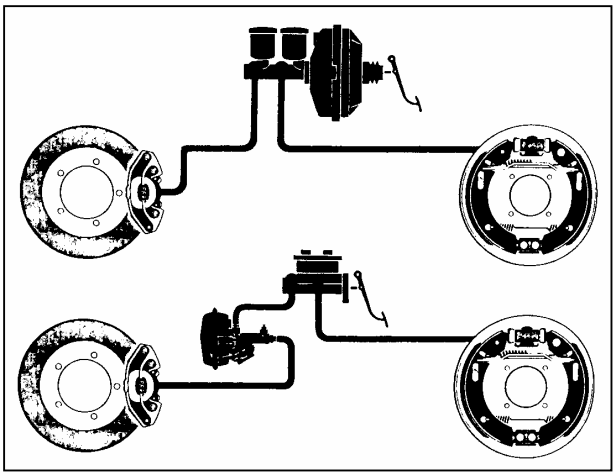
شكل (٤): المؤازر يعمل مباشرة على الأسطوانة الرئيسية

- لمؤازر المكبر للضغط A pressure multiplier or Hydrovac ويركب بخط أنابيب الفرامل بعد الأسطوانة الرئيسية ويصل له لي تفريغ كما في شكل(٥).



شكل(٥): المؤازر يعمل على أسطوانة فرعية مركبة على خط الفرامل

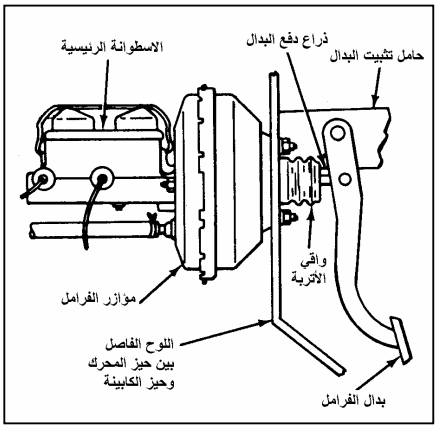
هذا النوع قد يستخدم في بعض السيارات لمؤازرة دائرة الفرامل القرصية الأمامية فقط كما هومبين في شكل(٦).



شكل (٦): توصيلة المؤازر المباشر والغير مباشر

موضع تركيب المؤازر في السيارة

يركب المؤازر التخلخلي بين بدال الفرامل والاسطوانة الرئيسية ويثبت على الجدار المعدني الفاصل بين كابينة السائق وحيز المحرك. ويتصل بالمؤازر ذراع دفع البدال من ناحية (الناحية الخلفية) ويثبت عليه الأسطوانة الرئيسية من الناحية الأخرى (الأمامية) شكل (٧).



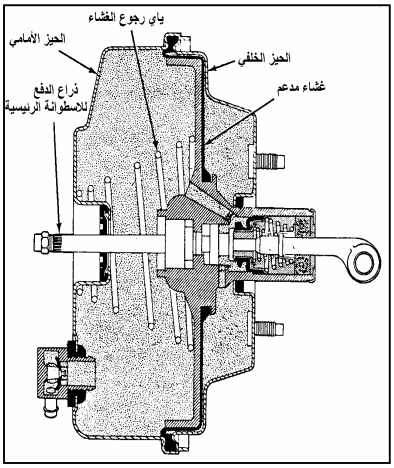
شكل (٧): وضع المؤازر بالسيارة

مكونات المؤازر التخلخلي

وحدة مؤازر التخلخل تتكون من مجمع معدني كبير نسبياً بقطر(١٥ -٢٨ سم) ويحتفظ المؤازر بداخله بكمية من التخلخل كافية لاستخدامها لعدة مرات. وتشترك الأنواع المختلفة للمؤازر في كونها بها صمام تحكم، ووسيلة للإبقاء على الشعور لدى السائق بقيمة ضغطة الفرامل، وكذلك وسيلة مناسبة لإمداد المؤازر بالتخلخل لأداء عمله يتحكم فيها صمام أحادي الاتجاه.

غرفة القدرة Power Chamber

يسمى المجمع المعدني غرفة القدرة،وتنقسم غرفة القدرة إلى حيزين تامي الحبك حيز أمامي وآخر خلفي يفصل بينهما غشاء مطاطي، وهناك ياي إرجاع الغشاء و ذراع دفع للمؤازر متصل بالغشاء، ويوضح الشكل (٨) تركيبة المؤازر. وتعمل هذه الغرفة على تكوين القوة التي يؤثر بها المؤازر على الأسطوانة الرئيسية. ويتصل الحيز الأمامي عن طريق لي مطاطي بمجمع السحب أو خزان التخلخل.



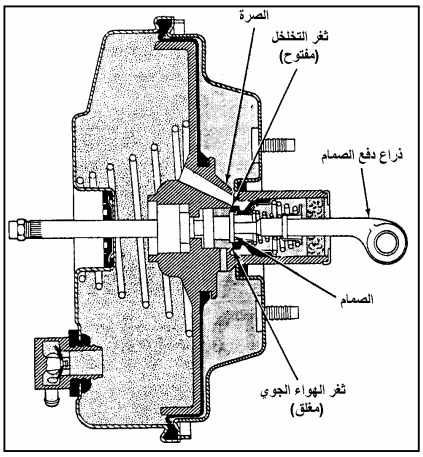
شكل (٨): أجزاء مؤازر التخلخل

ويركب بالجزء الأمامي بالخزان صمام أحادي الاتجاه يسمح للهواء عند سحبه
أن يمر في اتجاه واحد فقط من المؤازر إلى مجمع السحب أو خزان التخلخل ولا يسمح له بالمرور في الاتجاه العكسي.

صمام التحكم Control Valve

يحدد صمام التحكم كمية القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية. ويقوم الصمام بعمل ذلك عن طريق فتح وغلق ثغرين (فتحتين): (١) ثغر التخلخل و (٢) ثغر الهواء الجوي.

هذا الصمام مصمم على شكل بكرة مركبة بصرة الغشاء. ويعمل عن طريق ذراع دفع بدال الفرامل كما هو موضح بالشكل(٩).



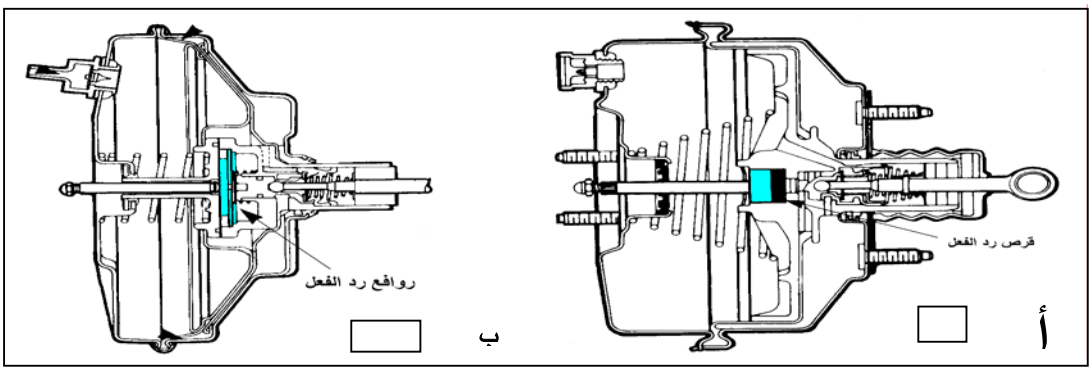
شكل (٩): أجزاء صمام التحكم

وسيلة الإحساس بقيمة الضغط على البدال Reaction device

حيث أن وحدة مؤازرة التخلخل تحتاج فقط من السائق الضغط على البدال لتحريك صمام التحكم فإن السائق لا يحس بمقدار الضغط على البدال المتناسب مع قيمة الفرملة.

ولهذا صمم المؤازر بحيث يحتوي على وسيلة تساعد السائق على الإحساس بذلك. هذه الوسيلة قد تحتوي على قرص من المطاط أو روافع من صلب الياءات. هذه الوسيلة تكون موجودة بين الغشاء وذراع دفع البدال. عند الضغط على البدال تنقل هذه الوسيلة جزء صغير من القوة المؤثرة على ذراع دفع الأسطوانة الرئيسية إلى ذراع دفع البدال ومنه إلى البدال وقدم السائق. هذه القوة تتناسب مع القوة المؤثرة على

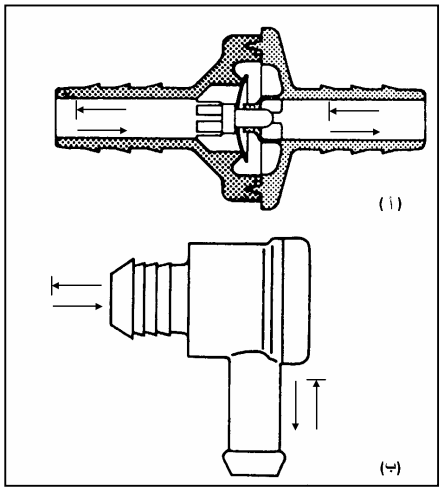
الأسطوانة الرئيسية بحيث تمكن السائق من تقدير مدى القوة التي يجب أن يؤثر بها على بدال الفرامل، ويبين شكل (١٠) النوعين المختلفين.



شكل (١٠): وسيلة الإحساس بالضغط أ) قرص رد الفعل. ب) روافع رد الفعل.

الصمام الاحادي الاتجاه Check Valve

في حالة أن نظام المؤازرة يتكون من المؤازر فقط أو المؤازر وخزان للتخلخل فأنه يجب أن يتضمن النظام صمام أو أكثر أحادي الاتجاه. ويصمم الصمام الأحادي الاتجاه بحيث يظل مفتوحاً عندما يكون الضغط داخل المسار أقل منه داخل المؤازر، ويغلق الصمام في حالة زيادة الضغط بالمسار عن داخل المؤازر أو خزان التخلخل. أي أن هذا الصمام يسمح بمرور الهواء عند سحبه في اتجاه واحد فقط (من المؤازر إلى مجمع السحب أو الخزان) ولا يسمح له بالمرور في الاتجاه العكسي. ويركب الصمام الأحادي إما في الحيز الأمامي للمؤازر أو يركب في وصلة متصلة بمجمع السحب كما هو واضح بالشكل (١١).



شكل (١١): اتجاه سحب الهواء

أ) مركب في لى التخلخل. ب) مركب في المؤازر.

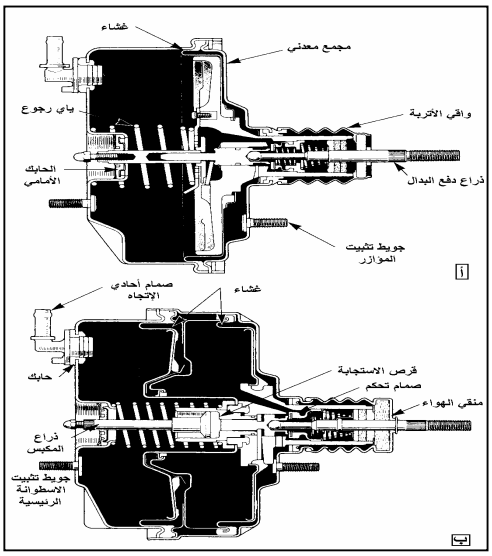
نظرية عمل مؤازر التخلخل

يعمل المؤازر عن طريق فرق الضغط pressure differential الموجود على سطحي الغشاء، وهذا هو النوع الشائع والمستخدم في معظم السيارات حالياً.

فأثناء دوران المحرك ورفع القدم من على بدال الفرامل يكون هناك تخلخل على جانبي الغشاء ولهذا يعتبر وحدة مغلقة التخلخل vacuum suspended unit ، عند الضغط على بدال الفرامل يدخل الهواء الجوي من الجانب الخلفي بالمؤازر وبذلك يكون جانب من الغشاء تحت تأثير الضغط الجوي والجانبالآخربه تخلخل، ، فيندفع الغشاء للأمام دافعاً ذراع دفع المؤازر للتأثير على الأسطوانة الرئيسية.

المؤازر المزدوج

وتقوم المؤازرة عن طريق تأثير ضغط الهواء على الغشاء المطاطي، وكلما زادت مساحة الغشاء كلما زادت قوة المؤازر. والطريقة المعتادة لزيادة مساحة الغشاء هي عن طريق زيادة قطره، ولكن كبر المؤازر يؤدي إلى شغل حيز كبير تحت غطاء المحرك. ولهذا بدلاً من زيادة قطر المؤازر لجأ مصنعو مؤازرات التخلخل إلى استخدام غشاءين أصغر قطراً ويتم وضعهما واحداً تلو الأخر،وهذا التصميم زاد المساحة الكلية للغشاء دون زيادة قطره. هذا النوع من المؤازر يسمى مؤازر مزدوج الغشاء dual-diaphragm or tandem-diaphragm.ويبين شكل (١٢) مقارنة بين النوعين أحادي الغشاء و مزدوج الغشاء (المؤازر الأحادي والمزدوج).

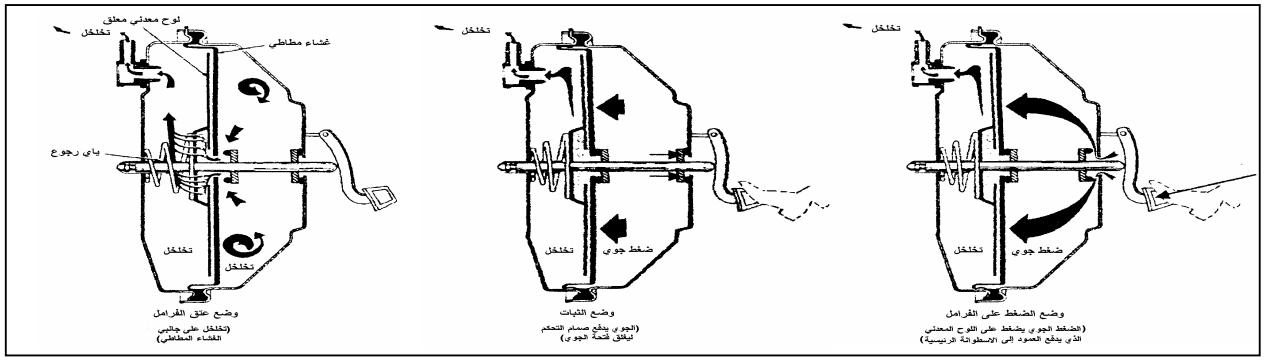


شكل (١٢): المؤازر الأحادي والمزدوج

.وينقسم مجمع المؤازر المزدوج إلى حيزين عن طريق لوح وسط وكل حيز ينقسم بدوره عن طريق الغشاء المطاطي بالمنتصف، ويتصل الغشاءان واللوح الداعم لهما معاً بحيث يتحركا سوياً لدفع ذراع دفع الأسطوانة الرئيسية. ويزيد المؤازر المزدوج بنسبة ٢٠٪ في الطول عن الأحادي.

طريقة عمل المؤازر

يعمل مؤازر التخلخل خلال ثلاثة أوضاع، هذه الأوضاع هي ١- عدم الضغط على البدال (عتق الفرامل). ٢- الضغط على البدال (استخدام الفرامل). ٣- تثبيت القدم على البدال (تثبيت الضغط على الفرامل). وهذه الأوضاع تعتمد على مقدار الضغط على البدال الذي يؤدي إلى التغيير في حالة فتحات (ثغور) صمام التحكم (فتح - قفل). وتبين الأشكال التوضيحية للمؤازر في شكل(١٣)الأوضاع الثلاثة للمؤازر.



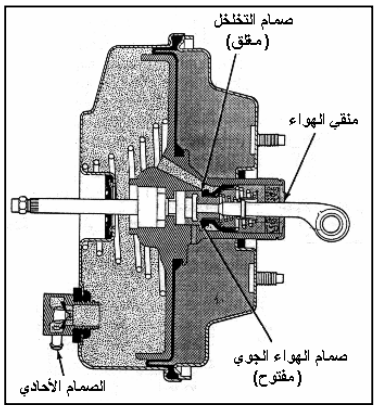
شكل (١٣): الأوضاع المختلفة لعمل المؤازر (رسم توضيحي)

وضع استخدام الفرامل Applied position

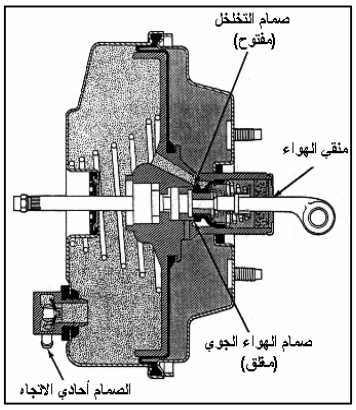
عند استخدام الفرملة يدفع ذراع الدفع للبدال صمام التحكم للأمام. هذا يؤدي بمجموعة صمام التحكم إلى عمل التالي :

- صمام التخلخل يغلق الممر بين الحيز الأمامي والخلفي (صمام التخلخل مغلق).
- صمام الهواء الجوي يفتح الممر بين الحيز الخلفي والهواء الجوي (صمام الهواء الجوي مفتوح).

عندما يتحرك صمام الهواء الجوي للأمام يسمح بدخول ضغط جوي بالحيز الخلفي. وعند غلق صمام التخلخل يحتفظ الحيز الأمامي بالتخلخل الذي به. مع وجود ضغط جوي بالحيز الخلفي وتخلخل بالحيز الأمامي فإن ذلك يؤدي إلى تحرك الغشاء ناحية الأمام. وحيث أن الغشاء متصل بذراع دفع الأسطوانة الرئيسية فإن حركة الغشاء تؤدي إلى زيادة الضغط على ذراع دفع الأسطوانة. يبين شكل(١٤) وضع تشغيل الفرامل وحالة صمام التحكم.



شكل (١٤): وضع الاستخدام



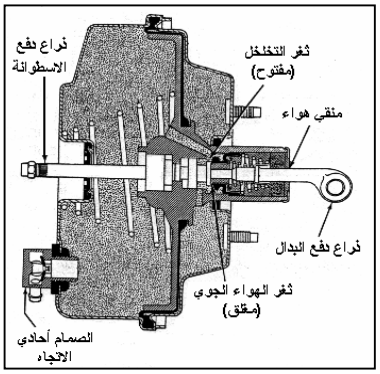
شكل (١٥): وضع التثبيت

وضع تثبيت بدال الفرامل Holding Position

عندما يظل السائق ضاغطاً على بدال الفرامل في وضع ثابت (وضع ثبات ضغط البدال) فإنه مع حركة الغشاء للأمام يتحرك جسم صمام التحكم المثبت مع صرة الغشاء للأمام مؤدياً إلى غلق صمام الهواء الجوي وبذلك يبقى الغشاء في وضع اتزان على هذا الوضع ويبقى الضغط على الفرامل ثابت على ما هو عليه. وشكل(١٥) يبين وضع تثبيت الضغط على بدال الفرامل.

وضع تحرير الفرامل Release Position

عندما يرفع السائق الضغط عن بدال الفرامل يعود صمام التحكم لوضعه الابتدائي. وفي هذا الوضع يكون صمام الهواء الجوي مغلق ويفتح صمام التخلخل بين الحيز الخلفي والأمامي فيسحب الهواء من الحيز الخلفي ويبقى هناك تخلخل على جانبي الغشاء فيعود الغشاء لوضعه الابتدائي تحت تأثير ياي رجوع الغشاء يبين شكل(١٦) وضع أجزاء المؤازر عند عتق الفرامل.



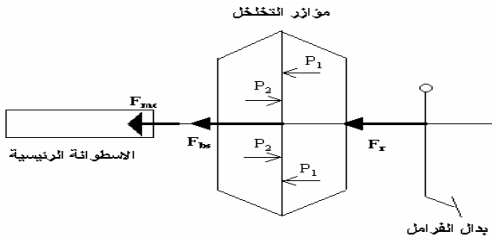
شكل (١٦): وضع التحرير

حسابات المؤازر

قوة المؤازر Booster Force

قوة المؤازرة للمؤازر (F_{bs}) تساوي فرق الضغط (Δp) بين سطحي الغشاء مضروبة في مساحة الغشاء (A_{bs})

$$F_{bs} = \Delta p \times A_{bs}$$



شكل (١٧): القوى في نظام المؤازرة

يمكن استنتاج فرق الضغط على جهتي الغشاء من المعادلة التالية: $p_2 - p_1 = \Delta p$

p_1 : الضغط على السطح الخلفي للمؤازر (تقع قيمته بين قيمة تخلخل مجمع السحب أو خزان التخلخل والضغط الجوي).

p_2 : الضغط على السطح الأمامي للمؤازر (وهو يساوي قيمة تخلخل مجمع السحب أو خزان التفريغ).

A_{bs} : مساحة الغشاء $[(\pi/٤)(D_{bs})^2]$، حيث D_{bs} قطر الغشاء.

القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية Master Cylinder Force

القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية (F_{mc}) تساوي حاصل جمع القوة المؤثرة من ذراع دفع البدال (F_r) وقوة المؤازرة للمؤازر (F_{bs})

$$F_{mc} = F_r + F_{bs}$$

خاصية المؤازر Booster Characteristic

خاصية المؤازر (B_{bs}) تساوي القوة الخارجة من المؤازر (القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية F_{mc}) على القوة الداخلة إلى المؤازر (القوة المؤثرة على المؤازر من ذراع دفع البدال F_r)

$$B_{bs} = F_{mc} / F_r$$
$$= (F_r + F_{bs}) / F_r$$
$$= 1 + (F_{bs} / F_r)$$

وتعتمد خاصية المؤازر على نصف قطر غشاء المؤازر وكذلك على مقدار التفريغ المتاح.

القوى المؤثرة

قوة المؤازر (F_{bs}):

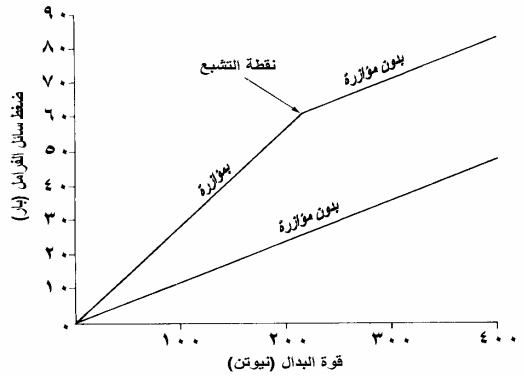
$$F_{bs} = F_r \times (B_{bs} - 1)$$

القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية (F_{mc}):

$$F_{mc} = F_r \times B_{bs}$$

نقطة التشبع Saturation-Point

وهي النقطة التي يعطي فيها المؤازر أقصى قوة مؤازرة له. وعندها يكون الضغط على السطح الأمامي للغشاء هو أقصى تخلخل والضغط على السطح الخلفي للغشاء هو الضغط الجوي. ويطلق عليها أيضاً نهاية المؤازرة End of Assistance أو نقطة الركبة Knee point أو نقطة الانقطاع Run out. بعد هذه النقطة أي قوة فرامل إضافية يحتاجها السائق يحصل عليها بزيادة الضغط على البدال وبدون مؤازرة. بعد نقطة التشبع تكون قيمة القوة المؤثرة على الأسطوانة الرئيسية تساوي أقصى قيمة للمؤازر بالإضافية إلى قوة السائق الإضافية. يبين شكل(١٨) العلاقة بين الضغط الهيدروليكي بدائرة الفرامل (بمؤازرة وبدون مؤازرة) وقوة الضغط على بدال الفرامل.



شكل (١٨): نقطة التشبع للمؤازرة

أنواع المؤازرات الهيدروليكية

لإيقاف سيارة ثقيلة أو سيارة نصف شاحنة فإن ذلك يحتاج إلى توفر نظام كفء لمؤازرة الفرامل ولكن تصغير حجم المحرك بالإضافة إلى استمرار استخدام تخلخل المحرك لتشغيل بعض الأنظمة الأخرى بالسيارة، مثل أجهزة التحكم في التلوث، هذا بالإضافة إلى أن استخدام بعض نظم حقن الوقود قلل من مقدار التخلخل المتاح بمجمع السحب. كما أنه لا يوجد تخلخل بمجمع السحب لمحركات الديزل ومحركات سيارات البنزين ذات الشحن الجبري للهواء(تربو). وقد أدت تلك الأسباب إلى الحاجة إلى نظام آخر له مصدر طاقة أعلى. وهذا يمكن أن يتأتى عن طريق المؤازر الهيدروليكي الأسطوانة هذا النوع يعمل بضغط يتراوح من(٧٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ كيلو بسكال) بالمقارنة بفرق الضغط المحدود والمتاح لعمل مؤازر التخلخل ويتراوح ما بين (-٣٠ و -٧٠ كيلو بسكال).

ويتميز المؤازر الهيدروليكي عن مؤازر التخلخل بالتالي:

- أصغر حجماً.
- أكثر قدرة.
- سريع الاستجابة.
- يستخدم مع سيارات الديزل وسيارات البنزين ذات الشحن الجبري للهواء (تربو).

مكان تركيب المؤازر الهيدروليكي في السيارة

يركب المؤازر الهيدروليكي خلف الأسطوانة الرئيسية كما هو الحال في مؤازر التخلخل.

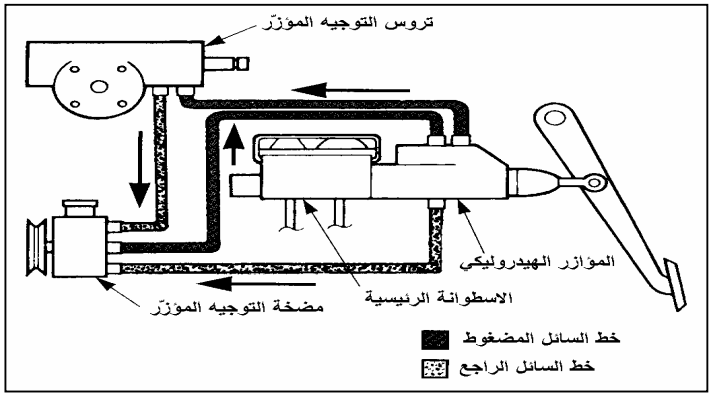
أنواع مؤازر الفرامل الهيدروليكي

- نظام مؤازرة هيدروليكي يعمل بضغط مضخة نظام التوجيه المؤازّر وهذا النوع من تصميم بندكس ويطلق عليه اسم Hydraulic brake-booster.

- نظام مؤازرة كهربائي هيدروليكي Power boost ويعمل النظام بمصدر هيدروليكي خاص يدار بواسطة محرك كهربائي رئيسي Electric motor (يتميز هذا بصغر الحجم وبأنه أكثر كفاءة).

نظام المؤازرة الهيدروليكي Hydraulic brake-booster

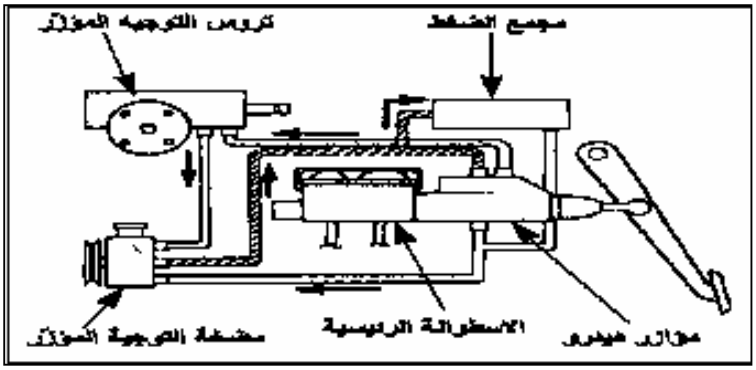
هذا النوع من المؤازر يستخدم ضغط مضخة التوجيه المؤازّر لمساعدة السائق في الضغط على الفرامل. ولا يختلط سائل التوجيه المؤزر وسائل الفرامل فكل نظام له السائل الخاص به ومساراته المنفصلة.



شكل (١٩): نظام المؤازرة الهيدروليكى

وبين شكل(١٩) وضع المؤازر بالنسبة إلى الأسطوانة الرئيسية ومسارات سائل التوجيه المؤزّر من مضخة التوجيه إلى المؤازر.

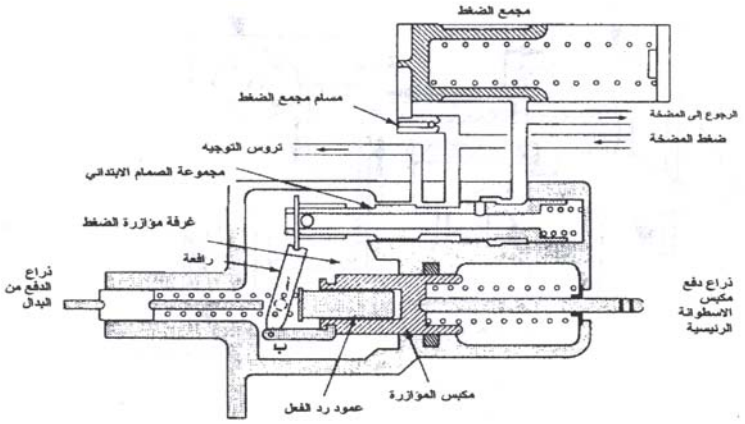
ويوجد بدائرة المؤازر مجمع ضغط Accumulator وهو عبارة عن خزان يخزن به سائل المؤازرة تحت ضغط، والمجمع يعمل تحت تأثير ياي أو غاز مضغوط خلف غشاء محبوك لتوفير ضغط للسائل بالمجمع. وفي حالة قطع سير مضخة التوجيه المؤزّر أو تلف المضخة فإن مجمع الضغط يستطيع توفير من واحدة إلى ثلاث فرامل مؤازّرة. وفي حالة عطل نظام المؤازرة فإن المؤازر مصمم بحيث يسمح باستخدام الفرامل بقوة ضغط قدم السائق بدون مؤازرة. ويبين شكل(٢٠) نظام المؤازرة المتصل بمجمع الضغط.



شكل (٢٠): نظام مؤازر هيدروليكي بمجمع ضغط

تركيب المؤازر الهيدروليكي

يحتوي جسم المؤازر على مكبس المؤازرة، صمام مفتوح من الداخل على شكل بكرة، مجموعة الرافعة، بالإضافة إلى ذراع الدفع الداخل والخارج ووحدة رد الفعل. ويعمل الصمام spool valve على التحكم في غرفة الضغط عند نهاية مكبس المؤازرة. هذا الصمام به شقوق تسمح للسائل بالمرور من فتحة دخول سائل التوجيه المؤزّر إلى أخرى وتؤدي حركة الصمام إلى كشف و حجب هذه الفتحات الجانبية. كما يوجد بالصمام فتحة بالمنتصف تسمح لمسار آخر لسائل المؤازرة. ويتحكم في حركة الصمام رافعة. هذه الرافعة لها محوري ارتكاز في نقطة (أ) و (ب) شكل(٢١). نقطة (أ) على ذراع الدفع الداخل (بنز (أ)) ونقطة (ب) على مكبس المؤازرة (بنز (ب)). في هذا التصميم فإن حركة أي من ذراع الدفع أو مكبس المؤازرة سوف يؤدي إلى تغير وضع الصمام وعليه يتغير الضغط بغرفة الضغط.



شكل (٢١): أجزاء المؤازر هيدروليكي

عمل المؤازر الهيدروليكي

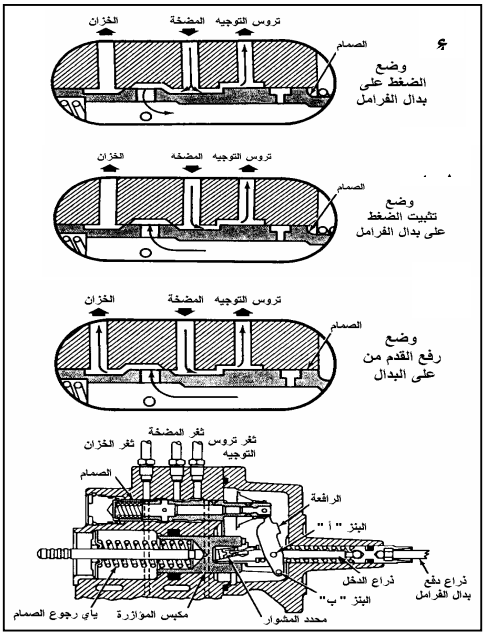
يتم عمل المؤازر خلال ثلاث مراحل (أوضاع):

- وضع الضغط على بدال الفرامل (Applied position).
- وضع تثبيت الفرامل (Holding position).
- وضع تحرير الفرامل (Release position).

وضع الضغط على بدال الفرامل

عندما يضغط السائق على البدال فإن حركة ذراع الدفع سوف تحرك الرافعة حول محور الدوران (بنز (ب)) المثبت بمكبس المؤازرة شكل(٢١)، وبالتالي تدفع الصمام للأمام. في هذا الوضع سوف يتصل ثغر الضغط مع غرفة الضغط. ويؤدي الضغط بالتأثير على نهاية مكبس المؤازرة ودفعه في اتجاه الأسطوانة

الرئيسية لعمل الفرملة شكل(٢٢ أ). مقدار الضغط بغرفة الضغط سوف يتغير حسب مقدار الضغط على البدال ومقدار الضغط بمضخة مؤازرة التوجيه.



شكل (٢٢): أوضاع عمل مؤازر هيدروليكي

وضع تثبيت الضغط على بدال الفرامل

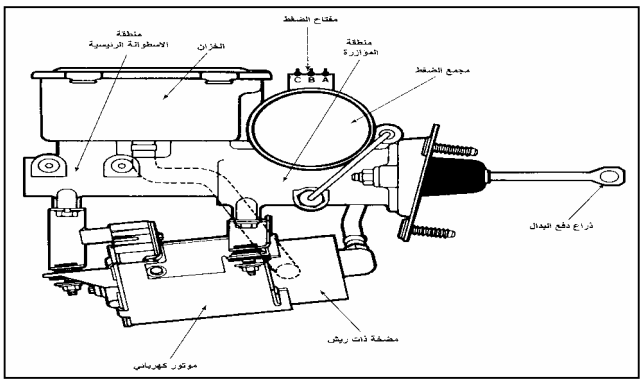
عند تثبيت الضغط على البدال تؤدي حركة المكبس للأمام إلى تحريك الرافعة حول محور الدوران (بنز (أ) المثبت بذراع الدفع الداخل شكل(٢١)، وبالتالي يتحرك الصمام للخلف. في هذا الوضع يغلق مسار السائل الواصل من ثغر الضغط إلى غرفة الضغط. في هذه الحالة يبقى الضغط داخل الغرفة ثابت في وضع تثبيت الضغط شكل(٢٢ ب).

وضع رفع القدم من على بدال الفرامل

عندما يرفع السائق قدمه من على بدال الفرامل فإن ياي رجوع مكبس المؤازرة سوف يدفع المكبس للخلف مؤدياً إلى تحريك الرافعة حول محورا لدوران (بنز (أ) المثبت بذراع الدفع الداخل شكل(٢١جـ)، وبالتالي يتحرك الصمام للأمام. في هذا الوضع يصل مسار السائل من غرفة الضغط إلى خزان مضخة التوجيه المؤزّر. مع استمرار حركة مكبس المؤازرة للخلف يدفع ذراع الدفع الداخل للخلف عن طريق اتصال مكبس المؤازرة مع ذراع الدفع الداخل بالرافعة.

المؤازر الكهرو هيدروليكي Power booster

لهذا النوع مضخة الضغط الخاصة به لتوفير الضغط. وتعمل المضخة فقط حين الحاجة إلى هذا الضغط. ولهذا يتميز هذا النوع عن سابقه من ناحية أن المؤازر السابق يستخدم مضخة التوجيه المؤزّر باستمرار مما يزيد قليلاً من معدل استهلاك البنزين. كما أن هذا المؤازر أقل حجماً ولا يحتاج إلى ليات لتوصيله للمحرك ويوفر كمية عالية من المؤازرة. هذا النوع يمكن استخدامه مع جميع أنواع السيارات شكل (٢٣).



شكل (٢٣): مكونات المؤازر الكهرو هيدروليكي

مكونات المؤازر الكهرو هيدروليكي

هذا المؤازر مدمج مع الأسطوانة الرئيسية في جسم واحد من الألومونيوم المصبوب. ويدفع مكبس المؤازرة ومجموعة رد الفعل على المكبس الابتدائي للأسطوانة الرئيسية مباشرة.

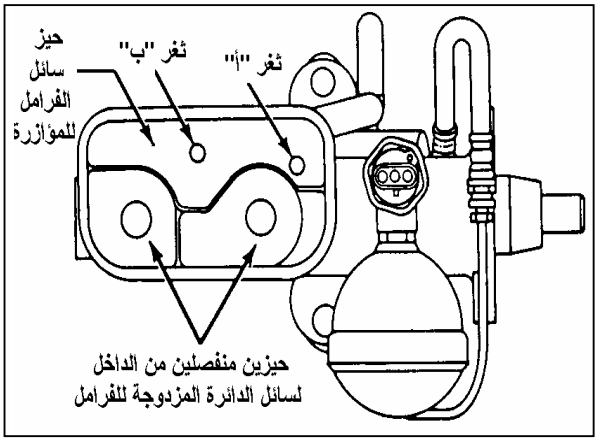
ويستخدم سائل الفرامل أيضاً كسائل وحدة المؤازرة. ويخزن السائل في خزان مقسم إلى ثلاث مقاطع، مقطعين بينهما فاصل ومقطع معزول عنهما، في الجزء المعزول هناك بأسفله ثغرين أحدهما يصل إلى مدخل المضخة والثاني يصل إلى ثغور رجوع المؤازر شكل (٢٤).

ويشكل المحرك الكهربائي والمضخة مجموعة واحدة مجمعه عن طريق حامل مع جسم (المؤازر/الاسطوانة الرئيسية). ويتصل سحب المضخة بالخزان عن طريق لي مطاطي. ومخرج المضخة متصل مع المؤازر عن طريق لي ضغط عالي مقوى. ويتصل المحرك الكهربائي بمفتاح كهربائي عن طريق مرحل كهربائي. هذا المفتاح يصل الكهرباء إلى المضخة في حالة انخفاض الضغط ويقطع الاتصال في حالة زيادته، كما أن المفتاح يصل الكهرباء إلى لمبة تحذير الفرامل عندما ينخفض ضغط مجمع الضغط عن(٢٧٠٠ كيلو بسكال).

ويجمع مكبس المؤازرة داخل تجويف الأسطوانة الخاصة به وعليه مجموعة من حلقات الحبك الدائرية لمنع تسرب الزيت. وبداخل المكبس هناك مجموعة رد الفعل تتكون من قرص ومكبس رد الفعل ومن صمامات التحكم الداخلية والخارجية التي تتحكم في ضغط السائل بداخل فراغ مكبس المؤازرة.

طريقة عمل المؤازر الكهرو هيدروليكي

على الرغم من وجود أشكال عديدة للصمامات المستخدمة مع المؤازر فهي تعمل بنفس النظرية. فهناك مسار للسائل يصل من ثغر الضغط العالي بمجمع الضغط إلى نهاية الصمام الخارجي للتحكم، ومسار للرجوع يصل من الصمام الداخلي إلى ثغر الرجوع بالخزان. ويتحدد وضع صمامي الداخل والخارج عن طريق ذراع الدفع للبدال، قرص رد الفعل و مكبس المؤازرة. ويمر عمل المؤازر خلال مراحل عدم تطبيق الفرامل، تطبيق الفرامل، تثبيت وضع الفرامل، و تحرير (عتق) الفرامل.



شكل (٢٤): خزان المؤازر الكهرو هيدروليكي

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح نظام الفرامل المؤزّرة
Power Brake Service

فحص مؤازر الفرامل المؤازّرة Checking the Power Brake Booster

في معظم حالات صيانة المؤازر (الباكم) يتم فحص لي التخلخل والصمام الأحادي الاتجاه وعمل المؤازر وفك وتغيير اللي أو الصمام أو المؤازر.

معظم المشاكل من المؤازر تأتي من شكوى سائقي السيارات من أن أداء الفرامل ضعيف أو غير مرضي. وأحياناً قليلة تكون الشكوى من التحميل المستمر للفرامل، والتي تكون مصاحبة لتآكل سريع لبطانات احتكاك الفرامل (خاصة بطانات الفرامل القرصية).

مؤازر التخلخل (Vacuum booster) والمؤازر الهيدروليكي (Hydraulic brake-booster) أو المؤازر الكهروهيدروليكي (Elector hydraulic or Power booster) يمكن فكهم وعمل الإصلاحات المطلوبة. ولكن في معظم الورش يفضل الفني تركيب مؤازر جديد أو مجدد بدلاً من تصليح المؤازر وذلك لعدم توفر العدة الخاصة، والخبرة المطلوبة و الأجزاء الداخلية اللازمة لعمل الإصلاح داخل الورشة.

فحص ما إذا كان سبب تحميل الفرامل ناتج من عطل في المؤازر

الفحص السريع لبيان ما إذا كان المؤازر سبب تحميل الفرامل يتم كالآتي:

١ - رفع كل من العجلتين الأماميتين.

٢ - (أثناء عدم عمل المحرك) قم بالضغط عدة مرات على بدال الفرامل للتخلص من التخلخل بالمؤازر (أو الضغط الهيدروليكي بالمؤازر الهيدروليكي).

٣ - أدر العجلات باليد للتأكد من حالة تحميل الفرامل. ثم أدر المحرك وقم بالتأكد من حالة تحميل الفرامل مرة أخرى.

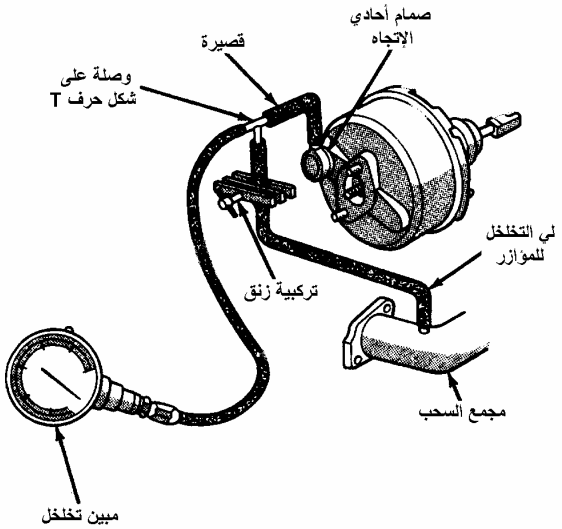
❖ قم بفحص الخلوص الحر للبدال في حالة عدم وجود خلوص قم بضبط الخلوص، و في حالة وجود خلوص فإن هذا يدل على عطل المؤازر وتسببه في تحميل الفرامل ويجب في هذه الحالة استبداله أو إصلاحه.

مؤازر التخلخل

فحص مصدر التخلخل

يلزم للأداء الجيد للمؤازر تخلخل عالي من المحرك. ويتم فحص التخلخل بمجمع السحب عن طريق مقياس للتخلخل يركب بمجمع السحب بالقرب من وصلة المؤازر قدر الإمكان.

١ - أدر المحرك على سرعة اللاحمل وقس مقدار التخلخل يجب أن يكون في حدود من (١٧ إلى ٢٠) بوصة زئبق (الحد الأدنى ١٤ بوصة زئبق)، وتتغير قيمة القراءة مع فتح وغلق صمام الخانق. في حالة انخفاض قراءة التخلخل ابحث عن فقد أنبوب تخلخل بالمجمع أو وجود حابك تالف أو أن المحرك بحاجة إلى ضبط أو إلى توضيب ،أنظر شكل (١).



شكل(١): فحص مصدر التخلخل باستخدام مبين تخلخل

٢ - مع غلق مسار التخلخل المتصل مع مجمع السحب فإن
نقص التخلخل بمقدار أعلى من ١ بوصة خلال ١٥ ثانية يدل
على تلف الصمام الأحادي الاتجاه أو هناك تسرب داخلي للمؤازر.

فحص أنبوب (لي) التخلخل

١ - يفحص لي التخلخل بالنظر لوجود أي آثار خارجية للقطع أو التمزق.

٢ - يفحص لوجود أي إعاقة داخلية بمجرى اللي، وذلك عن طريق نزع اللي من ناحية الصمام الأحادي الاتجاه أثناء دوران المحرك. يلاحظ دخول الهواء باللي وعدم انتظام دوران المحرك في حالة عدم وجود العائق.

٣ - افحص اللي من الداخل لوجود آثار بلل. في حالة وجود آثار سائل فرامل يدل ذلك على تلف الحابك الثانوي للمكبس الابتدائي للأسطوانة الرئيسية. وجود آثار زيت محرك فإن ذلك يدل على تلف الصمام الأحادي الاتجاه للمؤازر.

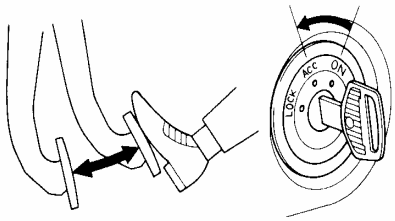
فحص الصمام الأحادي الاتجاه

١ - يتم نزع الصمام من المؤازر وينفخ فيه ويلاحظ اتجاه سريان الهواء. يمكن نفخ الهواء بالاتجاه من المؤازر إلى مجمع السحب وليس في الاتجاه المعاكس.

فحص المؤازر

١ - فحص عمل المؤازر

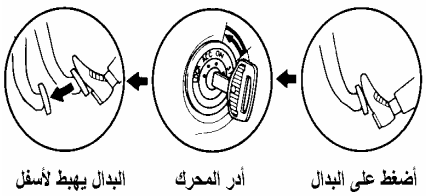
أ - اضغط على البدال عدة مرات والمحرك لا يعمل للتخلص من التخلخل بمؤازر التخلخل، شكل (٢).



شكل (٢)

ب - اضغط على البدال وأبق الضغط مستمراً.

جـ - أدر المحرك ولاحظ هبوط قليل للبدال لأسفل ،شكل(٣).

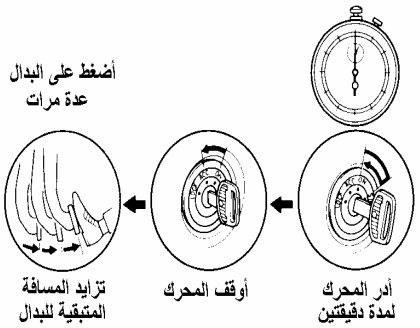


شكل (٣)

٢ - فحص حبك الهواء للمؤازر (١)

أ - بعد إدارة المحرك لدقيقة أو دقيقتين أبطل المحرك.

ب - عند ضغط البدال عدة مرات بضغطة متساوية تأكد من زيادة المسافة المتبقية مع زيادة عدد مرات الضغط، شكل(٤).

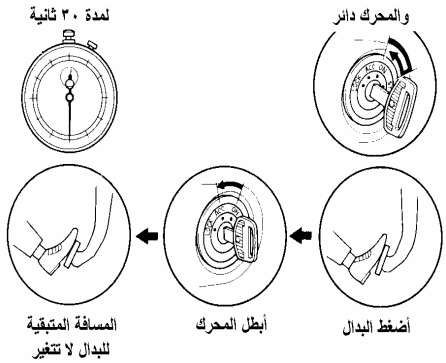


شكل(٤)

٣ - فحص حبك الهواء للمؤازر (٢)

أ - أثناء دوران المحرك، اضغط على البدال واستمر في الضغط بمقدار ثابت ، شكل (٥).

ب - مع الاستمرار في الضغط، أبطل عمل المحرك لمدة ٣٠ ثانية وتأكد من عدم تغير المسافة المتبقية للبدال (ارتفاع البدال).



شكل (٥)

٤ - تحديد مصدر التسريب في المؤازر

يمكن تحديد مصدر التسريب بالمؤازر إما عن طريق مضخة تفريغ أو عن طريق استخدام وعاء زجاجي وليات.

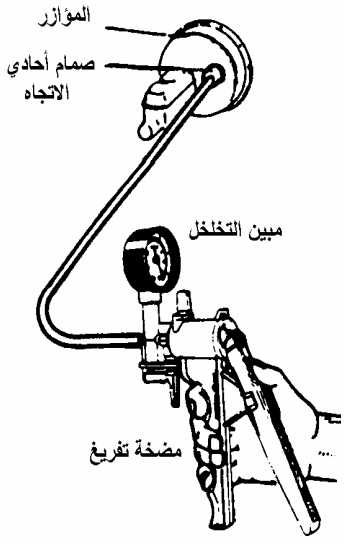
استخدام مضخة تفريغ:

١ - افصل لي التخلخل من الصمام الأحادي الاتجاه وصل مضخة التفريغ مباشرة مع الصمام أو فتحة التفريغ بالمؤازر ،شكل(٦).

٢ - مع عدم الضغط على البدال قم بعمل تخلخل بالمضخة في حدود من (١٧ إلى ٢٠) بوصة زئبق هذا التخلخل يجب أن يظل ثابت لعدة دقائق. أي نقص في قيمة التخلخل يدل على تسرب في صمام التحكم أو غرفة المؤازر.

٣ - اضغط على الفرامل بضغطة متوسطة، تلاحظ انخفاض فوري في قيمة التخلخل مع حركة بدال الفرامل.

مع استمرار الضغط ارجع التخلخل مرة أخرى إلى (١٧ -٢٠) بوصة زئبق. يجب أن يظل التخلخل ثابت لمدة ٣٠ ثانية. في حالة انخفاض قيمة الضغط فإن ذلك يدل على تسريب من الغشاء أو صمام التحكم أو غرفة المؤازر.



شكل (٦)

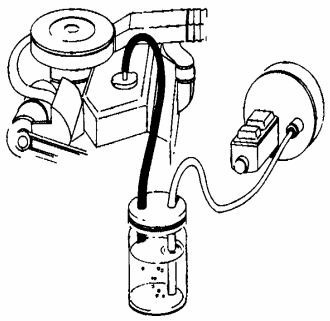
شكل (٧)

استخدام وعاء زجاجي وليات:

صل لي المؤازر بوعاء زجاجي مملوء لمنتصفة بالماء ومحبك الغطاء كما يتصل لي آخر داخل الوعاء بمجمع السحب ، شكل(٧).

١ - عند إدارة المحرك يلاحظ خروج فقاقيع من الهواء بالوعاء لفترة ثم يتوقف بعدها خروج الفقاقيع.

٢ - في حالة استمرار خروج الفقاقيع دون توقف في حالة استمرار خروج الفقاقيع دون توقف مع دوران المحرك فإن ذلك يدل على وجود تسريب في الغشاء أو صمام التحكم أو غرفة المؤازر ، شكل(٨).



شكل (٨)

المؤازر الهيدروليكي

قبل البدء بفحص نظام المؤازرة الهيدروليكي ابدأ بفحص حالة المحرك وعمل نظام التوجيه المؤازّر والتي قد تؤثر في عمل وأداء المؤازر. في حالة وجود مشاكل بالفرامل والتوجيه قد يكون السبب هو ضعف الضغط والإمداد بالسائل.

١. أفحص مستوى سائل مضخة التوجيه. في بعض السيارات يكون هناك بخزان سائل التوجيه عصا قياس بها علامة لقياس مستوى السائل عند درجة حرارة التشغيل. وفي البعضالآخرتكون عصا القياس بها علامة والسائل بارد وعلامة والسائل ساخن. ارجع لكتيب إرشادات الصيانة لقياس مستوى السائل واستخدم نوع السائل المنصوص عليه بالمواصفات الخاص بالسيارة.

٢. أفحص حالة سائل التوجيه، في حالة وجود تلوث للسائل أو رائحة حرق غير السائل وأضف سائل جديد قبل البدء بأي عملية أخرى.

٣. أفحص حالة سير مضخة التوجيه وقم بتغييره في حالة أن السير مشقق أو مصقول أو عليه شحم أو زيت. كذلك تأكد من مقدار شد السير حسب المواصفات المنصوص عليها بكتيب الإرشادات وأن السير مركب بالطريقة الصحيحة على بكرة وشداد السير.

٤. أفحص آثار أي تسريب للسائل بليات التوجيه وليات المؤازر. للتأكد من حالة التسريب اطلب من مساعد الفني أن يدير المحرك على السرعة العالية الخاملة ثم يضغط على الفرامل ويدير عجلة القيادة من أقصى اليمين إلى أقصى اليسار. هذا الإجراء سوف يؤدي إلى تولد ضغط عالي يعمل على أن يندفع السائل من أي مكان به تسريب. في حالة وجود تسريب اربط التوصيلات أو استبدل الأنابيب والليات عند الحاجة إلى ذلك.

تحذير

لا تبق عجلة القيادة في الوضع الأقصى للتوجيه أكثر من ٥ ثوان عند إجراء اختبار التسريب بالنظام. فإن ذلك قد يتلف النظام نتيجة استخدام عملية الضغط العالي لمدة طويلة.

٥. في حالة وجود تسريب حول المضخة، قم بتنظيف المنطقة وربط جميع الوصلات والمسامير. في حالة استمرار التسريب قم باستبدال و إصلاح المضخة.

٦. أفحص مستوى سائل الفرامل بخزان الأسطوانة الرئيسية وأضف سائل عند الحاجة إلى ذلك. في حالة وجود هواء بالنظام الهيدروليكي للفرامل يجب استئصاله من النظام قبل البدء في فحص المؤازر الهيدروليكي.

٧. أفحص السرعة البطيئة للمحرك وقم بضبطها إن دعت الحاجة لذلك.

فحص عمل المؤازر الهيدروليكي

١. أثناء توقف المحرك قم بالضغط عدة مرات على البدال للتخلص من الضغط الهيدروليكي بمجمع الضغط.

٢. أضغط على البدال ثم أدر المحرك، يجب أن تشعر بحركة البدال لأسفل ثم الشعور بزيادة ضغط البدال على القدم.

اختبار مجمع الضغط

١. أثناء دوران المحرك أدر عجلة القيادة حتى تقف أبقها في هذا الوضع لمدة لا تزيد عن ٥ ثوان.

٢. أرجع عجلة القيادة لوضعها بالمنتصف ثم أبطل عمل المحرك.

٣. أضغط على البدال يجب أن تشعر بوجود ٢ أو ٣ ضغطات مؤازّرة.

٤. كرر العمليات ١ و٢ هذا سوف يؤدي إلى شحن مجمع الضغط (زيادة الضغط الهيدروليكي بمجمع الضغط).
٥. أبطل عمل المحرك وأنتظر لمدة ساعة ثم اضغط على بدال الفرامل ويجب أن يكون هناك عدد ٢ أو ٣ ضغطات مؤازّرة. في حالة أن مجمع الضغط لا يستطيع الحفاظ على الضغط لمدة طويلة أو لا يستطيع الحفاظ على الضغط فإن ذلك يدل على مشكلة بالصمامات، وذلك مشكلة معتادة بمجمع الضغط. في كلتا الحالتين يجب تفكيك المؤازر وتغير الصمامات.

المؤازر الكهروهيدروليكي

فحص مستوى السائل بالخزان

المؤازر الكهروهيدروليكي يستخدم سائل الفرامل لعمل المؤازرة. ويقسم خزان الأسطوانة الرئيسية إلى ثلاث غرف واحدة منهن تخدم المؤازر الكهروهيدروليكي ومعزولة عن الغرفتين الأخريين.
لفحص مستوى السائل بالخزان يجب أن يتم ذلك ومجمع الضغط فارغ من السائل. ويتم ذلك كالآتي:

١. اضغط على بدال الفرامل١٠ مرات على الأقل أثناء عدم دوران المحرك.
٢. يتم إضافة سائل الفرامل إلى الخزان .

فحص تسريب السائل

تعتبر عملية الكشف عن التسريب بالنظام من العمليات السهلة لأن مجمع الضغط دائماً مضغوط بضغط عالي (٣٤٥٠ كيلو بسكال) فإن أي تسرب ولو صغير سوف يؤدي إلى تناقص سريع لمستوى السائل. ولتحديد مكان التسريب بدقة يمكن إجراء التالي:
١. أمسح مجموعة الأسطوانة الرئيسية والأنابيب والليات بقطعة قماش مبللة بسائل تنظيف للفرامل أو كحول.
٢. قم بتفريغ ضغط مجمع الضغط كما سبق توضيحه. وأضبط مستوى السائل بخزان الأسطوانة الرئيسية.
٣. أدر المحرك وأنتظر حتى تشحن المضخة مجمع الضغط.
٤. قم بفحص جميع الوصلات بمجمع الضغط وخزان الأسطوانة الرئيسية ومفتاح الضغط وعند ذراع دفع بدال الفرامل. في حالة وجود تسريب بأي من تلك الوصلات قم بإحكام شدها . في حالة أن الشد لم يأتي بنتيجة قم باستبدال الجزء التالف. في حالة وجود تسريب عند ذراع دفع البدال قم

بتغيير المؤازر والاسطوانة الرئيسية. في حالة وجود كمية كبيرة من التسريب عند غطاء خزان السائل قد تكون نتيجة الملء الزائد للخزان ومجمع الضغط مشحون. نظف مكان التسريب ثم أعد عملية ضبط مستوى السائل بالخزان.

فحص عمل المؤازر الكهرو هيدروليكي

١ - اضغط على بدال الفرامل أثناء عدم عمل المحرك أبقي الضغط ثم أدر المحرك يجب أن تشعر بحركة البدال لأسفل ويبقى على ارتفاع ثابت. في حالة هبوط البدال لأسفل تحت تأثير الضغط العادي قم باستبدال المؤازر والاسطوانة الرئيسية.

٢ - أثناء عدم دوران المحرك قم بالضغط عشر مرات على البدال للتخلص من الضغط بمجمع الضغط. يجب أن تلاحظ أن البدال يصبح أكثر صلابة مع استمرار شحن المجمع.

٣ - حرر فرامل التثبيت.

٤ - أدر مفتاح الإشعال ولكن دون إدارة المحرك. في هذه الحالة ستكون لمبة التحذير بلوحة السيارة مضاءة وتعمل المضخة لمدة ٢٠ ثانية لشحن مجمع الضغط. بعد ٢٠ ثانية تتوقف المضخة عن العمل وتنطفئ اللمبة. في حالة أن المضخة لم تعمل نهائياً قم بفحص التوصيلات الكهربائية للمضخة. في حالة أن المضخة لم تتوقف عن العمل افحص المحرك الكهربائي لوجود دائرة قصر في الدائرة الكهربائية أو وجود تسريب بالنظام الهيدروليكي.

اختبار الضغط

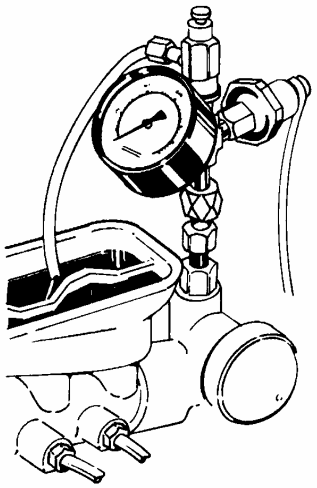
يتم الاختبار عن طريق استخدام جهاز خاص لقياس ضغط المؤازر (يحتوي على مقياس ضغط يقرأ ١٠٠٠ رطل/ ال بوصة)، مجمع ضغط به صمام استئصال ، وصلات وليات. لتجهيز الاختبار قم بتفريغ الضغط بمجمع الضغط بالضغط على البدال ١٠ مرات على الأقل ثم حل مفتاح الضغط وركب المقياس بمكان المفتاح ثم ركب المفتاح بالمكان المخصص بمجمع ضغط الجهاز.

أ - اختبار الحد الأعلى للضغط

أقفل صمام النزف وأدر مفتاح الإشعال ولكن دون إدارة المحرك، وأترك المضخة تعمل لشحن مجمع الضغط بالمؤازر حتى تتوقف عن العمل. لاحظ قراءة الضغط بالمقياس يجب أن يكون ضغط المضخة في حدود (٦٣٥ -٧٣٥ رطل/ البوصة). في حالة زيادة الضغط عن (٧٣٥ رطل/ البوصة) قم بتغيير مفتاح الضغط. في حالة أن المضخة استمرت في الدوران دون الوصول إلى الضغط المنصوص عليه قم باستبدال المضخة.

ب - اختبار الحد الأدنى للضغط

أقفل صمام النزف وأدر مفتاح الإشعال ولكن دون إدارة المحرك، وأترك المضخة تعمل حتى تنتهي من العمل. وصل لي النزف من مجمع الضغط إلى غرفة السائل للمؤازر بخزان الأسطوانة الرئيسية. قم بفتح صمام النزف ولاحظ قراءة مبين الضغط عند بداية عمل المضخة. يجب أن تبدأ المضخة في العمل عند ضغط ٤٩٠ -٥٣٠ رطل/ البوصة. في حالة أن المضخة بدأت العمل عند ضغط أعلى من حدود الضغط المسموح أو لم تبدأ العمل عند الحدود المسموح بها قم باستبدال مفتاح الضغط.



شكل (٩)

جـ اختبار الضغط السابق للشحن

قم بالضغط على بدال الفرامل عشر مرات و مفتاح الإشعال في حالة عدم تشغيل ثم لاحظ قراءة المبين عند بداية أن البدال يصبح صلب، هذه القراءة تدل على قيمة الضغط السابق للشحن والتي يجب أن تكون في حدود من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ رطل/البوصة.

استبدال مؤازر الفرامل الكهربائي Replacement of the Power Brake Booster

المؤازر التالف يمكن فكه من السيارة لإصلاحه أو لاستبداله، وتختلف عملية الفك من سيارة إلى أخرى ولكن غالبية خطوات الحل من السيارة تتبع الخطوات المبينة لاحقاً. وتكون خطوات التركيب هي نفس خطوات الفك بترتيب عكسي.

تنبيه

أثناء العمل في فك المؤازر من السيارة يجب تغطية جانب السيارة بغطاء الجنب الواقي لتجنب إتلاف سطح السيارة بسب الاحتكاك به أثناء العمل.

طريقة فك المؤازر التخلخلي من السيارة

١. استخدم فرملة التثبيت لتثبيت السيارة ثم افصل القطب السالب للبطارية.
٢. فك وصلات أنابيب الفرامل من فتحات الخروج للأسطوانة الرئيسية. ثم ضع سدادة على الأنابيب وعلى فتحات الخروج للأسطوانة لمنع انسكاب السائل أو تلوث السائل بالأتربة.
٣. أفصل لي التخلخل من الصمام أحادي الاتجاه في المؤازر.
٤. فك صواميل ربط الأسطوانة الرئيسية بالمؤازر، وأرفع الأسطوانة بحذر.
٥. أفصل الوصلة الكهربائية لمفتاح لمبة التوقف من على بدال الفرامل.
٦. فك مفتاح لمبة التوقف من مكانها.
٧. فك صواميل تثبيت المؤازر بالسيارة من داخل السيارة.
٨. ارفع ذراع دفع البدال من مكانه.
٩. من جهة حيز المحرك قم بابعاد الأجزاء حول المؤازر.
١٠. اسحب المؤازر خارج السيارة.

❖ يجب التأكد من ضبط طول ذراع دفع المؤازر قبل تركيب المؤازر بالسيارة.

ففي حالة ما إذا كان طول ذراع الدفع أطول من اللازم فإن ذلك سوف يدفع المكبس الابتدائي في الأسطوانة الرئيسية للداخل حيث يؤدي إلى تغطية فتحة التعويض بالحابك الابتدائي للمكبس مؤدياً إلى تحميل الفرامل بشكل مستمر. وأما في حالة أن ذراع الدفع أقصر من اللازم فإن ذلك سوف يزيد من

مشوار البدال وجعل البدال يؤثر على الفرامل في نهاية مشواره، كما يؤدي قصر طول الذراع على وجود صوت بالمؤازر أثناء الفرملة.

قياس طول ذراع (عمود) الدفع للمؤازر

تستخدم معظم المؤازرات ذراع دفع قابل للضبط لإطالة وتقصير طول ذراع الدفع للمؤازر. وهناك ثلاث طرق متبعة للتأكد من طول ذراع الدفع للمؤازر.

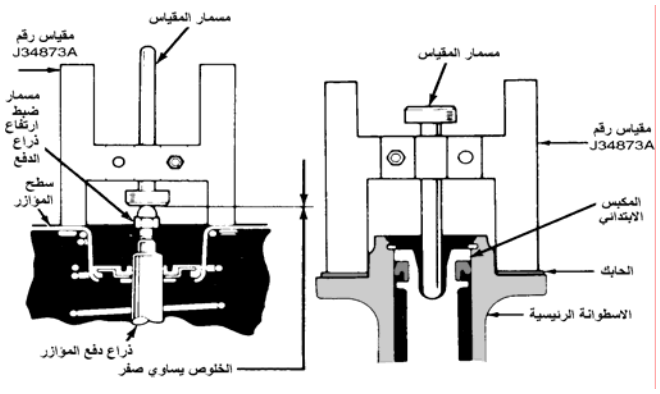
- طريقة المقياس.
- طريقة الهواء .
- طريقة الدوامة.

طريقة المقياس تجري قبل تركيب الأسطوانة مع المؤازر وتستخدم مقياس مبين به الحدود المسموح بها لطول ذراع الدفع. وتستخدم طريقة الهواء بعد تركيب الأسطوانة والمؤازر وذلك عن طريق ضغط الهواء (ضغط منخفض) خلال فتحة خروج سائل الفرامل وملاحظة خروج الهواء من فتحة التعويض إلى خزان الفرامل. في حالة أن ذراع الدفع للمؤازر أطول من اللازم لن يمر الهواء إلى الخزان. وتحتاج هذه العملية لنزف الهواء من الأسطوانة بعد ذلك. وفي طريق الدوامة ينظر إلى سطح سائل الفرامل في غرفة الخزان للدائرة الابتدائية أثناء الضغط على بدال الفرامل بواسطة مساعد الفني. في حالة تكون دوامة أثناء الضغط ورفع القدم من على البدال. في حالة عدم تكون دوامة فإن ذلك يدل على طول الذراع أطول من اللازم. وفي حالة تكون دوامة كبيرة يدل ذلك على أن طول الذراع أقصر من اللازم.

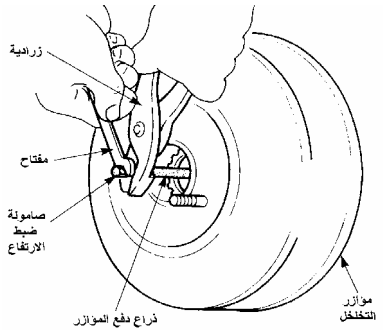
طريقة المقياس

تعتبر طريقة المقياس هي أسرع الطرق، وتقيس المسافة من طرف ذراع الدفع إلى سطح غلاف المؤازر (ارتفاع ذراع الدفع). ويتم إجراء عملية القياس قبل تركيب الأسطوانة الرئيسية مع المؤازر. وتتم العملية عن طريق استخدام مقياس ارتفاع أو شريحة (سماح/عدم سماح) والتي يجب على الذراع بأن يلامس منطقة عدم السماح ويكون أسفل منطقة السماح بمسافة قصيرة، شكل(١٠).

في حالة عدم تطابق ارتفاع ذراع الدفع مع المواصفات قم بضبط الارتفاع ثم التأكد من قيمته قبل تركيب الأسطوانة مع المؤازر، شكل(١١). بعد الانتهاء من عملية التركيب افتح غطاء الخزان وتأكد من طول المؤازر من خلال طريق الدوامة في سائل الفرامل.



شكل (١٠)



شكل(١١)

المؤازر الهيدروليكي

طريقة فك المؤازر من السيارة

١. قبل البدء في فك المؤازر من السيارة قم بالضغط على البدال عدة مرات والمحرك لا يعمل للتخلص من الضغط الهيدروليكي بمجمع الضغط.
٢. فك الأسطوانة الرئيسية من المؤازر ولكن اترك أنابيب الفرامل متصلة بالاسطوانة.
٣. ابعد الأسطوانة جانباً مع توخي الحذر من ثني الأنابيب أو إتلافها. ثبت الأسطوانة مع نقطة قوية في السيارة عن طريق سلك ولا تترك الأسطوانة معلقة على أنابيب الفرامل.
٤. فك أنابيب ا لفرامل من فتحات المؤازر الهيدروليكي، سد فتحات المؤازر والأنابيب بسدادة لمنع السائل من الانسكاب للخارج.
٥. حل ذراع الدفع للبدال من البدال. حل صواميل تثبيت المؤازر من مكان تثبيت المؤازر، وأسحب المؤازر من السيارة.

المؤازر الكهرو هيدروليكي

طريقة فك المؤازر من السيارة

١. قبل البدء في فك المؤازر من السيارة قم بالضغط على البدال عدة مرات والمحرك لا يعمل للتخلص من الضغط الهيدروليكي بمجمع الضغط.
٢. يجب فك أنابيب الفرامل من الأسطوانة الرئيسية لأن الأسطوانة الرئيسية والمؤازر جزء واحد.
٣. فك الوصلات الكهربائية المتصلة مع المؤازر.
٤. فك ذراع الدفع من البدال من داخل السيارة.
٥. فك صواميل تثبيت المؤازر ثم أرفعه مع الأسطوانة الرئيسية كجزء واحد من السيارة.

ملخص

السؤال الأول الذي يطرح نفسه عند التعامل مع وحدة مؤازرة هل نقوم باستبدالها أم نقوم بإصلاحها؟ بالنسبة لمؤازر التخلخل غالباً ما يتم استبداله ولكن في بعض الأحيان تحتاج إلى إصلاحه. أولاً تأكد من أن قطع الغيار متوفرة ثانياً لا تقم بفك المؤازر دون استخدام العدة الخاصة لذلك. قبل حل المؤازر وتفكيكه أكشف على تشغيله وكذلك الليات والصمام أحادي الاتجاه.

لفك مؤازر التخلخل من السيارة، يتم فك كل من الأسطوانة الرئيسية ووصلات ذراع الدفع و لي التخلخل ثم حل مسامير تثبيته بالسيارة وأرفعه منها.

قبل تركيب المؤازر مرة أخرى تأكد من طول ذراع دفع المؤازر. بعد الانتهاء من التركيب قم بتجربة السيارة على الطريق.

عند البدء بالكشف على المؤازر الهيدروليكي قم بفحص مستوى السائل وأضف سائل عند الحاجة. قبل حل المؤازر الهيدروليكي من السيارة ابدأ بتفريغ الضغط من مجمع الضغط، ثم قم بحل ذراع الدفع والاسطوانة الرئيسية ثم الأنابيب والليات الهيدروليكية. ولإصلاح المؤازر الهيدروليكي قم بتفكيكه وتنظيف الأجزاء ثم أفحصها، واستبدل الأجزاء التالفة ثم قم بتجميع المؤازر. بعد الانتهاء من تجميع المؤازر وتركيبة مع الأسطوانة الرئيسية في السيارة مع إعادة تعبئة دائرة الفرامل بالسائل الخاص بها واستئصال الهواء من الدائرة قم باختبار السيارة على الطريق للتأكد من صلاحية الفرامل.

بعض من أجزاء المؤازر الكهروهيدروليكي يمكن إصلاحها منفصلة مثل مجمع الضغط و مفتاح الضغط، الأنابيب والليات. ولكن المضخة والمؤازر يتم استبدا لهما في حالة تلفهما.

المصطلحات في هذا الباب

المؤازر	Booster	غشاء	Diaphragm
مؤازر التخلخل	Vacuum booster	المؤازر الهيدروليكي	Hydraulic-booster
المؤازر الكهرو هيدروليكي	Power booster	مجمع الضغط	Accumulator
تسريب داخلي	Internal leak	استبدال	Replacement
صمام أحادي الاتجاه	Check valve	صمام التحكم	Control valve
مؤازر ثنائي (مزدوج)	Tandem booster	تخلخل	Vacuum

اختبار ذاتي رقم (٥)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ - اشرح كيف يمكن استخدام التخلخل في مؤازرة عملية الفرملة السيارة ؟

٢ - اشرح الغرض من وجود الصمام أحادي الاتجاه وكيفية عمله ؟

٣ - صح أم خطأ : في العادة يكون استبدال مؤازر التخلخل أقل تكلفة من إصلاحه ؟

٤ - صح أم خطأ : يمكن إصلاح مؤازر التخلخل باستخدام عدة يدوية بسيطة ؟

٥ - في حالة عدم وجود مؤازرة من وحدة المؤازرة بعد إبقاء المحرك لا يعمل لمدة ٣٠ دقيقة فإن ذلك يدل على وجود عطل في (.....أو.....أو.....).

٦ -الطول الزائد ل..... يمكن أن يؤدي إلى تحميل على الفرامل بشكل مستمر .

٧ - قبل إتمام تركيب المؤازر بتركيب الأسطوانة الرئيسية قم بالتأكد من طول ..... .

٨ - ما هي أهم أسباب عطل المؤازر الهيدروليكي؟

٩ - عند تشخيص أعطال المؤازر الهيدروليكي فإن أول خطوة بالفحص هي ..... .

(أ) مسامير تربيط مجمع السحب.	(ب) لي التخلخل.
(جـ) الأجزاء الداخلية للمؤازر.	(د) طول ذراع الدفع للمؤازر.

(أ) غشاء تالف.	(ب) صمام تحكم تالف.
(جـ) صمام أحادي الاتجاه تالف.	(د) فقد وصلات البدال.

١٠ - عندما لا يكون هناك مؤازرة من وحدة المؤازرة، ما الذي يجب أن يفحصه الفني أولاً :

١١ - لا تقم ابدأ برفع غطاء مجمع الضغط قبل أن .....

١٢ - في حالة أن مؤازر التخلخل لا يوجد به مؤازرة بعد فقد مصدر التخلخل ما هو الاحتمال الأكبر للعطل

(أ) عند إجراء عملية تفكيك المؤازر.	(ب) بعد إجراء عملية إصلاح المؤازر، ولكن قبل تركيبه بالسيارة.
(جـ) بعد تركيبه بالسيارة، ولكن قبل تركيب الأسطوانة الرئيسية.	(د) بعد تركيب الأسطوانة الرئيسية، ولكن قبل تشغيل السيارة.

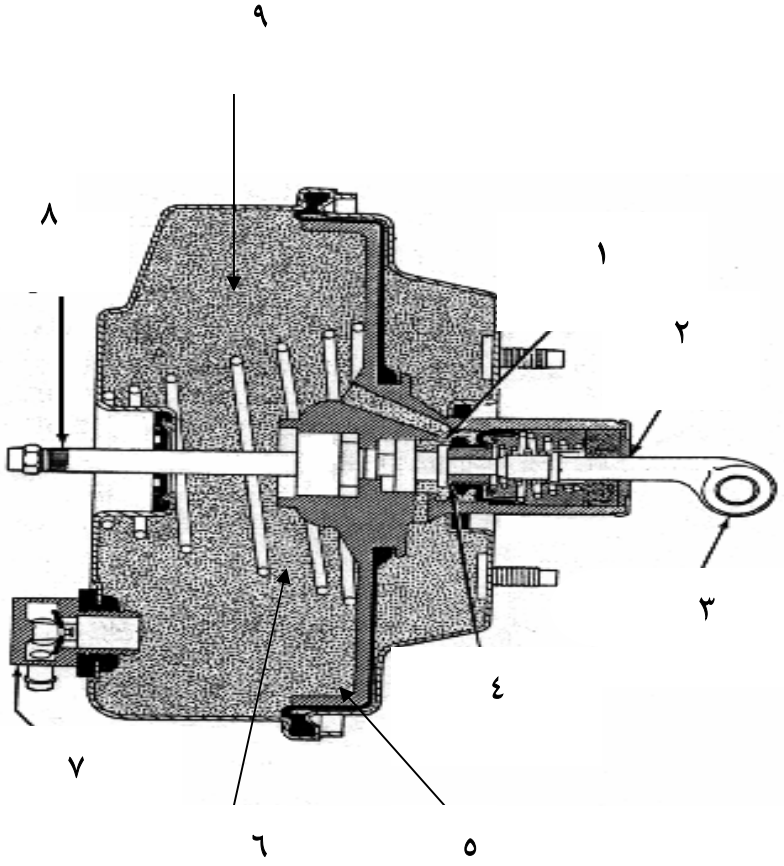
١٣ - متى يجب فحص طول ذراع الدفع ؟

التدريب الأول:

الجدارة : التعرف على مكونات المؤازر التخلخلي.

المعطى : شكل يوضح المؤازر التخلخلي.

المطلوب : أذكر أجزاء مكونات المؤازر التخلخلي من على الشكل التالي ودونها في الجدول السفلي.



رقم الجزء	الجـــزء	رقم الجزء	الجـــزء
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	
٥			

التدريب الثاني:

الجدارة: فحص المؤازر التخلخلي.

المعطى: يشعر السائق بتحميل مستمر للفرامل على السيارة.

المطلوب: فحص فيما إذا كان سبب تحميل الفرامل ناتج من عطل في المؤازر.

التدريب الثالث:

الجدارة: تحديد سبب العطل في المؤازر التخلخلي.

المعطى: يبذل سائق جهد عالي في دفع بدال الفرامل عند عملية الفرملة.

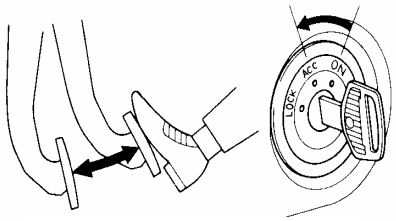
المطلوب: تحديد سبب هذه المشكلة.

التدريب الرابع:

الجدارة: معرفة خطوات فحص المؤازر التخلخلي.

المعطى: سيارة بها نظام فرامل مزود بمؤازر تخلخلي مزودة بكرت فحص.

المطلوب: التعرف على خطوات فحص المؤازر التخلخلي وتعبئة كرت الفحص.

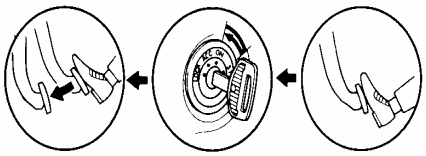


.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

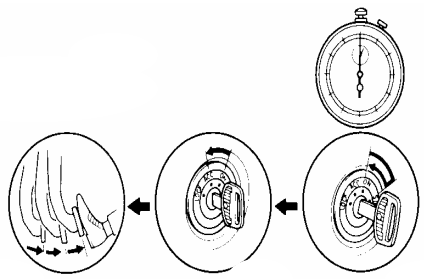
.....

.....

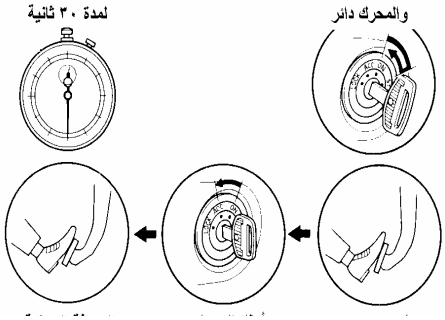
.....

.....

.....



.....


لمدة ٣٠ ثانية
والمحرك دائر

.....

.....

.....

.....

1. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11. Hillier, V.A.W.,"Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13. Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14. Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16. Tempest, Clifford M, "Automotive Service Technology", McGraw-Hill Book Company, 3rd Edition.
17. Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
18. Thiessen, Frank; Dales, Davies, "Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
19. TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
20. TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
21. TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

نظام الفرامل

نظام فرامل التثبيت

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

عزيزي المتدرب نقدم إليك هذه الوحدة الخاصة بنظام فرامل التثبيت المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في نظام الفرامل. وتغطي هذه الوحدة نوع آخر من الفرامل وهو الفرامل الميكانيكية، الأسطوانة هذه الفرامل تعمل منفصلة عن نظام الفرامل الهيدروليكية. وفي هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض الغرض من نظام التثبيت، ومكونات النظام وكيفية تشغيل النظام .

ولاختبار أداء فرملة العجلات يتم استخدام جهاز اختبار قوة الفرامل وهو يعمل على قياس أداء فرملة العجلات والتي من خلاله يمكن تحديد الأعطال في فرامل العجلات وفرامل التثبيت للعجلات. وفي الفصل الثاني سنعرض لك طريقة فحص رافعة فرامل التثبيت وكيفية إجراء ضبط كبل الفرامل.

دراسة هذه الوحدة سوف تساعدك على معرفة طريقة عمل فرامل التثبيت وأجزاء النظام وطريقة اختبار أدائها. هذا وسوف نستعرض معك بهذه الوحدة المعلومات الفنية عن أجزاء النظام وعمل تلك الأجزاء.

وبكونك فني للفرامل يجب أن تكون قادر على التعرف على الأنواع المختلفة لنظم فرامل تثبيت السيارة عند التوقف.

وعليك أيها الأخ المتدرب الفهم الجيد لمكونات هذا النظام فإن عدم ضبط فرامل التثبيت قد يؤدي إلى عدم إمكانية إيقاف السيارة. أو تظل الفرامل محملة (لا تتحرر نهائياً) وتؤدي إلى إعاقة حركة السيارة وبالتالي رفع درجة حرارة أجزاء الفرامل وبالتالي تآكلها. هذا وتحتوي الوحدة على ترجمة للمصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني بالإضافة إلى تمرينات للمراجعة بنهاية الفصل الثاني تساعدك على قياس مدى استيعابك للمادة العلمية بالوحدة.

الجدارة: فحص واختبار أجزاء نظام فرامل التثبيت وإجراء عمليات الضبط.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - معرفة الغرض من فرامل التثبيت.
٢ - كيفية عمل فرامل التثبيت.
٣ - معرفة أجزاء فرامل التثبيت.
٤ - طرق فحص واختبار رافعة نظام فرامل التثبيت.
٥ - طريقة إجراء ضبط لكبل الفرامل.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٧٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٢ ساعات نظري + ٤ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الصيانة للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بنظم الفرامل.

متطلبات الجدارة: معرفة تامة بمحتويات الوحدة التدريبية الأولى ومعرفة كيفية استخدام كتب الصيانة.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- التعرف على وظيفة فرامل التثبيت.
- التعرف على مكونات وأجزاء فرامل التثبيت.
- بيان الأنواع المختلفة لفرامل التثبيت.
- شرح طريقة عمل أجزاء فرامل التثبيت للأنواع المختلفة.
- فحص وضبط رافعة فرامل التثبيت.
- ضبط شد كبلات فرامل التثبيت.
- استبدال كبلات فرامل التثبيت.
- فحص وتشخيص أعطال فرامل التثبيت من خلال جهاز اختبار قوة الفرامل.

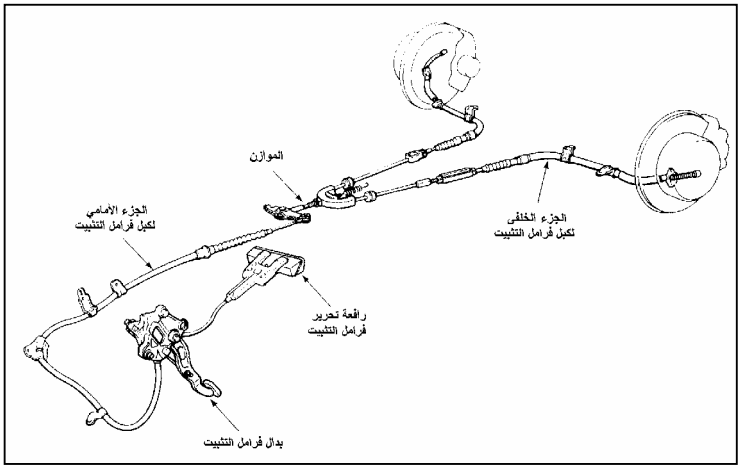
الفصل الأول

فرامل التثبيت Parking Brakes

وظيفة فرامل التثبيت:

الغرض الأساسي من فرامل التثبيت هو إبقاء السيارة ثابتة دون حركة أو تمنع تحريكها عندما لا تكون منقادة. وتظهر أهمية فرامل التثبيت عند إيقاف السيارة على طريق مائل.

وفي العادة تعمل فرامل التثبيت على المحور الخلفي فقط، و تعمل بطريقة ميكانيكية منفصلة تماماً عن الفرامل الهيدروليكية للسيارة. ويكون مقدار قوة الفرملة أقل بكثير من مقدار قوة فرملة الخدمة



شكل (١): الأجزاء الرئيسية والتوصيلات لفرامل التثبيت

(حوالي ٣٠٪). وتستخدم معظم فرامل التثبيت فرامل العجل القرصية والانفراجية للاستفادة من بطانات الاحتكاك بهما لتثبيت السيارة ويوضح شكل(١) أجزاء وتوصيلات فرامل التثبيت.

مواصفات فرامل التثبيت

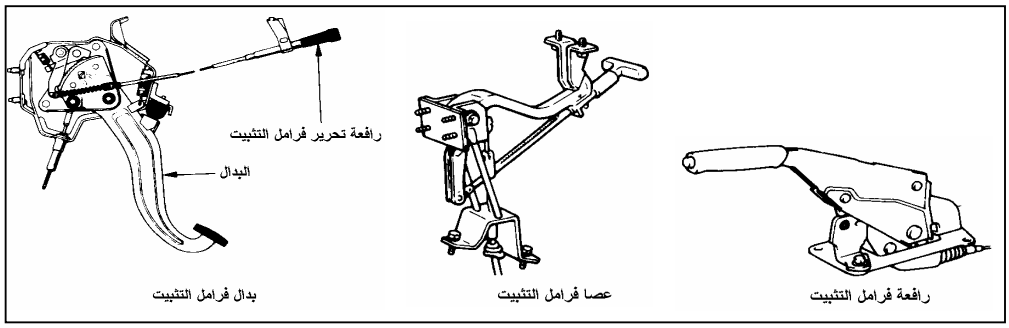
يتطلب من فرامل التثبيت أن تكون قادرة على تثبيت السيارة محملة بالكامل على منحدر مقداره ٣٠٪ للسيارات ذات النقل اليدوي و ٢٠٪ للسيارات ذات النقل الأوتوماتيكي. وأن لا تزيد القوة المستخدمة لتثبيت السيارة لفرملة اليد عن (٣٥٠ نيوتن) ولفرملة القدم عن (٤٥٠ نيوتن).

مكونات فرامل التثبيت

- وسيلة تشغيل الفرملة:
  - ❖ رافعة.
  - ❖ عصا.
  - ❖ بدال.
- وسيلة نقل القوة :
  - ❖ كبل (سلك).
  - ❖ أعمدة.
- وسيلة توفير قوة الاحتكاك لإيقاف السيارة :
  - ❖ فرامل العجل:
    - ▪ أنفراجية خلفية.
    - ▪ قرصية خلفية :
      - تستخدم بطانات الاحتكاك الموجودة بالسرج.
      - تستخدم فرامل انفراجية ملحقة بالقرص.
  - ❖ فرامل مركبة على مخرج صندوق التروس

وسيلة تشغيل فرامل التثبيت

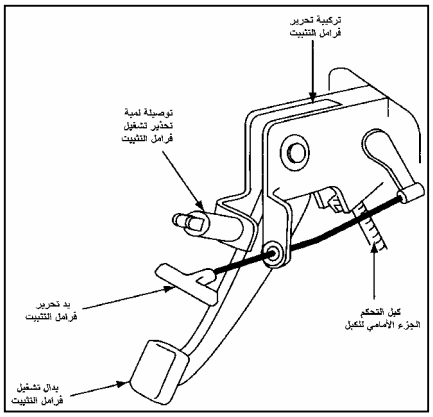
نظام التشغيل واحد بالنسبة لنوعي فرامل التثبيت التي تعمل على عجل المحور الخلفي أو التي تعمل على مخرج صندوق التروس، وهي تتم عن طريق شد سلك فرامل التثبيت لعمل الفرملة إما بجذب رافعة أو جذب عصا أو الضغط على البدال، كما هو مبين بالشكل (٢).



شكل (٢): الأنواع المختلفة لوسيلة تشغيل فرامل التثبيت

رافعة بدال الفرامل

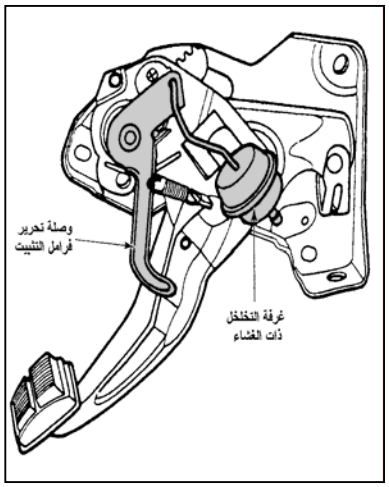
وهى عبارة عن رافعة تعمل عن طريق قدم السائق، وتسمى الرافعة ذراع البدال. ويبقى ذراع البدال في موضعه عن طريق سقاطة تدخل في عجلة مسنن متصلة بتركيبة الذراع. ولتحرير(عتق) فرملة التثبيت، تجذب يد تحرير الفرملة لسحب السقاطة من العجلة المسننة المتصلة بتركيبة الذراع. يدفع ياي الترجيع البدال إلى وضعه الابتدائي،ويوضح شكل (٣) تركيبة.



شكل (٣): بدال فرامل

طرق تشغيل رافعة بدال القدم.

بعض أنواع فرامل التثبيت التي تعمل بالقدم تحرر عن طريق تحرير أوتوماتيكي بالتخلخل، وهو يستخدم في السيارة ذات النقل الأوتوماتيكي وتركيبة التحرير تتكون من تركيبة بها غشاء متصلة بذراع تحرير الفرملة. وتركيبة التحرير تتكون من غرفة مقسمة من الداخل بغشاء جهة منه بها ذراع وياي رجوع والجهة الأخرى محكمة وبها فتحة تخلخل تتصل بمجمع السحب عن طريق لي وصمام تحكم ، شكل(٤).



شكل (٤): وسيلة التحرير الأوتوماتيكي لفرامل البدال

ويتصل صمام التحكم بعمود اختيار النقلات بصندوق السرعات. عند وضع عمود اختيار النقلات في وضع الحياد والوقوف لا يصل التخلخل إلى غرفة التخلخل، ويبقي ياي الرجوع الذراع في وضع تشغيل للفرملة. وعند وضع عمود اختيار النقلات في أي وضع آخر يصل التخلخل إلى غرفة التخلخل ويجذب الغشاء وبالتالي الذراع ويحرر الفرملة.

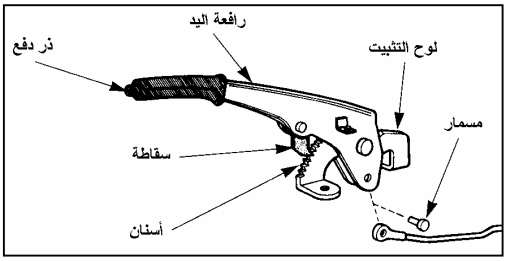
معظم أنواع فرامل التثبيت ذات التحرير الأوتوماتيكي لها ذراع طوارئ يمكن جذبه لتحرير الفرملة في حالة عطل التحرير الأوتوماتيكي. وبعضه له مضخة تخلخل تعمل بالضغط على زر لتوليد تخلخل يعوض عن تعطل التحرير الأوتوماتيكي.

رافعة اليد

هناك نوعان من فرامل التثبيت والتي تعمل باليد ، نوع رافع مثبتة بأرضية السيارة بين المقعدين الأماميين ، والنوعالآخرمركب مع لوحة القيادة (التابلوه) يعمل عن طريق دفع وجذب عصا لتشغيل الرافعة.

الرافعة المثبتة على أرضية السيارة:

وهي تتكون من أنبوبة مجوفة من الصلب مغلفة بالبلاستيك أو الجلد. وتتصل الرافعة بأرضية السيارة من خلال لوح تثبيت، ويحتوي لوح التثبيت على أسنان متصلة بسقاطة موجودة بأسفل تركيبة الرافعة. ويوجد داخل الأنبوبة ذراع دفع محمل بياي يصل السقاطة بزر دفع ، شكل(٥).



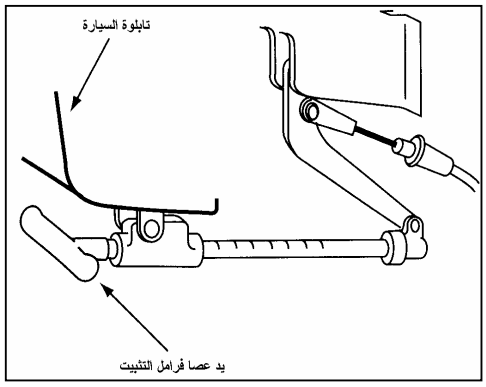
شكل (٥): رافعة اليد لفرامل التثبيت

عند جذب الرافعة تدور حول نقطة تثبيتها بلوح التثبيت وتجذب سلك الفرملة. وعند جذب الرافعة تنزلق السقاطة على أسنان لوح التثبيت، وعند ترك الرافعة تبقى في مكانها عن طريق السقاطة. ولتحرير الفرملة يجذب السائق الرافعة قليلاً لأعلى ثم يضغط على زر الدفع الذي يحل السقاطة من أسنان لوح التثبيت. ويمكن للسائق عندها أن يدفع الرافعة لأسفل للتخلص من شد سلك الفرملة وتحرير الفرملة.

بعض أنواع هذه الرافعة مركب بها ضبط ذاتي للتخلص من ارتخاء في السلك. وبعض الأنواع بها مسمار يدوي بجانب الرافعة لعمل ضبط مشوار الرافعة بسهولة.

الرافعة المثبتة على لوحة قيادة(التابلوه) السيارة:

وهي تتكون من عصا معدنية تمر من خلال أنبوب. وهي مركبة بأسفل التابلوه بالقرب من عجلة التوجيه. جهة من العصا غير مسننة أما الجهة الأخرى بها عدد من الأسنان. وتتصل العصا بيد على شكل حرف (T) وعند جذب اليد للخارج تجذب العصا سلك الفرامل. ويوجد سقاطة مركبه بنهاية الأنبوب تعمل على تثبيت العصا بمكانها في وضع التشغيل. لتحرير الفرملة تدار اليد إلى اليمين أو إلى اليسار وبالتالي تبتعد الأسنان التي في العصا عن السقاطة مما يمكن السائق من دفع العصا للداخل محرراً فرملة التثبيت ، شكل(٦).



شكل (٦): عصا فرامل التثبيت اليدوية

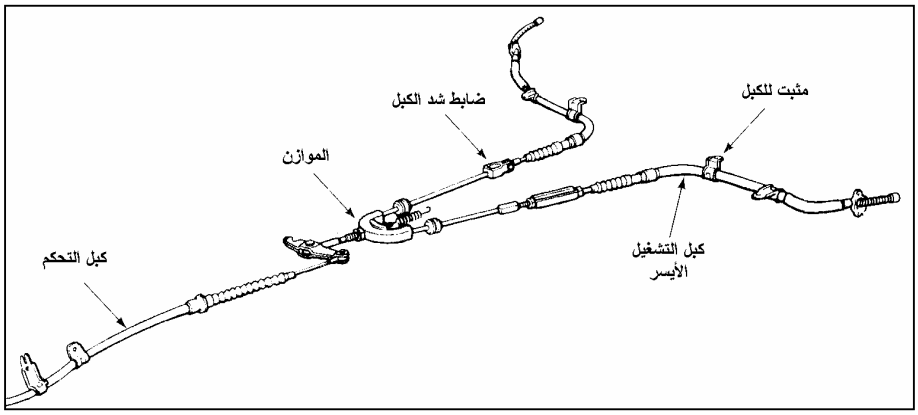
المصباح التحذير ي لفرامل التثبيت

هذا المصباح يعمل في جميع أنواع السيارات الحديثة لتنبيه السائق من أن فرملة التثبيت في وضع تشغيل في بعض السيارات هناك صوت تحذير يصدر بالإضافة إلى مصباح التحذير. ويوجد المصباح بتابلوة السيارة ويركب مفتاح تشغيل المصباح على تركيبة رافعة الفرملة حيث تكتمل الدائرة الكهربائية للمصباح التحذيري بسحب رافعة التثبيت و يكون مفتاح الإشعال في وضع تشغيل.

ويضبط مفتاح مصباح التحذير حتى تظل اللمبة مضاءة حتى تمام تحرير الفرامل. ويشترك مصباح التحذير هذا في معظم السيارات مع دائرة تحذير عطل إحدى الدائرتين الهيدروليكيتين لاسطوانة الفرامل الرئيسية وكذلك بانخفاض مستوى السائل بخزان الأسطوانة الرئيسية (إضاءة المصباح تعني مشكلة في الفرامل).

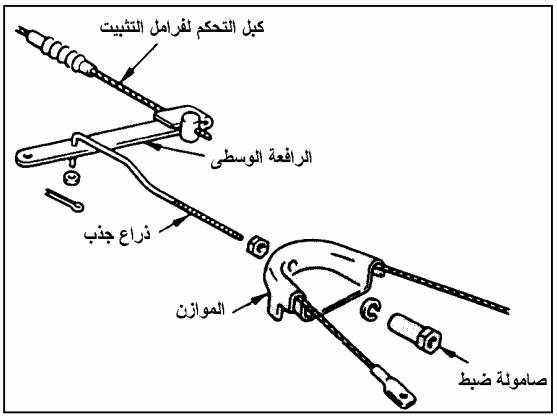
كبلات (أسلاك الفرامل)

تمر أسلاك الفرامل خلال جراب (واقي) وتتصل برافعة اليد أو بدال فرامل التثبيت من جهة ومن الجهة الأخرى تتصل بوصلة. الجزء الأمامي للسلك يسمي كبل التحكم. ويتصل كبل التحكم بموازن (يعمل على توفير فرملة متساوية للعجلتين) يتفرع منه سلكان أحدهما يتجه إلى العجلة الخلفية اليمنى والآخر للعجلة الخلفية اليسرى. وغالباً ما يطلق على هذين الزوجين من الأسلاك(كبلات التشغيل)أو الكبل اليمين واليسار لفرامل التثبيت ويبين شكل(٧) توصيلة كبلات فرامل التثبيت.



شكل (٧): كبلات وأجزاء ميكانيكية لفرامل التثبيت

كما يوجد في بعض السيارات الكبيرة والشاحنات رافعة بالوسط وتتصل تلك الرافعة بالموازن لزيادة قوة فرملة التثبيت شكل(٨) .



شكل (٨): رافعة الوسط لزيادة قوة الفرملة

موازن الفرامل

يركب موازن الفرامل لتوفير جذب متساوي لفرامل التثبيت. ففي التشغيل يجذب كبل التحكم الموازن الذي يجذب بدوره كبلات التشغيل. في حالة أن إحدى الكبلات شد فرملة العجلة قبلالآخرفإن الموازن يدور حول نقطة تثبيت هذا الكبل ويستمر الكبلالآخرفي الحركة حتى يتساوى الشد في كبلي التشغيل.

وصلات وأجزاء ضبط الفرامل

يجب تثبيت جميع كبلات الفرملة وأجزائها في مكانها جيداً عن طريق مثبتات. ونتيجة للتآكل في بطانات الاحتكاك نحتاج إلى إجراء عملية ضبط للفرامل لضمان جودة عملها. في كثير من الأحوال يتم الضبط من خلال العجلات نفسها وهذا شائع بالنسبة للفرامل الانفراجية. أما بالنسبة لبعض تصميمات الفرامل القرصية تكون ذاتية الضبط. ولكن في كثير من فرامل التثبيت يوجد وسيلة ضبط موجودة بالموازن وهي عبارة عن عمود به قلاووظ يبقى في مكانه عن طريق صامولة ربط. وفي البعضالآخريوجد ضابطان موجودان بكبلات التشغيل ويتم شدهما لإزالة أي ارتخاء بالكبلات.

أجزاء فرامل التثبيت في العجلات

تعمل فرامل التثبيت بالعجل عن طريق وصلات ميكانيكية لدفع بطانات الاحتكاك لتقابل أسطح الاحتكاك بالعجل.

وتصنف أنواع تلك الفرامل بالنسبة لمشاركتها أو عدم مشاركتها في فرامل الخدمة.

١ - فرامل تثبيت مشاركة لفرامل الخدمة

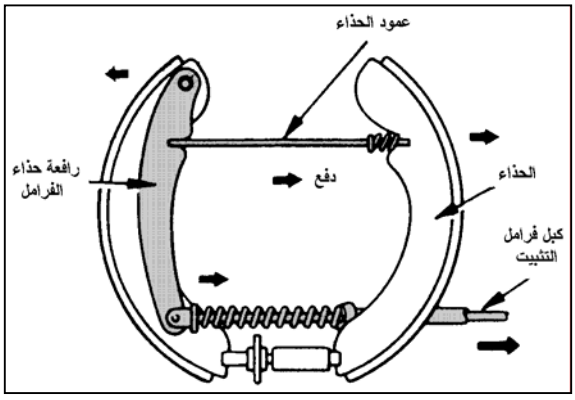
وهي متصلة بمجموعة فرامل العجل بوصلة ميكانيكية للأحذية أو متصلة بمكبس الفرامل القرصية.

أ - الفرامل الانفراجية

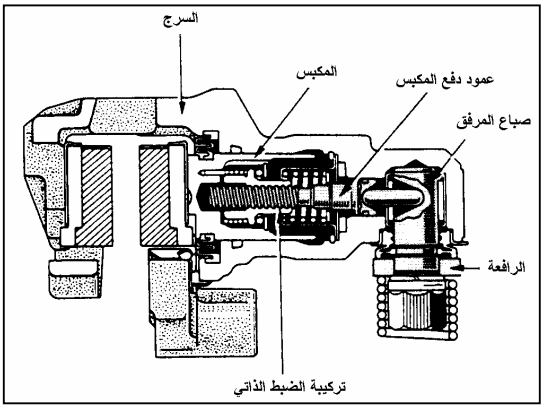
في هذا النوع تنفرج الأحذية للخارج عن طريق عمود الحذاء ورافعة الحذاء. حيث يتصل كبل الفرامل برافعة الحذاء وتنتقل قوة الجذب إلى رافعة الحذاء ومنها إلى عمود الحذاء لدفع الحذاءين للخارج شكل(٩).

ب - الفرامل القرصية

في هذا النوع تصنّع فرملة التثبيت بالعجل كجزء من السرج. وتؤدي حركة الرافعة إلى دوران إصبع المرفق والذي يؤدى إلى حركة عمود دفع المكبس لتحريك المكبس إلى الأمام ليدفع البطانة لتلامس القرص. وبهذا النوع تركيبة ضبط ذاتي لتعويض التآكل في بطانات الاحتكاك شكل(١٠).



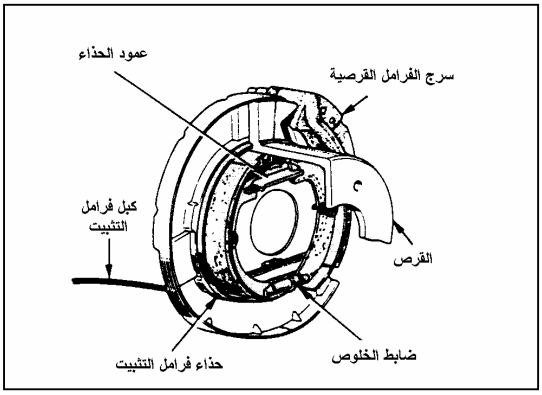
شكل (٩): أجزاء فرامل التثبيت بالعجل



شكل (١٠): تركيبة فرامل التثبيت بالسرج

٢ - فرامل تثبيت غير مشاركة لفرامل الخدمة

في هذا النوع يكون لفرملة التثبيت فرامل انفراجية خاصة بها حجمها صغير والتي تتواجد داخل قرص الفرامل الخلفية، وتعمل فرامل التثبيت كما في فرامل الخدمة ولكن بطريقة ميكانيكية، شكل(١١).



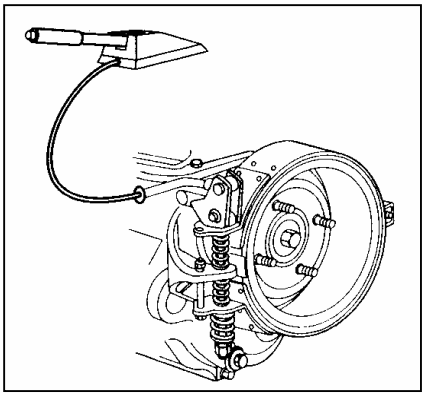
شكل (١١): فرامل قرصية ذات فرامل تثبيت انفراجية

٣ - فرملة الوسط

هذا النوع يستخدم في السيارات ويوجد بين صندوق السرعات وعمود الكردان. وهناك نوعان من فرملة الوسط :

أ - سطح احتكاك خارجي

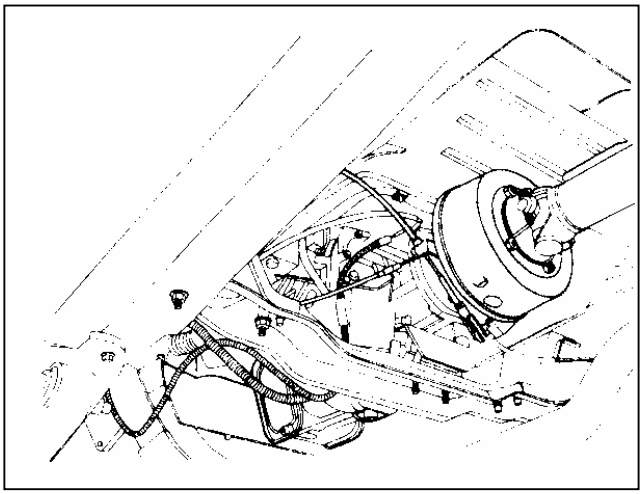
هذا النوع يستخدم سير مركب من الخارج على دارة متصلة بخرج صندوق التروس ويعمل عن طريق جذب السير حول الدارة لإيقاف عمود الكردان، شكل (١٢).



شكل (١٢): فرامل الوسط الخارجية

ب - سطح احتكاك داخلي

في هذا النوع يستخدم فرملة انفراجية، حيث تثبت الأحذية بجسم صندوق التروس وتثبت الدارة مع عمود الكردان، شكل (١٣).



شكل (١٣): فرامل الوسط الداخلية

جهاز اختبار قوة الفرامل Dynamic brake analyzer

مبدأ التشغيل

يعمل جهاز اختبار قوة الفرامل على قياس أداء الفرملة وهو يشمل مسارين ،لكل محور مسار به دلفينين متحركين مركبين بمستوى الأرض .

لإجراء اختبار قوة الفرامل يتم وضع عجلات السيارة لكل محور على حدة وذلك فوق الدلافين المتحركة (٣).

يعمل المحرك الكهربائي (٤) على تحريك الدلافين وبالتالي عجلات السيارة.

عند التأثير على الفرامل يعمل العزم القائد (٢) للمحرك الكهربائي على مقاومة العزم الفرملي (١) والقادم من عجلات السيارة.

يعمل المحرك الكهربائي على التغلب على عزم الفرامل القادم من عجلات السيارة وذلك من خلال زيادة القدرة وبالتالي الحفاظ على سرعة دورانه .

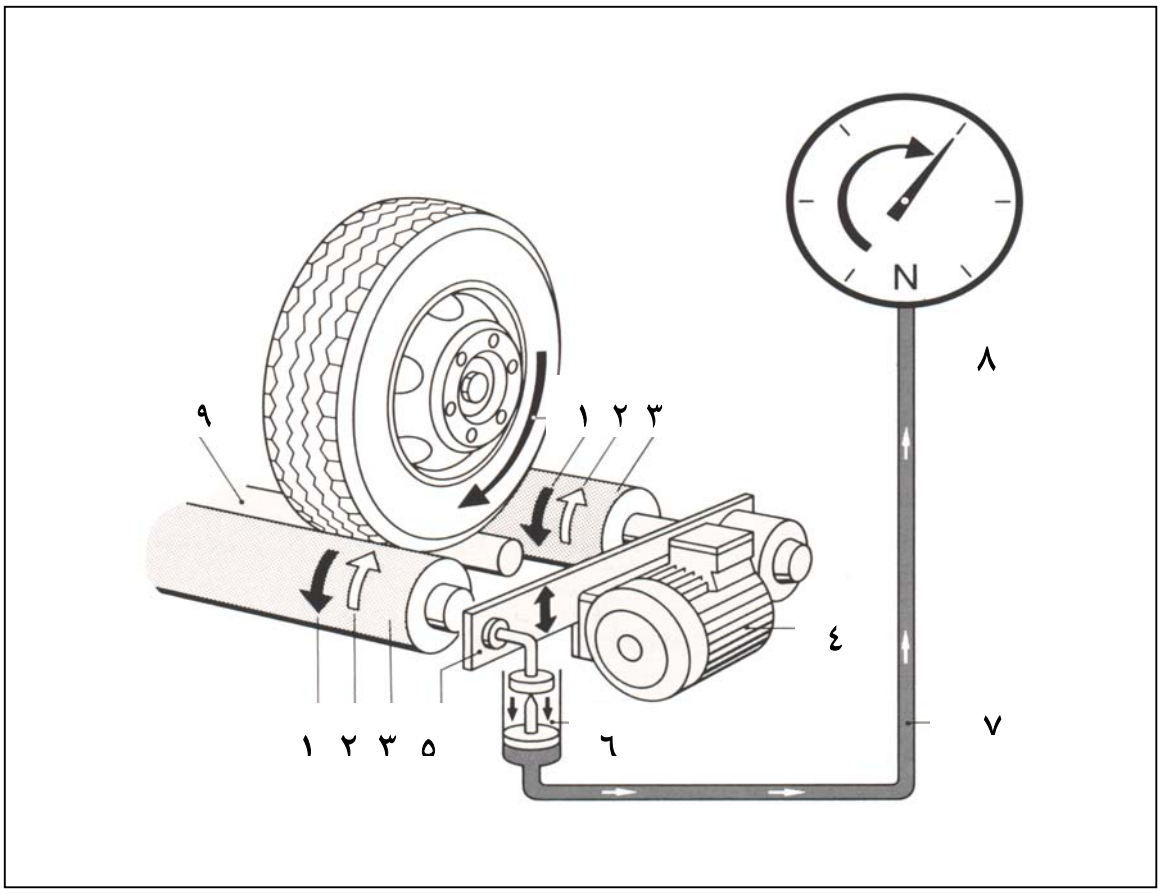
يتم تركيب ذراع أحد طرفيه يتحرك على محور مركب بين الدلافين والمحرك الكهربائي والطرف الآخرمثبت عليه حيز لقياس قوة الفرملة (٦) وذلك من خلال الذراع (٥) .

بارتفاع عزم الفرملة يزداد الضغط من الزراع المتحرك(٥) على حيز قياس قوة الفرملة .

تتناسب القوة المبذولة على حيز قياس القوة مع قوة الفرملة وتنقل عبر الأنبوب الهيدروليكي (٧) إلى مؤشر قياس قوة الفرملة (٨) .

يعمل دلفين الاختبار(٩) على منع الدلافين (٣) من الدوران في حالة عدم وجود السيارة على جهاز اختبار قوة الفرامل وذلك لمنع وقوع الحوادث. كما هو واضح في الشكل (١٣).

(في بعض التصاميم عزم الفرملة المتكون خلال اختبار الفرملة والذي يقاوم اتجاه حركة دلافين الاختبار يتم نقله من خلال ذراع وعبر لاقط حثي إلى وحدة المعالج الرقمي).



شكل (١٣): جهاز اختبار قوة الفرامل

	الجزء		الجزء
١	عزم الفرملة.	٦	أسطوانة ذات زيت ومكبس لقياس قوة الفرملة.
٢	العزم القائد.	٧	أنابيب الزيت.
٣	الدلافين الدوارة.	٨	مؤشر لبيان قيمة قوة الفرامل.
٤	محرك كهربائي.	٩	دلفين تشغيل جهاز اختبار الفرملة.
٥	ذراع متأرجح.		

يحتوي جهاز اختبار قوة الفرامل الحركي على مقاومة عالية لسطح الاحتكاك وذلك من خلال السطح المغطى به الدلافين المتحركة .

من خلال هذا التصميم أمكن الحصول على قوة فرملة عالية مقابل أحمال صغيرة على العجلة أو المحور.

بالوصول إلى أقصى قوة للفرملة يبدأ العجل في الانزلاق والفرامل تميل إلى الغلق ، وبوصول نسبة الانزلاق بين الدلافين المتحركة والعجلات ٢٠٪ فإن الجهاز يتوقف عن العمل تلقائياً.

تعليمات لاختبار قوة الفرملة :

شروط الاختبار :

للوصول إلى قيم محددة للفرامل وأيضاً للحصول على نتائج أخرى فانه من المهم قياس قوة الفرملة المستهلكة .ومن أجل هذا الغرض يتم تركيب حساس لقياس القوة المؤثرة على بدال الفرامل (يتم تحديد أقصى قوة مؤثرة على بدال الفرامل للوصول إلى أقل تقاصر للفرملة حسب نظام الدولة).

- يتم إعادة معايرة الجهاز عند الاختبار .
- يتم فحص ضغط هواء الإطارات قبل إجراء الاختبار .
- يتم قيادة المركبة على منصة الفحص بحيث تكون العجلات في منتصف الدلافين الدوارة وتكون المركبة بشكل مستقيم .
- يجب أن لا تكون الفرامل مبللة .
- يجب تثبيت العجلات بشكل مستقيم وذلك عند بدء دوران الدلافين وإلا فإن المركبة سوف تنحرف وتخرج عن خارج الدلافين الدوارة .

حسابات قوة الفرملة :

يمكن مشاهدة قوة الفرملة للعجلات من خلال مؤشرات خارجية لجهاز قوة الفرامل وتكون إما على شكل مؤشرات تناظرية أو رقمية (الحسابات التي تحصل داخل المعالج الدقيق ويعبر عنها بالأرقام والتي تظهر على شاشة جهاز الفحص) يمكن إجمال طريقة حسابها كالتالي :

قوة الفرملة ويشار لها بوحدة (N) لكل عجلة يمكن الحصول على القوة الكلية للفرملة (F_b) من خلال جمع قوى الفرامل لكل العجلات .

المقاومة القصوى بالنسبة المئوية (٪) يمكن حسابها من خلال الصيغة الرياضية التالية :

$$Z = \frac{Fb}{G_Z \times g} \times 100$$

حيث أن

Z :	المقاومة القصوى بالنسبة المئوية (%).
F_b :	مجموع قوى الفرملة بوحدة (N).
G_Z :	الوزن المسموح به (مجموع الكتلة) للمركبة(Kg).
g. :	تسارع الجاذبية الأرضية $10\ m/sec^2$

مثال :

وزن المركبة الكلي (الكتلة) $G_Z = 1350\ (Kg)$

تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9.81(m/\ sec^2)$

مجموع قوى الفرملة $F_B = 7600\ (N)$

المطلوب :

حساب المقاومة القصوى بالنسبة المئوية (%) ؟

الحل:

$$Z = \frac{7600}{1350 \times 10} \times 100$$

$$= 56.3\ \%\ \square$$

فرملة التثبيت :

يمكن إضافة قوة الفرملة الناتجة من فرملة التثبيت (فرملة اليد) إلى القوى الناتجة من فرملة العجلات. فرملة التثبيت يجب أن تبدأ في الفرملة خلال الثلث الأول لمشوار حركة فرملة اليد للأعلى ويجب أن تعطي أقل تقاصر مسموح به في الفرامل وذلك قبل الوصول إلى نهاية الثلث الثاني.

لا تعتبر الاختلافات بين قوى الفرملة التي تم الحصول عليها من خلال العجلات على المحاور خطيرة وذلك بها لأن هذه الاختلافات لا تزيد عن ٣٠٪ من القيمة العليا عندما تكون المركبة محملة بشكل كامل خلال الاختبار.

باختلاف قوة الفرملة للعجلات يمكن أن يعزى ذلك إلى أسباب كثيرة منها :

١ - مؤشرات القياس عند الفرملة تزداد وتنقص ومن المحتمل أن يكون السبب في ذلك تآكل في قرص أو دارة الفرامل (شكل بيضاوي).

٢ - عند شد فرملة التثبيت تكون القراءتان مختلفتان على المؤشرات للعجلات الخلفية ويمكن أن يدل ذلك على ارتخاء في أحد سلكي فرامل التثبيت أو أنه عالق يحتاج إلى تزييت أو أنه يوجد طبقة من زيت الفرامل على العجلة التي لم تظهر ارتفاعاً في قوة الفرملة..

٣ - مؤشرات القياس عند الفرملة يعطي لأحد العجلتين قوة فرملة عالية بمجرد التأثير على بدال الفرامل ويدل ذلك على وجود مقاومة احتكاك عالية بين بطانتي الاحتكاك والدارة ويمكن ان يعزى السبب في ذلك أن بطانتي الاحتكاك لتلك العجلة عالقة مع الدارة أو أن البطانتين متآكلتين إلى حد أن الطبقة المعدنية للحذاء بدأت بالاحتكاك مع الدارة.

الفصل الثاني

صيانة وإصلاح نظام فرامل التثبيت

Parking Brake Service

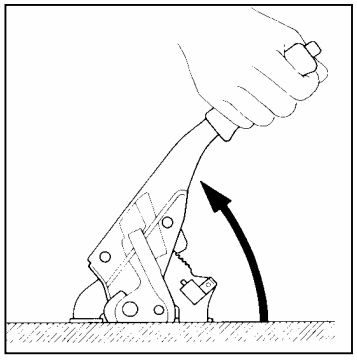
فحص وضبط رافعة فرامل التثبيت Inspection of Parking Brake Lever

تنبيه :

- ❖ يجب التأكد من أن خلوص أحذية الفرامل مضبوط حسب المواصفات قبل القيام بفحص وضبط مسافة حركة رافعة فرامل التثبيت.
- ❖ يمكن ضبط خلوص الأحذية للفرامل الانفراجية المزودة بضابط تلقائي عن طريق جذب رافعة فرامل التثبيت عدة مرات.
- ❖ للفرامل الانفراجية بدون ضابط تلقائي، يجب ضبط خلوص الأحذية يدوياً حسب الطرق المتبعة بكتاب الصيانة للسيارة أولاً.

١ - فحص مسافة حركة رافعة فرامل التثبيت

أجذب رافعة فرملة التثبيت بمقدار القوة المنصوص عليها في المواصفات، وقم بعد عدد الأسنان التي تقطعها الرافعة عند حركتها، انظر شكل(١).عند التأثير بقوة مقدارها ٢٠ كجم (١٩٦ نيوتن).
للفرامل الانفراجية الخلفية ٤ - ٧ أسنان.للفرامل القرصية الخلفية ٥ - ٨ أسنان.



شكل (١): فحص فرامل التثبيت

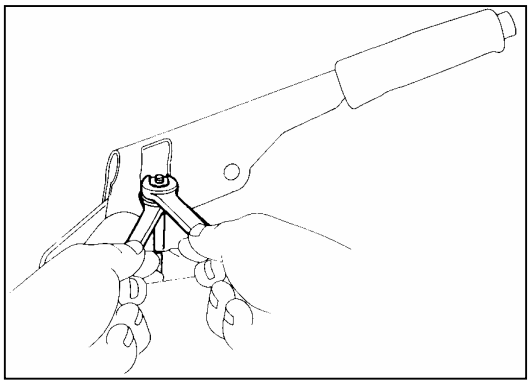
٢ - ضبط مسافة حركة رافعة فرامل التثبيت (عند الحاجة)

أ. أرفع الصندوق المحيط برافعة فرملة التثبيت.

ب. استخدم مفتاحين عاديين، فك شد صامولة الإحكام ولف صامولة الضبط حتى تصل للمسافة المطلوبة كما في شكل (٢).

- الربط ← يقلل المسافة
- الفك ← يزيد المسافة

ت. استخدم مفتاحين عاديين، شد صامولة الإحكام (العزم ٥٥كجم. سم – ٥,٤ نيوتن. متر)، ثم ركب الصندوق المحيط بفرملة التثبيت.



شكل(٢): ضبط فرامل التثبيت

ضبط كبل فرامل التثبيت Parking Brake Cable Adjustment

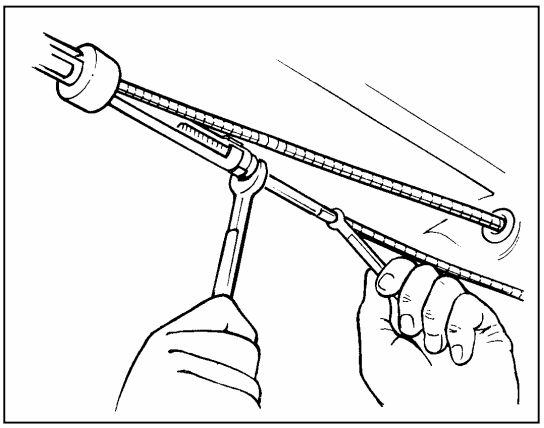
معظم مصنّعي السيارات يحددون على الأقل من ثلاثة إلى أربعة أسنان ومن ثمانية إلى عشرة أسنان بحد أقصى عند شد فرملة اليد. ارجع إلى كتيب الشركة المصنّعة للسيارة التي يجرى عليها الصيانة للمواصفات المطلوبة وخطوات الضبط. وينص مصنعو السيارات على وجوب فحص وضبط العجل الخلفي قبل محاولة إجراء ضبط كبل فرامل التثبيت.

ضبط كبل الفرامل

- ❖ تأكد من أن العجل الخلفي مضبوط حسب المواصفات.
- ❖ اجعل ناقل الحركة في وضع الحياد.
- ❖ ارفع السيارة بالرافعة مع تأمينها على الرافعة الثابتة.

الطريقة الأولى:

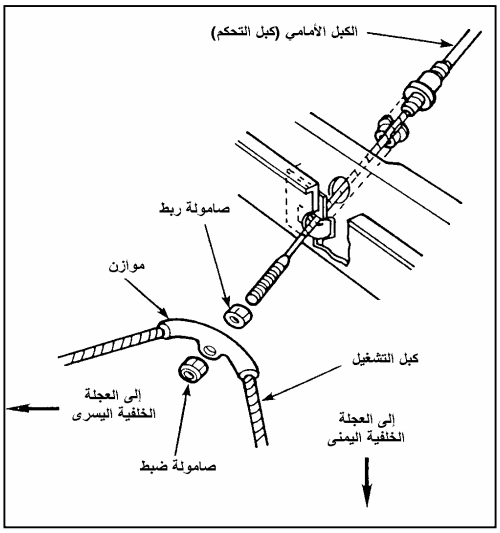
١. في وضع الدارة مركبة شد فرامل التثبيت ثلاثة أو أربعة أسنان، يجب أن يكون هناك تحميل خفيف على العجلتين الخلفيتين.
٢. أضبط الكبل عند الموازن عند الحاجة إلى ذلك حتى تحصل على تحميل خفيف في العجلتين الخلفيتين.
٣. حرر فرملة التثبيت، يجب في هذه الحالة أن لا يكون هناك تحميل بالعجلتين. قم بتصليح أو باستبدال أي من الكبلات الصدئة أو قم بعملية الضبط حتى لا يكون هناك تحميل. أنزل السيارة من على الرافعة، شكل(٣).



شكل (٣): عملية ضبط كبل الفرامل

الطريقة الثانية :

١. تأكد من أن فرملة التثبيت محررة بالكامل.
٢. شد صامولة الضبط عند الموازن حتى تبدأ فرامل العجلات الخلفية بالتحميل. ثم قم بحل الشد بمقدار بسيط وتأكد من عدم تحميل العجل حتى تصل إلى تحرير كامل للعجلات.
٣. شد صامولة الربط على صامولة الضبط، شكل (٤).
٤. تأكد من عمل فرامل التثبيت.

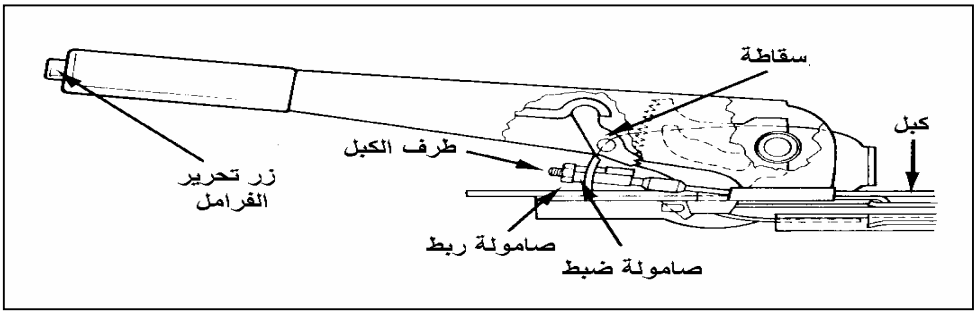


شكل (٤): أجزاء ضبط كبل الفرامل

تنبيه:

يجب دائماً فحص شد كبل الفرامل بعد تركيب بطانات احتكاك جديدة. قد يكون من اللازم تقليل شد كبل فرامل التثبيت للسماح بخلوص حتى يمكن تركيب الدارة على البطانات الجديدة.

❖ في العديد من السيارات يمكن ضبط الكبل من داخل السيارة، شكل (٥).



شكل (٥): بعض فرامل التثبيت تضبط من داخل السيارة

ملخص

❖ فرامل التثبيت تستخدم لمنع السيارة من الحركة عند وقوفها.

❖ وسيلة التحكم في استخدام الفرملة تكون إما عن طريق رافعة يدوية أو بدال قدم. طريقة تحرير الفرملة تكون عن طريق تحكم يدوي أو تلقائي عن طريق وحدة تخلخل متحكم فيها عن طريق عمود اختيار النقلات.

❖ يستخدم الموازن لمعادلة القوى المؤثرة على فرامل التثبيت للعجلتين الخلفيتين عند استخدام الفرملة.

❖ تستخدم رافعة الموازن لتكبير قوة السائق المستخدمة لشد فرامل التثبيت في بعض السيارات.

❖ تستخدم العجلات الانفراجية الخلفية رافعة وعمود دعم لتحريك الأحذية لتلامس الدارة عند استخدام فرامل التثبيت.

❖ فرامل التثبيت المصنّعة كجزء واحد من الفرامل القرصية تستخدم سرج الفرامل القرصية لتثبيت السيارة.

❖ فرامل التثبيت الانفراجية الإضافية التي تعمل مع الفرامل القرصية الخلفية تكون بداخل القرص.

❖ فرامل التثبيت التي تستخدم عمود نقل الحركة إما أن تكون من النوع الخارجي وتعمل عن طريق سير، أو من النوع الداخلي وتعمل بانفراج الأحذية. هذا النوع من الفرامل يمنع عمود نقل الحركة من الدوران لمنع حركة السيارة أثناء توقفها.

❖ يمكن اختبار أداء فرامل العجلات وفرامل التثبيت من خلال جهاز اختبار قوة الفرامل.

المصطلحات في هذا الباب

فرامل التثبيت	Parking brakes	كبل (سلك)	Cable
رافعة	Lever	ضبط الكبل	Cable adjustment
لمبة تحذير	Warning light	استبدال الكبل	Cable replacement
كبلات التشغيل	Application cables	بدال	Pedal
فرامل تعمل باليد	Hand brake	موازن	Equalizer
فرامل تثبيت بالقدم	Foot operated parking brake	كبل التحكم	Control cable
تحرير فرامل بالتخلخل	Vacuum release	مثبت	Clamp
توصيلات الفرامل	Brake linkage	ضابط شد الكبل	Cable adjuster
جهاز اختبار قوة الفرامل	Dynamic brake analyzer		

اختبار ذاتي رقم (٦)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ - اشرح الغرض من فرامل التثبيت ؟

٢ -لماذا لا يمكن استخدام فرامل التثبيت كفرملة طوارئ لإيقاف السيارة أثناء الحركة ؟

٣ - ما هي وظيفة الموازن في نظام فرامل التثبيت ؟

٤ - اشرح طريقة عمل فرامل العجل الانفراجية لتثبيت السيارة ؟

٥ - يمكن تشغيل فرامل التثبيت عن طريق ..... أو عن طريق ..... .

٦ - يستخدم ..... ليؤثر بنفس الشد على كل من كبلي العجل.

٧ - تحرير الفرامل التلقائي لبدال فرامل التثبيت يعمل عن طريق ..... المحرك.

٨ - يجب فحص الفرامل الخلفية وضبطها في حالةحاجة رافعة الفرملة إلى أكثر من :

أ - ٣ أسنان. ب - ١٠ أسنان.

جـ - ٥ أسنان. د - ٧ أسنان.

٩ - يقول الفني الأول:

إنه من الأهمية أن نتذكر أن فرامل التثبيت ليست جزء من النظام الهيدروليكي للفرامل.

ويقول الفني الثاني:

إنه من الأهمية أن نتذكر أن فرامل التثبيت تعمل ميكانيكياً.

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

١٠ - يقول الفني الأول:

أن بدال فرامل التثبيت يبقى في مكانه عن طريق سقاطة.

ويقول الفني الثاني:

أن مصباح تحذير الفرامل يضئ عندما يكون مفتاح الإشعال في وضع تشغيل وفرامل التثبيت مستخدمة.

أيهما أصح ؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني

تدريبات عملية

التدريب الأول:

الجدارة: أن يفحص المتدرب مسافة حركة رافعة فرامل التثبيت و تحليل سبب عدم ضبطها.

المعطى : سيارة بها رافعة فرامل التثبيت غير مضبوطة.

المطلوب: فحص مسافة حركة رافعة التثبيت وسبب عدم عملها بالشكل المطلوب.

التدريب الثاني:

الجدارة: أن يضبط المتدرب كيبل رافعة التثبيت.

المعطى : سيارة بها كيبل رافعة فرامل التثبيت به ارتخاء.

المطلوب: ضبط كيبل رافعة التثبيت.

التدريب الثالث:

الجدارة:أن يعرف المتدرب مكان ضبط كيبل فرامل التثبيت لبعض السيارات.

المعطى : سيارة بها ضبط كيبل رافعة فرامل التثبيت داخل السيارة.

المطلوب: تحديد مكان وطريقة ضبط كيبل فرملة التثبيت داخل السيارة.

1. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11. Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13. Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14. Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16. Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17. Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18. TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
19. TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
20. TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

نظام الفرامل

نظام منع غلق العجلات

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

نقدم إليك عزيزي المتدرب وحدة نظام منع غلق العجلات (ANTI LOCK BRAKE SYSTEM) المتضمنة في حقيبة تشخيص وإصلاح الأعطال في الفرامل. في هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض نظرية عمل نظام منع غلق العجلات، ومكونات النظام والتركيب وطريقة العمل. وكذلك يعرض بهذا الفصل نظام منع انزلاق العجل الذي يقوم باستخدام بعض أجزاء نظام منع غلق العجلات في أداء عمله. وفي الفصل الثاني كيفية صيانة نظام منع غلق العجلات وكيفية فحص وتشخيص أعطال النظام واختبار مكوناته.

في السنوات الحالية تحول صناع السيارات إلى استخدام نظام منع غلق السيارات في معظم سياراتهم، الأسطوانة هذا النظام يعمل عن طريق وحدة تحكم إليكترونية لمراقبة سرعة دوران العجل أثناء فترة الفرملة. وفي حالة اكتشاف بداية حالة غلق لإحدى العجلات تقوم الوحدة الإليكترونية بالتحكم في ضغط الفرامل للعجلة المعنية عن طريق وحدة تحكم كهروهيدروليكية. ويعمل النظام على الكشف الذاتي عن النظام ويخزن الأعطال في شكل رمز يحتاج إلى استخدام جهاز خاص لاستخلاص رقم الرمز.

وبكونك متدرباً لتصبح فني للسيارات فإنه يجب أن تفهم جيداً تركيب وعمل نظام منع غلق العجلات، وأن تكون قادراً على التعرف على عمل مكونات النظام من ناحية نظرية العمل والتركيب والتشغيل. كما يجب أن تكون على دراية بعمليات الفحص والاختبار والتقييم للنظام. كما يجب أن تتقن إجراءات الصيانة والإصلاح والاستبدال. وعليك الانتباه إلى التحذيرات بالوحدة وذلك لحساسية النظام وإلى ارتفاع سعر أجزاء النظام.

وعليك أيها الأخ المتدرب أن تستوعب هذه المعلومات الموجودة بهذه الوحدة وتستفيد من وسائل الإيضاح التي تتضمنها هذه الوحدة من صور وجداول فنية. هذا وتحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية بنهاية الفصل الثاني. .كما أن التمرينات الخاصة بالمراجعة بنهاية الفصل الثاني تساعدك على تقييم استيعابك للمادة العلمية بالوحدة.

الجدارة: معرفة أجزاء النظام وطريقة تشغيل كل جزء.
إجراء عمليات الصيانة والفحص لمكونات النظام.

الهدف: عندما تنتهي من مراجعة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

١ - التعرف على أجزاء نظام منع غلق العجلات.
٢ - التعرف على عمل كل جزء في النظام.
٣ - التعرف على خطوات الفحص للنظام.
٤ - التعرف على الطرق المتبعة في تشخيص وتحديد العطل في النظام أو أجزائه.

مستوى الأداء: أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٧٥٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات نظري + ٨ ساعات عملي.

الوسائل المساعدة: كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل.

متطلبات الجدارة: معرفة عامة بالسيارات والمبادئ الأساسية في الفيزياء والكهرباء والإليكترونيات.
فهم جيد للوحدة الأولى بأساسيات نظام الفرامل.

عند الانتهاء من هذا الباب ستكون قادراً على التالي:

- ❖ التعرف على مكونات نظام منع غلق العجلات.
- ❖ شرح نظرية عمل نظام منع غلق العجلات.
- ❖ شرح الفرق بين أنواع نظام منع غلق العجلات.
- ❖ التعرف على أماكن حساسات سرعة العجلات.
- ❖ التعرف على أجزاء مكونات نظام منع غلق العجلات.
- ❖ التعرف على عمل مكونات نظام منع غلق العجلات.
- ❖ التعرف على عمل نظام منع انزلاق العجلات.
- ❖ إجراء عمليات الصيانة لنظام منع غلق العجلات.
- ❖ فحص مكونات نظام منع غلق العجلات.
- ❖ تشخيص أعطال نظام منع غلق العجلات.
- ❖ استبدال حساسات سرعة العجلات.

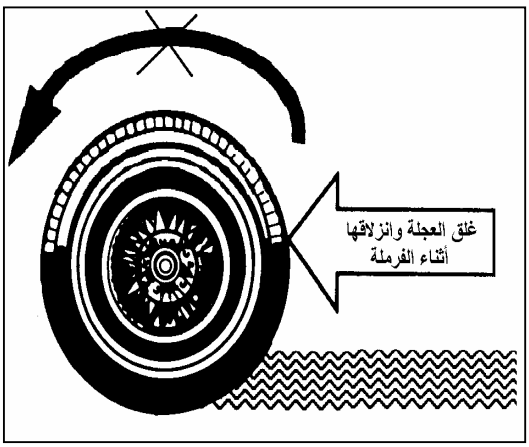
الفصل الأول

نظام منع غلق العجلات

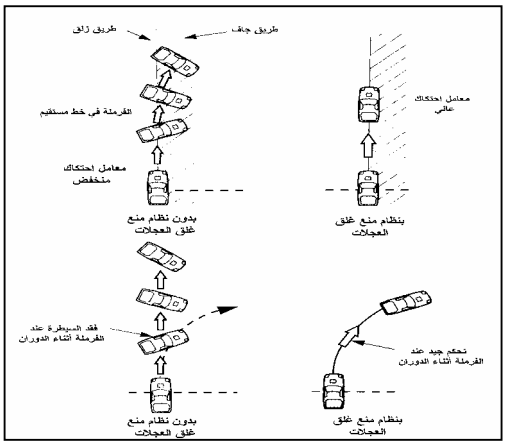
(Antilock Brake System (ABS

أثناء الفرملة القوية أو الفرملة على أرض زلقة (حالة وجود ماء أو زيت ...الخ على الطريق) قد تغلق عجلة أو أكثر (عدم دوران العجلة). في حالة غلق العجلات تنزلق (تزحف) العجلات على سطح الطريق مؤدية إلى زيادة مسافة التوقف أو فقد التوجيه أو السيطرة على السيارة، يؤدي إلى حدوث الحوادث الخطيرة،أنظر شكل (١).

ويعمل نظام منع غلق العجلات فقط عند وصول العجلات إلى حالة الغلق.وبمقارنة السيارات المزودة بنظام منع غلق العجلات والتي غير مزودة به، فإنه أثناء الفرملة العادية (ليس هناك غلق للعجلات) فإن مسافة التوقف تكون واحدة للسيارتين وكذلك الحال بالنسبة إلى اتزان السيارة وتوجيهها أثناء الفرملة.
أما في حالة وجود غلق للعجلات فإن الحال يكون مختلف، فتزداد مسافة التوقف للسيارة الغير مجهزة بالنظام وكذلك يؤدي إلى فقد اتزانها وتوجيها، كما يبين شكل (٢).



شكل (١): غلق العجلة يؤدي إلى انزلاقها

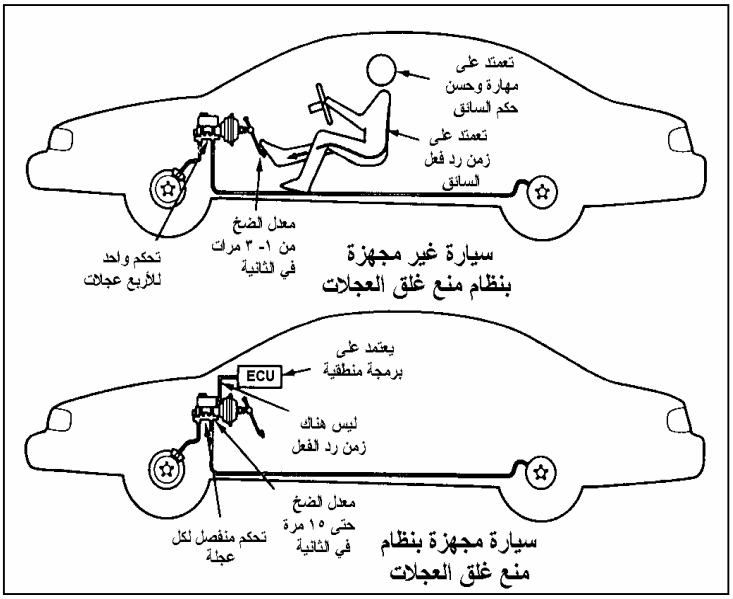


شكل (٢): مقارنة بين أداء سيارتين إحداهما مزوده بنظام منع غلق العجلات والأخرى غير مزودة بالنظام

نظرية عمل نظام منع غلق العجلات

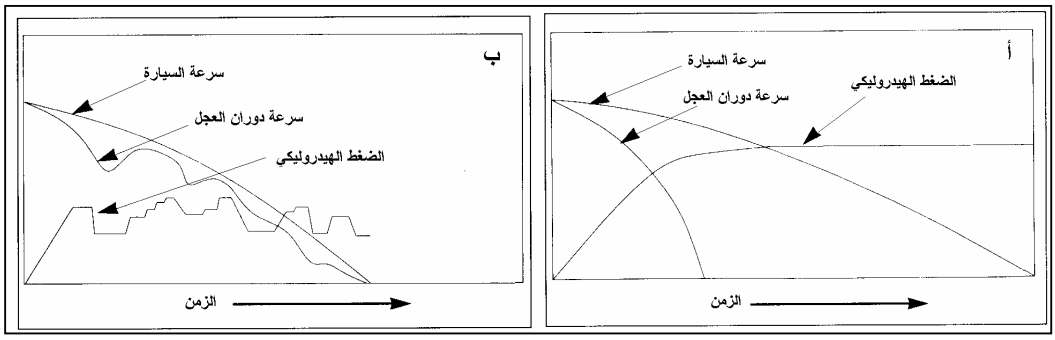
يمكن للسائق في السيارات التي بدون نظام منع غلق العجلات التغلب على مشكلة غلق العجلات أثناء الفرملة. عند سماع السائق أثناء الفرملة لصوت الانزلاق أو الإحساس بحالة غلق العجلات فإن السائق الماهر يقوم برفع القدم من على بدال الفرامل حتى تبدأ العجلة في الدوران (التخلص من غلق العجلات) ثم الضغط مرة أخرى على بدال الفرامل (تعود العجلة مرة أخرى إلى الغلق). يكرر السائق عملية الضغط ورفع القدم من على بدال الفرامل حتى تتوقف السيارة دون حدوث انزلاق لها أو فقد في السيطرة عليها. هذه العملية تسمى عملية ضخ الفرملة (التدبيل). في كثير من الأحيان ينسى السائق إجراء هذه العملية أثناء الفرملة القصوى أو أن تكرار أداء العملية ليس بالسرعة الكافية لتجنب غلق العجلات.

في حالة الوصول إلى حالة غلق العجلات أثناء الفرملة للسيارات المزودة بنظام منع غلق العجلات يقوم النظام بعملية ضخ الفرملة (بدلاً من السائق) وبمعدل تكرار عالي للتخلص من غلق العجلات. ويبين شكل(٣) مقارنة لتجنب غلق العجلات أثناء الفرملة بين أداء السائق في سيارة غير مزودة بنظام منع غلق العجلات وأداء نظام منع غلق العجلات بسيارة مزودة بالنظام.



شكل (٣): مقارنة بين سيارة غير مجهزه وأخرى مجهزة بنظام منع غلق العجلات

ويساعد شكل(٤) على فهم عمل تحكم نظام منع غلق العجلات في ضغط الفرامل عند طريق الضخ أثناء الفرملة القصوى وذلك بمقارنة بين أداء سيارة مجهزة بنظام منع غلق العجلات وسيارة غير مجهزة بالنظام المانع لغلق العجلات ، ونلاحظ أن عملية التحكم في ضغط الفرامل للسيارة المجهزة أدى إلى منع غلق العجلة بالسيارة المجهزة بالنظام وبالتالي قل زمن توقف المركبة.

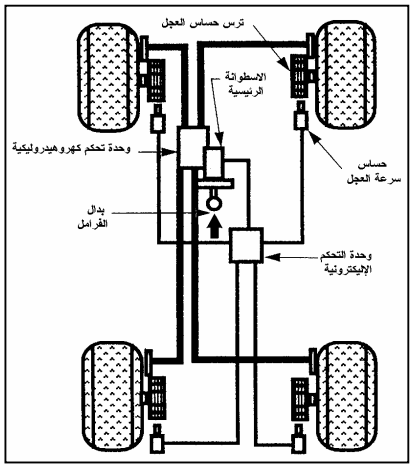


شكل (٣): أداء سيارتين أثناء الفرملة القصوى أ : سيارة غير مجهزة، ب: سيارة مجهزة

أجزاء نظام منع غلق العجلات:

الأجزاء الرئيسية لنظام منع غلق العجلات كما هو مبين في شكل(٥) هي كالتالي:

• حساس سرعة دوران العجل.	• وحدة تحكم إليكترونية.
• وحدة تحكم كهر وهيدروليكية.	• مصباح تحذير عطل نظام منع غلق العجلات.
• ترس حساس العجل.	



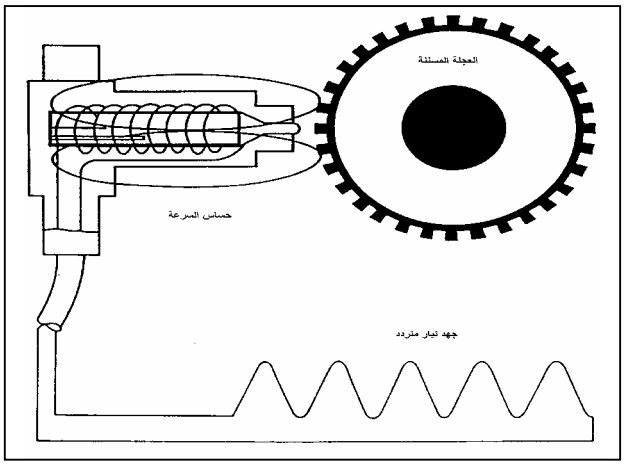
شكل (٤) : أجزاء نظام منع غلق العجلات

حساس سرعة دوران العجل

ويتكون من :

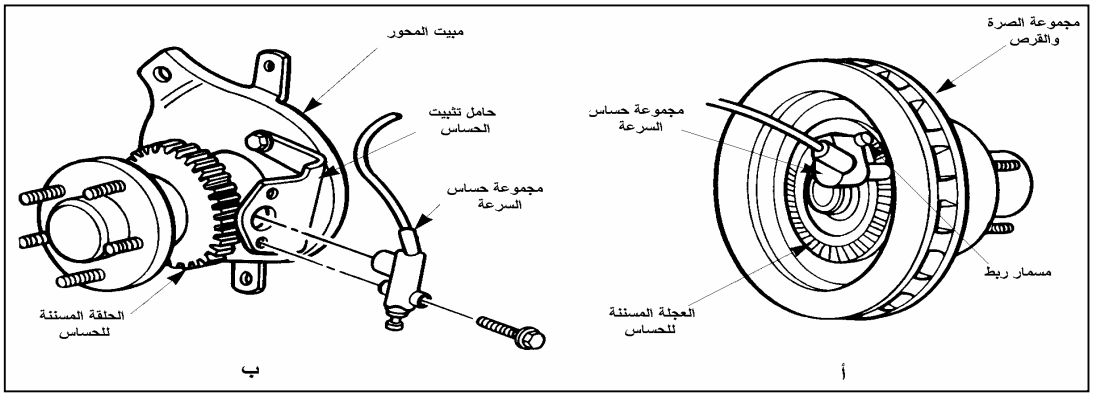
- مغناطيس دائم.
- ملف حث كهربائي.
- حلقة (عجلة) مسننة.

هو مولد كهر ومغناطيسي صغير، يحتوي على ملف كهربائي ملفوف حول قلب مغناطيس دائم. هذا المولد يثبت بجسم السيارة على بعد مسافة قليلة من عجلة مسننة مثبتة على عجل السيارة أو عمود نقل الحركة والتي تدور بنفس سرعة الجزء الدوار. فعند مرور إحدى الأسنان الموجودة بالحلقة بالقرب من المغناطيس تزداد قوة المجال المغناطيسي. وعند ابتعاد السنة تقل قوة المجال المغناطيسي. ويؤدي التغيير في قوة المجال المغناطيسي إلى تغير في قيمة الجهد المتولد عن طريق الحث الكهربائي في الملف المحيط بالمغناطيس. هذه الإشارة المتولدة ترسل إلى وحدة التحكم الإليكترونية. تستخدم الوحدة الإليكترونية مقدار التردد الناتج من هذه الإشارات (الارتفاع والانخفاض في مقدار الجهد) كمقياس لسرعة دوران العجل. التردد هو عدد المرات التي يتغير فيها الجهد خلال ثانية واحدة ويقاس بوحدة (الهرتز - دورة واحدة في الثانية). ويتناسب هذا التردد الناتج في الملف الكهربائي مع سرعة دوران العجل، شكل(٦).

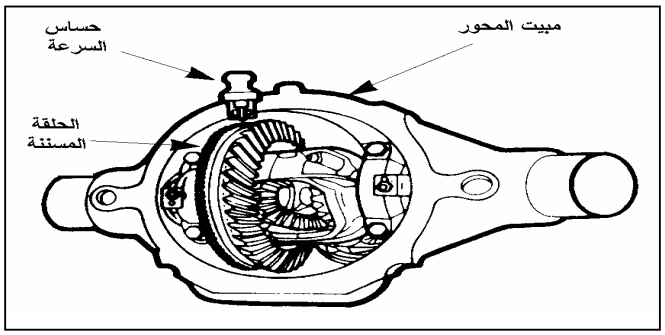


شكل (٥): حساس سرعة الدوران

تفحص الوحدة الإليكترونية مقدار التردد المرسل من جميع حساسات سرعة العجل وتقوم الوحدة الإلكترونية بإرسال إشارة لتشغيل وحدة التحكم الهيدروليكية لمنع غلق العجلات في حالة الحصول على إشارة من إحدى الحساسات بأن هناك عجلة تنخفض سرعة دورانها بمعدل أكبر من العجلات الأخرى.
وتركب الحلقة المسننة لقياس سرعة الدوران حسب تصميم نظام منع غلق العجلات مع العجل كما هو موضح بالشكل(٧). وفي بعض السيارات يستخدم حساس واحد لتحديد سرعة دوران العجل الخلفي يثبت بمبيت التروس الفرقية وحلقة مسننة تثبت بعمود الترس الصغير للمجموعة، شكل(٨).

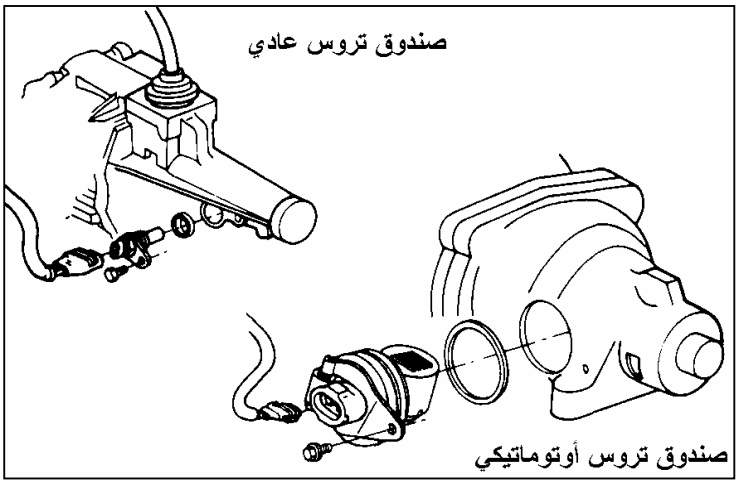


شكل (٧): تركيبة حساس السرعة على العجل. أ - العجل الأمامي، ب - العجل الخلفي



شكل (٨): تركيبة حساس السرعة على محور العجل

ويركب حساس سرعة السيارة على مبيت صندوق السرعات و تركب الحلقة على عمود الخرج للصندوق كما هو موضح بالشكل(٩).



شكل (٩): حساس سرعة السيارة مركب على خرج صندوق السرعات

وحدة التحكم الإليكترونية

وهي عبارة عن معالج للمعلومات (حاسب آلي صغير) تقوم باستقبال الإشارات من حساسات السرعة كمدخلات وتقوم بإرسال إشارات لتشغيل وحدة التحكم الهيدروليكية كمخرجات. ويقوم المعالج بمقارنة تردد الإشارة الواردة من حساسات سرعة العجل وتقارنها مع الإشارة الواردة من حساس سرعة السيارة وكذلك بالنسبة لشكل التعجيل المتناقص لسرعة الدوران الدال على غلق العجلات والمخزن بذاكرة المعالج. ويستطيع المعالج أن يحدد ما إذا كان هناك حالة لغلق العجلات أو إنها على وشك الوقوع، وذلك في حالة أن تردد الإشارة يظهر انخفاض سريع عن القيمة المخزنة بالذاكرة لشكل التعجيل أو أن الإشارة الواردة من إحدى العجلات أقل في ا لتردد من مثيلتها في العجلات الأخرى.

وفي حالة وجود حالة لغلق إحدى العجلات تقوم وحدة التحكم الإليكترونية بإرسال إشارة لتشغيل وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لهذه العجلة. تقوم وحدة التحكم بناء على الإشارة المرسلة إليها بتقليل الضغط الهيدروليكي باسطوانة العجلة بدرجة كافية للسماح للعجلة بزيادة سرعة دورانها. وحين تصل إشارة إلى وحدة التحكم الإليكترونية بأن إشارة سرعة دوران العجلة ومقدار تعجيلها أصبح في حدود عدم الغلق تقوم بإرسال إشارة أخرى إلى وحدة التحكم الهيدروليكية لزيادة الضغط مرة أخرى. وتستمر

الوحدة الإليكترونية بمتابعة حالة العجلة، وذلك باستقبال الإشارات من حساس العجلة وتحليلها، وتشغيل وحدة التحكم الهيدروليكية حتى الانتهاء من حالة الغلق أو توقف السيارة.

أجزاء وحدة التحكم الإليكترونية

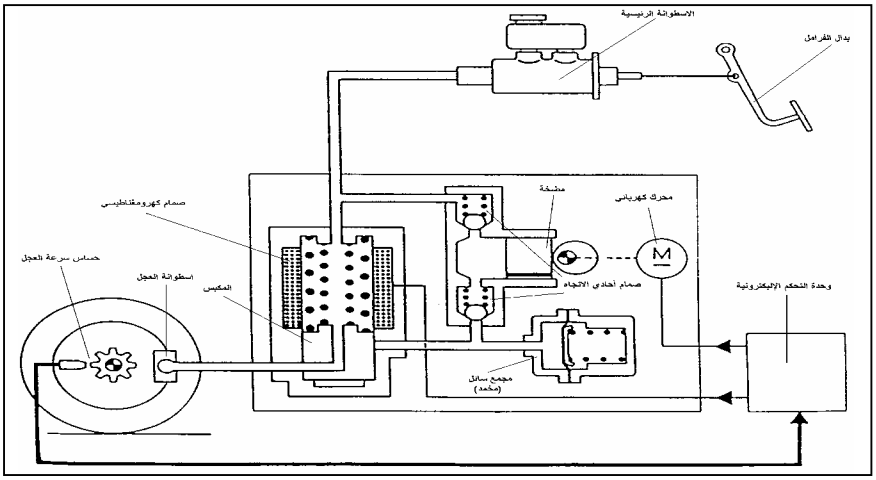
- دائرة الدخل (استقبال الإشارات من حساسات السرعة) وتعمل على تنقية الإشارة الترددية وتكبيرها.
- المعالج ويستخدم المعلومات الواردة من دائرة الدخل لحساب الانزلاق والتعجيل الزاوي للعجلة. ويتم مقارنتها بحالة غلق للعجلات مخزنة في الذاكرة.
- دائرة الخرج (إرسال الإشارات إلى مشغلات وحدة التحكم الكهروهيدروليكية).
- دائرة الكشف الذاتي لحالة عمل نظام منع غلق العجلات . تقوم الوحدة بإرسال إشارات للكشف على حالة المشغلات، وفي حالة وجود عطل تقوم بإيقاف عمل نظام منع غلق العجلات وإضاءة مصباح تحذير عدم عمل النظام ،(تعطيل نظام منع غلق العجلات لا يؤثر على عمل نظام الفرامل بالسيارة). في بعض السيارات تقوم الوحدة ببيان رمز للعطل.

مكان تثبيت وحدة التحكم الإليكترونية بالسيارة

الأسطوانة وحدة التحكم الإليكترونية رقيقة وغالية الثمن فيجب تركيبها بمكان آمن بالسيارة (نظيف، جاف، ومبرد)، وتوفر لها الحماية ضد الصدمات والصدأ. في بعض السيارة تثبت في منطقة حيز الأمتعة بالسيارة خلف المقعد الخلفي أو في جانب من جوانب محرك السيارة مع وحدة التحكم الكهروهيدروليكية ، وفي بعض السيارات الأخرى تثبت في أسفل لوحة التحكم (تابلوه السيارة).

وحدة التحكم الكهرو هيدروليكية

يبين شكل(١٠) أجزاء وحدة التحكم الكهرو هيدروليكية



شكل(١٠): الأجزاء الرئيسية لوحدة التحكم الكهروهيدروليكية

تتكون وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لكل دائرة فرامل من الأجزاء الرئيسية التالية :

- مضخة إرجاع سائل الفرامل تعمل عن طريق محرك كهربائي على سحب سائل الفرامل من أسطوانة العجل وإرجاعه إلى أسطوانة الفرامل الرئيسية عن طريق مجمع للسائل وصمام لا رجوعي.
- مجمع للسائل، يوفر المجمع مخزن مؤقت لسائل الفرامل لتخميد حركة سائل الفرامل أثناء عملية سحب السائل.
- صمامات كهرومغناطيسية بعدد حساسات سرعة العجلات، وتقوم الصمامات بالتحكم في ضغط سائل الفرامل بناء على الإشارات المرسلة إليها من وحدة التحكم الإليكترونية.

الأنواع المختلفة لوحدة التحكم الكهروهيدروليكية

هناك نوعان أساسان

- نوع الوحدة الواحدة، وهو عبارة عن كتلة واحدة تحتوي على كل من المؤازر ،الاسطوانة الرئيسية، وحدة التحكم الكهروهيدروليكية.
- نوع منفصل، يكون فيه نظام المؤازرة والاسطوانة الرئيسية كجزء و وحدة تحكم كهروهيدروليكية كجزء آخر منفصل.

مصباح تحذير عدم عمل نظام منع غلق الفرامل

في كل مرة يتم فيها تشغيل مفتاح الإشعال تقوم وحدة التحكم الإليكترونية بإجراء فحص ذاتي لعمل النظام. في بعض السيارات يتم الفحص والسيارة متوقفة وفي البعضالآخريتم الكشف أثناء بداية حركة السيارة عندما تكون سرعتها في حدود من (٥ إلى ١٥ كم في الساعة). في حالة وجود عطل يتم إبطال عمل النظام ويضئ مصباح تحذير لبيان بأن النظام لا يعمل.

التصميمات المختلفة لنظام منع غلق العجلات

هناك العديد من التصميمات المختلفة لنظام منع غلق العجلات، تعتمد على عدد القنوات وعدد الحساسات.

عدد القنوات هو عدد الدوائر الهيدروليكية المنفصلة المتحكم فيها عن طريق وحدة التحكم الكهروهيدروليكية.

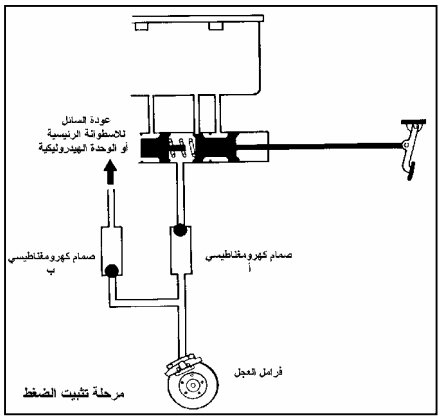
طريقة عمل وحدة التحكم الكهروهيدروليكية

هناك ثلاث مراحل لعمل الوحدة :

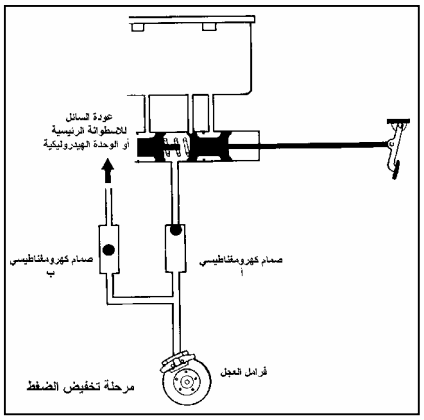
- مرحلة تثبيت الضغط.
- مرحلة تخفيض الضغط.
- مرحلة زيادة الضغط.

مرحلة تثبيت الضغط

في حالة اكتشاف الوحدة الإليكترونية لبداية حالة حدوث غلق لإحدى العجلات تقوم الوحدة بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لعزل (تثبيت الضغط) هذه الدائرة عن باقي خط الفرامل. وتستمر بقية الدوائر الهيدروليكية للعجلات التي لا يحدث بها غلق في أدائها الطبيعي، شكل(١١).



شكل (١١): مرحلة تثبيت الضغط



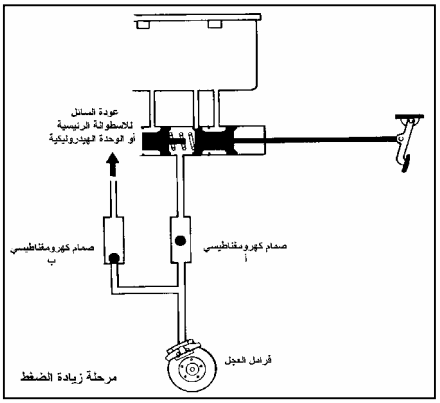
شكل (١٢): مرحلة تخفيض الضغط

مرحلة تخفيض الضغط

في حالة استمرار العجلة في اتجاه الغلق تعمل الوحدة الإليكترونية على إرسال إشارة إلى وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لتشغيل الصمامات وتوجيه سائل الفرامل بعيداً عن أسطوانة العجل للعجلة التي سوف تغلق، شكل(١٢).

مرحلة زيادة الضغط

عند رفع الضغط الهيدروليكي عن العجلة التي كانت على وشك الإغلاق، تبدأ العجلة في الدوران، فترسل وحدة التحكم الإليكترونية بإشارة لصمامات وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لتوجيه سائل الفرامل لاسطوانة العجلة مرة ثانية وزيادة الضغط الهيدروليكي، شكل(١٣).



شكل (١٣): مرحلة زيادة الضغط

هذه المراحل الثلاث تحدث خلال جزء بسيط من الثانية. وتتكرر عدة مرات خلال الثانية الواحدة. وتحدث فقط للدائرة المتحكم فيها عن طريق النظام وتستمر باقي الدوائر في أداء عملها دون تدخل من النظام. وحدة التحكم الإليكترونية تظل تراقب حالة غلق العجلات وتستمر في إرسال الإشارات إلى وحدة التحكم الكهروهيدروليكية لتكرار المراحل الثلاث حتى تنتهي حالة الغلق الموجودة، وبعدها يعود نظام الفرامل التقليدي بتشغيل الفرامل بالشكل المعتاد.

الفصل الثاني :صيانة وإصلاح نظام منع غلق العجلات

Antilock Brake System Service

خدمة نظام منع غلق العجلات

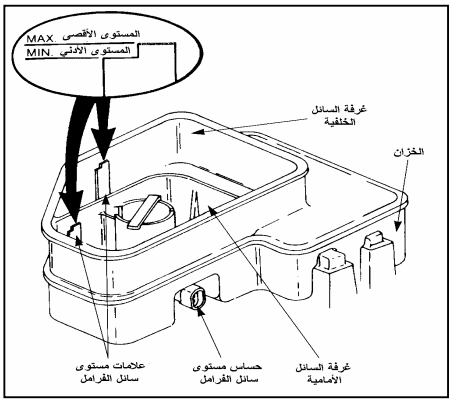
تنقسم خدمة نظام منع غلق العجلات إلى أعمال الصيانة وعمليات الإصلاح. وتجرى أعمال الصيانة للنظام بصفة دورية وهي عبارة عن عمليات فحص وتنظيف وضبط لأجزاء النظام. أما عمليات الإصلاح فيتم فيها الكشف والفحص لتحديد سبب العطل واستبدال الجزء التالف أو إصلاحه.

صيانة نظام منع غلق العجلات

يحتاج نظام منع غلق العجلات إلى صيانة قليلة للغاية. عند رفع السيارة على الرافعة يتم فحص حالة الحلقة المسننة وحساس سرعة العجلة، وجود تلف أو وجود عوالق من الطريق(عوالق سواء كانت من السيارة (شحم) أو من الطريق)، يجب إزالتها. افحص حالة الأسلاك لوجود آثار للتلف أو عدم التثبيت. يجب فحص أجزاء ومكونات نظام منع غلق العجلات عند إجراء كل صيانة.

فحص مستوى سائل الفرامل للأسطوانة الرئيسية لنظام منع غلق العجلات

يجب فحص مستوى السائل بصفة دورية، كما في النظام التقليدي. تأكد من متطلبات الشركة الصانعة بخصوص مستوى السائل قبل إضافة كمية للسائل. علامة مستوى سائل الفرامل في نظام منع غلق العجلات المتكامل لمعظم السيارات تكون داخل الخزان، أنظر شكل(١).



شكل (١): فحص مستوى سائل الفرامل

يوصي معظم مصنعي السيارات بوجوب إجراء عملية التخلص من سائل الفرامل بالنظام واستبداله بسائل جديد ،بصفة دورية لضمان عدم تلوث السائل وتأثير ذلك على مكونات النظام. يجب مراجعة توصيات الشركة المصنّعة وإتباع الخطوات المنصوص عليها لإجراء عملية طرد السائل.

تحذير:

- في بعض السيارات يجب تخفيض الضغط بدائرة النظام قبل إجراء كشف على مستوى السائل.
- عند إضافة سائل فرامل للسيارات المجهزة بالنظام:

يجب عدم استخدام سائل فرامل (DOT 5) حيث سيؤدي ذلك إلى تلف الحابك و أجزاء النظام.

يجب استخدام علبة سائل جديدة أو لا يكون قد مضى على فتحها أكثر من(٤٨ ساعة)، حتى نضمن عدم تلوثها للحفاظ على أجزاء النظام.

تشخيص وإصلاح أعطال نظام منع غلق العجلات

لتحديد أسباب العطل لنظام منع غلق العجلات لابد من إتباع خطوات منطقية للفحص وتشخيص الأعطال وذلك للوصول إلى أسباب العطل الفعلية في أقل وقت وبأقل تكلفة. وفيما يلي الخطوات التي يمكن اتباعها لتشخيص العطل.

- ملاحظة أداء مصباح التحذير.
- فحص عام لأجزاء ومكونات نظام الفرامل.
- الحصول على معلومات المشكلة من سائق السيارة.
- اختبار السيارة على الطريق.
- فحص مبدئي للسيارة المجهزة بنظام منع غلق العجلات.
- فحص أداء نظام منع غلق العجلات.

عمل المصابيح التحذيرية لنظام الفرامل

المصباح التحذيري لنظام الفرامل التقليدية (أحمر) :

هذا المصباح يضئ عند تشغيل مفتاح الإشعال وإدارة بادئ الحركة (السلف) ثم ينطفئ بعد ذلك، وكذلك يضئ ليحذر من وجود مشكلة في نظام الفرامل التقليدية وذلك كالتالي:

- مستوى منخفض لسائل الفرامل.

- مشكلة ضغط منخفض (تسريب للسائل) بإحدى الدوائر الهيدروليكية بالسيارة (الدائرة الثنائية أو المزدوجة).
- في حالة استخدام فرامل التثبيت.

المصباح التحذيري لنظام منع غلق العجلات (أصفر)

هذا المصباح يضئ عند بداية تشغيل مفتاح الإشعال وينطفئ بعد فترة وجيزة (حيث يعمل نظام منع غلق العجلات على فحص النظام فإذا كان النظام سليم فإن المصباح الخاص بالنظام ينطفئ بعد فترة وجيزة) يختلف مقدار الفترة من سيارة إلى أخرى. ويضئ في حالة وجود عطل في نظام منع غلق العجلات.

تنبيه

- ❖ عند إضاءة المصباح التحذيري للفرامل، يجب أن تقوم بفحص نظام الفرامل التقليدي أولاً. حتى في حالة إضاءة مصباح نظام منع غلق العجلات. لا استثناء لهذه القاعدة.
- ❖ لا تفترض بوجود مشكلة بنظام منع غلق العجلات قبل أن تنتهي من فحص أجزاء النظام التقليدي أولاً.
- ❖ معظم الأجزاء الهيدروليكية وبعض أجزاء فرامل العجل (الدارة، القرص، البطانات، والأحذية ....الخ) تكون مختلفة عن الموجودة بنظام الفرامل التقليدية.
- ❖ معظم الوحدات المتكاملة وقليل من الوحدات المنفصلة لنظام منع غلق العجلات تعمل تحت ضغط عالي يصل إلى ٢٠٠٠ رطل/ البوصة (١٣٧٩٠ كيلو بسكال). يجب التأكد من التخلص من الضغط بالنظام الهيدروليكي قبل القيام بأي عمل، حتى ولو كان الكشف على مستوى السائل.
- ❖ تذكر دائماً فحص الأشياء البسيطة أولاً مثل مستوى سائل الفرامل أو فيوز (منصهر). في كثير من الأحيان يستغرق الفني وقت طويل في المحاولة إلى الوصول إلى العطل بنظام منع غلق العجلات وتكون المشكلة فيوز (منصهر).
- ❖ أجزاء وقطع غيار نظام منع غلق العجلات غالية الثمن. لا تقم بتغيير الأجزاء عشوائياً في محاولة منك للتخلص من المشكلة. يجب عليك تشخيص الأعطال بدقة.
- ❖ يجب عليك استخدام المنطق، واستخدام الخطوات السليمة للوصول لحل المشكلة.

فحص عن طريق النظر لمكونات نظام الفرامل

▪ مستوى سائل الفرامل	افحص حالة ومستوى السائل بالخزان.
▪ تسريب سائل الفرامل	افحص حالة خطوط الأنابيب والوصلات وعمل الحابك.
▪ حالة المنصهر (الفيوز)	افحص حالة جميع المنصهرات الخاصة بالنظام.
▪ الأسلاك والوصلات	افحص حالة الأسلاك وخاصة أسلاك حساس السرعة.
▪ حساس السرعة	حالة ونظافة أسنان حلقة حساس السرعة.
▪ أجزاء نظام الفرامل التقليدية	حالة القرص والدارة و البطانات والسرج والأحذية ....الخ.
▪ فرامل التثبيت	أنها مضبوطة وليس محملة.
▪ رمان بلي العجل	لا يوجد عيوب أو مشاكل وتكون مضبوطة.
▪ العجلات والإطارات	مقاس صحيح و ضغط هواء سليم وحالة جيدة للإطارات.

الفحص المبدئي للسيارة المجهزة بنظام منع غلق العجلات

قبل البدء في تشخيص العطل كعطل خاص بنظام منع غلق العجلات يجب القيام بفحص مبدئي للسيارة.

- فحص أبعاد الإطار :

في حالة وجود مشكلة مع سرعة السيارة، افحص السيارة للتأكد من مقاس الإطارات المركبة بالسيارة. وجود عدم توافق في مقاس الإطارات سيؤدي إلى اختلاف سرعة دورا تها مما يسبب مشاكل مع وحدة التحكم بالنظام.

- فحص مستوى سائل الفرامل :

نقص مستوى سائل الفرامل قد يسبب إضاءة مصباح التحذير، كما يمكن أيضاً أن تضيء مصباح تحذير نظام منع غلق العجلات. انخفاض مستوى سائل الفرامل من الممكن أن يكون بسبب تآكل عالي بالبطانات أو بالقرص أو تسريب للسائل. افحص جميع وصلات الفرامل.

- فحص المؤازر (للسيارات ذات نظام منع غلق العجلات المنفصل) :

مشاكل المؤازر قد تؤدي إلى صعوبة وبطء حركة البدال. افحص لي التخلخل لمؤازر التخلخل ومستوى السائل في المؤازر الهيدروليكي.

- فحص حالة فرامل العجل :

تآكل بطانات الاحتكاك أو القرص أو الدارة أو عدم ضبط خلوص الأحذية قد يؤدي إلى أن النظام الهيدروليكي يضخ كمية أكبر من السائل مما يؤثر على معدل زيادة الضغط بالفرامل التقليدية والتي سوف تؤثر على أداء نظام منع غلق العجلات. التآكل غير المنتظم بالقرص أو عدم استدارة الدارة تسبب تفاوت في عمل النظام الهيدروليكي مما يؤثر أيضاً على حالة الضغط بالنظام.

- فحص حالة شحن البطارية :

حالة الشحن الزائد والشحن المنخفض (جهد الشحن) سيؤدي إلى أداء غير جيد لوحدة التحكم الإليكترونية. قم بفحص جهد الشحن والمحرك على سرعة اللاحمل. أثناء إجراء الفحص تأكد من الدوائر الكهربائية في السيارة التي تحتاج إلى سحب تيار عالي لا تعمل. الجهد يكون في حدود(١٣ فولت) عند سرعة اللاحمل و(١٤,٥ فولت) عند فتحة كاملة للخانق. في معظم الأحوال لا يعمل نظام منع غلق العجلات عند جهد أقل من (٩,٥ -١٠ فولت) أو أكثر من (١٤,٥ -١٥ فولت). في حالة أن الجهد منخفض افحص شد وحالة سير المولد الكهربائي. وفي حالة الجهد المرتفع افحص التوصيل الأرضي لمنظم الجهد أو عطل داخلي.

- فحص حالة الأسلاك والتوصيلات الكهربائية :

أفحص حالة توصيل الأسلاك والمسار السليم لها ، وكذلك حالة العزل للأسلاك. نظام منع غلق العجلات حساس جداً من تأثير المجال الكهرومغناطيسي و تردد الموجات للراديو، حيث يتم التداخل والتشويش على النظام.

مصدر التداخل والتشويش على أداء النظام:

- مسار غير سليم لأسلاك النظام.
- قطع أو أرضي لأسلاك الدائرة الثانوية لنظام الإشعال.
- عطل بدايود الشاحن.
- تركيب خاطئ لبعض الأجهزة الكهربائية بالسيارة.

المسار الغير سليم لأسلاك حساس السرعة والتي قد يتقاطع مسارها مع مسار أسلاك أخرى (حتى وإن كانت تحمل تيار ضعيف) قد تؤدي إلى مشاكل ببعض أنظمة منع غلق العجلات.

الحصول على المعلومات من سائق السيارة

يمكن كبداية لتشخيص أعطال نظام منع غلق العجلات سؤال سائق السيارة عن نوع المشكلة بالسيارة. معدل حدوث المشكلة (بشكل متقطع أو بشكل مستمر) وملاحظته على أداء السيارة. يمكن تدوين البيانات للرجوع إليها عند الانتهاء من إجراء الإصلاح.

إجراء اختبار للسيارة على الطريق

لاحظ مصباح تحذير الفرامل، في حالة استمرارها مضاءة بعد تشغيل المحرك لا تقم باختبار السيارة على الطريق وقم بفحص نظام الفرامل التقليدية. في حالة استمرار إضاءة إحدى اللمبتين لفترة طويلة بعد تشغيل المحرك يكون هناك عيب أو تسريب إما بالدائرة الهيدروليكية أو المضخة أو مجمع الضغط.

في حالة انطفاء لمبتي التحذير وقبل القيام بقيادة السيارة تأكد من حالة بدال الفرامل، في حالة أن البدال منخفض أو أن هناك ما يدل على عدم وجود فرامل، لا تقم بقيادة السيارة وقم بفحص دائرة الفرامل التقليدية.

في حالة التأكد من عمل نظام الفرامل التقليدية، يمكنك الآن تجربة السيارة على الطريق. قم بتجربة السيارة في مكان آمن بعيد عن مسار السيارات أو السيارات الواقفة. عند استخدام فرملة قوية بمقدار يجعل نظام منع غلق العجلات يعمل، يجب أن تقف السيارة دون انحراف أو حدوث غلق للعجلات. ولاحظ وجود نبضات بالبدال عند عمل نظام منع غلق العجلات (يختلف قوته من نظام إلى أخر). في حالة عدم الإحساس بنبض البدال عند استخدام فرملة قوية فهذا دليل على احتمال عدم عمل نظام منع غلق العجلات. خلال عمل نظام منع غلق العجلات يسمع صوت صفير متقطع (صوت العجلة قبل الغلق).

طرق تشخيص أعطال نظام منع غلق العجلات

عند حدوث مشكلة في نظام منع غلق العجلات في معظم السيارات تقوم الوحدة الإلكترونية بتخزين معلومات عن المشاكل في شكل رمز للعطل أو المشكلة للحصول على تلك المعلومات أو استخلاصها يتم ذلك طريق استخدام وصلة خاصة (فيشة كشف الأعطال) موجودة بالسيارة ومتصلة مع الوحدة الإلكترونية.

استخدام مبين رمز نظام منع غلق العجلات في لوحة القيادة

من الطرق الشائعة للحصول على رمز العطل هي عن طريق توصيل طرف بوصلة موصل المعلومات بالأرضي. عندما يتم توصيل الطرف بالأرضي تبدأ ومضات للمصباح التحذيري (أصفر) بالتابلوه تظهر

وعن طريق هذه الومضات يمكن تحديد نوع العطل. في حالة وجود أكثر من عطل يومض العطل ذو الرقم الأقل أولاً. يرجع إلى قائمة بيان رمز العطل لتحديد نوع العطل الموجود.

استخدام جهاز تشخيص الأعطال

لاستخدام جهاز تشخيص الأعطال لاستخلاص رمز الأعطال.

- تأكد من استخدامك كرت المعلومات الصحيحة مع جهاز تشخيص الأعطال.
- تأكد من أن مفتاح الإشعال في وضع عدم التشغيل، ثم صل الجهاز مع فيشة كشف الأعطال باستخدام الموصلات الصحيحة.
- يوصل جهاز مسح الأعطال بمصدر كهربائي بالسيارة لتشغيله، عن طريق البطارية، أو توصيلة الولاعة وفي بعض الأجهزة يحصل الجهاز على مصدر الكهرباء للتشغيل عن طريق وصلة موصل المعلومات.
- سيقوم الجهاز بعمل اختبار ذاتي، ثم يطلب منك الجهاز إدخال بيانات السيارة. بعد إدخال البيانات المطلوبة سيطلب منك الجهاز إدخال النظام المراد فحصه.
- يتم وضع مفتاح الإشعال على وضع تشغيل(ON) للحصول على رمز العطل. وسيطلب منك الجهاز موافقتك على الحصول على رمز العطل، عند موافقتك سيعرض الجهاز رقم العطل.
- بعد الحصول على رمز العطل يمكن تسجيل الأعطال ثم جعل الجهاز يقوم بمسح رموز الأعطال من وحدة التحكم.

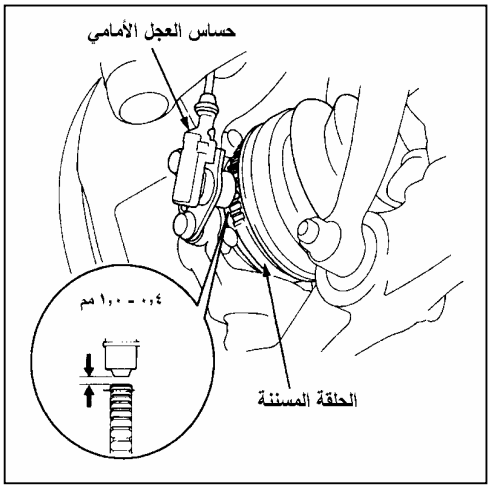
فحص حساس سرعة العجل

في حالة أن رمز العطل دل على وجود مشكلة في حساس سرعة العجل. يجب البدء بفحص ذلك الحساس عن طريق النظر قبل البدء في أي إجراء أخر. افحص الحساس لوجود عوالق(شحم وخلافه) بين الحساس وأسنان الحلقة المسننة. افحص أسنان الحلقة المسننة لاحتمال وجود سنة مكسورة أو وجود تلف بالأسنان.

فحص الخلوص بين الحلقة المسننة وحساس سرعة العجل

أفحص المسافة بين الحساس والحلقة (الخلوص) عن طريق مجس قياس الخلوص(فلر). أدر العجلة وقم بالقياس في عدة أماكن على المحيط، يجب أن يكون الخلوص حسب المواصفات ولا يكون هناك اختلاف كبير في القراءات، شكل(٢). في حالة عدم وجود بيانات عن مسافة الخلوص قم بقياس الخلوص لباقي العجلات وقارن خلوص هذه العجلة بباقي الخلوصات.

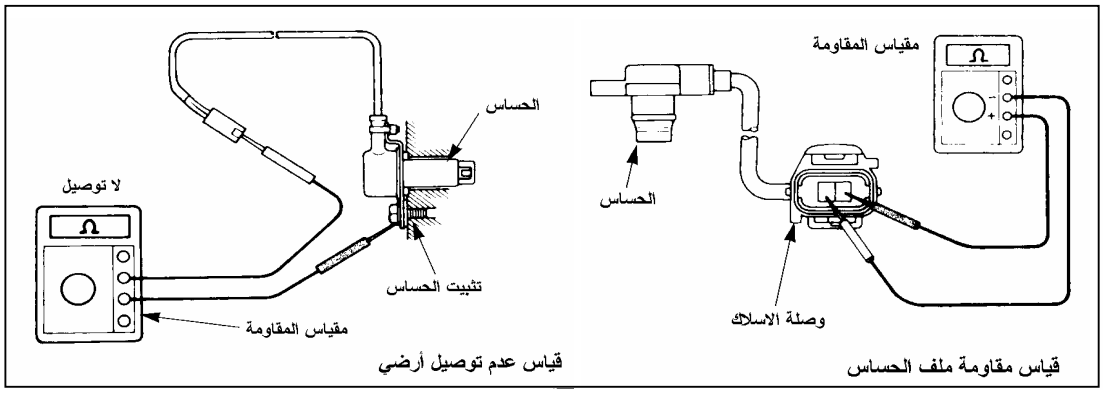
في حالة أن الخلوص قابل للضبط، قم باتباع إرشادات وخطوات الشركة المصنّعة. عند ضبط الخلوص قم باستخدام مجس قياس الخلوص، الشريحة الحديد سوف تنجذب للمغناطيس الحساس.



شكل (٢): قياس خلوص الحساس

فحص الخرج الكهربائي لحساس سرعة العجل

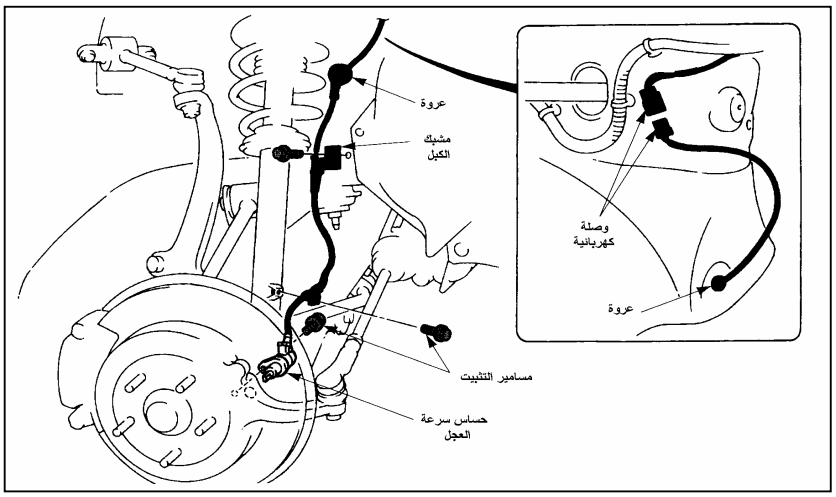
يمكن استخدام جهاز أوم ميتر (مقياس المقاومة) لقياس مقاومة ملف الحساس. ارفع وصلة كبل الحساس وصل مقياس المقاومة بين أطراف الحساس، شكل(٣). في حالة أن مقاومة الملف غير مطابقة للمواصفات يجب تغيير الحساس، مقاومة الملف في حدود(١٠٠٠ أوم). في حالة أن مقاومة الملف لا نهائية أو صفر أوم فهذا يعني أن الحساس تالف.



شكل (٣): قياس مقاومة ملف الحساس وقياس عزل ملف الحساس

استبدال حساس سرعة العجل

في العادة يثبت حساس العجل عن طريق مسمار بوصلة التعليق ويوجد مشابك لتثبيت الأسلاك بموضعها. بعد تركيب الحساس الجديد قم بضبط خلوص الحساس (في حالة أنه قابل للضغط) باستخدام شريحة قياس نحاس أو بلاستيك. يبين شكل(٤) طريقة فك الحساس من السيارة.



شكل (٤): استبدال حساس سرعة العجل

الفحص السريع لحساس سرعة العجل:

١. أرفع السيارة على الرافعة.
٢. أدر مفتاح الإشعال على وضع التشغيل(ON) فقط (المحرك لا يعمل)
٣. أدر إحدى العجلات باليد (المركب بها حساس السرعة) بأقصى سرعة ممكنة.
٤. في هذه الحالة يجب أن يضئ مصباح التحذير (الأصفر) لنظام منع غلق العجلات، الأسطوانة ذلك يعني أن الوحدة الإليكترونية قد اكتشفت أن هناك سرعة بإحدى العجلات ولكن ليس بكل العجلات(في هذه الحالة لابد من التأكد من أن المصباح سليم).
٥. أغلق مفتاح الإشعال ليبدأ عمل النظام من جديد.
٦. كرر الخطوات السابقة لجميع العجلات المزودة بحساس سرعة.

❖ في حالة أن إحدى العجلات عند إدارتها لم يضئ مصباح التحذير فإن هذا دليل على مشاكل بحساس السرعة، افحص مقاومة الحساس، والأسلاك، والحلقة المسننة.

❖ في حالة أن مصباح التحذير أضاء ولم ينطفئ عند غلق الإشعال فإن ذلك يعني أن المشكلة ليست في حساس السرعة.

ملخص

❖ يعمل نظام منع غلق العجلات على منع غلق العجلات عن طريق التحكم في ضخ زيت الفرامل بسرعة عالية.

❖ تعمل الوحدة الكهروهيدروليكية خلال ثلاث مراحل هي تثبيت الضغط وتقليل الضغط وزيادة الضغط.

❖ يرسل حساس سرعة العجل نبضات جهد يتناسب ترددها مع سرعة دوران العجل.

❖ في حالة أن إحدى العجلات سرعتها الزاوية تقل بمعدل عالي أو تقل عن باقي العجلات. تقوم الوحدة الإليكترونية بإرسال إشارة إلى الوحدة كهروهيدروليكية لتتحكم في الضغط الهيدروليكي للعجلة المعنية عن طريق صمامات كهرومغناطيسية.

❖ في حالة اكتشاف وحدة التحكم الإليكترونية لعطل في نظام منع غلق العجلات تقوم بإيقاف عمل النظام وإضاءة مصباح تحذير بعدم عمل النظام بالسيارة.

❖ عطل نظام منع غلق العجلات لا يؤثر على أداء نظام الفرامل الهيدروليكية التقليدية.

❖ بعض وحدات التحكم تخزن رموز لأعطال النظام ويمكن استخلاصها إما عن طريق جهاز تشخيص الأعطال أو عن طريق مصباح كشف الأعطال.

المصطلحات في هذا الباب

Anti Lock Brake System(ABS).	الفرامل المانعة لغلق العجلات	Wheel-Speed Sensor	حساس سرعة العجل
ABS Control Module	وحدة التحكم الإلكترونية	Indicator Lights	مصابيح تحذيرية
Hydraulic Control Unit	وحدة التحكم الهيدروليكية	Data Link Connector (DLC)	فيشة الفحص
Solenoid Valves	الصمامات الكهرومغناطيسية	Slip rate	نسبة الانزلاق
Electric motor and pump	المضخة والمحرك الكهربائي	Vehicle Speed	سرعة السيارة
Brake Fluid Reservoir	خزان سائل الفرامل	Wheel Speed	سرعة العجلة
Brake Pedal Sensor	حساس بدال الفرامل	Coefficient of Friction	معامل الاحتكاك
Relays	مرحلات كهربائية	Wheel Sensor Siginal	إشارة حساس العجلة

اختبار ذاتي رقم (٧)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ - اشرح طريقة عمل حساس سرعة العجل ؟

٢ - اشرح الفرق بين نظام منع غلق العجلات المتكامل والمنفصل ؟

٣ - لماذا منع غلق العجلات للعجل الخلفي أكثر أهمية من منع غلق العجلات للعجل الأمامي ؟

٤ - ما هي المراحل الثلاث لعمل وحدة التحكم الكهروهيدروليكية ؟

٥ - أعطال نظام منع غلق العجلات تخزن في ذاكرة الحاسب على شكل..... .

٦ - استخدام نظام منع غلق العجلات يقلل التآكل في جميع الأجزاء التالية ما عدا :

أ - بطانات احتكاك الفرامل القرصية.

ب - بطانات احتكاك الفرامل الانفراجية.

جـ - الحابك الابتدائي للأسطوانة الرئيسية.

د - الإطارات.

٧ - جميع الأجزاء التالية تستخدم في نظام منع غلق العجلات:

أ - حساس السرعة.

ب - وحدة التحكم الإليكترونية.

جـ - وحدة التحكم في صمام الخانق.

د - وحدة تحكم كهروهيدروليكية.

٨ - المصباح الأحمر في السيارة المجهزة بنظام منع غلق العجلات يجب أن يضئ :

أ - عند بداية إدارة المحرك. ب - في حالة انخفاض مستوى سائل الفرامل.

جـ - عند استخدام فرامل التثبيت. د - كل ما سبق.

٩ - يقول الفني الأول:

أن نظام منع غلق العجلات يضخ سائل الفرامل إلى العجلات عند الفرملة القصوى.

ويقول الفني الثاني:

أن نظام منع غلق العجلات يزيد من قوة الضغط على البدال خلال الفرملة العادية.

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الفني الثاني.

١٠ - تتلقى الوحدة الإليكترونية إشارة ..... من حساس السرعة.

أ - جهد كهربائي.

ب - تيار.

جـ - مقاومة.

د - كهرومغناطيسية.

١١ - يقول الفني الأول:

أن حساس السرعة ممغنط (به خاصية مغناطيسية).

ويقول الفني الثاني:

أن أسنان الحلقة ممغنطة (بها خاصية مغناطيسية).

أيهما أصح؟

(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.

(جـ) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الفني الثاني.

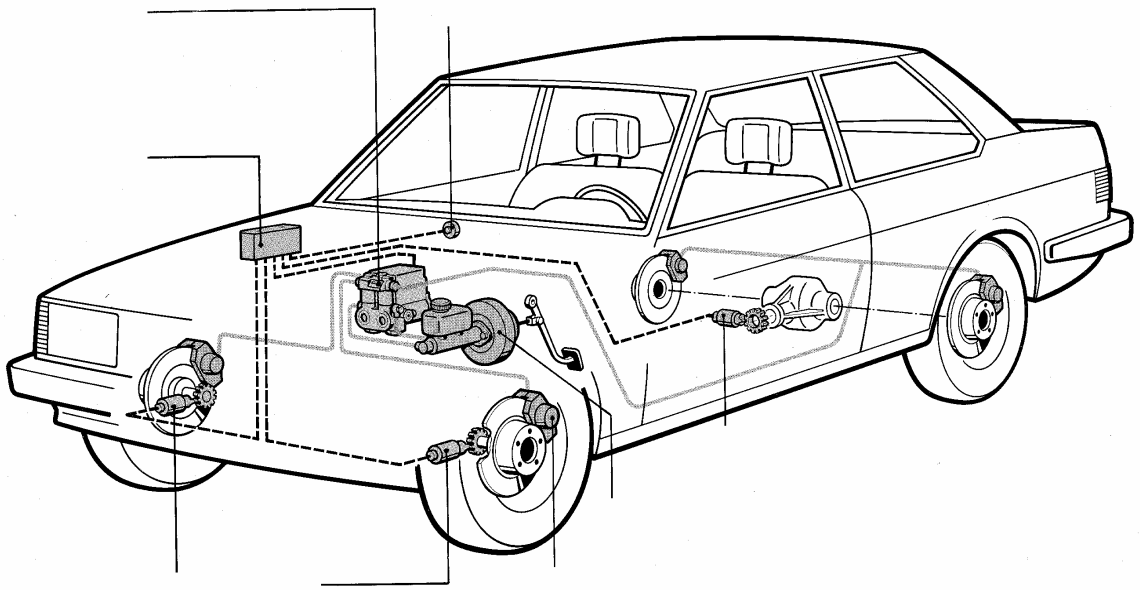
تدريبات عملية

التدريب الأول:

الجدارة: أن يحدد أماكن أجزاء دائرة الفرامل المانعة لغلق الإطارات في السيارة.

المعطى: رسم تخطيطي يوضح أجزاء دائرة الفرامل المانعة لغلق الإطارات.

المطلوب : حدد أماكن أجزاء دائرة الفرامل المانعة لغلق الإطارات في السيارة.



التدريب الثاني:

الجدارة: أن يعدد المتدرب خطوات تشخيص وإصلاح أعطال نظام منع غلق العجلات.

المطلوب : عدد خطوات تشخيص وإصلاح أعطال نظام منع غلق العجلات.

التدريب الثالث:

الجدارة: أن يميز المتدرب بين مصباح الفرامل الاعتيادي ومصباح نظام الفرامل المانع لغلق العجلات.

المعطى: نظام فرامل يحتوي على المصباحين في حالة إضاءة.

المطلوب: التمييز بين المصباحين في دائرة الفرامل التحذيريين.

التدريب الرابع:

الجدارة: أن يفحص المتدرب عن طريق النظر مكونات نظام الفرامل.

المطلوب: فحص بواسطة النظر لحالة مكونات نظام الفرامل وتعبئة الجدول السفلي.

م	الجزء المراد فحصة	الفحص المطلوب بواسطة النظر لمكونات نظام الفرامل المانعة لغلق العجلات
١	مستوى سائل الفرامل	
٢	تسريب سائل الفرامل	
٣	حالة المنصهر (الفيوز)	
٤	الأسلاك والوصلات	
٥	حساس السرعة	
٦	أجزاء نظام الفرامل التقليدية	
٧	فرامل التثبيت	
٨	العجلات والإطارات	

التدريب الخامس:

الجدارة: أن يشرح المتدرب كيف يمكن استخدام جهاز تشخيص الأعطال للفرامل المانعة لغلق الإطارات.

المعطى: سيارة مزودة بنظام مانع لغلق العجلات مع فيشة الفحص.

المطلوب:

١. شرح كيف يمكن استخدام جهاز تشخيص الأعطال للفرامل المانعة لغلق الإطارات.
٢. التعرف على رموز الأعطال.
٣. إصلاح العطل.

التدريب السادس:

الجدارة: أن يفحص المتدرب حساس سرعة العجل بالنظر.

المعطى: حساس سرعة العجل.

المطلوب فحص حساس سرعة العجل بالنظر.

التدريب السابع:

الجدارة: أن يفحص المتدرب حساس سرعة العجل بواسطة جهاز الفحص

المعطى: سيارة يوجد بها نظام منع غلق العجلات.

المطلوب: فحص إشارة خرج حساس سرعة العجل.

التدريب الثامن:

الجدارة: أن يفحص المتدرب فحص الخلوص بين الحلقة المسننة وحساس سرعة العجل.

المعطى: سيارة يوجد بها نظام منع غلق العجلات.

المطلوب :

١. فحص الخلوص بين الحلقة المسننة وحساس سرعة العجل.
٢. مطابقة الخلوص مع مواصفات المصنع.

1. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
2. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
3. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
4. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
5. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
6. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
7. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
8. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
9. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
10. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
11. Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
12. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.
13. Lahue, Kalton C., "Automotive Brakes and Antilock Braking Systems", West Publishing Company, 1995.
14. Remling, John, "Brakes", John Wiley & Sons, New York.
15. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., "Auto Service and Repair", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
16. Thiessen, Frank J., "Automotive Braking Systems", A Reston Book.
17. Thiessen, Frank; Dales, Davies, " Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems", Reston Publishing Company, Inc.
18. TOYOTA, "Brake System", Toyota Motor Corporation, 1999.
19. TOYOTA, "PDS & Periodic Maintenance", Toyota Motor Corporation, 2000.
20. TOYOTA, "Fundamentals of Servicing", Toyota Motor Corporation, 2000.

الموضوع	الصفحة
مقدمة	
تمهيد	
الوحدة الأولى: أساسيات نظام الفرامل	١
الوحدة الثانية: النظام الهدروليكي للفرامل	٣٥
الوحدة الثالثة: الفرامل القرصية	١٠٧
الوحدة الرابعة: الإنفراجية	١٤٣
الوحدة الخامسة: نظام الفرامل المؤازرة	١٨٦
الوحدة السادسة: نظام الفرامل التثبيت	٢٣١
الوحدة السابعة: نظام منع غلق العجلات	٢٥٨
المراجع	٣٠٢
المحتويات	

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS