بسم الله الرحمن الرحيم

جامعه السودان للعلوم و التكنلوجيا

كلية التكنولوجيا

قسم الدراسات الهندسية

شعبة الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي مقدم لنيل درجة الدبلوم التقني في الهندسة الميكانيكية قسم السيارات

بحث بعنوان :

طرق تشخيص أعطال نقل الحركة وأثرها على صيانة المحرك

اعداد الطلاب :

1. ابراهيم أحمد محمود دودي.
2. أحمد عبد الرحيم أحمد.
3. أحمد عبد الله علي.
4. آدم خليل إبراهيم مصطفى.
5. حسين نصر قوز حسين.
6. معاذ عبد الله جابر.

اشراف الاستاذ :

أبوبكر يوسف

الآيـــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

{لاَ يُكَلِّفُ اللّهُ نَفْساً إِلاَّ وُسْعَهَا لَهَا مَـا كَسَـبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لاَ تُؤَاخِذْنَا إِن نَّسِـينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلاَ تَحْمِلْ عَلَيْنَا إِصْـراً كَمَـا حَمَلْتَـهُ عَلَـى الَّـذِينَ مِـن قَبْلِنَـا رَبَّنَـا وَلاَ تُحَمِّلْنَـا مَـا لاَ طَاقَةَ لَنَا بِهِ وَاعْفُ عَنَّا وَاغْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنتَ مَوْلاَنَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ{

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (286)

شكر وعرفان

لأن الكتابة صنعة نسيبها التكلف .. ولا تعبر ابدا عن الدواخل ..غير انه لابد من اطلاق سراح الكلمات التي لا نقوى على إعتقالها في دواخلنا لتخرج مزدانة رائعة تعبر عن شكرنا وتقديرنا لكل من وقف معنا منذ البداية وحتى خروج هذا العمل بصورته النهائية التي تبقى ابدا .. وتهلج نفسنا بالشكر والتقدير لهم من بعد الله تعالى..

ونخص بالشكرالباش مهندس/ د.علي محمد حمدان

ونخص بالشكر الأستاذ/ أبو بكر يوسف الطيب

الذي كان خير معين لنا بعد المولى عز وجل وعلا، ولم يبخل علينا ابدا فكان واحة نستظل عندها بمعاني الوفاء كلما التقينا به نهلنا من علمه وتعلمنا منه معنى التواضع..

مهما كتبنا فاننا لا نستطيع ان نوفيه حقه لأن ما بداخلنا أرفع واكبر من ان تحمله الحروف، وكذلك لا ننسى أن نشكر أساتذتنا الاجلاء الذين قدموا لنا يد العون والمساعده مما سهل علينا الكثير وترك في أنفسنا عظيم الاثر.
وكما نخص بالشكر اسرة ورشة سيارات علي رعايتهم وجهدهم الجبار في مدنا بالمعلومات الثرة ولم يبخلو بماعندهم سائلين أن يتقبل منا العمل ويجعله الله في موازين حسناتهم وجزاءهم الله خيرا .....

الإهداء

الى موئل الحب والعطاء .....ومنبع الخير والرجاء

من حملت عنا اعباء الحياة..... ومن وضعت الجنة تحت اقدامها

(أمي الغالية)

الى قدوتي الاولى ونبراسي الذي ينير دربي... الى من أخذ بيدي وأوصلني شاطئ الامان

الى من إحتواني قلبه الطيب وأزال بابتسامته الحنون همومي

(أبي العزيز)

الى الصورة الملائكية الجميلة المعلقة على جدار قلبي

(اخواني واخواتي)

الى أصحاب القلوب الكبيرة الذين صنعوا لنا قيثارة أعزف عليها أجمل ألحان الزمالة الخالدة الشجية

(زملائي وزميلاتي)

الى كل شمعه مضيئة قبلت على نفسها الاحتراق لكي تضئ لنا طريقنا

(أساتذتي الأجلاء)

اليكم جميعا نهدي هذا الجهد المتواضع اعترافا بفضلكم ونكرانا لذاتنا

الفهرس

الرقم	فهرس الموضوعات	الصفحة
الباب الاول		
1-1	المقدمة	1
1-2	الهدف من المشروع	2
1-3	القابض الهيدروليكي	3
1-4	الاجهزة المساعدة لتشغيل القابض	3
1-5	التشغيل الهيدروليكي	3
1-6	الاجزاء الرئسية لالية تشغيل القابض	4
1-7	طريقة الاداء	4
1-8	الاعطال	5
1-9	القابض	6
1-10	الغرض من القابض	6
1-11	وظيفة القابض	7
1-12	انواع القابض	7
1-13	طريقة عمل القابض	9
1-14	مكونات طارة القابض	10
1-15	تشخيص اعطال القابض	12
الباب الثاني (صندوق السرعات)		
2-1	المقدمة	16
2-2	وظائف صندوق التروس	16
2-3	الغرض من صندوق التروس	16
2-4	انواع صندوق التروس	17
2-5	أجزاء صندوق التروس	18
2-6	انواع التروس المستخدمة	21
2-7	نسبة التروس	21
2-8	عمود الادارة الخارجية	22
2-9	الية التزامن	23
2-10	مهمات الية التزامن	23
2-11	المحامل	23
2-12	طريقة عمل صندوق التروس	24
2-13	مسار انتقال القدرة	25
2-14	الصيانة الوقائية لصندوق التروس	26
2-15	الاعطال التي قد تحدث لصندوق السرعات	26
الباب الثالث)عمود الادارة)		
3-1	المقدمة	29
3-2	انواع اعمدة الادارة	29
3-3	القطعة المنزلقة	31
3-4	قائمة باسماء واجزاء	31
3-5	الوصلة المفصلية المطلقة	31
3-6	كيفية انتقال العزم في العجلات	32
3-7	تحديد اعطال عمود الادارة	33

3-8	صيانة عمود الادارة والوصلة المفصلية	33
الباب الرابع (المحور الخلفي)		
4-1	المقدمة	35
4-2	أجزاء المحور الخلفي	35
4-3	وظائف اجزاء المحور الخلفي	35
4-4	الاجزاء الرئسية لمجموعة الادارة الخلفية	36
4-5	مهمة مجموعة الادارة الخلفية	37
4-6	القوة المؤثرة على المحاور الخلفية	37
4-7	انواع التروس المستخدمة في المحور الخلفي	38
4-8	فوائد التروس الفرقية	38
4-9	تحديد متاعب الدفع الخلفي	39
4-10	طريقة فك اجزاء المحور الخلفي	42
4-11	عمليات العطب وصيانتها	44
الباب الخامس (الخلاصة والمناقشة)		
5-1	الخلاصة والمناقشة	45
5-2	التوصيات	46
5-3	المصادر والمراجع	

فهرس الاشكال

الرقم	الفهرس	الصفحة
	الباب الاول	
1-1	الشكل يوضح التشغيل الهيدروليكي للقابض	3

1-2	الشكل الاجزاء الرئيسية لالية تشغيل القابض	4
1-3	الشكل يوضح القابض المفرد القرص	9
1-4	يوضح عمليتي الوصل و الفصل	9
1-6	مكونات طارة القابض	10
1-7	مكونات طارة القابض	10
الباب الثاني		
2-1	اجزاء الجربوكس العادي	19
2-2	الجربوكس العادي	19
2-3	الجربوكس الاتوماتيكي	19
2-4	اجزاء الجربوكس الاتوماتيكي	20
2-5	نسبة ترسين متساويين	21
2-6	نسبة ترسين واحد صغير و لاخر كبير	22
الباب الثالث		
3-1	عمود لادارة في انبوب العزم	30
3-2	الوصلة المفصلية المطلقة	32
الباب الرابع		
4-1	يوضح جميع اجزاء المحور الخلفي	36

الباب الأول
المقدمة

(1-1) المقدمة :

شهدت تصميمات ومكونات السيارات في خلال السنوات الاخيرة عدت تغييــرات واضحة مقارنة بمثيلاتها فـي السـنوات السـابقة ، تشـتمل السـيارات علـى عـدة منظومات ، حيث يعتبر نظام نقل القدره من اهم هذة المنظومات نظرا لمـا هـو موكل اليه من مسؤليات جسـام خاصـه اثنـاء ثيـر السـيارة علـى الطريـق يقـوم محرك السـيارة بتوليـد القـدرة كنتـاج لعمليـات الاحـتراق بداخلـة . وتخـرج هـذه القدرة من المحرك عند الحـدافه فـي صـورة عـزم وسـرعة دوران للنقـل قـدرة محرك السـيارة الـى العجلات القائـدة المسـئولة عـن دفـع السـيارة للسـيرعلى الطريق ، فكانت الوسيلة هي تصميم نظام للنقل هذة القدرة مـن المحـرك الـى العجلات القائدة لذلك قام المهتمون بتصميم وانتاج السيارات بتصميم نظام نقـل القدرة للقيـام بهـذة المهمـة بيـن المحـرك و العجلات القائـدة . اشـتمل النظـام المصـمم لنقـل قـدرة السـيارة علـى القـابض صـندوق الـتروس واعمـدة الادارة المفصلية و وصلاتها المختلفه و علبة الجر النهائي (مجموعة التخفيض النهائيـة) و محاور الادارة و اعمدتها ووصلاتها وصولا الى العجلات القائدة ، حدث تطوير كبير في الآونة الاخيرة لمكونـات نظـام نقـل القـدرة بالسـيارت بحيـث يسـتطيع هـذا النظام مواكبة التقنيات الحديثة مثل التحكم الالكتروني في عمل بعض مـن هـذة المكونات ، وبما يتناسب مـع كافـة السـيارات ذات طـرق الادارة المختلفـة حـتى يتسنى لها السير بدون مشاكل على الطرق خاصة العسيرة مثل الطـرق المبتلـة و الرملية و السخرية و الطرق المغطـاه بالجليـد . يعتـبر نظـام نقـل القـدرة هـو عصب السيارة او قلب منظومات السيارة .

تعتبر صناعة السيارات من أهم الصناعات على مستوى العالم، ويستثمر في هـذا المجال أموال تعادل ميزانيات دول كثيرة ؛ ولهذا فإن هناك اهتماماً عالميـاً بهـذه الصناعة وتطويرها

ولقد مرت هذه الصناعة منذ اختراعها بتطور عظيـم وسـريع جـداً وأصـبحت فـي وقتنا الحاضر تلعب دور كبيراً جداً في الاقتصاد العالمي .

ولهذا فان التقدم التكنولوجي في مجال صناعة السيارات يسير بمعدلات سـريعة و منتظمة ، مع بداية كل عام تتسـابق الشـركات المنتجـة للسـيارات فـي تقـديم الموديلات الجديدة بما يشمل هذا من تكنولوجيا جديـدة سـواء فـي المحركـات ـ التحول إلى أنظمة الحقن الإلكترونية ـ أو في تقليل الإنبعاثـات الضـارة بالبيئـة ـ مثـل أول أكسـيد الكربونوالهيـدروكربونات غيـر المحترقـة وأكاسـيد النيـتروجين السامة .

كل هذا التقدم التكنولوجي يسير في اتجاه تحسـين كفـاءة السـيارات مـن حيـث إنها تستطيع أن تعطي قدرة أكبر مع استهلاك وقود أقـل ، والحفـاظ علـى البيئـة من خلال تقليل إنبعاثات العادم ؛ولكـي تسـير السـياره علـي الطريـق لابـد مـن

وجـود وسـائل تعمـل علـي نقـل الحركـه مـن المحـرك الـي المحـاور الخلفيـه (العجلات) التي تشكل نظم السير فى المحركات المختلفة.

(1-2)الهدف من المشروع :

دراسة مجموعة نقل الحركة وطريقة عملها وتشخيص اعطالهـا بصـورة صـحيحة من خلال الفحـص الظـاهري للأعطـال او عـن طريـق قائـد السـيارة ، مـن خلال الاجهزة المتخصصة لفحص اعطـال السـيارات وذلـك بغـرض صـيانتها و تشـغيلها بصورة صحيحة للنقل القدرة بكفاءة عالية و سرعة دوران مناسبة لسير السيارة حسب ظروف التشغيل المختلفة.

الباب الثاني
القابض

(1-3)القابض الهيدروليكي (clutch) :

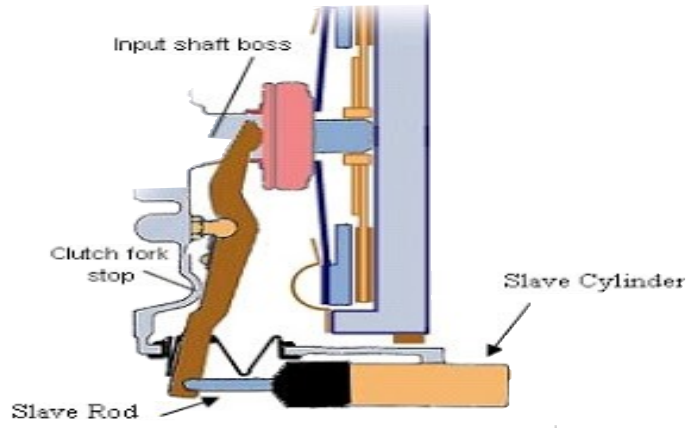
(1-4) الاجهزة المساعدة لتشغيل القابض :

قد تظهر صعوبات في ادخال وتوصيل اذرع تشـغيل القـابض فـي المركبـات ذات المحرك الامامي ، وكذلك في المركبا ت ذات المحرك الخلفي .

حيث تستعمل اجهزة هيدروليكيـة يمكـن بواسـطتها احـداث تقويـة اضـافية لقـوة ونجد كذلك حلول مناظرة في طريقنها لمركبات الخدمة الشاقة .

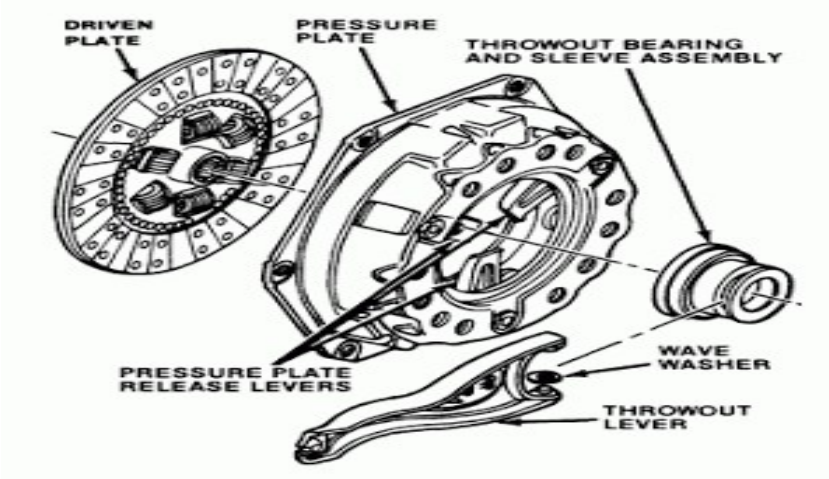
(1-5) التشغيل الهيدروليكي للقابض :

يشبة الجهاز المبين فـي الشـكل ادنـاه (1-1) مكونـات الفرملـة الهيدروليـة فـي تركيبها و اداتها شبهاً كبيرا ومع ذلك فان هنالك بعـض الملاحظـات الاضـافية فـي التركيب وهي كما في الشكل



الشكل (1-1) يوضح التشغيل الهيدرولي للقابض

(1-6) الاجزاء الرئيسية لالية تشغيل القابض :-



الشكل (1-2)يوضح الاجزاء الرئيسية لالية تشغيل القابض

1/ الأسطوانة الرئيسية (Master Cylinder)

2/ الأسطوانة التابعة (مستقبلة) (Slave Cylinder)

3/ خزان الزيت (Fluid Reservoir)

4/ وصلات (انابيب) الزيت (Pipes)

(1-7)طريقة الاداء :-

(1-7-1) الاسطوانة الرئيسية :- Master Cylinder

ونجد انه في تكوينها غالبا مالا يدخل صمام عدم الرجوع كما يوجد صمام قلاب في بعض التصميمات للقيام بوظائف ثقوب الامداد و التعويض ، و عند الفك يبعد هذا الصمام قبل اخراج الأسطوانة (الكباس).
ويجب ان يكون شوط رافعة القدم للاسطوانة الرئيسية محدوداً بمصدرين ، فيجد احدهما مسافة تشغيل القابض لتفادي الاضرار به ، و يضبط الآخر الخلوص بين الكباس وذراعه و حيث يبلغ (0.5mm) فقط

(1-7-2)ـــ الأســـطوانة التابعـــة (مســـتقبلة) :- Slave Cylinder

تنقل القوة المتولدة في الاسطوانة الرئيسية الى رافعة فصل القابض و يجب باالتالي ان تكون جيدة التثبيت حتى يمكن استقبال قوة فصل القابض كرد فعل وهي عبارة عن تجويف غير نافذ .

(1-7-3) الوصلات الانبوبية و خرطوم التوصيل :-

ونجد انه يتم استخدام ثلاثة انواع من الوصلات الانبوبية و خراطيم التوصيل :-
(انابيب المواسير الصلبة – انابيب المواسير شبة الصلبة – الخراطيم المرنة).

(1-8) الأعـــطـــال :-

1/ تآكل الجلود (Seal) الموجودة داخل الأسطوانتين .
2/ تسرب الهواء داخل الاسطوانة .

3/ فصل التيار الكهربي من الحساس او تلف الحساس .
4/ تلف الوصلات

(1-9)القابـــــــــــــض (Clutch):

يوضع القابض بين المحرك وبين بيقة مكونات نظام نقل القـدره بالسـيارة خلـف محـرك السـيارة مباشـرة ، ويثبـت علـى السـطح الخـارجي لحدافـة المحـرك (engine flywheel)

القابض ضمن نظام نقل القدرة عبارة عن وسيلة احتكاكية يتم تشغيلها بواسـطة قائد السيارة لفصل القدرة الناتجة من محرك السيارة عن بقية النظـام بالضـغط على دواسة (داعسة) القابض (فـي هـذه الحالـة لايكـون هنالـك أي ارتبـاط بيـن محرك السيارة وبقية مكونات نظام نقل القدرة ولا يؤثر أي منهما على الاخر).

يمكن وصل قدرة المحرك مرة اخرى برفع القدم عن دواسة القابض ، وذلك عند الحاجة الى بدء تسير او ايقاف السيارة ، وعند الحاجة الـى تغييـر التعشـيقة فـي صندوق تغييـر السـرعات التقليـدي (اليـدوي) ، يسـتخدم القـابض الاحتكـاكي مـع السيارات التي تحتوي على صندوق تغيير السرعات (صندوق التروس مـن النـوع اليدوي التقليدي او المستعرض ، ولا يسـتخدم هـذا القـابض مـع السـيارات الـتي تحتوي على صندوق تغيير السرعات الالي (الذاتي او اتوماتيكي) .

(1-10)الغرض من القابض purpose of the clutch)):

الغرض من مجموعة القابض clutch assembly)) في السيارات و الشـ احنات التي تحتوي على صناديق تروس يدوية تقليديـة (manual transmissions) او صناديق تروس مستعرضه (manual transaxles) هي وصل او فصـل سـريان القـدره الناتجـة مـن محـرك السـيارة (خـرج المحـرك عنـد الحدافـة) (engine power flow) بينه وبيـن بقيـة مكونـات نظـام نقـل القـدرة بالسـيارة ، يسـمح القابض ياستمرار عمل محرك السيارة عند توقف السـيارة عـن السـير المـؤقت دون الحاجة الى وضع صندوق تغيير السرعات في وضع الحياد (neutral) وذلـك بمجرد الضـغط علـى دواسـة القـابض (clutch pedal) او بنظـام اخـر القـابض عبارة عن جهاز لوصل او فصل القدرة بين المحـرك و صـندوق تغييـر السـرعات (أي بين المحرك و بيقة مكونات نظام القدرة).

(1-11) وظيفة القابض :-

1- نقل الحركة من المحرك لصندوق تروس السرعات

2-السماح بنقل الحركة بسهولة ويسر

3- نقل عزم المحرك تدريجيا

(12-1) انواع القوابض :-

نجد ان هنالك تصميمات عديدة تـم انشـائها بهـدف التقليـل من القوة اللازمة لتشغيل بدال القـابض او لالغـاء الحركـات التي يقوم بادائها وهي :-

1/ القابض المفرد القرص

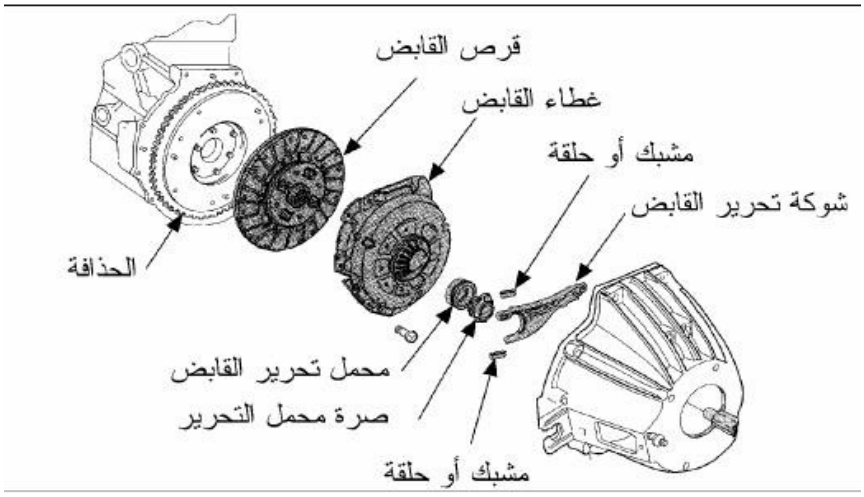
2/ القابض ذو القرص النابض المرن

3/ القابض متعدد الاقراص

(1-12-1)القابض المفرد القرص Single plate clutch :-

يلاحظ ان القـابض المفـرد القـرص المكـون مـن قـرص فـولاذي يسـمى بقـرص الاحتكاك مبرشم من الوجهين مع مادة احتكاك دائرية الشـكل كـذالك يلاحـظ ان القرص الفولاذي المذكور مبرشم مع قطعة او صرة (hub) فولاذيـة ذات اخاديـد او اسنان طويلـة العمـود المتصـل بصـندوق السـرعة وتـدور عليـه معـه ، ونهايـة العمود ملساء خالية مـن الاسـنان تـدور خلال كرسـي تحميـل و كلاهما يرتكـزان داخل الحدافة .

إن أحد وجهي مادة الاحتكاك تتلامس أو تنطبق من الجهة اليمنى لقرص الضـغط والجهة اليسرى لمادة الاحتكاك تقابل وجـه أسـطح الحدافـة تنطبـق عليـه تمامـاً وذلك عند الرغبة في نقـل الحركـة مـن المحـرك اى اجهـزة النقـل الاخـرى فـي السيارة ، ويتم نقل الحركة بواسطة قرص الضغط المسلط علية قـوة النـوابض التي تبلغ الستة او اكثر وهي موزعة حول محيط قرص الضغط.



الشكل (1-3) القابض المفرد القرص

(1-12-2) القابض ذو القرص النابض او المرن :-

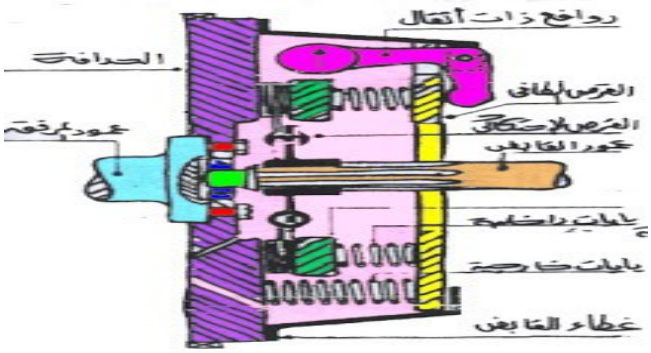
و يلاحظ في هذا القابض ان القرص المرن او النابض يستخدم مع النوابض الحلزونية المتعددة و المستخدمةفي غيرها .

ان من مزيا هذا القابض هوانتظام الضغط الواقع علي القـرص اثنـاء سـير السيارة والاستغناء عن عتلات الانعتاق والمحاور وغير ذلـك ويبـن الشـكل التالي قطاعاً للقابض وهو في حالة الوصل والفصل.

(1-12-3) القابض متعدد الاقراص :-

إن القابض المفرد القرص يستخدم في السيارات الصغيرة الا ان القابض النوع بأن له عدة أقـراص يـدور بعضـها كجـزء واحـد مـع الحـدافه ويـدور الجـزء البـاقي مـع المحـور الرئيسـي لصـندوق السرعة كما أنه لاتوجد بطانة في القرص المنقاد

وكيفية تشغيل هـذا النـوع مـن القـوابض هـو نفـس الكيفيـة فـي تشغيل القابض المفرد القرص وبالنسبة لأسطح الإتصال الكـثيرة ليمكن نقل عزم اكبر.



الشكل (1-4) يوضح القابض المتعدد القرص

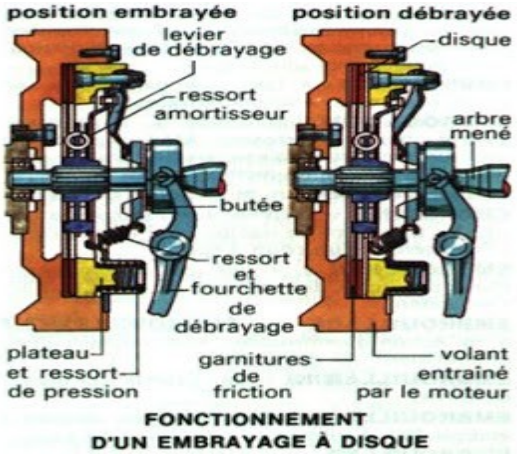
(1-13) طريقة عمل القابض :-

(1-13-1) عملية الفصل Disengaging :-

وفيها يقـوم السـائق بالتـأثير علـى دواسـة القـابض فتقـوم بالتـأثير الوصـلات أو الاسطوانةالرئيسـية الـتي تـؤثرعلى شـوكة العـزل عـن طريـق ضـغط الزيـت أو الوصلات على حسب نوع القابض فتقوم بالتأثير على كرسـي العـزل الـذي يـؤثر لروافـع فتجـذب قـرص الضـغط بعيـدا عـن اسـطوانة القـابض فتصـبح حـرة الحركة فيتم الفصل.

(1-13-2) عملية الوصل Engaging :-

بعد زوال التأثير من قدم السائق تعود الدواسة لوضعها الطبيعي وتصبح اسطوانة القابض مضغوطة بين الحدافة وقرص القابض فتدور ناقلة الحركة لعمود القابض ومنها لصندوق التروس.



الشكل (1-5)يوضح عمليتي الفصل و الوصل

(1-14) مكونات طارة القابض :-

الشكل (1-6) يوضح مكونات طارة القابض

الشكل (1-7) يوضح مكونات طارة القابض

(1-14-1) نابض التوالي :

يجعل عملية التعشيق ناعمة عند ضبط الحدافة و قرصي الضغط على الطارة

(1-14-2) البطانة :-

و عادة ما تصنع البطانة من مادة الاسبستز أو أي مادة إحتكاكيـة اخـرى مقاومـة للحرارة المرتفعة و البلي و دائماً تكون البطانة من الجانبين و هنالك عـدة انـواع من البطائن المصنعه بطرق عديده .

(1-14-3) البرشام :-

لثبيت البطانة على الطارة .

(1-14-4) مجاري التهوية :-

للسماح بمرور الهواء و ازالة الحرارة .

(1-14-5) الاخاديد :-

وتكون في مركز الطارة و تنزل فيها اخاديد عمود الكردان .

(15-1) تشخيص اعطال القابض :-

(1-15-1) انـــــــــــــزلاق : Slipping-

في القابض يكون للأسباب الآتية :-

1/ بطانة الاحتكاك متآكلة .

2/ تركيب او ربط البطانة بصورة غير صحيحة .

3/ اوجه بطانة الاحتكاك مغطاه بالغبار و الاوساخ (ناعمة).

4/ بطانة الاحتكاك مغطاه الشحمية .

5/ استخدام نوعية رديئة وغير ملائمة لبطانة الاحتكاك .

6/ وضع القدم على دواسة القابض اثناء السير .

(1-15-2) افـــلات القـــابض او اصـــابته بتقطـــع ورجفـــة Grapping او Chattering للآتي:-

1/ حالة أوجه البطانة صلبة جداً بسبب التآكل والاوساخ .

2/ وجود تصدع او تلف في قرص الضغط .

3/ وجود زيوت و مواد شحمية .

4/ شد محكم اكثر من اللازم (Tight) أو وجود إعوجاج في عمود الإنعتاق .

5/ وجود خلوص كبير بين ترس صندوق السرعة .

(1-15-3) إسـتمرار قـرص الإحتكـاك اثنـاء عمليـة الفصـل Dragging للاتي :-

1/ الحركة الحرة للدواسة كبيرة أي اكثر من اللازم .

2/ وجود اعوجاج في قرص الاحتكاك .

3/ وجود نتوءات او تشوه الاخاديد.

(1-15-4)حصول تآكل سريع في بطانة القابض يكون للاتي :-

1/ الحركة الحرة في الدواسة اقل من اللازم أي لاتكفي لعملية الفصل .

2/ اتكاء القدم على الدواسة اثناء السير بصورة مستمرة .

3/ البطء في عملية التعشيق .

4/ عدم تركيب البطانة بصورة صحيحة .

(1-15-6) ظهـور اصـوات غيـر اعتياديـة اثنـاء عمليـة وصـل القابض او تعشيقه ويكون للاتي :-

1/ سوء التنظيم و الضبط بين غطاء القابض و صندوق السرعة او المحرك .

2/ وجود تآكل في اخاديد عمود صندوق السرعة و قرص الاحتكاك.

(1-15-7) ظهور اصوات اثناء عملية الفصل للاتي :-

1/ وجود تآكل في الكراسي او الجلـب الموجـودة فـي الحدافـة لغـرض اسـقرار عمود السرعة

2/ سماع اصوات في كراسي المحمل .

(1-15-8) حـدوث طقطـة (Rattles) فـي القـابض و تكـون للاتي :-

1/ ارتخاء صرة القابض (Hub).

2/ كسر او ضعف في النوابض الخاصة لمنع الذبذات و الاصـوات الموجـودة فـي قرص الاحتكاك .

3/ تآكل كبير في آلية الدواسة .

4/ عدم ربط صندوق السرعات و القابض و المحرك بصورة مستقيمة.

(1-15-9) اخفـاق تـام فـي عمـل القـابض (Failure)يكـون للاتي :-

1/ تمزق او تحطم صرة قرص القابض .

2/ تمزق او تحطم قرص الاحتكاك .

3/ وجود كسور في النوابض .

4/ عدم ضبط قرص الضغط بصورة صحيحة .

5/ عدم ضبط دواسة القابض مع جهاز القابض .

6/ التصاق بين اخاديد الصرة و اخاديد العمود.

(1-15-10) اهتزاز القابض (Vibration) ويكون للاتي :

1/ وجود اعوجاج في عمود صندوق السرعة.

2/ وجود خلل في صندوق الاحتكاك .

3/ تراكم اتربة في جهاز القابض .

4/ استخدام قرص صلب (Rigid) بدلاً من النوع المرن.

(1-15-11) سرعة المحـرك تزيـد ولكـن السـيارة لا تتحـرك، والمشكلة تزداد مع الوقت :-

1/ وصلت القابض بها انحناء .

2/ ضعف النابض الغشائي.

3/ قلة معامل الاحتكاك للقرص ألاحتكاكي.

4/ القرص ألاحتكاكي للقابض متآكل.

5/ القرص ألاحتكاكي للقابض ملوث بالزيت.

(1-15-12) لا يتم فصل القابض بصورة كاملة :-

1/ المشوار الحر لبدال القابض كبير .

2/ اعوجاج قرص القابض .

3/ عدم استواء .

4/ عدم استقامة محور الغلاف الحاوي للقابض.

5/ تاكل محمل عمود القابض .

6/ خلل في فحمة تحرير القابض .

7/ عدم تركيب شوكة تحرير القابض في مكانها.

8/ تجمد قرص الضغط نتيجة الصدأ.

(13-15-1)تحريك الدواسة يحتاج لضغط شديد :-

1/ الوصلات تحتاج لتزييت التصاق أصابع تحرير قرص الضغط .

2/ عدم محاذاة الوصلات .

3/ التصاق جلبة فحمة تحرير القابض .

4/ التصاق الاسطوانة الرئيسية أو الفرعية .

الباب الثالث

صندوق السرعات

صندوق السرعات : (GEAR BOX)

(2-1) المقدمة :-

تعتبر صناديق التروس اليدوية (manual transmission) وصـناديق الـتروس اليدوية المستعرضة (manual transaxles) عنصرا حيويا في نظام نقل القدرة الحديثة ، وهي وسيلة لتغيير السرعة و العزم (القدرة) ويتم تثبيتها بين المحــرك و العجلات القائدة في السيارة . تقوم صناديق التروس بتغيير النسبة بين ســرعة دوران محرك السيارة وسرعة دوران العجلات القائـدة لتناسـب ظـروف القيـادة المختلفة . يتم تغيير السرعات في هذا النوع من صناديق التروس يدوياً بواسـطة قائد السيارة باستخدام عصا اختيار السرعات (عصا التعشيق) (shift lever).

صناديق تعتبر محولات لعزم الدوران وليس فقط صناديق لتغيير سرعات الدوران ، وهناك نوعان اساسيان من صناديق التروس في سـيارت : اليدويـة (manual) والآلية(automatic) في صناديق التروس اليدويـة ، يتـم تغييـر الـتروس يـدوياً بمعرفة قائد السيارة ، اما في صناديق الـتروس الآليـة يتـم تغييـر الـتروس اليـاً بدون مساعدة من قائد السيارة.

(2-2) وظائف صندوق التروس :-

1-يقوم بملائمة عزم المحرك المنقول مع متطلبات سياقة العربة

2-إعطاء عدد من السرعات الأمامية وسرعة خلفية حسب متطلبات الطريق

3-إعطـاء وضـع الحيـاد الـذي يفصـل المحـرك عـن المحـور الخلفـي عنـد دوران المحرك

(2-3)الغرض من صندوق التروس :

1. مقاومة عزم الاحتكاك وتحريك المركبة من حالة السكون .
2. تغيير سرعة المركبة حسب متطلبات السير .
3. يساعد المركبة في مقاومة صعوبة الطريق
4. إمكانية السير بالمركبة في الاتجاه العكسي .

(2-4)أنواع من صناديق تروس السرعات:

1-صناديق التروس الانزلاقية

2-صناديق التروس دائمة التعشيق

3-صناديق التروس اتوماتيكية

(2-4-1) النوع الأول : صناديق تروس انزلاقي :

وفية التروس مفصولة عن بعضها ويتم تحريك رافعة نقل التروس لتعمل على تحريك تروس نقل الحركة الموجودة على العمود الرئيسي إلى الأمام والى الخلف حتى يمكن تعشيقها مع تروس الإدارة، وهذا النوع قديم ويستخدم تروس ذات أسنان مستقيمة،

(2-4-2-1) النوع الثاني : صناديق تروس دائمة التعشيق :

وفية التروس متصلة ببعضها ولكن لا تنتقل الحركة لعمود الخارج لتحرك التروس على محامل، ويستخدم قابضان من النوع البسيط ذات الأنياب الجانبية لنقل الحركة للعمود، وهذا النوع هو الشائع الاستخدام حاليًا، ويستخدم تروس مائلة، .

(2-4-2-2) صناديق تروس ذو تعشيق توافقي :

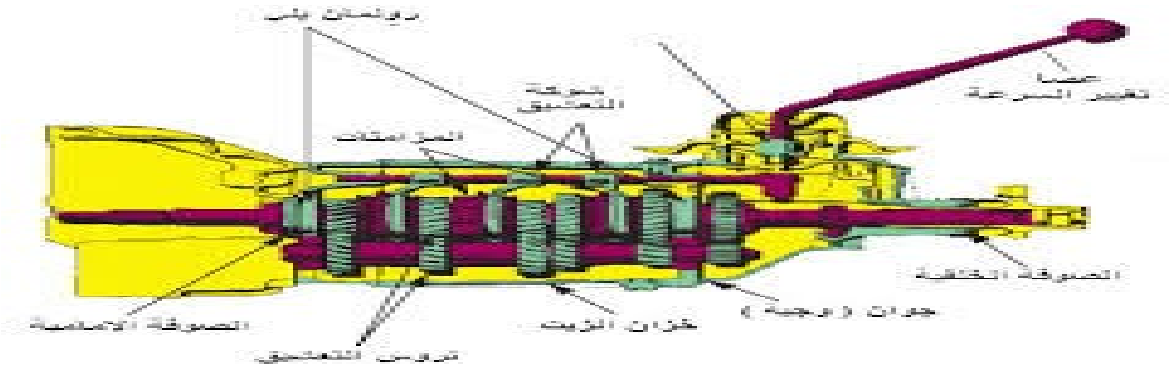
وهو النوع الشائع الاستعمال التوافقية وهو النوع الشائع الاستعمال تستخدم وصلات توافقية تعملعلى توفيق التروس حتى يمكن نقل السرعات بشكل مريح وهادى دون الاعتماد على مهارة السائق وتعمل الوصلة التوافقية على توفيق الأسنان التي تشتبك بعضها ببعض وبذلك يتم تعشيقها بدون اصطدام بالإضافة إلى أنة يتم توحيد السرعتين عند طرفي مخروطين يوجد كل منهما على احد العمودين فإذا تحرك احد المخروطين إلى الأخر يتم توحيد السرعة بين العمودين وبذلك يتم التعشيق بين التروس بسهولة

(2-4-3) النوع الثالث : صناديق السرعات الاتوماتيكى (الهيدروليكي) :

وبه مجموعة تروس عدله ولكنها مجمعة في مجموعات فلكية وثلاث مجموعات من التروسالفلكية والأجهزة اللازمة لتنظيم حركة هذه المجموعات الفلكية بالإضافة إلى مضختي زيت وميزان وصمامات تحكم واسطوانات ذات مكابس لتنظيم ضغط الزيت الخارج من المضخة وتتحرك المكابس عند تغير ضغط الزيت والتحكم في مجموعات التروس الفلكية، صندوق السرعات الاتوماتيكى لهأربع أو خمس سرعات أمامية وسرعة خلفية، ويقوم السائق بوضع رافعة السرعات في وضع القيادة فقد تقوم وحدة نقل الحركة ذاتيًا بنقل السرعة من تروس السرعة الأولى إلى الثانية إلى الثالثة وهكذا حسب سرعة السيارة وسرعة المحرك، وبذلك يتم نقل الحركة اتوماتيكيا دون استخدام رافعة نقل الحركة .

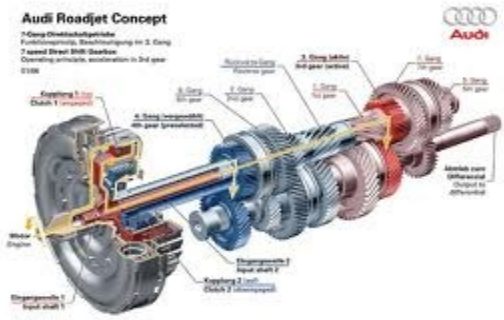
(5-2) اجزاء صندوق السرعات :-

1- رافعة تغيير السرعات CEARSHAFTLEVER))
2- علبة الصندوق(CASE)
3- عمود الدخل(عمود القابض)INPUTSHAFT))
4- العمود الرئيسي OUTPUTSHAFT))
5- عمود التوزيع(العمود المناول)COUNTERSHAFT))
6- العمود الوسيط(REVERSEIDLE)
7- التروس GEARS))
8- عمود النقل SHAFTR))
9- شوكة النقل SHAFTFORKS))
10- تجميعيات التزامن SYNCHRONIZER))



الشكل(2-1) يوضح اجزاء الجربوكس العادي

الشكل (2-2)يوضح الجربوكس العادي



الشكل (2-3) يوضح اجزاء الجربوكس الاتوماتيكي

الشكل (2-4) يوضح الجربوكس الاتوماتيكي

(2-5-1) عمود الدخل(عمود القابض)INPUTSHAFT))

هو العمود القابض (الكردان) ومهمتة نقل حركة المحـرك مـن القـرص الضـاغط الى ترس عمود الادارة المقابل المحرك . وتوجد بـه اخاديـد فـي مقدمـة العمـود ويتم تعشيقها مع القرص الضـاغط و الحدافـة . و الطـرف الاخـر عليـه الـترس و يكون هذا الترس وحدة مع العمود عندما يكون القـابض معشـق و المحـرك دائـر ويعمل هذا الترس (ترس عمود القابض) على ادارة ترس عمود الادارة المقابل .

(2-5-2) رافعة تغيير السرعات (CEARSHAFTLEVER)

في صندوق تروس يدوي أو صندوق سرعات يدوي (بالإنجليزية : change gear) و (بالألمانية: Schaltgetriebe) يتم تغيير السرعة عن طريق توصيل زوجا من التروس بعضهما ببعض يدويا . في السيارة يقوم السائق بتحريك رافعة تغيير السرعة فيوصل بين ترسين في صندوق التروس . وبحسب عدد أسنان الترس المحرك إلى عدد أسنان الترس المتحرك يكون تغيير السرعة ، إما بزيادة السرعة أو نقصانها.

(2-5-3) العمود الوسيط(REVERSEIDLER)

يوجد هذا العمود اسفل عمود القابض و يثبت علية ترس عمود الادارة المقابله الذي يكون في حالة تعشيق دايم مع ترس عمود القابض ويثبت عليه ايضاً مجموعة تروس اخرى هذة التروس تتحتلف في ابعادها . ونقصد بها نسبة التروس.

(2-6) انواع التروس المستخدمة:-

(2-6-1)التروس الحلزونية : helical gears

مزاياها : تعمل بنعومة وهدوء - مساوئها :ينتج عنها قوة دفع في الاتجاه المحوري

(2-6-2)التروس المستقيمه spur gears

مزاياها : لا ينتج عنها قوة دفع في الاتجاه المحوري - مساوئها :ينتج عنها صوت عالي

(2-7) نسبة التروس :-

هي عدد اللفات التي يلفها الترس المدير مقابل عدد الفات التي يلفها الترس المدار .

المدار = عددالاسنان في الترس المدار (المقاد)

المدير = عدد الاسنان في الترس المدير(القائد)

الحالة A ترسان معشقان يحتوي كل منهما عدد مساوي من الاسنان في هذه الحالة يدوران بنصف السرعة.

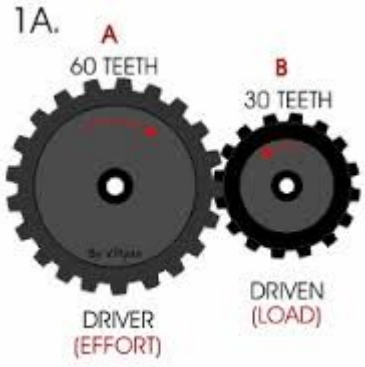
1=24/24 او 1:1

الشكل (2-5) نسبة ترسين متساوين

الحالة B ترسان معشقان تختلف عدد الاسنان في كل منهما يدور الترس الصغير بسرعه اكبر من الترس الكبير .

نسبة التروس

2= 24 /12 او 2:1



الشكل (2-6) يوضح نسبة ترسين واحد كبير و الاخر صغير

عليه فان في هذه الحالة يدور الترس المدير (القائد) 2 لفة مقابل لفة واحدة للترس المدار(الكبير) 1/2سرعة المدير الصغير يكون العزم على عمود ترس

الكبير (العزم الخارج) يساوي ضعف العـزم علـى عمـود القـرص المـدير (العـزم الداخلي).

(2-8)عمود الادارة الخارجية Out put shaft :-

ينقل هذا العمود الحركة مـن عمـود الادارة الـي عمـود الادارة المقابـل ونجـد ان ترس مخصص لسرعة واحدة فقط .

(2-9) آلية التزامن :-

عندما تكون آلية التزامن بعيدة عن ترس القدرة الخارجة يكون هذا الـترس حـراً في دورانه ولا يوجد تدفق للقدرة على العمود الرئيسي .

عندما تنزلق الآلية على الترس يتعشق الـترس علـى الآليـة و يثبـت علـى عمـود القدرة الخارجه (العمود الرئيسي) و تتـدفق القـدرة عليـة ومـن ثـم الـى عمـود الادارة ومنه الى المحاور الخلفية .

(2-10) مهمات آلية التزامن :-

1/ منع التروس من الاصطدام اثناء التعشيق (تعشيق بدون ضوضاء).

2/ تثبيت الترس على العمود.

3/ يمكن للسائق ان يغير التروس بدون توقف العربة.

4/ تزامن و توافق في سرعة التروس المشتبكة .

5/ للتقريب بين سرعة التروس قبل بداية التعشيق.

(2-11) المحامل (Bearing) :-

هي عبارة عن كراسي او مرتكزات يرتكـز عليهـا العمـود وتعمـل علـى اتـزان العمود و نقل القدرة بكفاءاة عالية . ومنها عدة اشكال (إبريـة – اسـطوانية – أسطوانية – كروية).

(2-11-1)المحامل الدحرجية :-

في هذا النوع فإن اجزاء صـندوق السـرعات تكـون هـذه اعناصـر فـي شـكل كـروي او اسـطواني او ابـري و فـي هـذه الحالـة تكـون الحركـة نسـبية بيـن العمود .

(11-2-2)يجب ان تتوفر في المحامل الشروط التالية :-

1/ اجهاد خضوع عالي .

2/ مقاومة عالية للزحف .

3/ مقاومة عالية للكلال .

4/ مقاومة عالية للصدم .

5/ مقاومة عالية للتآكل .

(12-2) طريقة عمل صندوق السرعات :-

في صناديق التروس تتغير السرعة يربط زوج مـن الـتروس بتعشـيق اسـنانها في كل وضع من اوضاع التعشيق للتحقيق ذلـك تـدخل شـوكة التعشـيقة فـي المجرى الحلقي للترس المنزلق و تتدفعه للعمود المحـدد ، حـتى يعشـق مـع الترس المواجه للعمود المناوب . الاشكال الاتية توضح عملية التعشيق داخل صندوق التروس .

(1-12-2) وضع التعشيقة المحايد :-

العمليـات الحادثـة فـي صـندوق الـتروس يـدور الـترس (Z1) بنفـس سـرعة دوران المحرك ويدور العمود المناوب بتروسه بسـرعه ابطـء و يبقـى العمـود الرئيسي بالترسين المنزلقين ساكنا .

(2-12-2) وضع التعشيق الحلقي :-

العمليات الحادثة في صندوق التروس يجب عكس اتجاه الدوران فـي العمـود الرئيسـي عنـد سـير الـى الخلـف ، و بالتـالي يعشـق الـترس الوسـيط (Z8) المركب على العمود الوسيط ويكون التعشيق في هذه الحالة باكبر نسبة نقل الحركة.

(3-12-2) وضع التعشيق : السرعة الاولى :

العمليـات الحادثـة فـي صـندوق الـتروس يـدفع الـترس المنزلـق Z7)) عل ى العمود الرئيسي حتى يعشق مع (Z4) على العمـود المنـاول . وتكـون سـرعة دوران العمود الرئيسي منخفضة ، لأن Z4)) اصغر بدر كبير من Z7)).

(2-12-4) وضع التعشيق : السرعة الثانية :

العمليات الحادثة في صندوق التروس ينزلق الترس Z6)) على اخاديد العمود الرئيسي ليعشق مع الترس Z3)) وتكون سرعة دوران العمود الرئيسي اعلى منها في حالة التعشـيق الأول عنـد نفـس دوران المحـرك وتكـون نسـبة نقـل الحركة اصغر وبالتالي تكون المركبة اسرع .

مسار انتقال القدرة من عمود الادارة الى العمود المنـاول ومنـه الـى العمـود الرئيسي عن طريق الترسين (Z3) و Z6))

(2-12-5) وضع التعشيق : تعشيق السرعة الثالثة :

العمليات الحادثة في صندوق التروس يتـم نقـل الحركـة فـي وضـع التعشـيق الثالث في صندوق التروس ذي ثلاثة سـرعات بالتعشـيق المباشـر بمعنـى ان يتصل العمود الرئيسي مع عمود الادارة إتصالاً مباشراً ، حيـث تمسـك اسـنان الإقران للترس Z6)) في اسنان الإقران للترس Z1)) ويدور العم ود المن اول معهما دون تحميل .

(2-13) مسار انتقال القدرة :-

من عمود الادارة الى العمود الرئيسي مباشرة .

(2-14) الصيانة الوقائية لصندوق التروس :-

ان ما يحتاجة صندوق السرعة من صـيانة وقائيـة بصـورة دائمة هو :-

1/ التزييت الصحيح لمنع الإحتكاك بين التروس والأجزاء الاخرى و كذلك لمنـع التوليد الحراري المفرط للتآكل الذي يؤدي للتلف السريع للـتروس و الأجـزاء الاخرى.

2/ ان يختار الزيت من نوعية جيدة و يوصى (سي اويل – 95) وفـي الصـيف يجب استخدام (سي اويل – 120) .

3/ لا يجوز خلـط الزيـت المسـتعمل صـيفاً بـالزيت المسـتعمل شـتاءاً بسـبب إختلاف كثافتهما .

4/ تنظيف ممر التنفيس أو التهوية الموجود في غلاف الصندوق .

5/ للكشف عن مستوى الزيت أو المحافظة على المستوى الصحيح فية حيث يمكن مراقبتة بعد حوالي كل (1500 – 2000كم) من السير.

6/ يوصى بتغيير زيت صندوق السرعة بعد مسـيرة حـوالي (1500كـم) الـذي توصى به الشركة المصنعة.

7/ مراقبة أو ملاحظة التسريب الذي يحدث في بعـض المواضـع فـي صـندوق السرعات.

(2-15) الأعطال التي قد تحدث في صندوق السرعات :-

(1-15-2) حصول أصـوات غيـر إعتياديـة و الصـندوق فـي حالة وضع الحياد وقد تكون للاسباب الاتية.

أ/ التزييت غير الكافي بسبب تقص في كمية الزيت .

ب/ وجود خلوص جانبي في العمود المناوب .

ج/ وجود تآكل كبير في تروس السرعة الخلفية أو وجود كسر فيها .

د/ تآكل كبير في محامل العمود المناوب أو وجود كسر فية.

(2-15-2) وجود أصوات غير اعتيادية فـي حالـة التعشـيق ويمكن أن تكون للأسباب الآتية :-

أ/ وجود تآكل في أسنان التروس أو وجود ميلان فيها .

ب/ وجود خلوص كبير بين التروس .

ج/ وجود تآكل وتشوه في مفصل و شوكة التعشيق.

(2-15-3) حدوث إنزلاق او قفز التروس من موضعها بعد تعشيقها و يكون للاسباب الآتية :-

أ/ وجود كسر او تآكل كبير في اسنان التروس المعشقه .

ب/ وجود تآكل في محمل التحميل لصندوق السرعة .

ج/ وجود خلوص جانبي للعمود الرئيسي و العمود المناوب .

(2-15-4) صـعوبة تعشـيق الـتروس و تكـون للأسـباب الآتية :-

أ/ القابض لا يفصل بصورة كاملة .

ب/ وجود تشوه في اخاديد العمود الرئيسي .

ج/ وجود اعوجاج في شوكة تغيير السرعات .

د/ وجود عطب في جهاز التعشيق.

(2-15-5) حـدوث تسـريب للزيـت مـن الصـندوق ويكـون للاسباب التاليه:-

ا/تلف في مواضع التسريب

ب/تلف الحشوه وتمزقها او عدم وجودها

ج/انسداد ثغرة التنفيس

(2-15-6) انزلاق التروس وعدم استقرارها في مواضعها اثناء سير الشاحنه وذلك للاسباب التاليه:-

ا/تآكل جزء كبير في اسنان التروس

ب/وجود تآكل في اسنان وحدة التعشيق

(7-15-2) حــدوث اصــوات غيــر اعتيــاديه اثنــاء تغييــر السرعات وذلك للاسباب الاتيه:-

ا/ التصاق اجزاء القابض مع بعضها

ب/قرص الاحتكاك في القابض يدور بسرعه مستمره (لا يفصل)

الباب الرابع

عمود الإدارة

عمود الادارة
(propeller shaft)

(3-1) المقدمة :

هذا العمود يقع بين صندوق السرعة و المحور الخلفي للسيارة و يقوم بنقل الحركة الدائرية من صندوق السرعة إلى صندوق التروس الفرقية و بذلك تدور العجلات الخلفية .

وبراعى عند تصميم عمود الادارة حقيقتان الأولى أن المحرك وجهاز نقل الحركة مثبتان في هيكل السيارة و الحقيقية الثانية أن المحور الخلفي بما فية صندوق التروس الفرقية و العجلات الخلفية مثبتة في هيكل السيارة عن طريق نوابض و كثيراً ما تواجه العجلات الخلفية طريقاً غير منتظم فتضغط النوابض و تتمدد ، ويغير بذلك زاوية الإدارة و القيادة بين عمود الإدارة و عمود صندوق السرعة و يعمل ذلك على تغير المسافة بين صندوق السرعة و محور النقل النهائي .

ولكي يؤدي عمود الإدارة عمله جيداً يجب أن يحتوي على وصلة مفصلية واحده أو اكثر وذلك للسماح بتغيير زاوية الإدارة . ويجب كذلك أن تكون هنالك قطعه منزلقة لكي تغير الطول الفعلي لعمود الادارة .

ويلاحظ أنه عندما يتحرك صندوق التروس الخلفي ومعه العجلات إلى الأسفل تتغير الزواية بين عمود نقل الحركة وعمود الإدارة و كذلك طول عمود الإدارة .

(3-2) انواع أعمدة الإدارة :

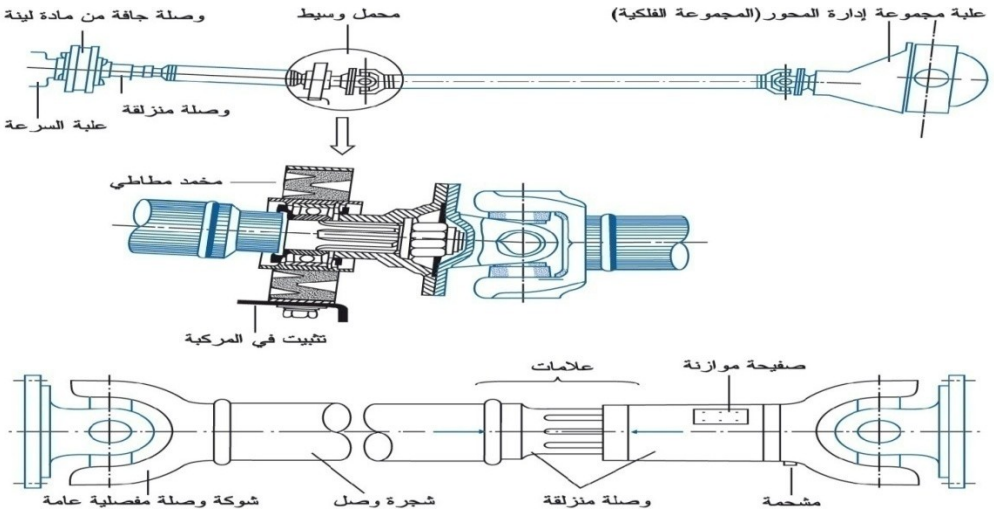
(3-2-1) أنبوبة العزم .

(3-2-2) عمود هوجوكس .

الاول :

هو أنبوبة العزم المبين في الشكل (1) تعلق عمود الإدارة في أنبوبة ، و تربط ألانبوبة بواسطة قوالب في غلاف صندوق التروس الفرقية و يثبت

طرفها الآخر بطرف صندوق السرعه بواسطة وصلة مرنة (Flexible Joint) وفي كثير من السيارات و يوصل غلاف المحور و نهاية أنبوبة العزم الموجودة قرب صندوق السرعة بزوج رباطات (Truss Rods) وذلك لمنعه من الحركة و بعبارة اخرى تمتص هذه الأعضاء عزم النهاية الخلفية.



الشكل(3-1) عمود الادارة في انبوبة العزم

الثاني :

هوطريقة الإدارة المسماه (هـوجكس) فيكـون امتصـاص عـزم النهايـة الخلفيـه بواسطة النوابض الخلفية وتـبين النـوابض الخلفيـه هـذه بأكتـاف (Brackets **) تربط** بواسط قوالب بغلاف أو صندوق التروس الفرقية . بحيث تعمـل النـوابض نفسها كأعضاء لإمتصاص عزم النهاية الخلفية علي ضغط أو دفع النصف الأمامي من النوابض بينما يحدث امتداد النصف الخلفي من النوابض .

وعند استخدام عمود هوجكس فيستلزم إستخدام وصلتين منفصلتين علي عمـود الإدارة واحـده عنـد كـل نهايـة والسـبب فـي ذلـك واضـح علـي اعتبـار أن غلاف التروس الفرقية يدور نتيجة لعزم النهاية الخلفية بين الحدود التي تفرضها نوابض السيارة .

(3-3) القطعة المنزلقة (Slip joint):

تحتوي القطعه المنزلقـة علـى اسـنان طويلـة داخليـة مناسـبة للتتعشـق بالثانيـة الموجودة على العمود الاجوف المقابل ، و تعمل هذه الاسنان الطويلة على جعل العمودين يدوران سوياً ، كما تسمح بتحريـك العمـودين فـي اتجـاه المحـاور فـي نفس الوقت ، ويـذلك يمكـن السـماح بتغيـر الطـول الفعلـي لعمـود الادارة عنـد تحريك المحاور الخلفية نحو اطار هيكل السيارة .

4-3)) قائمة بأسماء واجزاء عمود الادارة المختلفة:

1/ فك المفصل او (شوكة المفصلة).

2/المربع (+) وفيه حلمة التشيحم (5,4,3) مجمع الإبر الحاملة.

3/ حلقة نابضة مفتوحة.

4/ حلمة التشحيم.

5/ جلبة .

6/ نهاية عمود الإدارة المسنن طولياً .

7/ غطاء الاتربة و حلقات و فولاذية و فلينية .

(5-3) الوصلة المفصلية المطلقة :

عندما تسير شاحنة في طريق ما فـان المحاورالخلفيـة و الاماميـة تتـدحرج مـن اعلى الى اسفل تحت تاثير النوابض و لما كان صندوق السرعة مثبت في الاطـار المعدني للشاحنة فان عـامود الادارة قـد يميـل قليلاً او كـثيراً لـذلك يجـب وضـع وصلتين مفنصلتينة على عمود لادارة وقد وضعت بطرقة تيسر دورانه في الوضع المائل بالنسبة لعمود صندوق السرعة .

وتسمى هذه الوصلة المفصلية وصلة مربعه او صـليبية تتكـون هـذة الوصـلة فـي ابسـط صـورها مـن فكيـن او شـوكتين لهمـا محـوران متعامـدان يمكـن لهـاتين الشوكتين ان تتوجها بكل الاتجاهات و تركب الشـوكتان علـى صـليبية تـدور علـى كراسي ابرية

(Needle bearings) ويجـ ـرى التشـ ـحيم فـ ـي المقطـ ـع بتغلغـ ـل الشـ ـحم داخـ ـل الكراسي الاربعة و تغلق هذه الكراسي غلقاً محكماً بغطاء مثبت تلقائياً بواسـطة نابض محكم .

الشكل يوضح الوصلة المفصلية المطلقة (3-2)

(3-6) كيفية انتقال العزم في العجلات :

عندما يبدأ عمود الإدارة بالدوران فإن المحاور والعجلا تدور إلى الأمام معنى ذلك أن عـزم القيـادة (Driving Torque) قـد أصـبح بيـن العجلات والطريـق ينتقـل أولاً إلـى هيكـل السيارة بثلاثة طرق :

1. من خلال النـوابض الورقيـة المثبتـة إلـى غلاف صـندوق الـتروس الفرقيـة بواسطة لولب ومشكلة مفصلياً بإطار هيكل السيارة.
2. من خلال إدارة السيطرة (control armed) المربوطة معها بلولب (كلها حرة التأرجح) في هيكل السيارة وفي غلاف صندوق التروس الفرقية.

3. من خلال أنبوب العزم الذي يغلق عمود الإدارة والمثبت بلوالب إلـى غلاف صندوق التروس الفرقية.

(3-7) تحديــد أعطــال عمــود الإدارة والوصــلات المفصــلة وطرق علاجها:

من الضروري أن تتزكر أن أعمدة الإدارة فـي السـيارة تـم توزيعهـا فـي المصـنع وعادة يتم الكشف عليها مرة أخرى بعد تركيبها في السيارة لضـمان عـدم وجـود أي خلل في التوازن الوصلات – لذلك يكون من المهـم جـداً وضـع علامـات علـى عمود الإدارة والبناء الوصلات المفصلية عند حلها حتي يكون بالإمكان تركيبها في مكانها الاصلي بمعنى أن أجـزاء الوصـلة المفصـلية لمعرفـة ذبذبـة عمـود الإدارة نتيجـة لعـدم التـوزان هـي أن الإهـتزاز سـيكون بطبيعـة الحـال اكـثر سـواءاً فـي السرعات العالية للشاحنة ثم تأتي مشـكلة تلـف الوصـلة المفصـلية الـتي تكـون عادة مشحمة لمدى بعيد في الشاحنة الحديثة.

وعلى أي حال فإن من الممكن أن يتلف البرشام مما يتسبب في تسرب الشحم وتلف كراسي التحميل بسرعة ويمكـن أن تميـز الوصـلة المفصـلية الرديئـة مـن صوت الطقطقة عندما يتحرك المحور إلـى أعلـى وإلـى أسـفل ويمكـن سـماعها جيداً عندما يتغير عزم السيارة فجأة عند تغيير السرعات أو السير إلى الخلف.

تبدأ المشكلة بطقطقه خفيفة تزداد بمرور الزمن وينتهي الأمـر بسـقوط الحامـل والوصلة وفجأة قد تظهر هذه الإعراض في الوصلة ذاتها.

هنالك طريقتان شائعتان لتركيب الوصلات المفصلية الخلفيـة التـركيب بواسـطة الشريط القوسي إلى نهاية عمود الإدارة والـتركيب بواسـطة الحافـة ذات النتـؤ لنهاية عمود الإدارة.

(3-8)صيانة عمود الإدارة والوصلة المفصلية :

إذا كان هنالك شك في عـدم تـوزان عمـود الإدارة نتيجـة وجـود اهـتزازات تحـت السيارة وتزداد مع تزايد سرعة السيارة ، فإن من السهل عمل اختبارات بسيطة لذلك ويتم رفع مؤخرة السيارة لتحرير العجلتين الخلفيتين ثم وضع مسند لتستند اليه من يمكن الامساك بقطعة طباشير ووضعها قرب عمود الإدارة عنـدما يـدور من الضروري التأكد من وضع عاتق أمـام العجلات الأماميـة لتمنـع الشـاحنة مـن الإنزلاق أو التحـرك إلـى الأمـام (مـع وضـع مسـندين تحـت هيكـل الشـاحنة مـن الجهتين وذلك لزيادة الأمان) أدر المحرك وعشق السيارة واجعل سـرعة العجلـة الخلفية 60-80 كم/ساعة ، فـإذا كـان عمـود الإدارة غيـر متـوازن فـإن التباشـير سيترك علامة واضحة على جانب واحد من العمـود حـول وضـع الطباشـير بحيـث يلمس العمود لمساً خفيفاً عندما يكون ثابتاً.

بعد ذلك فإن الناحية المرادة ستكون العلامة بها ثقيلة عندما تزيد سـرعة العمـود إلى 60-80 كم / الساعة وبعد أن عرفنا الناحية الثقيلـة فـي العمـود فكيـف يتـم الاصلاح.

وعملية الإصلاح تكون بشد مشبك بحيث يكون مسمار ربط المشبك مـن الناحيـة الخفيفة للعمود ، ونجرب أولاً مشبكاً واحداً ثم أعد اختبار التوازن مرة أخرى ، قد يحتاج الأمر إلى إسـتخدام مشـبكين أو ثلاثـة للحصـول علـى التـوازن المطلـوب. يجب أن تكون الأُفال من ناحية واحدة معاكسة لعلامة الطباشـير الثقيلـة وعنـدما يصبح التوازن سليماً فيجب الا تظهر هذه العلامة الثقيلة على الناحية واحدة.

يجب أن تكون زاوية الإدارة في حدود المواصفات وإلا ستكون هنالـك ذبذبـة فـي الوصـلة المفصـلية عنـد الشـارع أو عنـد القيـادة علـى سـرعة حـوالي 60 كـم / الساعة ويجـب هنـا مراجعـة تعليمـات الشـركة الصـانعة لمعرفـة مقـدار الزوايـا الصحيحة.

الباب الخامس
المحور الخلفي

المحور الخلفي

(REAR AXIS)

(4-1) المقدمة:

تعتبر مجموعة المحور الخلفي (REAR AXIS) هي الجـزء المسـئول عـن دفع السيارة ولذلك لاتقل أهميتها عن كل من المحرك وصندوق الـتروس . وتتكون هذه المجموعـة مـن تـرس الإدارة الصـغير(PinionGear).والـذي يتصـــل بـــترس التـــاج (Grown Gear)والـــتروس الفرقيـــة(DifferentialGear) ومـبيت الـتروس الفرقيـة واعمـدة الجنـب (Half Shaft)والعجلات الخلفية في حالة الـدفع الخلفـي والعجلات الاماميـة فـي حالة الجر الامامي وتقوم مجموعة الدفع الخلفي بعدة اعمـال وهـي حمـل العجلات وجعلها في وضع رأسي وقيادتها إلي الامام وإلـي الخلـف وتوزيـع العزم علي كل من العجلتين .

(4-2)أجزاء المحور الخلفي

تتكـون مجموعـة الـدفع الخلفـي بصـورة عامـة مـن مجموعتين:-

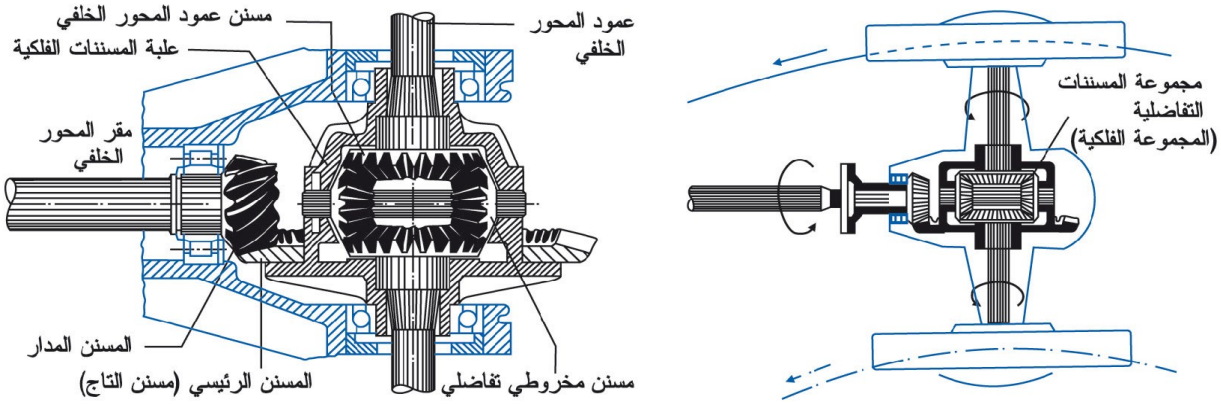
(4-2-1) المجموعة الاولي:-

تتكون من ترس التاج وترس الإدارة المخروطي (ترس البنيون).

(4-2-2)المجموعة الثانية :-

تتكـون مـن الـتروس الفرقيـة ،وهنالـك أجـزاء ملحقـة ومتممـة لتلـك المنظومات وهي:-

1. حلقة مقلوظة لضغط ترس التاج.
2. كرسي تحميل .
3. غلاف المجموعة الفرقية الايمن والايسر .
4. حلقات ضغط ومسامير وصواميل للأغراض المختلفة .
5. ترسين فلكيين وعمود لتثبيتهما(تروس شمسية وقمرية) .
6. عمود محاور أيمن وأيسر يتصلان بالتروس الشمسية (اعمدة جنب) .



الشكل (4-1) يوضح جميع اجزاء المحور الخلفي

(4-3) وظائف أجزاء المحور الخلفي :-

مهمة المحور الخلفي :

علمنا أن مجموعة الدفع الخلفي تتكون من مجموعتان – المجموعة الاولي تتكون من ترس التاج وترس البنيون وذلك لإدارة صندوق التروس الفرعية المتصلة بالعجلات فتدور تبعاً لذلك.

(4-4) الاجزاء الرئيسية لمجموعة الإدارة الخلفية :

(4-4-1) الترس الحلقي :-

لنقل القدرة الدائرية لمبيت المجموعة التي تدير المحاور النهائية

(4-4-2) اعمدة المحاور النهائية:-

هي اعمدة من الحديد المطا وع لنقل القدرة الدائرية من جهاز التفاضل للعجلات القائدة

1. مبيت التروس التفاضلية
2. محامل المحلور النهائية
3. مبيت المحاور

(5-4) مهمة مجموعة الإدارة الخلفية :-

1/ نقل القدرة من عمود الإدارة للعجلات الخلفية

2/ تحديد نسبة التروس النهائية

3/ نقل العزم بزاوية 90 درجة

4/تقسيم العزم علي العجلات الخلفية

5/ السماح بالتغيير في سرعات العجلات عند المنحنيات

6/تستخدم لسد المحاور النهائية –مجموعة الكبح-اجهزة التعليق والهيكل .

(6-4) القوة المؤثرة علي المحاور الخلفية:-

هناك قوة متنوعة علي المحاور الخلفية عندما تكون في حالة تشغيل هـي عبـارة عن الـوزن،واجهـادات القـص والانحنـاء وقـوة الالتـواء للـدفع النهـائي واجهـادات الانضغات والشد

اجهادات القص :تنتج من الوزن المنتقل مـن اليايـات الـي العجلات وتنتقـل مـن صدمات الطريق من العجلات الي اليايات.

اجهـادات الانحنـاء تفـرض علـي المحـور بـالوزن الـذي علـي اليايـات وصـدمات الطريق ومقاومة الطريق فهي تحدث عندما تميل العجلات للخارج وعندما تعمـل السيارات في

شارع عالي او مائل او عند الانعطاف او عند وجود نتؤات علي الطريق.

قوة الالتواء تفرض المحاور الخلفية بواسطة العزم الناتـج مـن الـتروس الفرقيـة الي العجلات او بالحمل المحمول ضد الانضغاط بالنسـبة للمحـرك خلال العجلات والتروس الفرقية،وايضا اجهاد التواء ينتج في المحـور مـن رد الفرامـل اجهـادات الانضغاط والشد مكانها علي المحور عندما تكون السيارة فـي حالـة انعطـاف او دوران وتحدث كذلك عندما يتم تشغيل السيارة في وضع انحدار.

(7-4) انواع التروس المستخدمة في المحور الخلفي :-

1/ التروس المخروطية:

استخدام هذا النوع قديما في السيارات وتم استبدالة بنظـام الـتروس الحلزونيـة المخروطيـة والـذي يعطـي مقاومـة ضـد التاكـل لفـترة طويلـة ونظـام الـتروس الحلزونية تتميز من المستقيمة بانها متلامسه باكثر من سن مع الـتروس كمـا ان عمود البنيون بلي بصورة متكاملة مع التروس

2/ التروس الدودية:-

وقد كانت اكثر شيوعا في الماضي لاداء الاعمـال الثقيلـة خاصـة فـي الشـاحنات واحيانا في سيارات الركاب وفي بعض التصاميم تتقاطع المجـاري لتعطـي نبسـة اعلي من 9.25الـي 1 فـي الاحمـال الثقيلـة للسـيارات وهكـذا النـوع يصـنع مـن الحديد المصلد بينما التروس تكون مصنوعة من البرونز العالي المتقاطع

(4-8)فوائد التروس الفرقية:

اضف لذلك الموازنة للحركة عند المنعطفات والمنحنيات.فاذا كانت بالامكان سير سيارة بصورة مستقيمة في كل الاوقات لأصبح الاستغناء عن التروس الفرغية ممكنا.فاذا كانت عمود الادارة متصلا اتصالا ثابتا غير محرك بكلتا العجلتين الخلفيتين بحيث تدور العجلات معا كان علي كل عجلة ان تنزلق وفي اثناء السير حول المنحني ،او تقفز فوق سطح الارض لتقطع هذة المسافة واذا حدث ذلك لا تعيش الإطارات لمدة اطول كما ان الانزلاق يتسبب صعوبة التحكم في السيارات عن النعطفات ويتم التنخلص من هذة المتاعب باستخدام التروس الفرغية لانها تسمح للعجلات بالدوران بمقادير مختلفة اثناء السير عند المنعطفات .

ولدراسة طريقة آداء التروس الفرغية حيث تتصل العجلتان الخلفيتان بواسطة تروس مخروطية صغيرة مركبة علي محاور وهنالك غلاف للتروس الفرقية الذي يحتوي علي كرسي يسمح بالدوران مستقلا عن المحور الايسر وبداخل الغلاف يوجد عمود يرتكز علية الترس المخروطي الثالث والذي يعرف (بالترس الفرقي الصقير)ويشتبك مع الترسين المخروطين المتصلين بالمحورين وعلية عندما تدور غلاف التروس الفرقية يدور ترس المحورين وبذالك تدور العجلتين

(4-9) تحديد متاعب مجموعة الدفع الخلفي :-

من الضروري ان تنتبة الي الاصوات الناتجة او الصادرة من المحور الخلفي او المجموعة الفرقية اذا انها تدل علي وجود عطب بهم وليس من السهل تحديدة ولكن مصدر الصوت والظروف التي تحدث وتساعد علي معرفتة لوجود عيب في الوصلة المفصلية او في كراسي العجلات الخلفية او ف ي اطارات السيارة وكل تلك المتاعب يمكن ان تؤخذ خطأ كاصوات صادرة من مجموعة الدفع الخلفي الفرقية وعلية يجب اولاًالبدء في معرفة ما اذا كان الصوت صوت طحين او صوت خشن او صوت طرق وما اذا كان حدوث الصوت في اثناء ادارة المحرك لعجلات السيارة في طريق مستقيم او دورانها حول منعطف او غير ذالك .

ويكون صوت الطحين في المجموعة الفرقية عادة ناتج من عدم ضبط توقيت ترس البنوك او ترس التاج بحيث لا يحدث تماس بين الترسين بصورة وينتج عن ذالك تآكل سريع في الإسنان .

(4-9-1) الترس الحلقي والبنيون :

اذا سمعت صوت معدني حاد عند الانتقال بالسيارة من الخلف الا السرعة الامامية فانة من الممكن ان يكون الترس الجانبي التفاضلي بة سن مكسورة او بة شق كبير .

(4-9-2) صوت اعمدة المحاور :

يكون السبب الخلوص الزائد في نهاية عمود المحـور ينتـج عنـة صـوت او ضـجيج خافض عندما تكون السيارة متحركة علي طريق سيء بالاخص في المنعطفات .

(4-9-3) ضجيج الترس عند السحب :

عنـدما سـمعنا ضـجيج اسـنان الـتروس البنيـون واسـنان الـترس الحلقـي غيـر الصحيحة وربما يوضح كذلك النوع الردئ للزيت او الخدش لاسنان الـترس نتيجـة للفقر في التزييت.

(4-9-4) ضجيج الترس عند الهبوط:-

اذا كان هذا الضجيج ثقيلا وغير هذا يـدل علـي عـدم الضـبط غيـر الصـحيح او ان اسنان الترس مخدوشة نتيجة للحركة النهائية المتزايدة في محامل البنيون.

(4-9-5) ضجيج المحامل عند السحب او الهبوط :-

هذة الحالة تكون نتيجة لمحامل البنيون الخلفي قد تكسرت او خرشـت وتحـولت الا شظايا او ارتخت للمحامل التي بليت بصورة كبيرة وتؤدي الـي صـوت خشـن مزعج والذي ربما يتغير بصورة طفيفة في حدتـة حالمـا تتغيـر سـرعة البنيـونغير الموضوع بصورة صحيحة يمكن ان يسبب هذة الضجة.

(4-9-6) عمود ادارة المحور الخلفي مكسورة:-

وفي هذة الحالة من الحتمـل ونتيجـة للتشـغيل الغيـر عـادي للقـابض او تتلامـس النوابض والتحميل الزائد للسيارة ’والمبيت المحوري غير المضغوط غير صـحيحة ولمعالجة هذة الاحوال تتبع الاجراءت الاتية :

إختير حالات التدوير المشغل وصحيح حالة القابض وتجنب الحمل الزائد للسـيارة صحيح عدم الصبط للمبيت اذا كان ممكناو غيرة تاكد ان الحركة الحـرة النهائيـة في الحدود المطلوبة دائما غير اعمدة المحاور المكسورة باعمدة جديدة .

(4-9-7) الكسر في الترس التفاضلي الجانبي :-

يمكن ان تنتج هذة الحالة للانحراف متزايد في مبيت المحور او انحناء في عمـود المحور او المائل غير المضبوط .او نتيجة للبلي في حلقات الضغط لمعلجـة هـذة

الحالات اختبر مبيت المحـور الخلفـي واجعـل عمـود المحـور فـي خـط مسـتقيم واوزانـة كمـا هـو مطلـوب .غيـر حلقـات الضـغط الباليـة ,غيـر الـتروس الجانبيـة التفاضلية التحطمة بـاخري جديـدة ,اختـبر الـتروس الاخـرى والمامـل الـتي مـن الممكن تحطمها

(4-9-8) الكسر في المبيت التروس التفاضلية :-

هذا التحكم يكون نتيجة للتشغيل الشـاذ للقـابِض ,والتحميـل المفـرط للسـيارة , الضبط غير الصحيح للمحامل التفاضليات والخلوص الزائد لترس الادارة لمعالجة هذة الحالات غيـر المـبيت الكسـورة واختـبر الـترس الاخـرى الـتي مـن الممكـن تحطمها ، اضبط المحامـل التفاضـلية وخلـوص تـرس الادارة حسـب مواصـفات المصنع .

(4-9-9) صوت التفاضليات المجموعة الحاملة :-

ضجيج المحامل والتروس يمكن ان يميز بواسـطة الفـترات والاصـوات المتنوعـة الضجيج .ضجيج المحامل دائما يكون متواصـلا وربمـا يتغيـر بصـورة بسـيطة فـي زمن وجيز تتغير السرعة كما ان المحامل التي بليت او تحطمت تعطي ضجيج زو ازيزاذا كانت المحامل بالية جدا او متكسرة او خشنة فانها تنتـج اصـوات مزعجـة اذا كانت البنيون والترس الحلقي في وضع تماس بشدة تكون الحركة الارتجاجية غير كافية فتنتج طحين متواصل . الضجيج ربما يظهر فـي شـكل احـوال متعـددة تحـت التحميـل اوالهبـوط او الاثنيـن معـاتركز ان مـن الممكـن ان يكـون هنالـك اجتماع لصوت ضجيج الترس والمحامل .

(4-9-10) الكسر في اسنان ترس الادارة والبنيون :-

هذا التحكم يكون نتيجة التشغيل الشاذ للقابض والضـبط غيـر الصـحيح والتحميل المفرط .

(4-9-11)الخدش في الترس التفاضلية :-

هذه الحالة يمكن ان تحدث نتيجه للاتي الدرجة غيـر الكافيـة للـتزييت ’والتحميـل الزائدة الخدش يظهر فـي وجـة الضـغط فـي سـن الـترس او فـي القطـر وينتـج بواسطة الاندماج اللحظي لاسطح المترافقة والتروس في هـذة الحالـة يجـب ان تكون في المستوي الصحيح .تفحص كل التروس الاخرى ’المعامل اقطار البنيون ،فحص الاعمدة للخدش او التحطم الممكن حدوثة

(4-9-12) نقص الزيت :

التهوية الضعيفة لمبيت المحور الخلفي مهمة جدا اذا جهزت السيارة باداء تهويــة افحص السدادت .

(4-9-13) موانع تسرب زيت اعمدة المحور:-

اذا كانت هذة الموانع بالية بصورة كبيرة وجافة فان الزيت يتسرب للخـارج حـول الصفيحة الدعامية العازلة مما يؤدي الي اعاقة تفعيل الفرامل بغيـر مـانع الزيـت في هذة الفحالة .

(4-9-14) عبر موانع تسرب الزيت محور البنيون :-

وجود الزيت في الجزء التحتي للسطح الخلفي من وعاء الزيت هذا يشير لعطـب فـي مـانع تسـرب الزيـت عنـد هـذ اتلنقطـة يغيـر مـانع التسـرب بـاخر اذا دعـت الضرورة تتبع ارشادات المصنع مع استعمال المعدات اللازمة.

(4-9-15) فحص الغطاء وحشوات المحامل :-

اذا كان التسرب واضحا من خلال هذة المصفائح تغير الحشية باخرى جديدة .

(4-9-16) الحرارة المفرطة لمجموعة المحور الخلفي :-

وهذة الحالة يعزي الى انخفاض مستوى الزيت او المحامـل قـد تعرضـت لضـغط شـديد الخلـوص عـن الخلـوص المسـموح بـة بيـن البنيـون والـترس التـاج البلـي المتزايد للترس .

اذا كـان الزيـت سـببا فـي هـذه يصـرف الزيـت ويعـاد الـي المحـور بالمسـتوي المطلوب مستخدما زيت ذو ضغط عالي كما موصي بة .

(4-10) طريقة فك اجزاء المحور الخلفي :-

1/افراغ الزيت من مجموعة المحور الخلفـي عـن طريـق فتـح سـدادة التصريف .
2/ فصل عمود الادارة عن الترس المخروطي "البنيون".
3/حل الاطارات وفك الوصلة التي تصل زيت الفرامل للعجلات الخلفية ومن ثم فك اعمدة الجنب (انصاف الاعمدة).
4/فك المحور الخلفي .
5/حل مجموعة ترس البنيون .
6/حل مجموغة لوالب ومثبتات كراسي الضفط ثم غطاء الكرسي.
7/ابعد المجموعة الفراغية كاملة مع ترس التاج.
8/حل اللولب الخـاص بتثـبيت تـرس التـاج مـع علبـة الـتروس الفرغيـة باستخدام العدة بذالك.

9/ حل الكرسي المخروطية من علبة الترس الفرغية باسـتخدام العـدة الخاصة بذالك.
10/ فك الترس الفرقية من العمود الخاص بها.

(4-11)عمليات العطب وصيانتها :-

1. فحص تروس التاج والتروس المخروطي اذا وجد تآكل فى كل منهما يجب استبدالهما معا بسسب تعشيقهما وعملهما سويا.
2. فحص التروس الفرقية من حيـث التآكـل وكـذالك الاسـنان الطوليـة او مـا يسمي
3. بالمداورة الخاصة بها واذا وجد بها تلف او تآكل يجب استبدالهما.
4. فحص عمود التروس الفرقية من حيث التآكل .
5. غسل الكراسي بزيت خفيف ونظيف ثم فحصها من التآكل والتلـف ويجـب الاستبدال اذا حدث ذالك .
6. فحص جميع المسامير من التلف .
7. فحص عمدان الجنب للإنحنا وتآكا الاسنان الطويلة .

الباب السادس

الخلاصـــــــــة والمناقشة

(5-1) الخلاصة والمناقشة

تناولنا في هذا البحث الاجهزة المستخدمة في نظام نقل الحركة (transmission)في سيارات الصغيرة وذلك بغرض معرفة طريقة العمل وسبب الاعطال ومن ثم معرفة الضروريات لمعرفه سير السيارة للحفاظ علي سير السيارة بكفاءة عالية .

(5-2)التوصيات

1/الترويج لاهمية الفحص الدوري في كافة الاطر المعرفية وزيادة الحرص عليها.
2/تطبيق نظام الصيانة الوقائية .
3/توعية السائق وتدريبة علي قيادة السيارة بصورة صحيحة .
4/رفع كفاءة المهندسين والفنيين بالدورات التأهيليه والتدريب المكثف .
5/استخدام قطع الغيار الاصلية لضمان الاداء بالجودة المطلوبة .
6/العمل علي تزويد مراكز الصيانة بالأجهزة المتطورة والمتقدمة تكنولوجيا.
7/توفير الحماية اللازمة للاجهزة اللالكترونية التي تستخدم في الفحص من العوامل المحيطة (اتربة –مياة –حرارة عالية).
8/استخدام السرعة المناسبة في الطريق المناسب .
9/إلتزام سائقي السيارات بعدم التهاون بالاعطال البسيطة .

(3-5) المراجع :

1. تكنولوجيا المركبات الآلية – 1985م ، فريـدريك نيـس وآخـرون ، المؤسسـة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنـي بالمملكـة العربيـة السـعودية فـي دور النشر (ارنست كليت – شتتوجارت المانيا).
2. Auto service & Repair 1960 –Stockel , and Johanson the good heart – willcox company , inc , tinley park , llinoninos .
3. الحساب الفني لميكانيكا المركبات الآلية 1985م ، مجموعـة مـن المدرسـين المهنين باشراف ه.جيرشلر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنـي بالمملكة العربية السعودية – دار النشر أوربا للوسائل التعليميـة فوبرتـال ودو نشر إرنست كليت – شتوتجارت – المانيا.