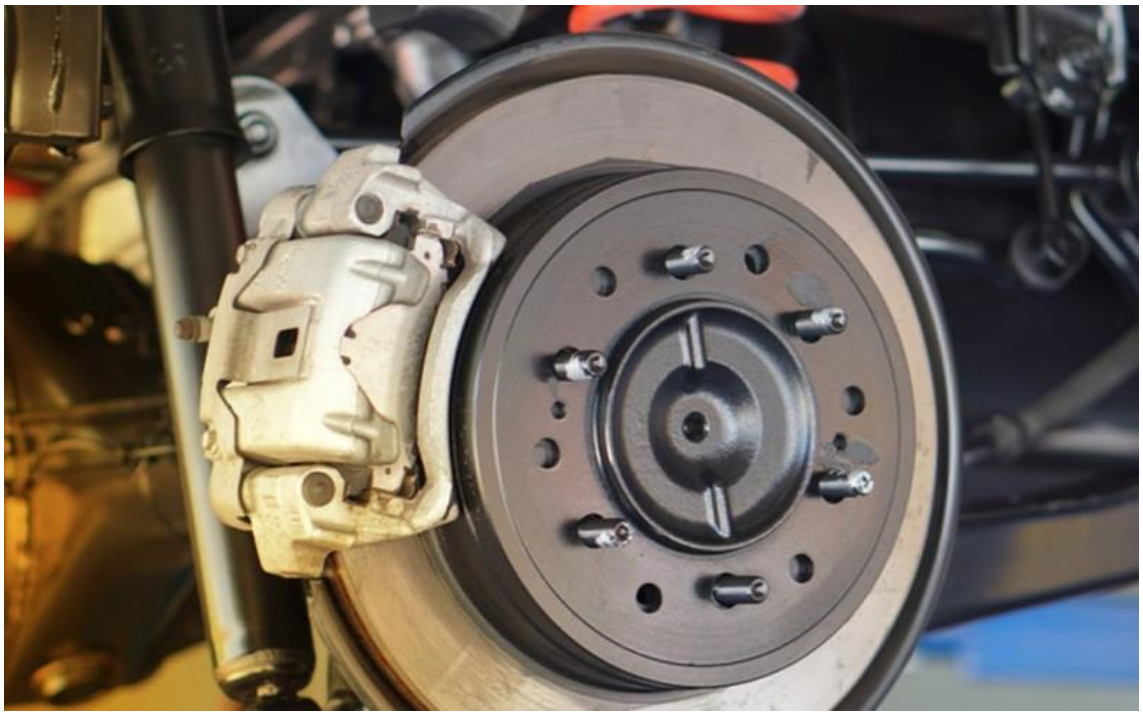
أنواع وأنظمة فرامل السيارات والتطور الذي طرأ عليها



تُعَدُّ فراملُ السياراتِ قطعةً رئيسيةً ومهمة في أي سيارة، ولا يمكنُ الاستغناءُ عنها أبداً؛ حيثُ تعملُ على إيقاف السيارة أو إبطائها في أثناء السير، وعدمُ وجودِ فراملٍ قد يؤدي إلى الكثير من الحوادث والأضرار، وتعدُ فراملُ السياراتِ من أهم أنواع وسائلِ الأمان والسلامة داخلَ المركبات، لذا يجبُ

على سائقي ومالكي السيارات القيامَ بفحصٍ شامل لأنواع الفرامل كافةً للتأكدِ من كيفية عملها بصورةٍ سليمة قبلَ القيادةِ، وبصفة خاصة في الأماكن المزدحمة. هناك العديدُ من أنواع فرامل السيارات؛ حيث تؤدي كل منها وظائفَ خاصة بها لا يمكن لغيرها القيام بها.

أولاً: أنواع فرامل السيارات

1-ESP: يأتي نظامُ فرامِلِ السيارات «ESP» كاختصارٍ لنظام « Electronic Stability Program»، وهو مسؤولٌ عن الثباتِ الديناميكي في السيارة، حيث يقوم باستشعار حالةِ فقدانِ السيطرة على المركبة، ليُحدِثَ توازناً إليكترونياً لها مرة أخرى، مما يحافظُ على استقرارِها على الطرقِ السريعة ليقللَ من الحوادث ويدعمَ الثبات.

2- ASR: يُعَدُّ نظامُ فرامِلِ السيارات «ASR» اختصاراً لـ«Acceleration Slip Regulation»، ويعني نظامَ عملِ التعديلِ المقاومِ للانزلاق؛ حيث يوفرُ نظامَ قوةٍ مثاليةٍ لدورانِ العجلات مع حالة الطريق، ويُستخدمُ هذا النظامُ لتقليلِ سرعةِ دورانِ العجلات القائدة في حالة الانزلاق على الطريق، ذلك أنه عند فقدانِ السيطرةِ على أحد العجلاتِ -سواء بسبب الرمال أو المياه؛ فبدلاً من بذل الجهد في توقيفها- يقوم نظامُ «ASR» بتقليلِ القوةِ المرسلة وتتوقف السيارةُ بأقل مجهود.

3- ABS: أصبح نظامُ «ABS» هو نظامُ فرامِلِ السيارات الأشهرِ على الإطلاق، وهو اختصارٌ لـ«System Anti-Blocking»، ويعمل على عدم منع الدوران بالكامل في أثناء الفرملة الشديدة، ليضمن أقصي قوة فرامل للسيارة، ولكن دون أن يجعل السيارة تزحف وتفقد السيطرة، فهو يضغط على العجلات بشكلٍ متقطعٍ لتوقيفها بشكلٍ أكثرَ أماناً من الفرامل العادية.

4-EBD: وهو اختصارٌ لنظامِ «Electronic Brake-force Distribution»، أو نظامِ التوزيعِ المتماثل للكبح. هذا النظامُ مسؤولٌ عن تعديل مقدارِ قوةِ الفرامِلِ المؤثرةِ على كل عجلةٍ بناءً على حالةِ الطريق، والسرعةِ والحمل، ذلك أنه يشعرُ بظروفِ الطريق وبحالةِ كلِّ عجلةٍ على حدة؛ فمثلاً عند وجودِ عجلةٍ داخلَ المياه، وعند توقيفها سيجعلُ السيارةَ تنحرفُ وتزحف، وسيقللُ من قوةِ الفرملة بها ويقومُ بتوزيعها على باقي العجلات، وغالباً ما يعملُ نظامُ «EBD» مع نظام «ABS».

5-CBC: هذا النظامُ يسمحُ بالتحكم بالفرامل على المنعطفات، وهو اختصارٌ لـ« Cornering Control Brake»، ويعمل على توزيع قوةِ الفرامِلِ على العجلات أثناءَ الفرملةِ القصوى داخلَ المنعطفات، بحيث تظلُ السيارةُ في نفسِ الاتجاه. كذلك يُعدُّ نظامُ «CBC» الأكثرَ تطوراً وامتداداً لنظامِ فرامِلِ السيارات«ABS».

6-BAS: يُعدُّ نظامُ «BAS» أو «Brake Assist System» أحدُ الأنظمةِ المساعدةِ للفرامل؛ حيث يقومُ باستشعار حالةِ الفرملةِ الطارئة من خلال مسحِ مستوى الضغطِ على الفرامل، وفي حال وجودِ فرملةٍ طارئةٍ يقوم بالوصول لأقصى قوةِ فرامل لتعويض ضغطِ السائق بالقوة غيرِ المناسبة،

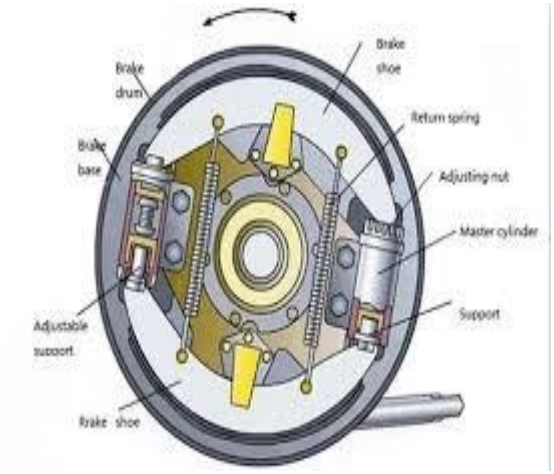
وهذا العملُ يؤدي إلى تقليل مسافة التوقف بمقدار 20% بناء على بعض الدراسات، لأنه ثبت بالدراسات أن 90% من السائقين لا يقومون بالضغط على بدال الفرامل بالقوة اللازمة في حالة الطوارئ.

ثانياً: أنظمة فرامل السيارات

1- الفرامل القرصية:

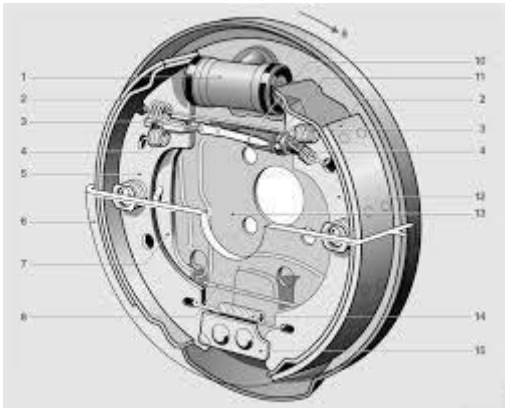
تسمى الفراملُ القرصيةُ بهذا الاسم لأنها تستخدم القرص الدوار (يطلق عليه قرص الفرامل أو الطنابير)، حيث تتصل عجلة السيارة بالقرص الدوار، وبالتالي يعتمد هذا النظام على فكرة أن إيقاف القرص سيقوم أيضاً بإيقاف العجلات، وينقل نظام الفرامل القرصية قوة التوقف من خلال الأسلاك الهيدروليكية إلى بطانة الفرامل (التيل)، والتي تضغط على الأقراص الدوارة، ويؤدي هذا الاحتكاك بين تيل الفرامل والطنابير إلى إبطاء حركة عجلات السيارة حتى توقفها.

2- الفرامل الأسطوانية:



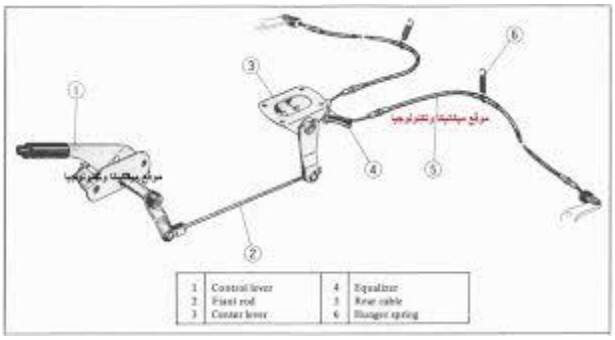
هذا النظام يعتمد على اتصال العجلات بأسطوانة الفرامل المعدنية، ويؤدي دوران أسطوانة الفرامل إلى تشغيل العجلة، والعكس صحيح.

3- الفرامل الكهرومغناطيسية:



يُستخدَم هذا النوعُ من الفرامِلِ على نطاقٍ واسع في السيارات الهجينة والكهربائية، حيث يسمحُ المحركُ الكهربائي بالحصول على الطاقة اللازمة لإيقاف السيارة، ويسمحُ نظامُ الفرامِلِ هذا بتخزين الطاقةِ المتولدة عبرَ الفرملةِ داخل البطارية، ومع السياراتِ ذاتِ محركاتِ الاحتراقِ الداخلي، يقوم هذا النوع بتحويل الطاقةِ الحركية إلى طاقةٍ حرارية لإيقاف السيارة.

4- فرامل اليد:



تحافظ هذه الفراملُ على ثباتِ السيارة عند ركنها أو الوقوفِ لبعض الوقت.

5- فرامل الطوارئ:

يعمل هذا النوعُ كنظامٍ ثانوي منفصل ضمنَ منظومةِ المكابح؛ حيث تعملُ فراملُ الطوارئ بشكل مستقلٍ عن الفراملِ العادية، وهناكَ أربعةُ أنواعٍ من فرامل الطوارئ تشمل: عصا الفرامل، الرافعة المركزية، الدواسة، وزرُ الضغطِ الهيدروليكي أو الكهربائي.

ثالثاً: أعراض تلف فرامل السيارات

عندما تتعرضُ فراملُ السيارات إلى الضرر أو التلف ستظهرُ العديدُ من المشاكل على المركبة، ومن أبرز علامات تلفِ فراملِ السيارات:

• عندما يكون هناك صعوبةٌ شديدة في الضغط على دواسة الفرامل قد يدل ذلك على تلفها، وقد تكون الليونةُ الشديدة أيضاً عرضاً من أعراضِ تلفِ فرامل السيارات.

• وجودُ أصواتٍ مزعجة وغيرِ مألوفة عند الضغط على دواسة الفرامل، مما يدل على وجود خللٍ في أحد القطعِ الخاصة بمنظومة الفرامل.

• تساعدُ الفرامل على توقف السيارة بشكل طبيعي، ولكن عندما تنحرفُ وتهتز عجلاتُ القيادة قليلاً عند التوقف، فهذا يعني أن هناك تلف في الفرامل.

• عند تعرضِ أحدِ الأجزاءِ بمنظومة الفرامل للتلف سوف تضيئ اللمبةُ الخاصةُ بإشارة الفرامل على لوحة العدادات للتنبيه أن هناك مشكلة ما.

رابعاً: أسباب تلف فرامل السيارات:

1. الاستمرارُ في الضغط بعنفٍ على دواسة الفرامل.
2. استخدامُ قطع غيرَ أصلية أثناء تغيير مجموعة الفرامل.
3. ملامسةُ الفرامل للمياه وهي ساخنة، يؤدي الى ضعف كفاءتها.
4. إهمالُ عملِ الصيانة الدورية اللازمة.
5. تحميلُ السيارة بأكثر من الوزن المسموح به.

خامساً: تطور مكونات نظام الفرامل في عام 2024:

مع استمرارِ تقدمِ التكنولوجيا والابتكار، شهدتْ صناعةُ السياراتِ تغييرات كبيرة في تصميم ووظائف مكونات نظام الفرامل في عام 2024، حيث قدمتْ الشركاتُ المصنعةُ ميزاتٍ جديدة ومحسنة، تهدف

إلى تعزيز السلامة والأداء والكفاءة، من وسادات الفرامل إلى الفرجار، فقد أحدَثَ تطورُ هذه الأجزاء الأساسية ثورةً في تجربة القيادة للمستهلكين.

1- مواد متقدمة لتيل الفرامل: أحدُ أهم التطوراتِ في مكونات نظام الفرامل، هو استخدامُ موادٍ متقدمة لتيل الفرامل، فالشكلُ التقليديُ لصناعةِ وسادات الفرامل كانت من مواد مثلَ المركباتِ شبهِ المعدنية أو العضوية، وفي عام 2024 قامت الشركاتُ المصنعة بدمج موادٍ مبتكرة مثل، السيراميك وألياف الكربون في تصميمات وسادات الفرامل الخاصة بهم، حيث توفر هذه المواد تبديداً فائقاً للحرارة، وتقليلاً للضوضاء، وعمراً أطول مقارنة بوسادات الفرامل التقليدية، ونتيجة لذلك، يمكن للسائقين أن يتوقعوا تحسينَ أداءِ المكابح والمتانة، خاصة في المركبات عاليةِ الأداء حيث إن وسادات الفرامل الخاصة بهم مجهّزة بأحدث التقنيات لتحقيق الأداء الأمثل.

2- الفرجار المحسن مع أجهزة الاستشعار المدمجة: يلعب الفرجار دوراً حاسماً في نظام الكبح من خلالِ الضغطِ على تيل الفرامل، مما يؤدي في النهاية إلى توقف السيارة، وقد خضع الفرجار لتحسينات كبيرة، لا سيما مع دمج أجهزةِ الاستشعار، حيث تم تصميمُ هذه المستشعرات لمراقبة مستويات سائل الفرامل، وتآكل الوسادة، ودرجة حرارة الفرجار، مما يوفر بياناتٍ في الوقت الفعلي لنظام الكمبيوتر الموجود على متن السيارة، ويتيح هذا الابتكارُ إجراءَ صيانةٍ استباقية، والكشفَ المبكر عن المشكلات المحتملة، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى تحسينِ السلامة، وتقليل مخاطر تعطل الفرامل.

3- أنظمة الفرامل الكهروميكانيكية: في السنوات الأخيرة، كان هناك تحولٌ نحو أنظمةِ الفرامل الكهروميكانيكية، والتي توفرُ العديدَ من المزايا على أنظمة الفرامل الهيدروليكية التقليدية، وتستخدم هذه الأنظمة محركاً كهربائياً لتوليد القوة اللازمة للفرملة، مما يؤدي إلى تحكمٍ أكثرَ دقةً وأوقاتِ استجابةٍ أسرعَ، بالإضافة إلى ذلك، تعد أنظمةُ الفرامِلِ الكهروميكانيكية بطبيعتها أكثرَ كفاءةً في استخدامِ الطاقة، وتوفرِ قدراتِ فرملةٍ متجددة، والتي يمكن أن تساهمَ في تحسينِ الاقتصادِ في استهلاكِ الوقود في السيارات الهجينة والكهربائية، حيث يوفرُ نظامهم المتطور فوائدَ تحسينِ الأداء وكفاءةِ الطاقة، بما يتماشى مع تركيزِ الصناعةِ على الاستدامة وتقليل الانبعاثات.

4- تقنية الفرامل بالسلك المتكاملة: تُعدُّ تقنيةُ الفرامِلِ بالسلك تطوراً ملحوظاً آخر في مكونات نظام الفرامل، مما يوفر تحولاً من الروابط الميكانيكية إلى التحكم الإلكتروني في نظام الفرامل، وتسمحُ هذه التقنيةُ بالتعديلِ الدقيقِ لقوة الكبح، وتتيحُ إحساساً بالفرامل قابلاً للتخصيص ليناسبَ ظروفَ القيادةِ المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن دمجُ أنظمةِ الفرامِلِ السلكية مع أنظمة مساعدةِ السائق المتقدمة، مما يعززُ سلامةَ السيارة وأداءها بشكل عام.

5- حلول مكابح مستدامة وصديقة للبيئة: أصبحت صناعةُ السيارات تُركزُ بشكلٍ متزايد على الحلولِ المستدامة والصديقة للبيئة، ويمتد هذا الاتجاه إلى مكونات نظامِ الفرامل؛ فقد أعطى المُصنِعونَ

الأولويةَ لاستخدامِ المواد والعمليات الصديقة للبيئة في إنتاج وساداتِ الفرامِلِ والفرجار والأجزاء الأخرى ذات الصلة، من المواد القابلةِ لإعادةِ التدوير إلى ممارساتِ التصنيعِ الموفرة للطاقة، حيث تسعى الصناعةُ إلى اتباع نهجٍ أكثرَ استدامةٍ لتصميم وإنتاج نظام الفرامل الصديقة للبيئة التي يتم تصنيعها باستخدام مواد وأساليب مستدامة.

إن تطورَ مكوناتِ نظامِ الفرامل يمثلُ خطوةً مهمةً إلى الأمام في مجالات السلامة والأداء والاستدامة، ومع الموادِ المتقدمة، وأجهزةِ الاستشعارِ المتكاملة، والأنظمةِ الكهروميكانيكية، وتكنولوجيا الفرامل بالأسلاك، والحلولِ الصديقةِ للبيئة يمكن للسائقين أن يتوقعوا حقبةً جديدة من الابتكارِ في فرملة السيارات، حيث تُقدِّمُ مكوناتُ نظامِ الفرامِلِ المتطورة أولويةً للسلامة، والأداءِ، والمسؤوليةِ البيئية، فإن مستقبلَ مكوناتِ نظامِ الفرامل يُبَشرُ بتجربةِ قيادةٍ أكثرَ أماناً وكفاءة واستدامة.

إعداد: محمود عمر السعيد.

المراجع:

1- نظام الفرامل، حمدي الراسل، 2019
2- نظام الفرامل (عملي)، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، 2004
3- مجلة عالم التكنولوجيا، د. محمد فريج.