

الدكتور المهندس
علي صبح
استاذ في جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

هندسة قاطرات الديزل

السنة الخامسة - هندسة الآليات

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لجامعة دمشق

١٤١٤ - ١٤١٥ هـ

١٩٩٤ - ١٩٩٥ م

منشورات جامعة دمشق

مقدمة

ظهرت مواصلات الخطوط الحديثة في النصف الاول من القرن التاسع عشر وذلك باستخدام الجبر البخاري بوساطة القاطرات البخارية ، حيث تتحول الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود (الفحم ، مشتقات النفط) الى طاقة ميكانيكية بوساطة المجموعة البخارية المؤلفة من مرجل بخاري يولد الطاقة ومحرك يحولها الى طاقة ميكانيكية . ويرافق طريقة التوليد والتحويل هذه مفايد حرارية عالية ، تجعل عمل القاطرة البخارية غير اقتصادي ودرجة كبيرة ، حيث لا يتعدى المردود الحراري فيها $5 - 7\%$ فقط أي أن $5 - 7\%$ من طاقة الوقود يستخدم في عملية الجبر والباقي من الطاقة يهدر ويفقد دون رجعة .

لهذا السبب استبدلت بالقاطرات البخارية التي بقيت قرنا من الزمن الوسيلة الوحيدة المستخدمة لجبر القطارات ، القاطرات الحديثة كقاطرات الديزل والقاطرات الكهربائية وغيرها .

ففي الثلث الاول من القرن العشرين بدأ استثمار قاطرات الديزل ، التي تستخدم محركات ديزل عالية المردود . وتوقفت صناعة واستثمار القاطرات البخارية في جميع أنحاء العالم .

تصنف قاطرات الديزل الى قاطرات لجبر قطارات الركاب وقاطرات لجبر قطارات الشحن وأخرى للمناورة .

وهناك قاطرات ديزل كهربائية وقاطرات ديزل هيدروليكية وذلك طبقا لنظام نقل وتحويل طاقة الديزل الى عجلات القاطرة .

الدراسة



الفصل الاول

مبادئ اولية عن قاطرات الديزل

١ - الاجزاء الرئيسة للقاطرة ومبدأ عملها :

أهم الاجزاء الرئيسة في القاطرة ، هو المحرك (الديزل) الذي يقوم بتحويل الطاقة الكامنة للوقود الى طاقة حرارية ثم الى ميكانيكية لعمود المرفق .

ان خواص الديزل كمحرك لا تتوافق مع الشروط والمتطلبات الضرورية لعملية الجر اذ ان استطاعة الديزل تتناسب طرذا مع عدد دورانه (عند ثبات كمية الوقود) ومن المفضل للديزل العمل على نظام مستقر يعطي من خلاله الاستطاعة العظمى عند الدوران الاعظمي .

ولكي يستطيع الديزل العمل بنظام دوران مستقر يجب نقل استطاعته الى عجلات القاطرة (التي تغير عدد دورانها باستمرار) بواسطة نظام النقل والتحويل ، وليس بشكل مباشر من الديزل الى العجلات .

ان نظام النقل هذا يجعل الديزل أكثر تأقلا مع ظروف عمل القاطرة المختلفة .

تستخدم القاطرات نظم نقل كهربائية وأخرى هيدروليكية ، كما تستخدم نظم نقل ميكانيكية أحيانا .

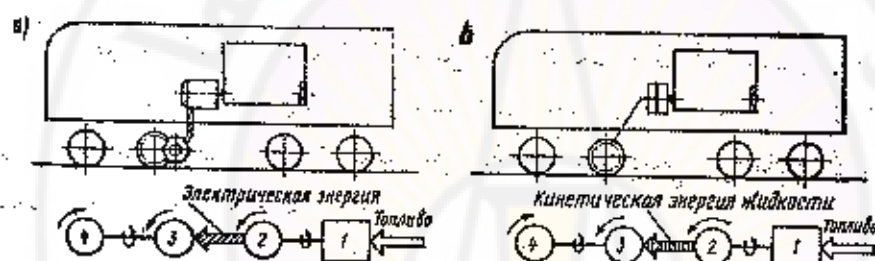
في النظام الكهربائي شكل (١ - a) تصل طاقة الديزل D الى المولد الكهربائي ٢ حيث تتحول فيه الى طاقة كهربائية ، بعدها تصل الطاقة الكهربائية

إلى محركات الجر الكهربائية ٣ ، التي ترتبط بالمحولات ٤ وتقوم بتدويرها .

في النظام الهيدروليكي شكل (١ - ب) تصل استطاعة الديزل إلى دولاب المضخة ٢ الذي يعطي السائل طاقته ، ويقوم السائل بتدوير الدولاب التوربيني ٣ عندما يصل إليه وتدور مع الدولاب الأخير عجلات القاطرة ٤ .

إضافة لمحرك الديزل ونظام النقل ، هناك أجزاء رئيسة أخرى تتألف منها القاطرة وهي : جسم القاطرة والتجهيزات والآلات المساعدة .

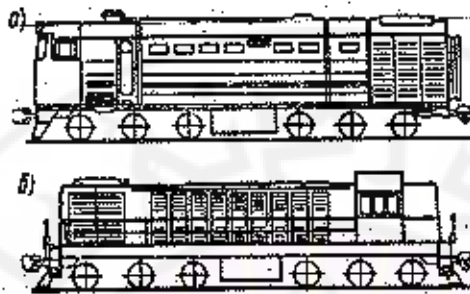
تتألف جسم القاطرة من الهيكل والقاعدة الرئيسة ، مجموعة القطر ، نظام التعليق والمزائر والمحولات وغيرها .



شكل (١)

للهيكل نوعان شكل (٢) (أ) أما على شكل مغلق بالكامل أو مفتوح يسمح بالخروج من حجرة القيادة (ب) . ويعود الهيكل الأول للقاطرات التي تجر القاطرات المختلفة ويعود الهيكل الثاني للقاطرات المتناوبة .

للقاطرة سريان يستند اليهما جسم القاطرة ، ويكون السريان عادة ثنائي المحاور أو ثلاثية ، في كل محور زوج من المحولات ، يمكن للسريان الدوران حول محور عمودي في المستوى الأفقي ، نسبة إلى جسم القاطرة بزاوية صغيرة نسبياً (٣ - ٤) درجات ، بحيث تستطيع القاطرة عبور المنعطفات المختلفة . تتألف التجهيزات المساعدة في القاطرة من نظم الديزل المختلفة ، نظام الوقود ، نظام



شكل (٢)

التبريد ، نظام الزيت ، ونظم الامداد بالرمل واطفاء الحريق وغيرها على الشكل (٣) يظهر مقطع طولي في قاطرة حديثة ، تحتوي على ديزل رباعي الاشواط استطاعته ٢٢٠٠ كيلووات ، نظام نقل كهربائي يعمل بالتيار الكهربائي المتناوب - المستمر ، ويتألف من منوبة كهربائية متواقة ثلاثية الاطوار ، مجموعة تقويم التيار المتناوب مؤلفة من عناصر مصنوعة من أنصاف النواقل ٣ ، ومحركات الجر الكهربائية العاملة بالتيار الكهربائي المستمر .

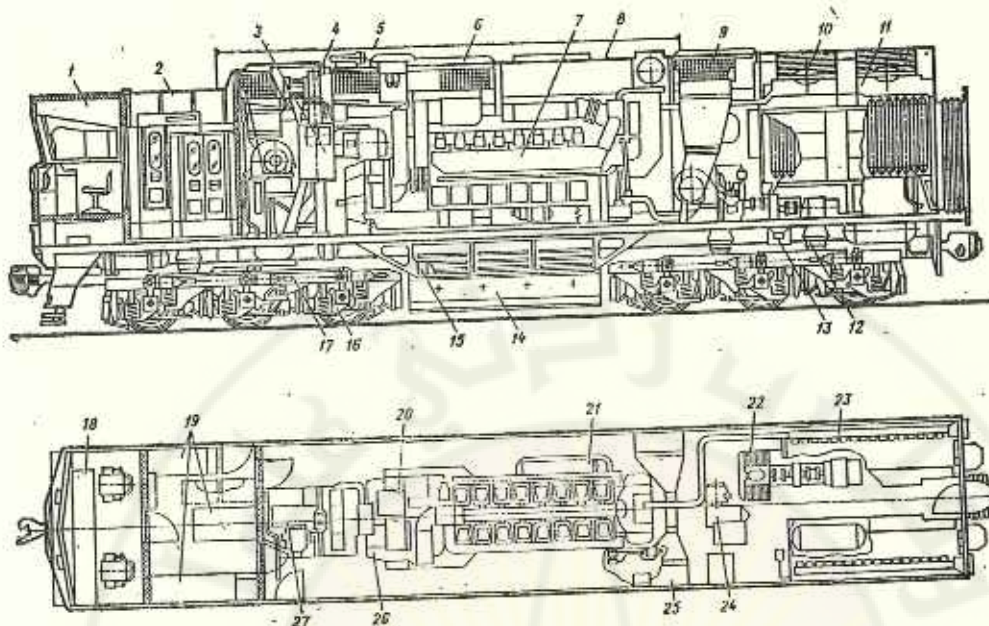
يتألف الهيكل من حجرة ١ ، سقف حجرة التجهيزات والآلات الكهربائية ٢ ، سقف الديزل ٨ ، سقف حجرة نظام التبريد ١١ ، وتظهر على السقف المصافي الهوائية ٦ ، ٩ ، ١٠ .

على الشكل (٤) يظهر مقطع طولي في قاطرة ديزل للمناورة ، وتحتوي على ديزل رباعي الاشواط ، استطاعته ٨٨٠ كيلووات ، يستند المولد الكهربائي الرئيس ٨ الى القاعدة ٢ ، فوق خزان الوقود ١٧ .

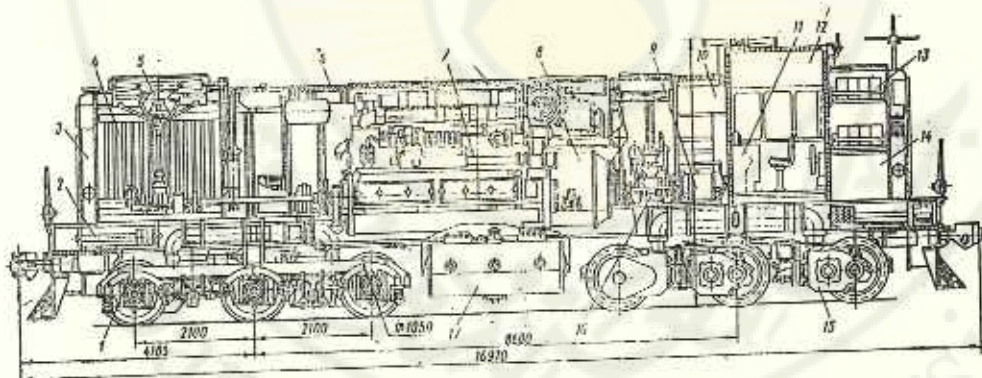
يتألف الهيكل من أربعة أقسام ، يؤلف القسم الاول الامامي مقرا لنظام التبريد ٣ ، وتوجد المشعات ٤ على الجوانب ، والمروحة ٥ في المركز ويحتوي القسم الوسطي على مجموعة الديزل - المولد الكهربائي مع التجهيزات المساعدة ويفصلها عن الاجزاء الاخرى • تستند حجرة القيادة ١٢ الى القسم الاوسط من الهيكل • ويحتوي القسم الاخير من الهيكل المدخرات الكهربائية ١٣ •

لهذه القاطرة سريان ، ثلاثية المحاور ١ ، يوجد على كل سرير ثلاثة محركات كهربائية b •

— في القاطرات الهيدروليكية ، تتوضع المعدات الهيدروليكية في مكان المولد الكهربائي ، وتتوضع المحولات الميكانيكية المحورية في مكان محركات الجر ، ترتبط التجهيزات الهيدروليكية والمحولات الميكانيكية مع مجموعة من محاور نقل الحركة (جملة كاردان) • وتحتوي قاطرة الديزل الهيدروليكية عادة على محركي ديزل ، لكل منهما نظامه الهيدروليكي الخاص فيه ، والذي يقوم بتحريك سرير من سرائر القاطرة •



شكل (٣)



شكل (٤)



الفصل الثاني

ديزل القاطرات

الخواص الرئيسة والمتطلبات الضرورية :

إن محرك الديزل هو الذي يحدد اقتصادية عمل القاطرة بشكل رئيس ، ومن أهم مواصفاته ، درجة اقتصاديته ، وثوقته ، وعمله الآلي .

— اقتصادية الديزل : هي قدرته على العمل بأقل معدل استهلاك نوعي للوقود والزيت ، ضمن مجال واسع من الحملات الاستثمارية .

تتراوح قيمة الاستهلاك النوعي للوقود في الديزل الحديث من ٢٠٠ - ٢٢٠ غ/وات ساعة نسبة للاستهلاك الاسمية .

— الوثوقية : هي قدرة المحرك على العمل دون أعطال ، على مختلف النظم الاستثمارية وفي مختلف درجات الحرارة للجو المحيط (من - ٤٠ إلى + ٤٥) مئوية .

مؤشرات الوثوقية هي : العمر الفني للديزل وللأجزاء الرئيسة فيه ، عدد الأعطال الحاصلة خلال ١ مليون كم مسير . وتحدد الشركة الصانعة عادة عدد ساعات العمل للقاطرات المختلفة ، حتى الإصلاح الجاري وحتى الإصلاح المتوسط والعام .

وهناك متطلبات خاصة من ديزل القاطرات ، تحددها بنية القاطرة ذاتها وعملها (أبعاد القاطرة ، حملات محاور الحركة على الخط الحديدي وبعض الخصائص

الآخري الموافقة لظروف العمل والاستثمار ، ككتلة الديزل ، أبعاده وكتل الاجهزة المساعدة .

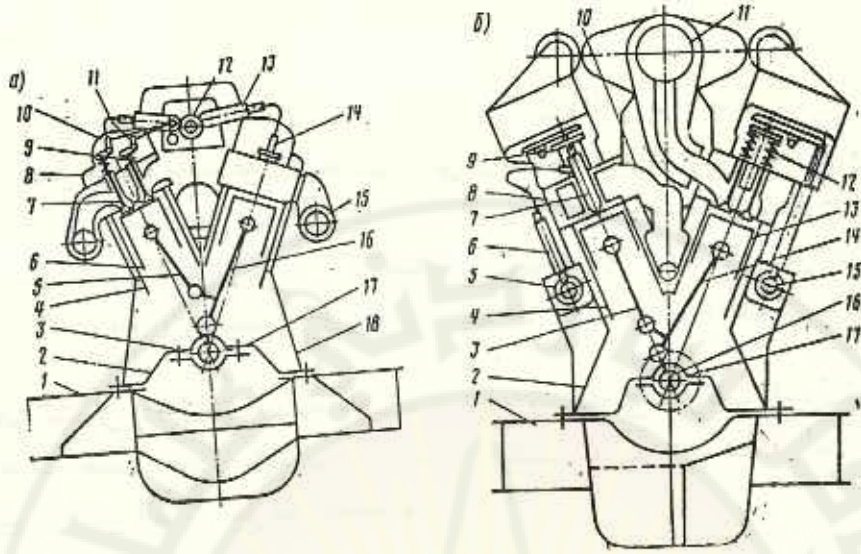
١ - بنية الديزل والمؤشرات الرئيسية :

كل محركات القاطرات ذات مزيج داخلي واشتعال ذاتي وتبريد مائي تحتوي هذه المحركات نظم شحن قسري توربيني للهواء ، ويبلغ الضغط الوسطي الفعلي 1.0 MPa في المحركات ثنائية الاشواط و $1.4 - 1.8 \text{ MPa}$ في رباعية الاشواط ، تتميز الدورة الحرارية بارتفاع ضغط الهواء المشحون وارتفاع نسبة الانضغاط ، ودرجة اتمدد ، وتتراوح قيمة معامل فائض الهواء $1.8 - 2.5$ ، وتبلغ قيمة الضغط الاعظمي للاحتراق $8 - 12 \text{ MPa}$.

تتميز محركات القاطرات بدورانها الوسطي ، وتتراوح سرعة المكبس الوسطية من $7 - 10 \text{ م/ث}$. وعدد الدوران $1000 - 1500$ دورة / دقيقة . على الشكل (٥ - أ) يظهر مقطع طولي في ديزل متطور على قاطرة حديثة ، رباعي الاشواط ، على شكل حرف V مزود بشاحن توربيني ، يستند جسم المحرك ١٨ الى القاعدة ١ . على الاعمدة ٢ من الاسفل تثبت الحوامل ٣ التي تحتوي على مقرات قشور المضاجع الثابتة .

تثبت الاسطوانات ٤ في كتلة الاسطوانات ، وتغلق من الاعلى بالاعطية ٨ ، التي تحتوي على صمامات الطرد ٧ وصمامات الامتصاص ٩ ، ووحدات الحقن (البخاخات) ١٤ . تتحرك الصمامات بواسطة محاور التوزيع ١٢ والاذرع والمعتلات ١١ ، ١٠ ، وبواسطة المحور ذاته تدور مضخات الوقود ذات الضغط العالي ١٣ .

يظهر على الشكل (٥ - ب) مقطع في ديزل آخر على قاطرة أخرى ، وهو محرك رباعي الاشواط ، على شكل حرف V مزود بنظام شحن قسري توربيني . يستند جسم الديزل ٢ على القاعدة ١ ، ويستند عمود المرفق ١٦ بواسطة



شكل (٥)

الحوامل ١٧ ، تغلق الاسطوانات ٤ من الاعلى بأغطية ٨ • ويوجد في كل غطاء صمامان للامتصاص ٩ وصمامان للطرود ١٢ مع وحدة حقن ٧ •

يحتوي الديزل على محورين للتوزيع ٥ ، ١٥ يقومان بتدوير الصمامات مع مضخات الوقود ٦ اليمنى والشمالية •

في الاعلى يوجد مجمع الغازات (العادم) ١١ ، ويقع مجمع هواء الامتصاص ١٠ بين صفي الاسطوانات •

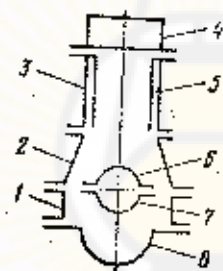
يتصل المكبس ١٣ بعمود المرفق بواسطة الساعد الرئيس ١٤ ، والساعد المساعد ٣ •

٢ - جسم الديزل (الاجزاء الرئيسة الثابتة) :

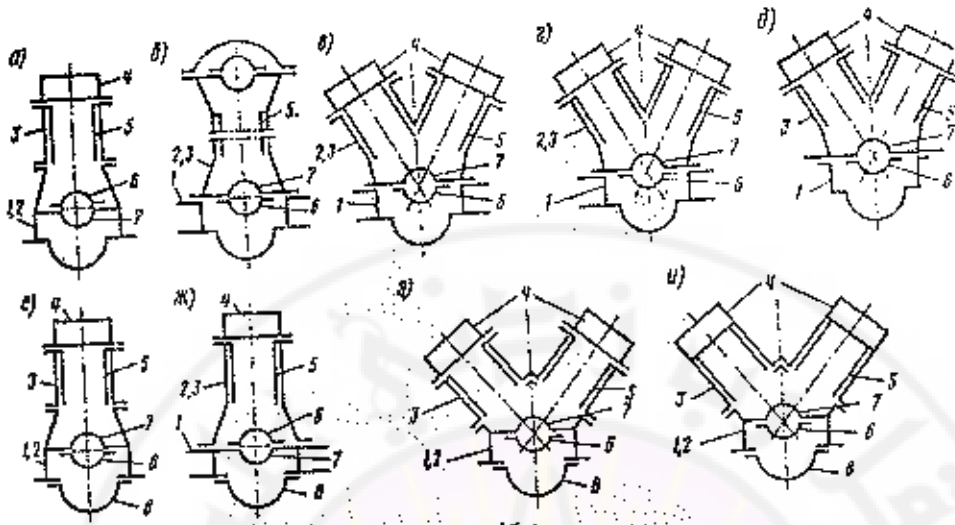
ترتبط الاجزاء الرئيسة الثابتة للديزل مع بعضها بقوة كافية ، حيث تشكل

جسماً واحداً يتحمل قوى ضغط الغازات ، مع قوى العطالة الناتجة في الأجزاء المتحركة .

- يجب أن تكون بنية الديزل سهلة الفك والتركيب والتجميع ، ويجب على الديزل تسهيل مراقبة مجموعة الساعد - المرفق والمضاجع وغيرها من الخارج .
- إن قساوة جسم الديزل هي العامل الأساسي في وثوقية الديزل وعمره الاستثنائي .
 - يتألف جسم الديزل شكل (٦) من القاعدة ١ ، الجوانب ٢ ، كتلة الأسطوانة ٣ ، غطاء الأسطوانة ٤ ، الأسطوانة ٥ ، قشور المضجع الثابت ٦ ، ٧ والحوض ٨ .
 - على الشكل (٧) تظهر نماذج مختلفة لأنواع مختلفة من محركات الديزل .
 - تصنع عناصر جسم الديزل عادة من الحديد الصب بطريقة السكب أو من الألومنيوم أو من الفولاذ بطريقة اللحام .



شكل (٦)



شكل (٧)

على الشكل (٨) تظهر قاعدة ديزل مسكوبة من حديد الصب ، ويوجد في جدرانها الجانبية ست نوافذ في كل جانب لمراقبة المضاجع ومجموعة الساعد والمرفق . يركب المولد الكهربائي على الطرف ١٢ ، تؤلف القطاعات العرضية السبعة ٣ مقرات المضاجع الثابتة ٢ لعمود المرفق .

على الشكل ٩ يظهر جسم ديزل من نوع آخر مصنوع من عناصر فولاذية بطريقة اللحام ، وينقسم إلى ١٢ قطاعا بواسطة صفائح عمودية ١٥ سماكتها ١٦ مم . حيث تركيب فيها الاسطوانات العشر . يوجد في القطاع الاول آلية التحكم ، وفي القطاع الاخير توجد جملة النقل الميكانيكية بين العمودين السفلي والعلوي (للمحرك عمودان مرفقيان ومكبسان متقابلان في اسطوانة واحدة) . ومقرات مضاجعها الثابتة ٩ ، ١١ . مجمع قنوات الامتصاص ٨ ، ونوافذ المراقبة ١٠ .

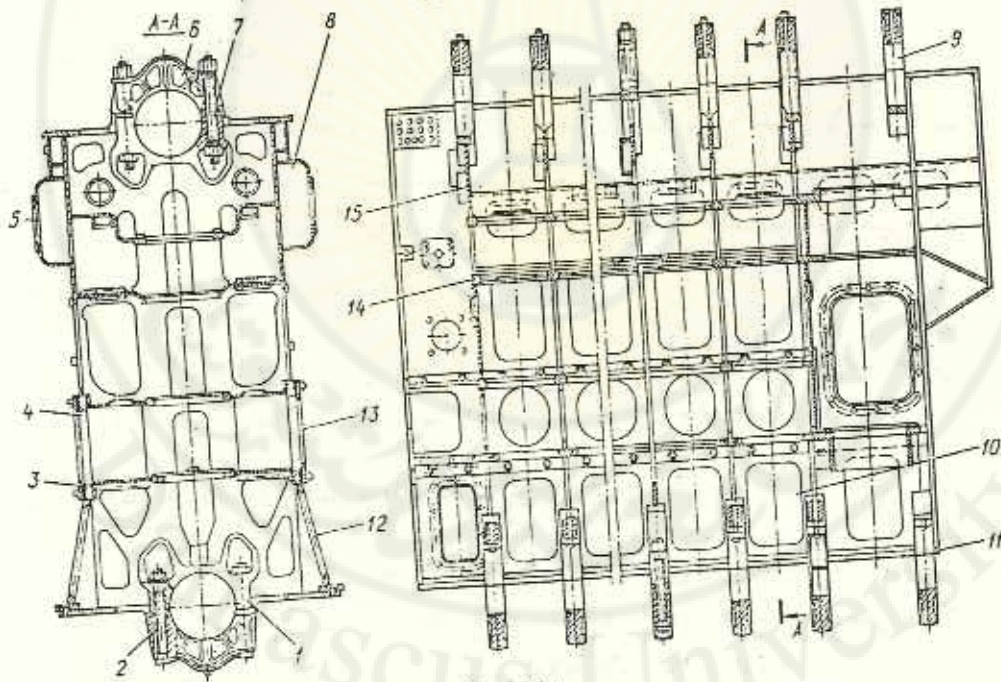
على الشكل (١٠) يظهر جسم محرك حديث مصنوع من عناصر فولاذية ، بطريقة اللحام .

٢-١- المضاجع الثابتة :

يركب فيها عمود المرفق وتتألف من هيكل وزوج من القشور (البطانة) •
يتألف الهيكل من نصفين ، يؤلف أحدهما مع كتلة الاسطوانات جزءاً لا يتجزأ ،
أو مع حوض المحرك أو قاعدته ويسمى النصف الثاني (الحر) الغطاء ويركب من
الاسفل بوساطة صامولتين وبراعي خاصة •

يقوم أحد المضاجع الثابتة بمنع الانزياح الجانبي لعمود المرفق ، بحيث يكون
له حافة صغيرة خلافاً للمضاجع الثابتة الأخرى •

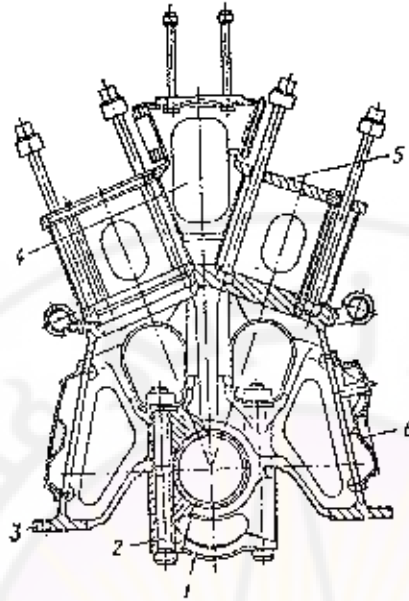
إن وثوقية عمل قشور المضاجع ، تحدد بدرجة كبيرة وثوقية الديزل بشكل
عام ، وتكون القشور عادة ذات جدران سميكة (أكبر من ٧ مم) أو ذات
جدران رقيقة (٢٥ - ٧) مم • تصنع الأولى من حديد الصب ، الفولاذ ،
البرونز ، وتصنع الأخرى من الفولاذ وتعد أكثر استخداماً في المحركات
الحديثة • ويضاف للقشور عادة اطار مصنوع من الألومنيوم والقصدير •



شكل (٩)

هندسة قاطرات الديزل - م ٣

١٧ -



شكل (١.٠)

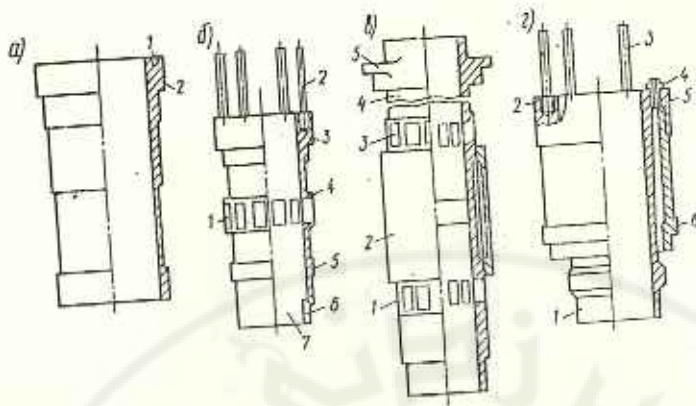
٢-٢- الأسطوانات :

تتم فيها العمليات الحرارية ، وهي التي توجه حركة المكابس ، تعمل الأسطوانات في ظروف حرارية عالية وضغط عالٍ أيضا . لذلك يجب أن تكون الأسطوانات متينة وقاسية ، وأن تقاوم سطوحها الداخلية عملية التآكل . تخضع الأسطوانات للتبريد الدائم بالماء .

تصنع الأسطوانات إما من حديد الصب أو من الفولاذ بطريقة السكب على الشكل (١١) تظهر أربعة نماذج مختلفة لأسطوانات الديزل .

٣- الجملة الترددية (المكبس - الساعد - المرفق) :

تقوم هذه الجملة بتحويل حركة المكبس الترددية الى حركة دورانية لعمود المرفق . تتألف الجملة من عمود المرفق ، الساعد (الذراع) والمكبس . يتلقى عمود المرفق ضغط الغازات المتغير باستمرار وقوى عطالة الأجزاء الدوارة .

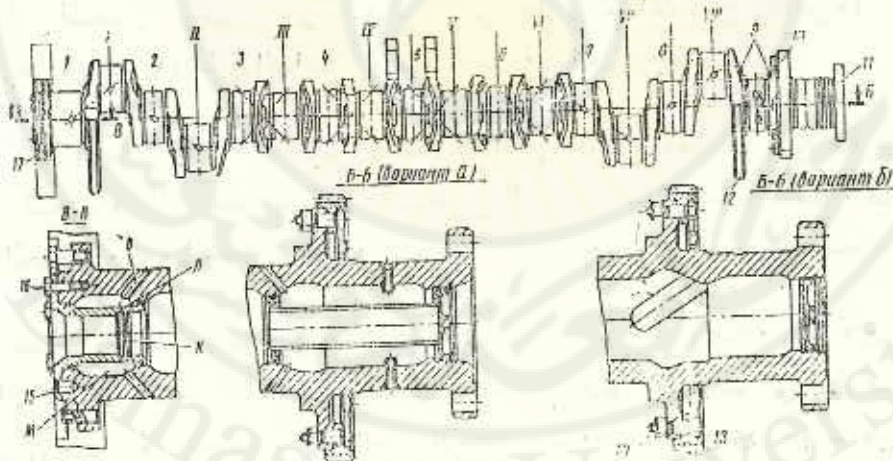


شكل (١١)

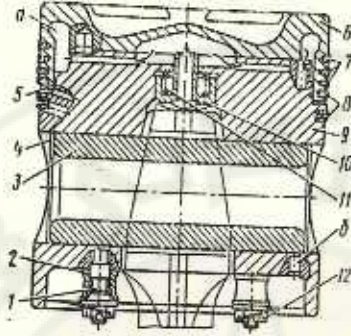
يصنع عمود المرفق بطريقة الطرق ، التي تتبعها معالجة ميكانيكية ، أو بطريقة الطبع الحرارية ، وبطريقة سكب الفولاذ أو حديد الصب المتين .

يظهر على الشكل (١٢) عمود مرفق لأحد المحركات الحديثة .

١-٣ المكبس : يتعرض المكبس في محركات الاحتراق الداخلي لتأثير حمولات ميكانيكية وحرارية عالية . تصنع المكابس عادة من معادن خفيفة نسبيا لكنها مقاومة للتآكل ومتينة .



شكل (١٢)



شكل (١٣)

على الشكل (١٣) يظهر مقطع لمكبس يستخدم على محرك ديزل مركب على
احدى القاطرات الحديثة • يتألف المكبس من رأس ٦ مصنوع من الفولاذ وجسم ٩
من الالومنيوم ، يثبت الرأس والجسم بواسطة الصامولات الاربعة ١ والعزاقات ١٢ •
يبرد رأس المكبس بالزيت ، الذي يأتيه من الرأس العلوي للمساعد ، من الكأس ١٠ ،
المضغوط بالنابض ١١ على المساعد • ويعود الزيت الى الحوض بالقناة b .

يثبت المحور العائم ٣ للمكبس بواسطة الحلقة ٤ • تصنع الحلقات ٧ من حديد
الصب المتين ، وتغطى سطوحها العاملة بطبقة من الكروم وتثبت حلقات الزيت ٨ في
أعلى المحور ، وتقوم الحلقة المطاطية ٥ بمنع ظهور الزيت بين رأس المكبس وجسمه •

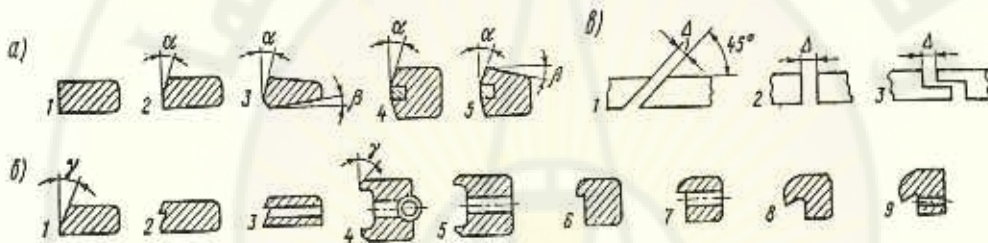
حلقات المكبس : تقوم حلقات الضغط في المكابس بزيادة الإحكام بينها وبين
جدران الاسطوانات • وتقوم حلقات الزيت بمنع وصول الزيت الى حجرات
الاحتراق • وتضغط الحلقات على جدران الاسطوانات تحت تأثير قوى الغازات من
جهة بقوة المرونة من جهة أخرى • وتعمل الحلقة العليا في ظروف أشد صعوبة من

بإبقي الحلقات ، وتتعرض للتآكل بسرعة نظرا لزيادة درجة الحرارة ، ولقلة الزيت في هذه المنطقة ويمكن أن تتعرض هذه الحلقة للاحتراق أيضا .

يركب على المكبس عادة من ٣-٥ حلقات ضغط و ٢-٣ حلقات زيت . تصنع الحلقات من حديد الصب الخاص ، وتظهر على الشكل (١٤) مقاطع مختلفة للحلقات المستخدمة في محركات القاطرات .

— أصابع المكبس : يستخدم في ديزل القاطرات نوعان من الاصابع ، أصابع عائمة ، أصابع مثبتة بإحكام ، ويتميز النوع الأول بانخفاض ظاهرة الاحتكاك .

يتم تزيت أصبع المكبس في مقراته من الداخل ، ويصلها الزيت بمجاري خاصة .



شكل (١٤)

٢-٣- السواعد :

تقوم السواعد بنقل القوى والحمولات من المكابس الى عمود المرفق . وتتعرض السواعد في أثناء عملها الى حمولات متغيرة ناتجة عن قوى ضغط الغازات وقوى العطالة .

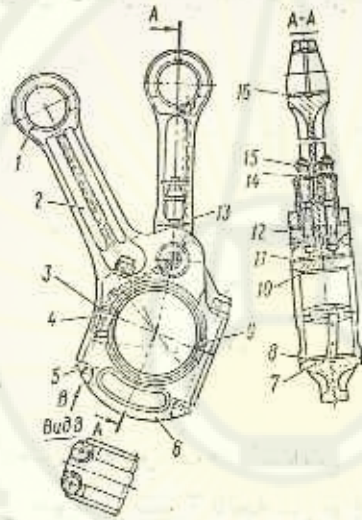
تتميز السواعد بقساوة مرتفعة ، وتصنع بطريقة الطبع من الفولاذ الخاص . للساعد رأسان علوي وسفلي ، يرتبط الرأس العلوي بأصبع المكبس والرأس السفلي بعمود المرفق . ويحتوي جسم الساعد على قناة داخلية لمرور الزيت الى الرأس العلوي حيث تركيب فيه حلقة برونزية ، تحتوي على سطوحها الداخلية والخارجية مجاري خاصة للزيت ، تتصل مع بعضها بثقوب أربعة .

يتألف الرأس السفلي من نصفين أحدهما متحرك يسمى الغطاء ، ويركب على عمود المرفق بواسطة براغي الساعد •

تتألف قشور الساعد من نصفين متشابهين مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من الباييت •

على الشكل (١٥) تظهر سواعد أحد المحركات الحديثة ، يتصل الساعد الرئيس ٢ بالساعد الثانوي ١٣ بواسطة الاصبع ١٢ الموجود في الحلقة ١١ المضغوطة في جسم الساعد الرئيس •

يثبت الساعد الثانوي إلى الاصبع ١٢ بالبرغين ١٤ ، المثبتين بالحلقات ١٥



شكل (١٥)

وتركب في الرؤوس العليا جلبتان فولاذية ١٦،١ ، مغطاة بطبقة من القصدير ، وتحتوي الجلبتان على مجاري وثقوب للزيت •

يثبت غطاء الرأس السفلي ٦ للساعد الرئيس بواسطة أربعة براغي ٥ ويدخل الزيت من الجلبتين ١٦،١ إلى الثقوب الموجودة في الرؤوس العليا للسواعد لكي يقوم بتبريدها •

٢-٢-١ - برافى السواعد :

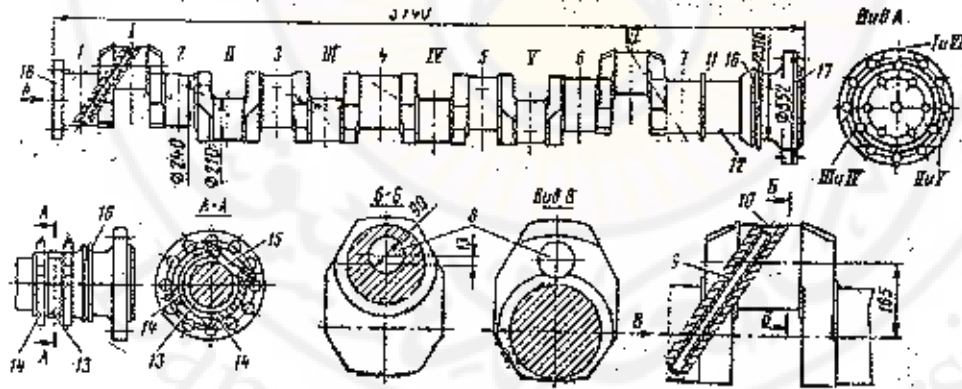
تصنع برافى الساعد من الفولاذ الجيد ، وتخضع للمعالجة الحرارية ، توضع البرافى وعزقاتها بشكل زوجي ، حيث يوجد لكل برافى عزقته الخاصة ويوضع عليهما رمز موحد .

٢-٢-٢ - عمود المرفق :

تؤثر في عمود المرفق قوى عديدة وهي : قوى ضغط الغازات ، قوى المعطالة وعزوم الدوران .

يصنع عمود المرفق بطرائق مختلفة منها : طريقة الطرق الحرة ، التي تتبعها معالجة ميكانيكية ، طريقة الطبع الساخنة ، وطريقة السكب وذلك باستخدام الفولاذ او حديد الصب المتين .

يظهر على الشكل (١٦) عمود مرفقي فولاذي مؤلف من ستة مرافق متوضعة في ثلاثة مستويات (بينهما زوايا ١٢٠ درجة) . تحتوي المرافق من T الى VI على قناة ٨ . ويمر الزيت من الرقبات الرئيسة من ١ الى ٧ (عدا الرابعة) الى رقبات



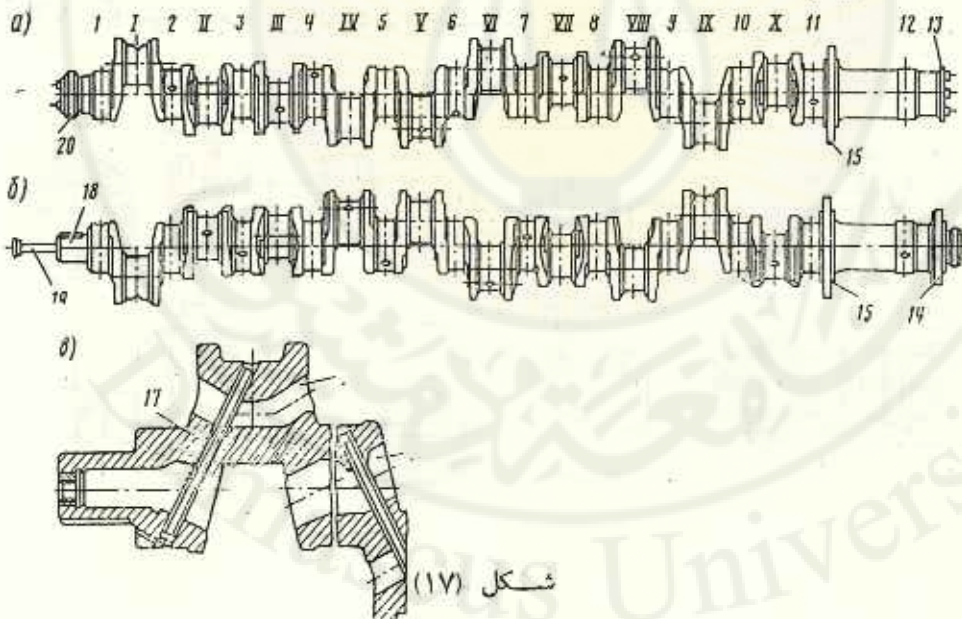
شكل (١٦)

السواعد بالقناة ٩ • ويركب الترس القائد ١٣ على العمود ١٢ خلف الحافة ١١ بواسطة القوابض ١٤ والبرغي ١٥ •

تمنع الحافة ١٦ الزيت من مغادرة حوض الديزل باتجاه المولد الرئيس • ويتهي العمود بالمربط ١٧ ، الذي يحتوي على فتحات وبرغي مستخدمة لتثبيت قلب المولد • ويظهر على الشكل (١٧) عمود مرفقي لديزل آخر مسكوب من حديد الصب ، يحتوي هذا الديزل على عمودين مرفقين في الأعلى والأسفل ، يتألف كل عمود من عشر رقبات للسواعد ، واثنى عشرة رقبة رئيسة مجوفة من الداخل •

يتم تزيت الرقبات الرئيسة بالزيت الوارد اليها من المضاجع الرئيسة (الثابتة) • ويوصل الزيت الى رقبات السواعد بالقنوات ١٧ (يجري الزيت من القنوات الرئيسة بقناتين مائلتين) •

يحتوي الطرف الامامي للعمود السفلي على موقع تثبيت الدولاب المعدل • ويركب على الطرف المقابل قارئة صفائية ، تستخدم لوصل عمود الديزل مع عمود المولد الرئيس •



ويركب على المربط ١٥ ترس مخروطي ، يتمشق مع ترس الوصلة الشاقولية ،
التي تربط بين العمودين المرفقين .

يركب على العمود المرفقي في طرفه الامامي ترس ٢٠ ، يقوم بتحريك عمود
الكمامات (الحدمات) . ويحتوي المربط المقابل ١٣ على جلبة تنقل عزم الدوران الى
شاحن الهواء (المرحلة الثانية) . وتركب على الطرف الخلفي للعمود العلوي وصلة
مرنة متصلة بنظام شحن الهواء .

تنتقل الاستطاعة من العمود الاعلى الى العمود الاسفل بواسطة الوصلة
الشاقولية شكل (١٨) ، التي تتألف من عمودين ٧٤٦ ، تربطهما قارئة مرنة ٥ ، تقوم
بحماية التروس ٢٤١ من الضربات الناتجة في أثناء عملية الاقلاع ، وعند تغيير دوران
الدزل أيضا .

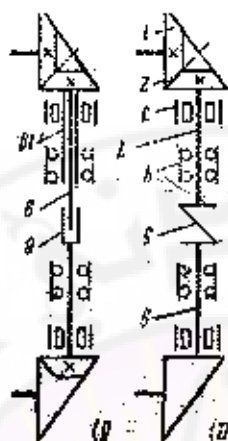
وبوجود هذه القارئة ، يمكن تجاوز عملية التمحور الدقيق للعمودين عند
التركيب ، كما يمكن تلافي التمدد الحراري لأجزاء الوصلة الشاقولية ، ويدور
العمودان في المدارج ٣٣ ، ٤ .

يظهر على الشكل (١٩) عمود مرفقي لدزل ثالث مسكوب من حديد الصلب
المتين ، ومعالج باستخدام الآزوت ١٩ .

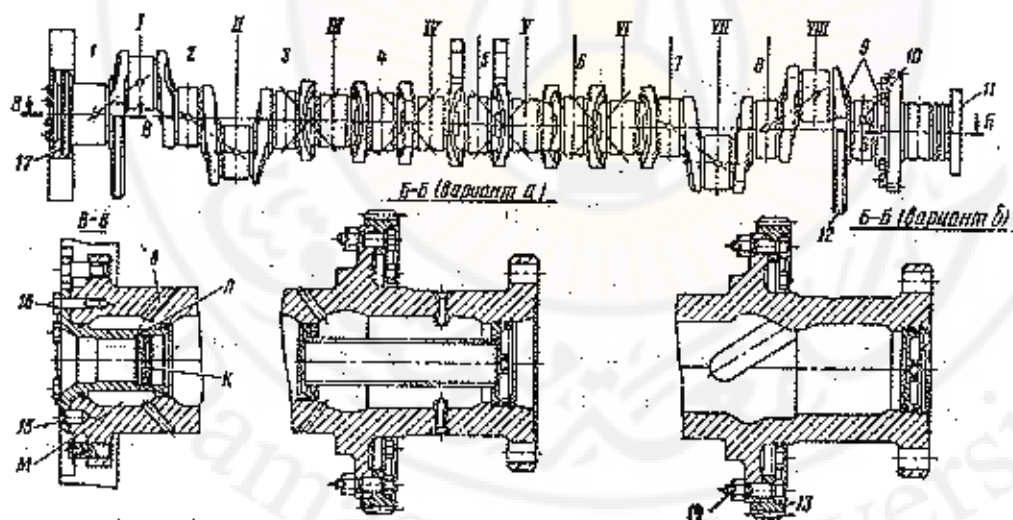
تحتوي الرقبات الاولى والثامنة والعاشرة والسادسة عشرة على كتل موازنة
١٢ ، مهمتها تخفيف الحمولات المؤثرة في المضاجع الرئيسة من قبل قوى العطالة .

وتسكب هذه الكتل مع الرقبات كجسم واحد . ويركب على المربط ١٧
الدولاب المعدل ، وعلى المربط ١١ قرص قائد تابع لقارئة وصل الدزل مع المولد
الرئيسي .

وتنقل الجلبة ١٥ العزم الى تروس وصلات المضخات ، وينقل الترس ١٣ المركب
بين الرقبتين التاسعة والعاشرة العزم الى تروس عمود الحدمات .



شكل (١٨)



شكل (١٩)

٢٠ - الدولاب المعدل :

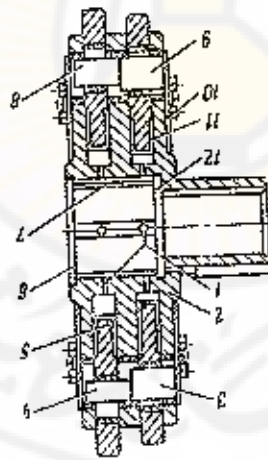
يحتوي الدولاب المعدل شكل (٢٠) على ثماني كتل ٥ ، مركبة في أحاديث حلقية على الدولاب ٢ ، ومحتفظة بخلوص معين فيها .

ويعلق كل زوج من هذه الكتل المتوضعة قطريا ، على أصبعين ٤ مع خلوص أيضا . حيث يمكنها الاهتزاز على هذه الاصابع .

وتساوي الثقوب التي تحتوي الاصابع في الدولاب ٢ وفي الكتل الواقعة على قطر واحد .

وتساوي أصابع كل زوج من الكتل ٣ ، ٤ فيما بينها وتختلف بالقطر فقط عن الاصابع ١ ، ٢ التابعة للزوج الآخر من الكتل .

ولكن زوج من الكتل خلوص مختلف في ثقوب الاصابع .



شكل (٢٠)

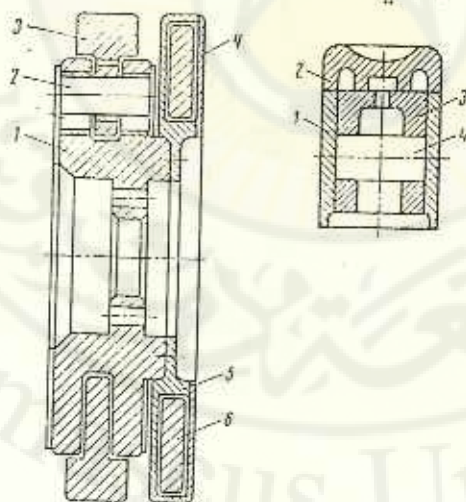
عند انعدام الاهتزازات ، تنزاح الكتلة على امتداد القطر وتتبع وتباعد وتأخذ
الوضعية النهائية عن محور دوران الدبزل . وعند ظهور تواتر الدوران الحدي تبدأ
الكتلة بالاهتزاز نتيجة اهتزاز عمود المرفق . وعندما ينطبق اتجاه الاهتزاز المرين
للعنود مع دورانه تتأخر الكتلة تحت تأثير قوى العطالة وعندما يصبح اتجاه الاهتزاز
معاكسا للدوران تبدأ الكتلة بالتسبيق ، وهكذا يغير اهتزاز الكتلة تواتر الاهتزازات
الاجرة للعمود ، ويمنع تطابقه مع تواتر عزم الدوران (يمنع حدوث ظاهرة الطنين) .

ويظهر على الشكل (٢١) دولاب معدّل مركب ، مؤلف من دولاب يعمل على
مبدأ النواس ، ومخمد يعمل على الاحتكاك اللزج يركب على طرف عمود المرفق .

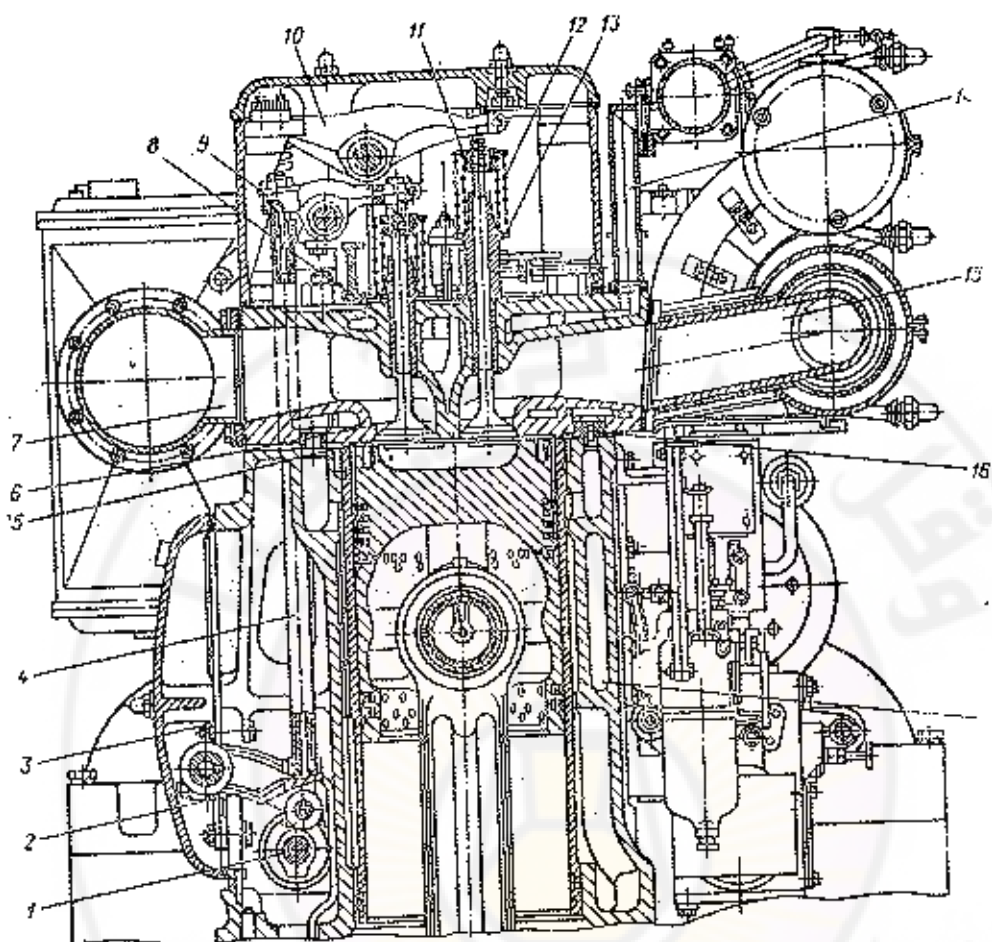
ويعلق ستة نواسات ٣ على الدولاب ١ بواسطة الاصابع ٢ ، وتحتوي ثقب
الدولاب على جلب مضغوطة .

يأتي الزيت من حوض عمود المرفق الى الفراغ الحلقي ومنه الى الاصابع
والجلب تحت تأثير القوة الطاردة المركزية .

يتألف المخمد من دولاب ٦ ، وهيكل ٥ وغطاء ٤ ويملأ الفراغ الكائن بين
الدولاب والهيكل سائل عالي اللزوجة .



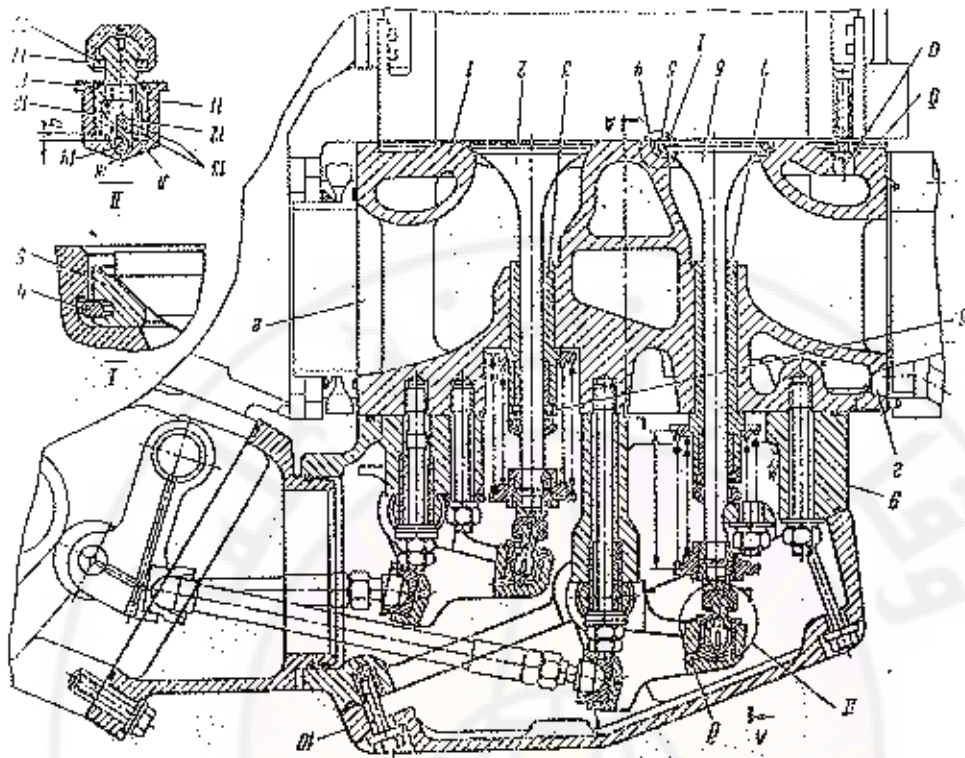
شكل (٢١)



شكل (٢٢)

٤ - آلية التوزيع الغازي وغطاء الاسطوانات :

تتحكم آلية التوزيع الغازي بعمليات الامتصاص والطرء من وإلى اسطوانات الديزل ، وتختلف بنية آلية التوزيع من محرك إلى آخر . يستخدم في المحركات ثنائية الاشواط نظام التهوية الخطي ذي النواقل . ويستخدم النظام المختلط (صمامات - نواقل) . وتستخدم المحركات رباعية الاشواط النظم المزودة بالصمامات فقط .



شكل (٢٣)

تجري عملية توزيع الغازات في المحركات ، التي تحتوي على مكبسين متقابلين في كل اسطوانة ، عند ابتعاد المكابس عن بعضها ، حيث تقوم عندئذ بفتح وإغلاق نوافذ الامتصاص والطرء ، الموجودة في جدران الاسطوانة . ويعمد هذا النظام أفضل نظم التهوية ، لكن هناك صعوبة كبيرة ترافق عمل المكبس السفلي ، الذي يتحكم بفتح نوافذ الطرد .

وفي بعض المحركات ثنائية الاشواط ، تتوزع الشحنة بواسطة المكبس (امتصاص) والصمامات (طرء) الموجودة في غطاء الاسطوانات .

وفي الديزل رباعي الاشواط ، يتواجد صمامات امتصاص ، وصمامات أخرى للطرء (شكل ٢٢ - a) . وتتوضع جميع الصمامات ٦ في غطاء الاسطوانات ،

الذي يحتوي في أسفله على أربع فتحات ، تشكل مقرات الصمامات المختلفة • تتصل صمامات الامتصاص بجمع الهواء ٧ ، وتتصل صمامات الطرد بجمع الغازات المطرودة ١٥ •

تركب دلائل الصمامات ٨، ١٣ في غطاء الاسطوانات ، الذي يحتوي على مجرى خاص بماء التبريد ، يتصل بالفراغ المحيط بالاسطوانات ١٧ المملوء بماء التبريد بواسطة الفتحات ١٦ وعددها ٨ • ويتصل من الاعلى بالخرطوم ١٤ الذي يجري فيه الماء الى المشع •

يثبت غطاء الاسطوانات بواسطة صامولات ، وتقوم حديدات محور الكامات بفتح الصمامات • حيث يرفع المحور الدافع ٢ والسيخ ٤ والمغلة ٩ للامتصاص و ١٠ للطرد • وتعود الصمامات الى وضعها السابق بتأثير نوابضها •

يساوي عدد الصمامات ٤ عادة اثنين للامتصاص واثنين للطرد ، تميل حواف صحنون الصمامات بزاوية ٤٥° عادة ، وتخضع الحواف للترويض ، لتأخذ مكانا محكما في مقراتها • وتنضغط الصمامات على مقراتها بنابضين فولاذيين لكل صمام ١٢ • ويكون النابض الخارجي ملفوفا باتجاه اليسار والنابض الداخلي باتجاه اليمين • وذلك لمنع الصمام من دوران محتمل ، ويثبت النابض من الاسفل على حافة الدليل ومن الاعلى على الصحن ١١ •

يتلقى محور الكامات (الحديدات) حركته من عمود المرفق بواسطة زوج من المسننات • وعلى الشكل (٣٢) يظهر مقطع في غطاء اسطوانة لأحد المحركات الحديثة •

المجلد الثاني - العدد الثاني - 1400 هـ
الطبعة الأولى - 1400 هـ

هذا المجلد من المجلدات التي تصدرها
الجمعية العلمية السورية للدراسات
الاسلامية والعلوم الإنسانية
في دمشق

تحت إشراف
الشيخ الدكتور محمد باقر
مكي

هذا المجلد من المجلدات التي تصدرها
الجمعية العلمية السورية للدراسات
الاسلامية والعلوم الإنسانية
في دمشق

تحت إشراف
الشيخ الدكتور محمد باقر
مكي

جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث

نظم الديزل والتجهيزات المساعدة فيه

١- نظام الإمداد بالوقود :

يتألف نظام الإمداد بالوقود في الديزل من خزان الوقود ، مضخات الوقود ،
المصافي ، أنابيب التوصيل ، وحدات الحقن وغيرها .

مهمة نظام الوقود هي احتواء كمية مناسبة من الوقود ، كافية لعمل الديزل
١٠ ساعات على الأقل ، وإيصال الوقود الى حجرة الاحتراق ، بكمية واحدة
وثابتة بضغط معين وبشكل مستمر في مختلف الظروف التي يعمل خلالها الديزل .

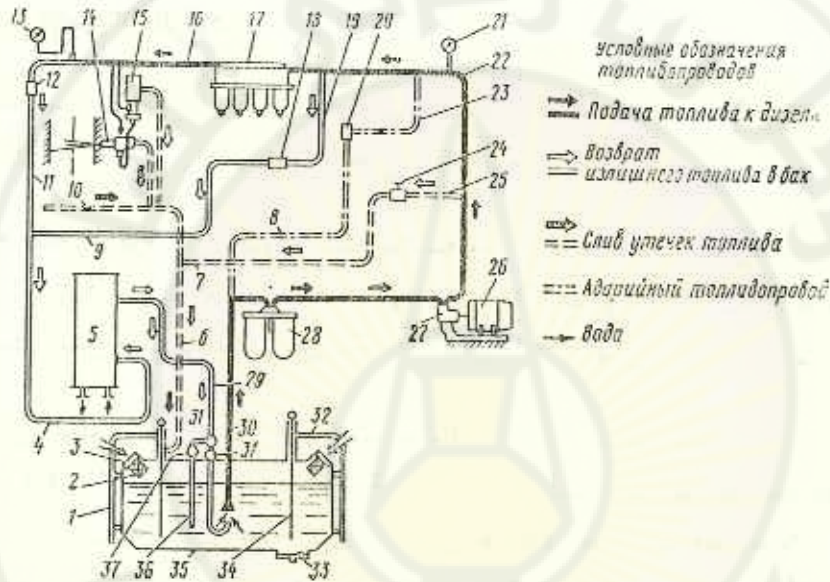
يتعرض الوقود خلال عملية نقله وتسويقه ، ابتداء من محطات التكرير لا مكان
نفاذ العيار والشوائب الأخرى المختلفة اليه ، لا سيما الشوائب المعدنية الدقيقة
والخطرة . حيث أن بعضاً من هذه الشوائب يتميز بقساوة تتجاوز قساوة الفولاذ ،
فاذا ما وجدت هذه الشوائب سبيلاً الى نظام الوقود وبخاصة الى مجموعة
المضامط والاسطوانة في مضخة الضغط العالي فانها تؤدي الى تآكل خطير فيها
ولذا يجب أن يخضع الوقود الى عملية التنقية الدائمة ، وهذا ما تقوم به عناصر
التصفية الموجودة في مجرى تيار الوقود .

١-١- مخطط نظام الوقود :

ان توضع عناصر نظام الوقود ، ومخططاته تكاد تكون واحدة تقريباً في ديزل
القاطرات .

على الشكل (٢٣) يظهر مخطط نظام الوقود في ديزل احدى القاطرات الحديثة • حيث يجري تيار الوقود من الخزان ٣٥ بالانبوب ٣٠ الى المصفاة الاولى ٢٨ ، وذلك بفعل مضخة الوقود ٢٧ ، ثم يصل الى المجمع ١٦ في مضخة الضغط العالي ١٥ مارا بطريقة بالمصفاة الدقيقة ١٧ •

تمد المضخة ١٥ وحدات الحقن ١٤ ، بالوقود ، الذي يعود جزء منه (الفائض) الى الخزان الرئيسي بالانابيب ١٠ ، ٦ •



شكل (٢٣)

تستمد المضخة ٢٧ حركتها من محرك كهربائي خاص ٢٦ ، ويعود الوقود الفائض من المجمع ١٦ بالانبوب ١١ و ٤ الى الخزان مارا بجهاز التسخين ٥ وبالانبوب ٢٩ •

وحتى تمتلئ مضخة الضغط العالي بشكل جيد ، يجب ألا يقل ضغط الوقود عن ١٥٠ K.Pa أو (١٥٠ كغ/سم^٢) ويتحقق ذلك بواسطة الصمام ١٢ المثبت في الانبوب ١١ • ويقاس الضغط في المجمع ١٦ بالمقياس ١٣ • وبما أن عملية الامداد

بالوقود ثابتة ومستمرة ، وحاجة الديزل للوقود تختلف باختلاف الحمولة فانه يمكن أن يزداد الضغط في المجمع لدرجة كبيرة ، ولهذا السبب يوجد الصمام ١٨ ، الذي يسمح للوقود الفائض بالمرور من الانبوب ٢٢ الى الانابيب ١٩ ، ٩ ، ٤ (يساوي الضغط العياري ٣٠٠ - ٣٥٠ K.Pa) أو ٣ - ٣٥ سم^٢/سم^٢ .

يسمح الصمام ٢٤ بطرد الهواء المتسرب الى داخل نظام الوقود ، وتتم هذه العملية عادة بعد الوقوف الطويل للدiesel عن العمل .

عند حدوث عطل مفاجيء في المضخة الاولى يمكن للوقود الجريان بالانابيب ٨ ، ٢٣ ، ومتجاوزا بذلك المصفاة ، مارا بالصمام ٢٠ والمضخة ، وذلك تحت تأثير التخاضل الحاصل ، عند تشغيل مضخة الضغط العالي ، ولكن لا يستطيع الديزل في هذه الحالة العمل الا لفترة وجيزة وباستطاعة منخفضة .

تحتوي بعض القطارات الحديثة على مضختين ، تعمل احدهما بمحرك كهربائي ، وتستمد الثانية طاقتها من عمود المرفق . تعمل الاولى لمنظومة الاقلاع فقط وتعمل الاخرى بعد الاقلاع بشكل دائم .

٢-١ - خزان الوقود :

يتألف من ألواح فولاذية ملتحمة بعضها مع بعض ، ويركب على قاعدة القاطرة بين السريرين من الأسفل . تتحدد أبعاد الخزان من أبعاد القاطرة نفسها الطولية ، والعرضية ، ويتراوح حجم الخزانات عادة من ٤٠٠٠ - ٨٠٠٠ لتر من الوقود .

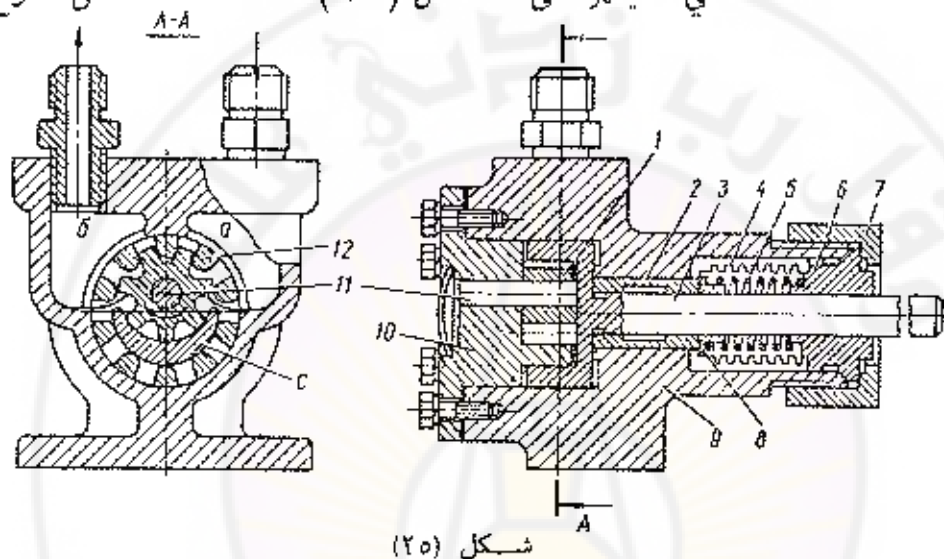
للخزان عنقان للملء ٨ ، من الجهة اليمنى والشمالية للقاطرة ، وتتجمع الشوائب العالقة في الفتحة ٣٣ المغلقة بسدادة خاصة .

يتصل الخزان بالضغط الجوي بواسطة قنوات التهوية ٣٢ ، ولزيادة قساوة الخزان ، يقسم الى قطاعات متعددة طولاً وعرضاً ، تتصل فيما بينها ، وتقوم الحواجز العرضية فيه بامتصاص طاقة ضربات الهيدروليكية لكتلة الوقود ، وكذلك الضربات الحاصلة عند الاستخدام المفاجيء للمكابح .

يقاس مستوى الوقود في الخزان بواسطة مسطرة ٣٤ مخصصة لهذا الغرض
أو بواسطة أنابيب زجاجية خارجية ١ •

٣-١١ - مضخة الوقود:

تسحب المضخة الوقود من الخزان عبر المصافي والصمامات والأنابيب إلى
مضخة الضغط العالي • يظهر على الشكل (٢٥) مخطط لمضخة من النوع



شكل (٢٥)

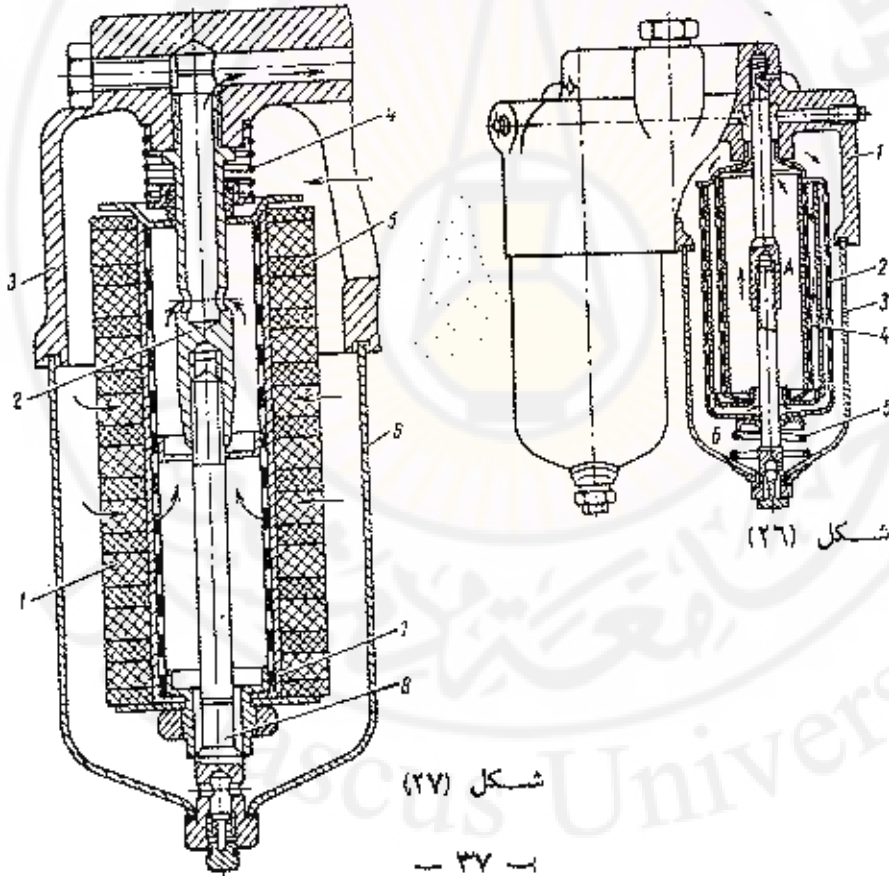
المستخدم على القاطرات بكثرة وتتألف من هيكل حديدي وغطاء ١٠، يركب
المحور ١١ في الغطاء، الذي يحمل الترس القائد ١، والذي يدور عليه بحرية،
يتعشق الترس مع المسنن الداخلي ١٢ الذي يشكل مع المحور القائد ٣ جسماً
واحداً، ويتصل هذا الأخير بمحرك كهربائي •

يصل الوقود إلى الفراغ a ويملا الفجوات الواقعة بين الاسنان • وبدوران
المسنن باتجاه دوران عقارب الساعة، يجري الوقود باتجاهين: يمر الأول بين
أسنان المسنن الأصفر والسطح العلوي للنتوء المحذب c، ويمر الثاني بين
السطح السفلي للنتوء والسطوح الاسطوانية في الهيكل ٩ • ويصل الوقود إلى
الفراغ b • ومنه إلى أنبوب التغذية الرئيس •

١٠- مصافي الوقود :

يحتوي نظام الوقود عادة ما بين ٣ - ٤ أنواع من المصافي ، الاولى المصافي الخشنة ، المصافي الدقيقة .

تتوضع المصافي الاولى في عنق خزان الوقود ، وتقوم باحتجاز الجزيئات الكبيرة ، وتحمي بذلك أنابيب الوقود من الأوساخ والشوائب . تحتجز المصافي الخشنة الجزيئات ذات الأبعاد الكبيرة (ما فوق ١٠٠ ميكرون) . وتحتجز المصافي الدقيقة الجزيئات الدقيقة (حتى ٤ - ٥ ميكرون) . تتألف المصافي من كأس يحوي عنصر تصفية ، دامقاومة هيدروليكية منخفضة عادة ، بسيطة التركيب ، أبعادها محدودة ، قليلة الثمن ، وتخدم طويلا . ويظهر على الشكل ٢٦ مقطع في مصفاة خشنة مؤلفة من اسطوانتين يجمعهما غطاء واحد .

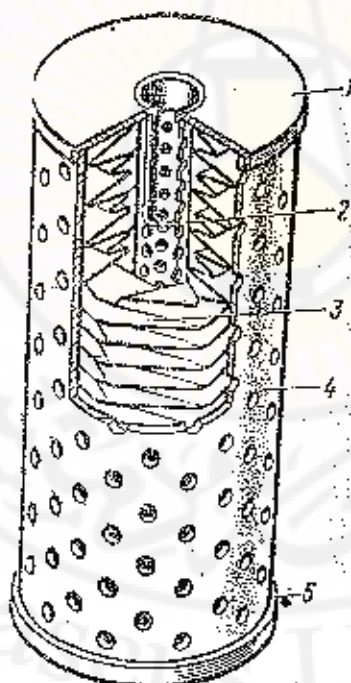


وصنبور ثلاثي ، ويوجد في كل اسطوانة عنصر تصفية ، تعمل عناصر التصفية على التوازي أو على انفراد بحسب وضعية الصنبور الذي يسمح لعنصر التصفية بالعمل على انفراد عندما يتعطل العنصر الآخر فقط . وتكون عناصر التصفية الخشنة من شبكة معدنية أو من صفائح معدنية اسطوانية ملف عليها خيوط معدنية ويترك خلوص صغير بين اللفات (٩٠ مم) يجري من خلاله الوقود .

المصفاة الدقيقة :

يتألف عنصر التصفية فيها من مجموعة الصفائح العاملة ١ والوسطية ٥ الملبسة على أنبوب اسطواناني شبكي ٧ ، شكل (٢٧) .
تركب الصفائح على القلب ٢ المجهز بالنابض ٤ ، ويجمعهم الكأس ٣ . تغلق المصفاة بالكأس ٦ الذي يضغط بوساطة البرغي ٨ .
يدخل الوقود الى عنصر التصفية ، ويخترق الصفائح من الخارج الى الداخل ويخرج من الاعلى .

على الشكل ٢٨ يظهر مقطع في أحد المصافي الكرتونية الدقيقة .



شكل (٢٨)

٢- نظام الزيت :

يقوم نظام الزيت بإمداد مضاجع عمود المرفق والاجزاء المتحركة (المحتكة) الأخرى في الديزل بتيار مستمر من الزيت المضغوط ، ويقوم بتزيت المكابس والاسطوانات أيضا . كما يأخذ نظام الزيت على عاتقه مهمة تبريد المكابس ، وجرف نواتج الاحتكاك من أماكنها ، ولكي ينعجز نظام الزيت مهمته يجب أن يشكل دائرة مغلقة . تنتشر في نظام الزيت كمية كبيرة نسبيا من الحرارة تساوي ٢٥٪ من الاستطاعة تقريبا ، في الوقت الذي يجب ألا تتعدى درجة حرارة الزيت ٨٥ درجة مئوية ، لهذا يجب أن يكون جريان الزيت مكثفا في دارته .

تحسب انتاجية مضخة الزيت استنادا الى معادلة التوازن الحراري وهي :

$$P_M = C_M \cdot \rho_M \cdot Q_M \cdot \Delta t_M ;$$

تساوي كمية الحرارة الواردة الى الزيت في وحدة الزمن ، كمية الحرارة التي يتخلص الزيت منها في مبرد الزيت .

M — كثافة الزيت Kg/M^3

Q_M — تدفق الزيت M^3/S

Δt_M — الفرق الحراري للزيت على مدخل ومخرج الديزل . ويساوي ٨ — ١٥ عند العمل الطبيعي المستقر للديزل .

C_M — السعة الحرارية للزيت وتساوي ٢٠٥٠ $K.J/Kg.K^{\circ}$

$\delta_M = 900$ Kg/M^3

$$W \quad 6000000 = P_M \quad 10 = \Delta t_M$$

يكون لدينا

$$Q = \frac{P_M}{C_M \cdot P_M \cdot \Delta t_M}$$

وإذا كان في الديزل ١٥٠٠ كغ زيت (١٦٧م^٣) فإن عدد دورات الزيت في

$$\text{نظامه تساوي } \frac{118}{167} = 72 \text{ مرة/الساعة} \cdot$$

أي أنه في كل دقيقة تتم دورة واحدة لجريان الزيت .

يعمل زيت الديزل في ظروف قاسية جدا ، حيث يلامس غازات الاحتراق (١٨٠٠ - ٢٠٠٠) درجة ، وتتجمع فيه نواتج الاحتراق والشوائب العالقة والافساخ المتواجدة أعلى المكابس التي تهبط الى حوض الزيت وتختلط معه .

يتعرض الزيت دائما للاكسدة ، وتشكل فيه جزيئات صلبة ، كما تصب فيه الجزيئات المعدنية الناتجة عن الاحتكاك ، كل هذا وذلك يؤثر بشكل كبير في مواصفات الزيت وخواصه . مما يفرض تبديل الزيت باستمرار في الوقت المناسب ، حتى لا تزداد ظاهرة الاحتكاك والتآكل بشكل أسرع استنادا الى ذلك يتألف نظام الزيت من مضخة ، عناصر تبريد ، مصاف مختلفة ، أنابيب وأجهزة حماية ومراقبة .

١- انواع نظم الزيت :

ترتبط عناصر نظام الزيت (المضخة ، المصافي ، المبادل الحراري) مع بعضها بمخططات مختلفة ، تبعا لتصميم هذه العناصر . يحتوي نظام الزيت عادة على

امضخة والحددة ٣ شكل (٢٩ - a) تسحب تيار الزيت الى هيكل الديزل ١ • مرورا بالمبرد ٤ (مشع أو مبادل حراري) • والمصفاة الخشنة ٢ ثم الى مجمع التوزيع ومنه الى أماكن الاحتكاك ، ويعود الى الحوض تحت تأثير ثقله ويكمل بذلك دورته •

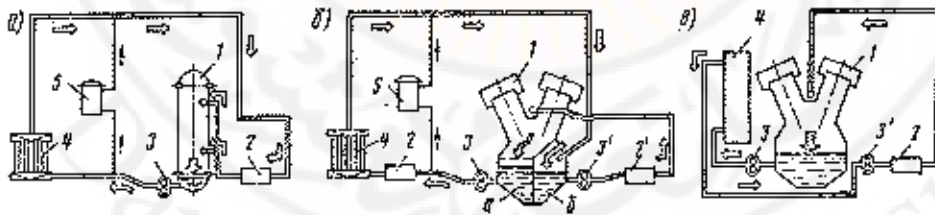
يمر تيار الزيت بالكامل خلال المصفاة الخشنة ٢ ، وتقوم المصفاة الدقيقة ٥ الموصولة على التوازي مع تيار الزيت الرئيس بتصفية جزء بسيط فقط من الزيت (٥ / ١) ولكنها تخلصه من الشوائب المعدنية مع استمرار العمل •

يجب على المضخة رفع ضغط الزيت الى المعدل الضروري للتغلب على كل المقاومات الهيدروليكية لمختلف عناصر التبريد ، وتستخدم أحيانا مضختان متصلتان على التسلسل للقيام بهذا الغرض •

يظهر على الشكل (٢٩ - b) مخطط آخر لنظام الزيت ، حيث ينقسم حوض الزيت الى قسمين •

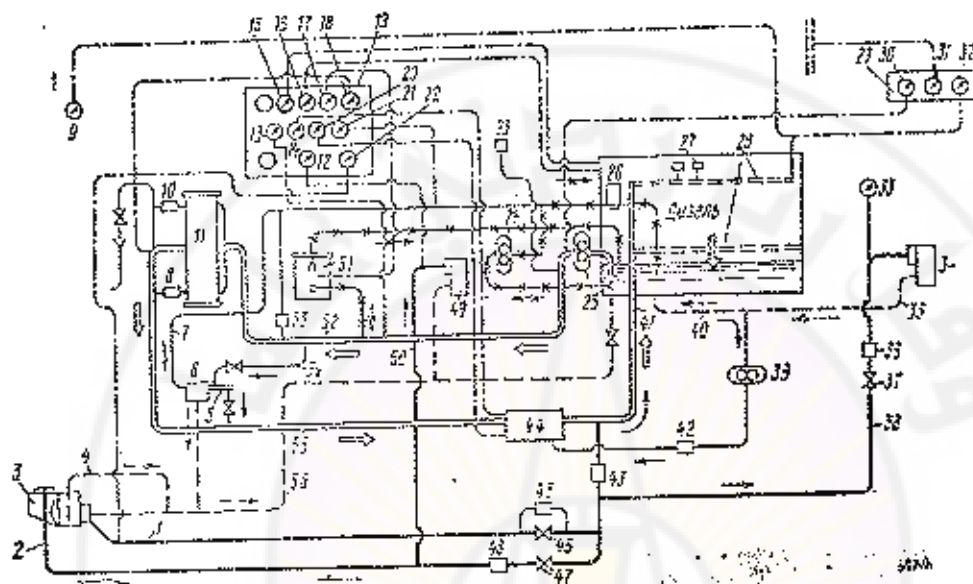
يخرج الزيت الساخن من القسم a بواسطة المضخة ٣ ، ويعود الى القسم b في الديزل ١ من خلال المصفاة الخشنة ٢ والمبرد ٤ •

ويخرج الزيت البارد من القسم b بواسطة المضخة ٣ ، من خلال المصفاة ٢ حيث يسخن داخل الديزل ، وبهذا تعمل كل مضخة وحدها في دارتها الخاصة •



شكل (٢٩)

يظهر على الشكل ٢٩ مخطط ثالث لنظام الزيت لاحدى القاطرات الحديثة وفيه تعمل المضختان ٣، ٣ على التسلسل في دائرة واحدة مؤلفة من حوض الديزل ١ ، مضخة ٣ ، مبرد ٤ ، مضخة ٣ ، مضخة ٢ ومجمع توزيع داخل هيكل الديزل .



شكل (٢٩)

وعلى الشكل (٣٠) يظهر مخطط شامل لنظام الزيت في احدى القاطرات الحديثة الأخرى . وفيه تقوم المضخة الرئيسة ٢٥ بسحب الزيت من الحوض ١ الى الأنبوب ٥٢ ومنه الى المبرد (مبادل حراري) ١١ ، ومنه يصل الزيت المبرد الى المصفاة الخشنة ٤٤ بواسطة الانبوب ٥٥ ، ثم يصل الزيت الى المجمع الداخلي ٢٨ بالانبوب ٤١ .

يبلغ ضغط الزيت بعد المضخة (عند الاستطاعة العظمى للديزل) ٥ ر . م باسكال . أو أكبر بقليل . وعندما ينخفض ضغط الزيت بمقدار ١٥ ر . ميفاً .

باسكال تقوم الصمامات ٨ ، ١٠ بفتح الطريق أمام الزيت من الانبوب ٥٢ الى الانبوب ٥٥ دون المرور بالمبرد ١١ .

ترتبط دارة التصفية الدقيقة ودارة الزيت الأولية (دارة ما قبل اقلاع الديزل) وغيرها مع الدارة الرئيسة .

يوجد في هذا النظام دارتان منفصلتان عن بعضهما ، دارة التصفية الدقيقة حيث يصلها ٤ ٪ من الزيت بالانبوب ٥٢ ، ومن خلال اختناق (قطره ١٠ مم) الى المصفاة ، ويعود بعدها الى الحوض بعد التصفية .

وللدارة الفرعية الثانية ، مضختها الخاصة ٢٤ ، وهي مركبة على جسم مخفض السرعة ٤٩ . تسحب المضخة الزيت من الحوض الى مصفاة القوة النابذة ٢٦ . ومنها يعود الزيت الى الحوض ثانية . وتبلغ انتاجية المضخة ١٢ م^٣/سا وهي اكبر من قدرة تصريف المصفاة والتي تساوي ٥ م^٣/سا وذلك بنية الحصول على ضغط ٨٥٠ ر.م. باسكال . ويقوم الصمام ٥٣ بالمحافظة على هذا الضغط ، ويسمح للزيت الفائض بالمرور الى الانبوب ٥٢ في الدارة الرئيسة .

يحتوي هذا النظام على دارة أخرى للتزيت الأولي للديزل البارد قبل اقلاعه . وتتألف هذه الدارة من مضخة ٣٩ تعمل بسحرك كهربائي منفصل . وتسحب الزيت بالانبوب ٤٠ من الحوض ، من خلال الصمام ٤٢ والمصفاة الخشنة ٤٤ الى الديزل ، وتعمل مدة ٩ ثانية لتأمين الزيت الضروري لأجزاء الديزل قبل اقلاعه ، وتكف بعدها عن العمل بواسطة الصمام ٤٢ .

تتلقى مخفضات السرعة في القاطرة الزيت من الدارة الرئيسة من خلال الصمام ٤٣ الكائن بعد المصفاة ٤٤ (يساوي ضغط الصمام ٥٠٨ ر.م. ميفاء باسكال) . ومن الصمام ٤٣ يصل الزيت الى المخفض الامامي ٣٤ بالانبوب ٣٨ من خلال الصمام ٣٩ ، والى المخفض ٣ التابع لمروحة التبريد والسى المخفض الخلفي ٤٩ من خلال الصمام ٤٨ ومنها الى الأنبوب ٢ أو ٥٠ ، ويعود الزيت الى الحوض بالانبوب ٥٦ .

١-١- تجهيزات الحماية والقياس :

يزود نظام الزيت بحاكمتين ٢٧ تحمية من انخفاض الضغط فيه ، وتركب على المجمع الملوي ٢٨ ، تقوم الحاكمة ٢٣ بحماية النظام من ارتفاع درجات الحرارة وتقطع الحموله عن المنوبة الرئيسة ، عندما تزداد حرارة الزيت على ٨٥ درجة يقاس ضغط الزيت في أنبوب الامداد ٥٢ بالمقياس ١٣ و ١٧ الموجودان قبل المصفاة الدقيقة وبعدها ، وتقاس درجة الحرارة بالمقياس ١٨ بعد التبريد ، كما توجد مقاييس أخرى ١٢ ، ٣٣ ، ٢١ ، ٢٢ ، ١٥ ، ١٦ ، التي تعطي قيم الضغط في أماكن مختلفة من الدارة الرئيسة للزيت .

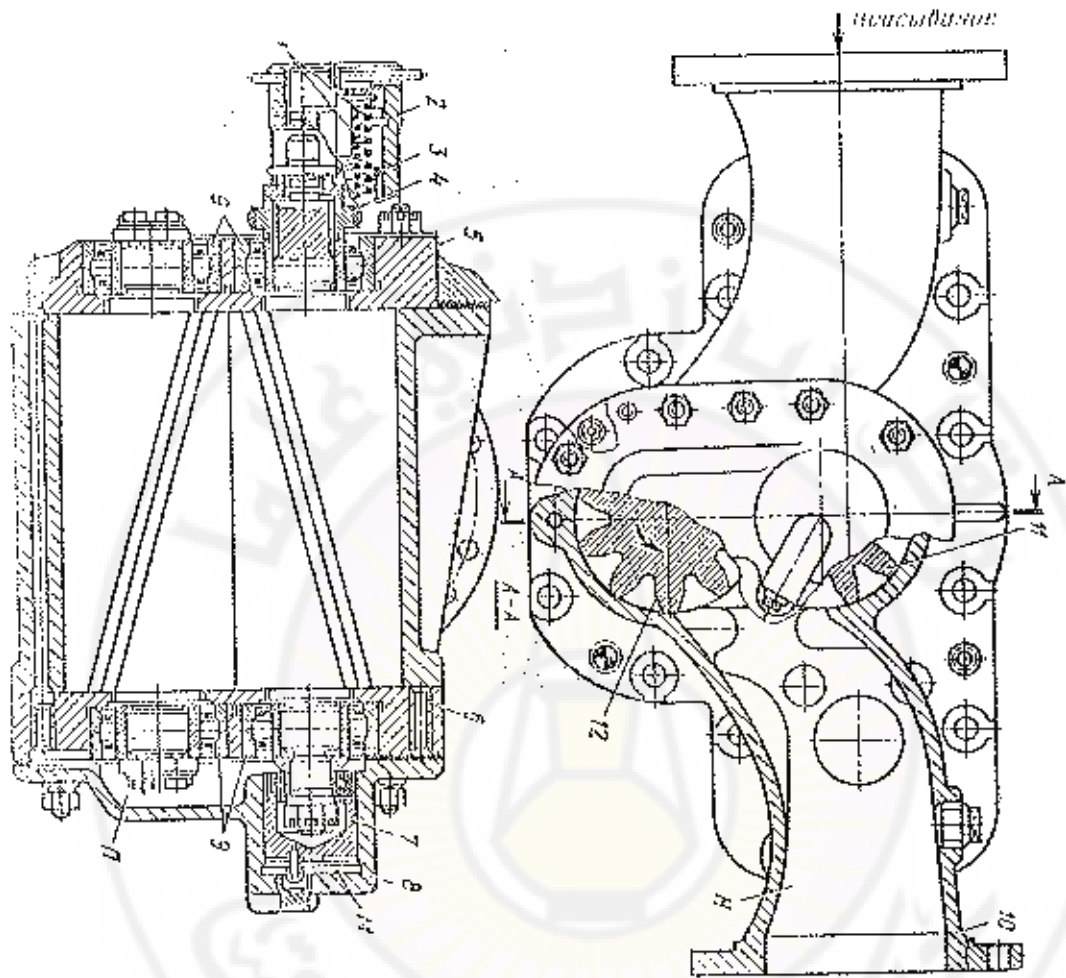
١-٢- مضخة الزيت :

تتألف المضخة من مجموعة تروس تصل الى أربعة تتعشق مع بعضها ، بشكل زوجي .

على الشكل ٣١ يظهر مقطع مضخة زيت نموذجية ، مؤلفة من ترسين ١١، ١٢، مصنوعة مع محاورها كجسم واحد ، وتركب داخل جسم المضخة ١٠ المصنوع من حديد الصب . وتستند المحاور على المدارج ٩ المثبتة في العطاءين ٥ ، ٦ . يدور الترس القائد من عمود المرفق ، بواسطة مجموعة تروس . تؤثر في الترس القائد في المضخة ، قوى محورية معنية ، وقوى رد الفعل لضغط الزيت أيضا . وتزود المضخة بمكبس خاص ٧ مركب في العطاء ٨ ، للتغلب على هذه القوى . يتصل الفراغ M بين العطاء والمكبس بالفراغ H بقنال معينة . وبهذا تمنع قسوة ضغط الزيت على المكبس ٧ الترس ١١ ، من الانزياح المحوري . ويحمي الصمام المؤلف من هيكل ٢ ومكبس ٣ ونابض ١ ، ضغط الزيت من الهبوط الى ما دون ٥٥ ر.م. باسكال .

١-٣- مصافي الزيت :

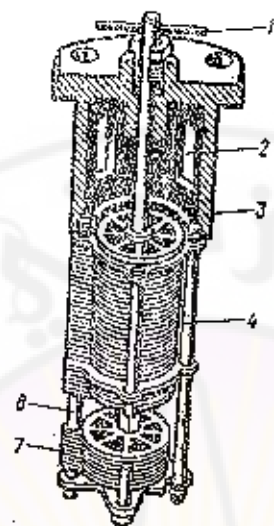
تستخدم المصافي الصفائحية ذات الشقوق أو المصافي الشبكية للتصفية الغشنة عادة .



شكل (٣١)

وتتألف المصافي الدقيقة من عناصر ورقية وهناك مصافي القوة النابذة .
 يظهر على الشكل ٣٢ مقطع مصفاة خشنة صفائحية ، تتألف من عشرات
 الصفائح ٥ متوضعة أفقيا فوق بعضها على المحور ٢ • (سماكة الصفائح ٣٠ + ٣٠ مم) •
 وتتوضع بينها صفائح وسطية ٦ بسماكة ١٥ + ١٥ مم •

وتؤلف سماعة الصفائح الوسطية الشقوق التي ينفذ الزيت من خلالها من الخارج إلى الداخل ، وتحتجز الشوائب على السطوح الخارجية وتتراكم عليها .

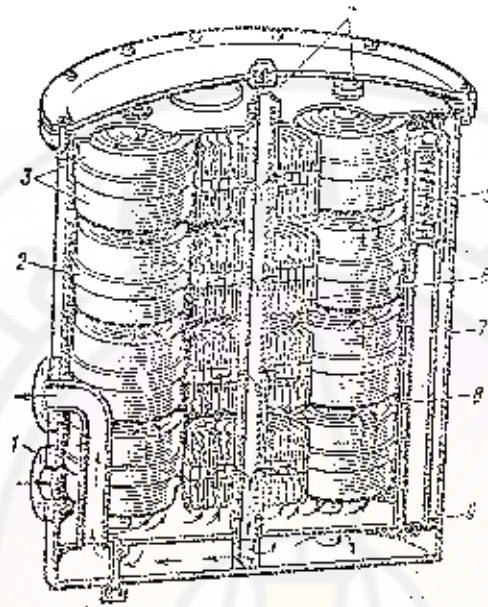


شكل (٣٢)

ويضاف إلى بعض الصفائح صفيحة إضافية ٧ . على شكل سكين بسماكة ١ ر. مم . للتخلص من الأوساخ المتراكمة ، وتجمع الصفائح وتثبت على المحور ٨ . وتنظف الصفائح الوسطية بتحريك المقبض ١ ، فتتحرك الصفائح انعاملة وتنظفها . يظهر على الشكل ٣٣ مقطع مصفاة دقيقة مزودة بعناصر كرتونية ، وتتألف من هيكل اسطوانى ٧ ملتحم مع قعر مزدوج ، يوجد في داخل الهيكل ٧ محاور ٤ ، يركب على كل منها أربعة عناصر تصفية ٨ . يتألف عنصر التصفية من رقائق كرتونية ٦ مثقوبة وملفوفة حلزونياً ، وتشدد العناصر بحزام كرتونى متين ٢ .

يلدخلى الزيت من الأنابيب ١ ، وينفذ من خلال السطوح الكرتونية ويسر الزيت المصفى من الشقوق ٦ إلى داخل القضاين ٤ ومنها إلى أسفل المصفاة . تحتجز

المصافي الدقيقة الشوائب حتى فئة ٢٠ - ٣٠ ميكرونا ولا تخضع للتنظيف بل تبذل عند الضرورة •



شكل (٢٣)

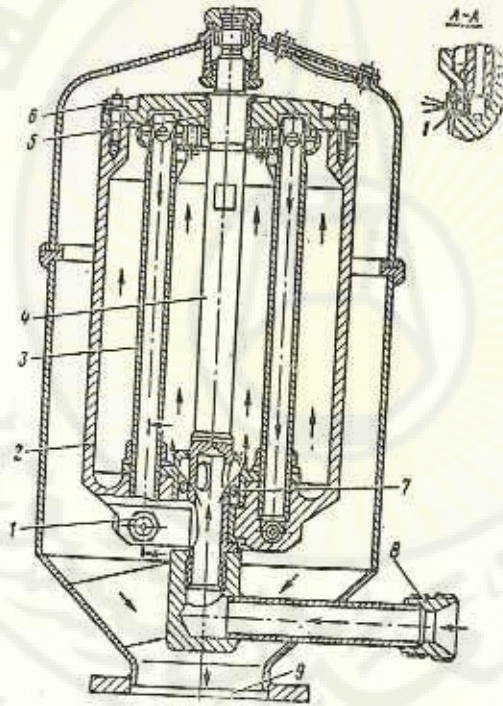
١-٤- مصفاة القوة النابذة :

بما أن المصافي الدقيقة لا تستطيع تصفية الزيت من الشوائب الدقيقة جداً لاسيما المعدنية منها (٢-١ ميكرونا) • والتي تنفذ من مسام المصافي ، لذلك استخدمت المصافي العاملة على مبدأ القوة النابذة •

بما أن الجزيئات المعدنية تزن ١٠ أضعاف حجمها من الزيت ، فعندما يتعرض تيار الزيت لتأثير قوى كبيرة كالقوة النابذة عند دوران جسم اسطواني ما • تنفصل الشوائب عن الزيت الموجودة فيه وهكذا تعمل مصفاة القوة النابذة كفارزة للشوائب وليست كمصفاة عادية •

يظهر على الشكل ٣٤ مقطع في مصفاة تعمل على القوة النابذة ، ويصلها تيار الزيت الى القلب الدوار (الروتور) . الذي يدور بسرعة تصل الى ٦٠٠٠ دورة في الدقيقة أو أكثر . نتيجة لذلك تتعد الشوائب المعدنية ، التي تتعرض لقوة نابذة أكبر بآلاف المرات من وزنها ، عن محور الدوران ، وتتراكم على سطحها الداخلي الروتر بشكل طبقات . يصل الزيت بالانبوب ٨ ، ويدور الروتر حول القضيب ٤ المثبت على المدرج ٥ ، ويتألف من جسم ٢ ، غطاء ٦ وأنبوبين ٣ ، يوجد في نهايتهما نافورتان لخروج الزيت .

يدخل الزيت بضغط ٨ م.م. باسكال الى الفراغ في القضيب ٤ ، ومن خلال الثقوب ٧ يصل الى فراغ الروتر ويملأه .



شكل (٣٤)

ويتم التخلص من الشوائب خلال حركة الزيت الى الأعلى في الروتر . ويصل

الزيت الى أنابيب الروتر من خلال ثقب علوية الى التافوتين ١ • وبخروج الزيت منهما يتولد عزم معاكس يؤدي الى دوران الروتر • ويسيل الزيت المصفى من جسم المصفاة من خلال المجرى الى حوض الديزل •

٢ - الحاكمة الالكترونية لضغط الزيت : تحفظ الحاكمة الديزل من التآكل الحاد الذي يظهر عند انخفاض ضغط الزيت ، والذي تسببه الظواهر التالية (انحلال الزيت بالوقود ، ازدياد درجة الحرارة ، ازدياد الخلوص في مدارج عمود المرفق وغيرها) •

ويستخدم عادة حاكمتان للحماية في نظام الزيت ، تقطع الأولى حمولة المولد الكهربائي الرئيس ، وتقطع الأخرى امداد الوقود عن الديزل •

تعمل الأولى عند الضغط ٣ر٠ والثانية عند الضغط ١٥ر٠ MPa .

هذا ويبرد الزيت بمبادلات حرارية ماء - زيت أو مشعات حرارية زيت - هواء • وستتطرق لدراستهما لاحقاً •

٣- نظام التبريد :

مهمة نظام التبريد تقلل الحرارة الزائدة وتبديدها ، من الاجزاء الرئيسة الثابتة في المحرك (الاسطوانات وأغطيتها) الى الجو المحيط • يبرد تيار الماء هذه الاجزاء وينقل منها الحرارة الى المشعات التي تتخلص من هذه الحرارة •

يجري تيار الماء في دائرة مغلقة باستمرار بفضل مضخة الماء الميكانيكية • ويقوم تيار الماء بالتخلص من حرارة المبادل الحراري (ماء - زيت) ومن حرارة مشع الهواء المشحون ، أحياناً •

تتراوح درجة حرارة الماء في الديزل بين ٦٥ - ٨٥ °م ويسمح بزيادتها الى

٩٥ م^٣ كحد أعظمي ولفترات وجيزة • ويفضل أن يكون الفرق الحراري على مدخل الديزل ومخرجه محصوراً بين ٥ - ١٠ درجات ، حتى لا تظهر اجهادات اضافية في بعض أجزاء الديزل وهذا ما يتطلب تدوير نشيط للماء في نظامه كما يلي :

من معادلة التوازن الحراري

$$P_B = C_B \cdot \rho_B \cdot Q_B \cdot \Delta t_B$$

حيث :

P_B — كمية الحرارة الواردة الى تيار الماء من الديزل • Kw

C_B — السعة الحرارية النوعية للماء K.J/Kg.K

ρ_B — كثافة الماء Kg/M³

Q_B — انتاجية المضخة النظرية M³/h

فاذا كانت $Q_B = ٩٦٠$ على سبيل المثال (في ديزل احدى القاطرات) •

و $\Delta t = 6^\circ$

عندها يصبح =

$$Q_B \geq \frac{P_B}{C_B \cdot \rho_B \cdot \Delta t_B} = \frac{960}{4,187 \cdot 1000 \cdot 6} = 1,37,6 \text{ M}^3/\text{h}$$

وهذا هو الحد الأدنى لانتاجية المضخة المطلوبة ، ويضاف لذلك عامل احتياط

إضافي .

١- أنواع نظم التبريد والأجزاء الرئيسية :

يظهر على الشكل (٣٥) ثلاثة مخططات لنماذج مختلفة لنظم التبريد في بعض

القاطرات .

يكون نظام التبريد ثلاثي الدارات الفرعية (a) حيث يوجد في كل دائرة مضخة خاصة بها H_1 ، H_2 ، H_3 ومشعاتها الخاصة أيضا .

يعد هذا النموذج مريحا من ناحية التحكم بدرجة حرارة السوائل وبخاصة حرارة الهواء المشحون ، غير أن وجود ثلاثة مضخات وتوابعها ، يعقد نظام التبريد بشكل واضح ، ويترتب على ذلك زيادة اضافية في أبعاد الانابيب والخراطيم والكتل كذلك .

ويتألف نظام التبريد ثنائي الدارات (b) من دائرة تبريد الديزل بمضختها H_1 ، ودائرة تبريد الزيت والهواء بمضختها H_2 . يستخدم هذا النظام بكثرة على القاطرات ، ويسمح بالتحكم المنفصل لدرجات حرارة الماء والزيت .

ويوجد نظام الدارة الوحيدة ، حيث تجمع كل الأجزاء الرئيسة بدارة واحدة ومضخة واحدة شكل (v) ، يد هذا النظام أكثر بساطة ، ولكن لا يؤمن شروط تبريد جيدة بسهولة .

تتقسم نظم التبريد الى نظم مغلقة وأخرى مفتوحة ، ففي النظام المفتوح يتصل الماء بالهواء الجوي في احدى نقاط النظام وهي خزان الماء . ولا تزيد الحرارة العظمى فيه عن 95°C لأن الماء يغلي عند الدرجة 100°C في الشروط الطبيعية . ولكن النظم المغلقة تعد أكثر إحكاما ، ويمكنها العمل بدرجات حرارة أعلى من 100°C فيما

إذا كان الضغط داخلها أعلى من الضغط الجوي • ويمكن زيادة الضغط عمليا بأكثر من طريقة •

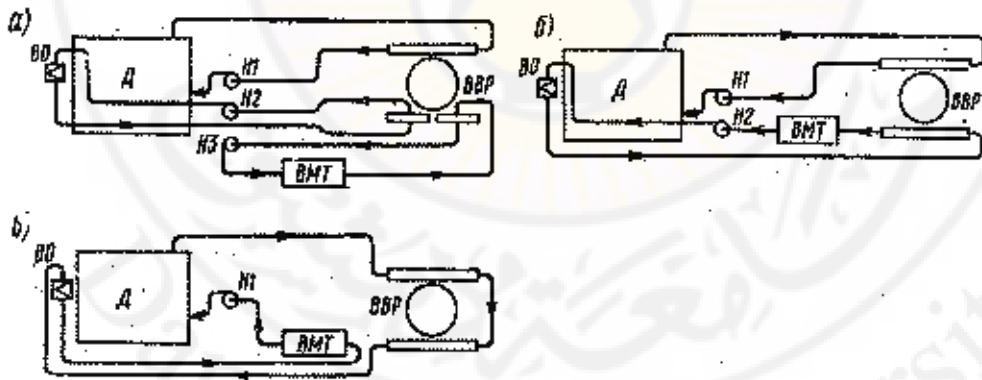
وتتميز عملية التبريد باستخدام تيار ماء عالي الحرارة نسبيا ببعض الايجابيات حيث يمكن تخفيض سطوح التبريد في المشعات وغيرها •

يظهر على الشكل (٣٦) a ، b مخطط نظام تبريد متطور على احدى القاطرات •

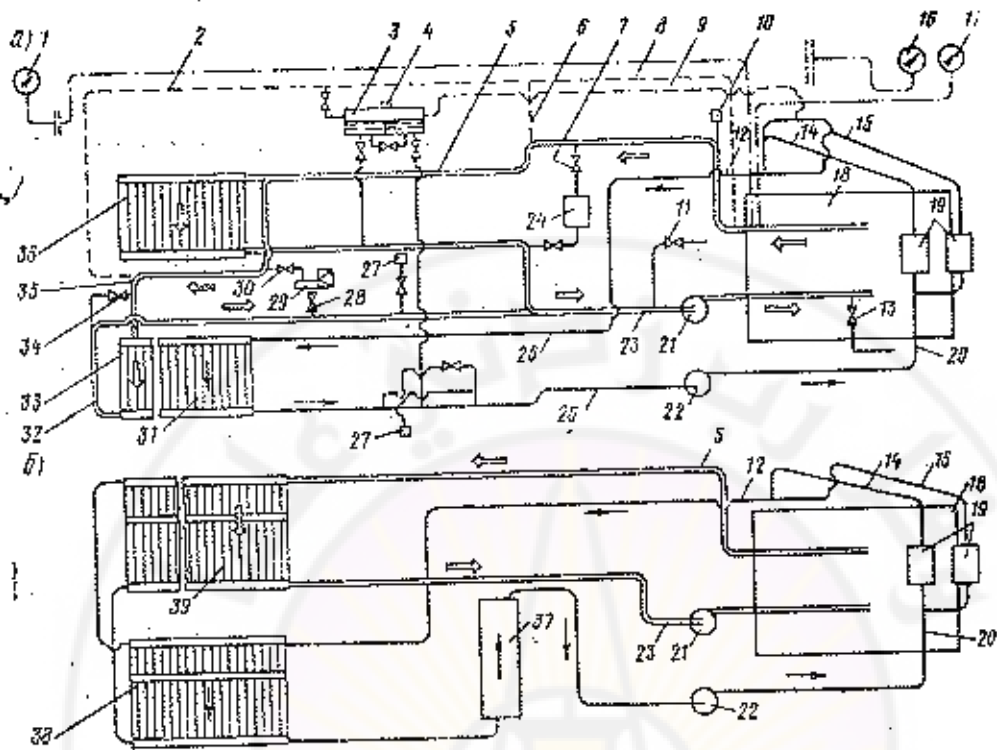
تقوم المضخة ٢١ بضخ الماء الى الجمع ١٨ ، حيث يسخن داخل المحرك ومنه يعود الى الانبوب ٥ ، الذي يؤدي الى المشع ٣٦ و ٣٣ •

ومنه يعود الماء البارد الى المضخة ٢١ بالانبوب ٢٣ ، ويصل الماء الساخن الى مسخن الوقود ٢٤ (اذا كان موجودا) كما يصل الى حجرة قيادة القاطرة ليقوم بتدفئتها في الظروف الباردة •

يسلا النظام بالماء من خلال الخزان ، الذي يأخذ على عاتقه تأمين الضغط اللازم



شكل (٣٥)



شكل (٣٦)

ويمنع تسرب الهواء ، ويسمح الماء بالتمدد عند ارتفاع درجة حرارته . ويعوض الماء المفقود من أجزاء نظام التبريد أثناء الاستشمار .

يزود الخزان بقياس سوية الماء ، وأداة أخرى لحمايته من الارتفاع المفاجيء للماء فيه يسد الخزان من خلال العنق ٢٧ أو من الرأس ٤ الموجود على جسم الخزان . ويمكن سحب الماء كله من داخل النظام ، من الرأس ٢٧ ، عند اجراء الصيانة . تراقب درجات الحرارة في حجرة القيادة بمؤشرات ودلائل قياسية كهربائية ١٧ ،

١٦٤١

— تتألف دارة تبريد الهواء المشحون من مضخة ٢٢ ، مصفاة الهواء ١٩ ،

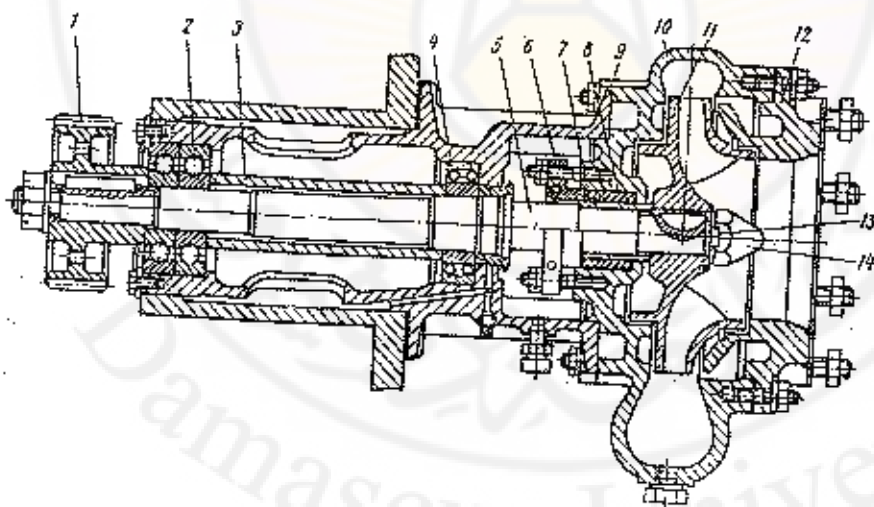
مشع ٣١ ، وأفانيب التوصيل ٢٠ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٢ ، ٢٦ ، ٢٥ . ويوجد في هذه الدارة مبادل حراري (ماء - زيت) ٣٧ ، وخزان خاص ويعد جزءاً من الخزان الرئيس .

يستخدم الانبوب ٩ لطرد الهواء والبخار الى فراغ الخزان ومنه الى الجو المحيط وتراقب الحرارة في هذه الدرة بحرارة خاص (منظم حراري) .

— مضخة الماء : تقوم المضخة بالتدوير المستمر والنشيط للماء في مختلف الدارات وتستخدم عادة المضخات العاملة على القوة النابذة ، وهي ذات بنية واحدة تقريباً في جميع القاطرات . وتختلف بأبعاد دولاب المضخة وبالتالي بانتاجيتها .

يظهر على الشكل ٣٧ مقطع مضخة مركبة في أحد المحركات . وتتألف من هيكل حديدي ١٠ ، يضم داخله الدولاب ١١ ، المصنوع من البرونز ، يركب الدولاب على المحور ٥ بالبرغي ١٤ ، ويستند المحور الى المدراج ٢ ، ٤ في الجزء الثابت ٩ . يستند المحور حركته من الترس القائد ١ ، الذي يستمد بدوره حركته من عمود المرفق في الديزل .

يسحب الماء من خلال الرأس ١٢ الى الفراغ المحصور بين زعانف الدولاب ١١ ومنه الى المخرج . توجد في المضخة مانعة احكام ٤ مهمتها منع وصول الزيت الى



شكل (٣٧)

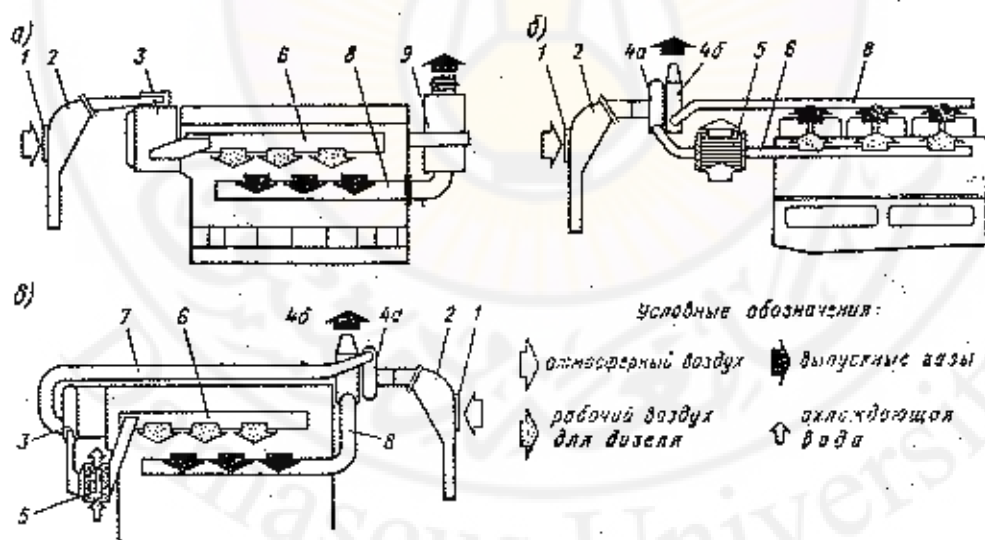
داخل المضخة . وتقوم حلقة الاحكام ٨ والجلبة ٦ بمنع تسرب الماء من داخل المضخة على امتداد المحور . وتحمي الجلبة ٧ المطلية بالكروم المحور من التآكل .

٤- نظام الإمداد بالهواء ، وطرد الغازات :

مهمة النظام إمداد الديزل بالكمية الضرورية من الهواء النقي المضغوط . وتحتاج محركات القاطرات الحديثة الى كمية كبيرة من الهواء (١٥ - ٢٠ ألف م^٣) في الساعة الواحدة أو أكثر ، وتستخدم لهذا الغرض آلية ضغط مختلفة تسحب الهواء الجوي الى اسطوانات المحرك .

ومن المعلوم أن الهواء الجوي يحتوي على نسب مختلفة من الغبار والشوائب الأخرى وخاصة بالقرب من القاطرات أثناء سيرها . وتساوي نسبة وجود المواد الملوثة في الهواء ٢ - ٤ م^٣/غ بشكل وسطي ، وترداد هذه النسبة عشرات المرات بالقرب من المعامل والمصانع المختلفة ، تزيد هذه الشوائب من حدة التآكل في الديزل إذا تسربت مع الهواء ، لذلك كان لابد من تصفية الهواء الجوي قبل دخوله الى الاسطوانات .

تتألف دائرة الامداد بالهواء شكل (٣٨) من غوطة الدخول ١ ومصفاة الهواء ٢،



شكل (٣٨)

آلية لضغط الهواء (شحن الهواء) ٣ ، مجمعات الدخول ٦ ومجاري الهواء الأخرى .

ويبرد الهواء بمرردات خاصة ٥ ، لزيادة كميته قبل دخوله إلى الاسطوانات ، ويركب المبرد عادة في آلية الشحن ثنائية المراحل ، بعد المرحلة الأولى للضغط .

١-١-١ آلية شحن الهواء :

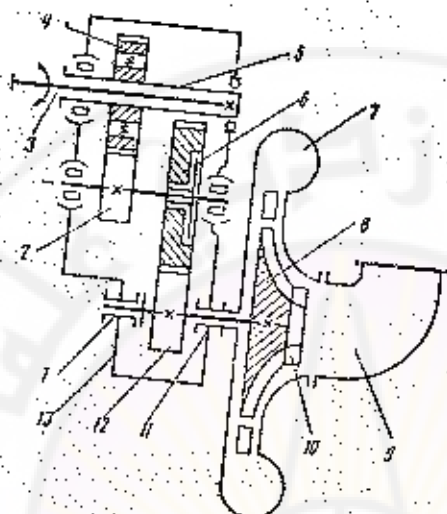
يستخدم على ديزل القاطرات نوعان من آلية الشحن : آلية الشحن الروتورية (الحجمية) والضواغط المركزية ، وكلاهما يستمد حركته من عمود المرفق . لكن الضواغط المركزية يمكن أن تستمد حركتها من عنفة غازية صغيرة خاصة بها ، تعمل على غازات العادم في الديزل ، وتجمع العنف والضاغظ في هيكل واحد يسمى آلية الشحن الغازية .

١- يستخدم الشاحن الروتوري ذو الزعانف على المحركات ثنائية الاشواط ، ويتألف من هيكل (١) بداخله روتران يدوران بشكل متواقت (٢ ، ٤) ، ويسحبان الهواء الجوي إلى مجمع الهواء في الديزل ، وتضع زعانف الروتر بشكل حلزوني حتى تكون عملية الامداد مستمرة . وتتناسب كمية الهواء طردا مع عدد دوران الروتر ، الذي يتبع أساسا عدد دوران الديزل .

يضع الروتر الأجوف من الألومنيوم ولا تتلامس سطوحها عند الدوران ، وتنبور بواسطة ترس خاص .

٢- تستمد الضواغط المركزية حركتها من عمود المرفق في الديزل ، ويظهر على الشكل (٣٩) مخطط عمل هذا الشاحن ، الذي يعمل كمرحلة ثانية . ويتألف من دولاب مركزي ٨ يدور في الهيكل ٧ ، المصنوع من خايطة الألومنيوم بطريقة السكب ، والذي يتصل بمجمع الدخول ٩ . ويضع الدولاب ٨ من الألومنيوم أيضا ويضغط على جلبة فولاذية ، ملبسة على مؤخرة المحور ١٢ ، الذي يثبت عليه الدولاب ١٠ ببرغي خاص . ويثبت الهيكل ٧ مع مخفض السرعة ١٣ بعدة صامولات ،

يتألف منخفض السرعة من زوجين من التروس الاسطوانية ٤-٣ ، ٦-١٢ ، ويستند المحور المقود ١٢ الى مدرجتين انزلاقيتين ١١ ، ١ ، ويتصل المحور ٣ بمحور المرفق في الديزل .

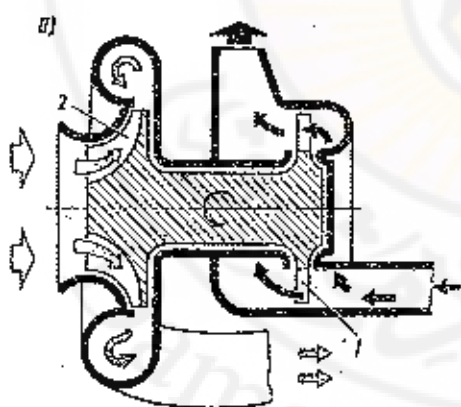
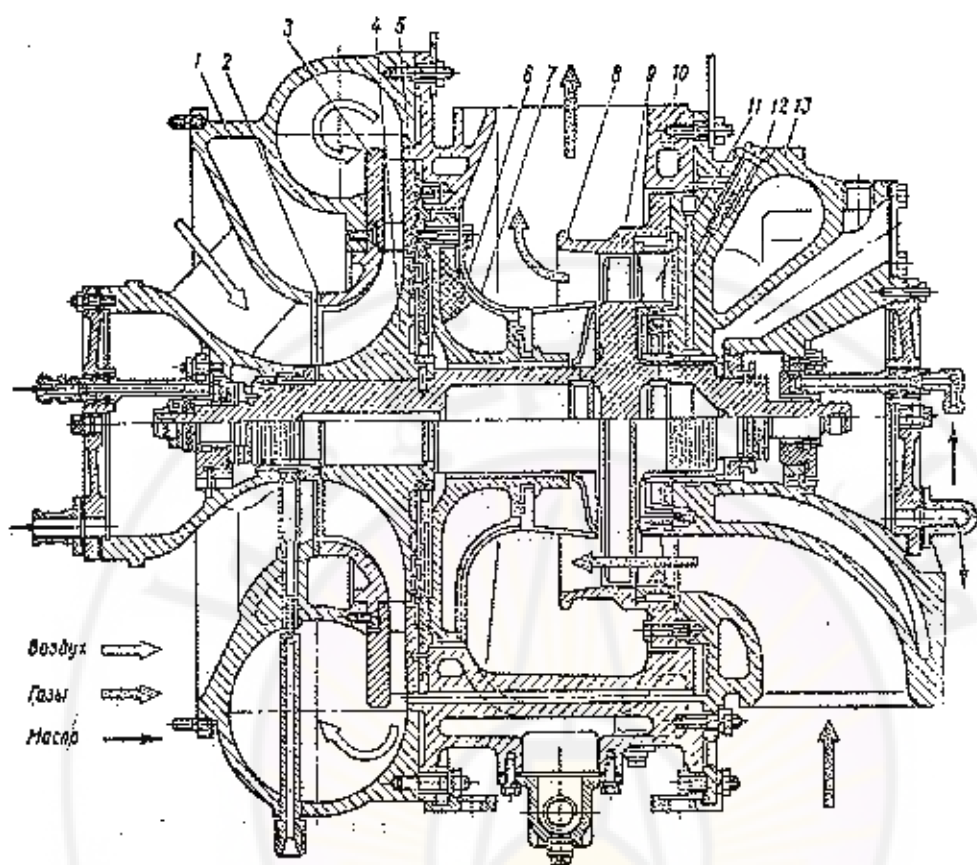


شكل (٣٩)

٤-١-١-٤ آلية الشحن الغازية :

تتعلق كمية الهواء في آلية الشحن الميكانيكية السابقة بعدد دوران عمود المرفق في الديزل ، وهذه ميزة سلبية هامة اذ ان الشاحن يعطي كمية من الهواء واحدة في حالات مختلفة لنظم عمل الديزل ، وتستطيع آلية الشحن الغازية تجاوز هذه الميزة السلبية ، طالما انها لا ترتبط مباشرة (ميكانيكيا) بالديزل ، وهي مؤلفة من جزئين رئيسيين عنفة غازية ، وضغط مركزي ، مجمعين في هيكل واحد ، على محور واحد مشترك . ويظهر على الشكل (٤٠) مخطط عمل ومقطع في هذه الآلية .

تأخذ الغازات الحارة من الديزل الى عنفة ، التي تستخلص جزءا من طاقتها الحرارية ، وتطردها بعدئذ الى الجو المحيط وبدوران المحور المشترك ، يتحرك الهواء المحصور بين زعانف الضغط من مركزه الى الأطراف ، ومن الضاغط الى



б)

شكل (٤٠)

مجمع الهواء في الديزل • وتتناسب كمية الهواء مع دوران الدوولاب ويدور الروتر طبقا لكمية الغازات الخارجية من المحرك • (عدد دوران الروتر ١٠-١٢ ألف دورة في الدقيقة الواحدة) • أي أن الديزل المزود بشاحن غازي يتمتع بالتحكم الذاتي، لأن زيادة الاستطاعة تؤدي إلى زيادة كمية الغازات الخارجية وطاقاتها • ويزداد تبعا لذلك عدد دوران محور الشاحن ، وتزداد كمية الهواء الواردة منه إلى الديزل والعكس بالعكس •

لكن الأهم من هذا وذاك أن الشاحن الغازي يستخدم طاقة حرارية ضائعة بالأساس (تساوي درجة حرارة الغازات الخارجية من الديزل ٥٠٠ م° وضغطها ٢ ر. م. باسكال) •

يستخدم الشاحن الغازي في المحركات رباعية الاشواط أكثر من المحركات ثنائية الاشواط •

ولكن يستخدم الشاحن المختلط (ميكانيكي - غازي) بمرحلتي ضغط ، والذي يسهل عملية اقلاع الديزل ، عندما تكون كمية الغازات الخارجة منه غير كافية •

٥-٢- مصافي الهواء :

يستند مبدأ عمل مصافي الهواء في احتجاز الغبار والشوائب الموجودة في الهواء إلى استخدام قوة عطالة هذه الشوائب الحاصلة عندما يغير تيار الهواء وجهة جريانه، حيث تحتجز الشوائب على سطوح التصفية المغطاة بطبقة من الزيت • تقاس درجة التصفية عادة بمعامل النفاذ ، الذي يساوي نسبة كمية الغبار الذي يتفد من المصفاة إلى كمية الغبار الكلية الوارد إليها مع الهواء •

تساوي ع من ١٥ - ٢٪ في مصافي قاطرات الديزل الهوائية •

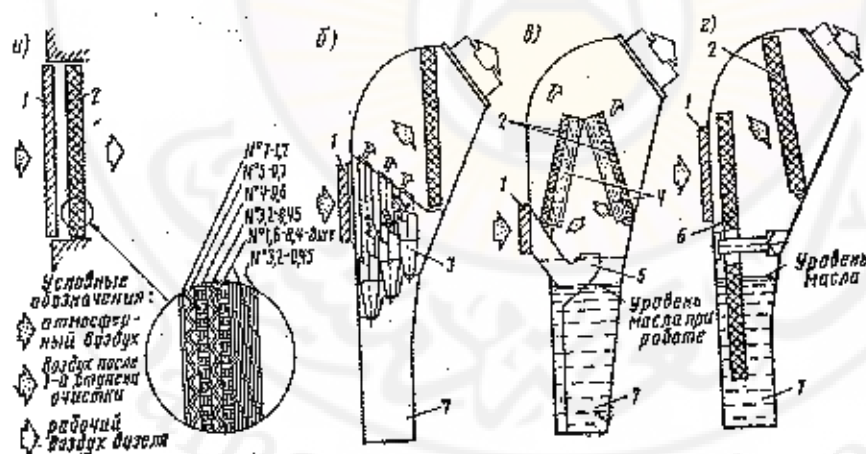
إن أبسط المصافي المستخدمة في القاطرات هي المصافي الشبكية المولفة من مجموعة من الصفائح الشبكية المنضدة بعضها فوق بعض والمغمورة بالزيت مسبقا

شكل (٤١) a • تحتجز المصفاة ذرات الغبار والجزيئات الأخرى على سطوح الصفائح الشبكية عندما يجتازها تيار الهواء • ولكن تعلق مسامات المصفاة بمرور الزمن بالغبار المتراكم مما يتوجب فكها وتنظيفها بشكل سريع ودائم وهذه هي الميزة السلبية الرئيسة لهذه المصافي ، التي أصبحت قليلة الاستخدام •

وتستخدم أحيانا مصافي بمرحلتين للتصفية ، تستخدم في المرحلة الأولى مصافي سيكلونية وفي المرحلة الثانية مصافي شبكية شكل (٤١) b • حيث يدخل الهواء من الأنبابور ١ الى السكلون ٣ ، المؤلف من أنبوبين خارجي ومخروطي الشكل ودخلي اسطواني الشكل ويوجد بينهما موجه حلزوني لتيار الهواء • وعند دوران التيار وبتأثير القوى النابذة ، تنجذب ذرات الغبار الى السطح الداخلي للأنبوب الخارجي ويتابع الهواء سيره الى الأنبوب الداخلي •

يبلغ عدد السيكلونات من ٥٠ - ٦٠ وحدة على كل جانب وتمتد هذه المصافي أولية لأن عامل النفاذ فيها يبلغ ٣٠٪ •

بعدها يصل عدم الهواء بالمصافي الشبكية ٢ (المرحلة الثانية) •



شكل (٤١)

تحتاج هذه المصافي الى استطاعة كبيرة للتغلب على مقاومتها الهيدروليكية .
كما أن مردودها منخفض نسبيا وكذلك سعتها أو استيعابها للشوائب العالقة ليس
كافيا .

تظهر على الشكل (٤١-٧) مصفاة لها حوض زيتي، يأتيها الهواء من الأباжور ١
الى المجرى المائل الضيق ومنه الى المنفذ ٥ في حوض الزيت ٧ . يسحب بطريقة تيار
الهواء قليلا من الزيت من الحوض بشكل قطرات وتنفذ الى الصفائح ٤ التي تتركب
عليها المصافي الشبكية ٢ . ومن الصفائح ٤ يتساقط الزيت باستمرار الى الاسفل
حاملًا معه ذرات الغبار العالقة .

تظهر على الشكل (٤١-٨) مصفاة أخرى ثنائية المراحل ، تسمع المصافي دائمة
الفعالية . حيث تصنع المصفاة الاولى ٦ بشكل دولاب دوّار ، ونصفه السفلي
مغمورا في حوض الزيت ٧ . وبدوران الدولاب يتم التخلص من الذرات العالقة
في حوض الزيت وبذلك تزداد سعة المصفاة دون أن تتغير المقاومة الهيدروليكية .
(يساوي عدد دوران الدولاب ١ - ١٥ دورة في الدقيقة) ويتم تشغيل دولاب
المصفاة بوصلة هوائية .

وتستخدم في المرحلة الثانية صفائح فيها مسام دقيقة تساعد على احتجاز
ما نفذ من الذرات العالقة في الهواء .

يحمي الأباجور ، الذي يركب في الأمام ، المصافي من الاجسام الغريبة (أوراق
وغيرها) ومن الامطار كذلك .

٣-٣-٣ الصادم :

يتألف من المجمعات ٨ شكل (٣٨) والجزء الذي يستص الضجيج ٩ (كاتم الصوت) ٦
تغلف المجمعات بعوازل حرارية مركبة على العلاف الفولاذي الواقية لها . وذلك للمحافظة
على الطاقة الحرارية المستخدمة في آلية شحن الهواء ، ولحماية السطوح من الحرارة
العالية أيضا .

تصنع المجمعات أحيانا من طبقتين مزدوجتين ، يمر من خلالها تيار ماء •
ويضاف للمجمعات مانع الشرارات أحيانا وذلك لزيادة الأمان ومنع حدوث حريق مفاجئ •

٥- مبردات الماء والزيت والهواء المشحون :

تنقل المبردات (عناصر التبريد) الحرارة من السوائل (الماء ، الزيت) والهواء المشحون الى الجو المحيط •

وتتألف عناصر تبريد من :

- ١ - المشعات (ماء - هواء ، زيت - هواء) •
- ٢ - المبادلات الحرارية (ماء - زيت) ، (هواء - ماء) •
- ٣ - مراوح التبريد •

تناسب كمية الحرارة المنقولة في المبردات مردها مع سطح التبادل الحراري
 F ، والفرق الحراري Δt بين السائل والهواء •

$$P = K \cdot F \cdot \Delta t$$

حيث :

K - معامل الانتقال الحراري •

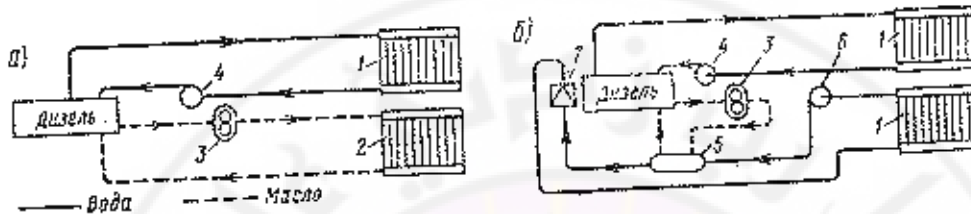
وبما أن Δt محدودة فإن سطوح التبادل الحراري يجب أن تكون كبيرة نسبيا •

تستخدم القاطرات عناصر تبريد مختلفة في النظم المختلفة :

١ - يبرد الماء في مشعات (ماء - هواء) ١ ، والزيت في مشعات (زيت -

هواء) ٢ شكل (٤٢) ويتميز هذا المخطط بالمردود الضعيف ، لاسيما في المحركات

انقوية .



شكل (٤٢)

٢ - يبرد الماء في مشعات (ماء - هواء) ١ ، والزيت في مبادل حراري (ماء - زيت) ٥ شكل (٤٢) . حيث يقوم الماء بتبريد الزيت ، ثم يبرد الهواء في المرحلة التالية . وعندما يبرد الزيت بالماء ، يمكن تخفيض أبعاد المشع على القاطرة ، وتصبح حرارة الزيت أكثر استقرارا ، وهذا له أهمية خاصة عند عمل الديزل على الحمولات المتغيرة .

يوجد في كل مخطط ، مضخة زيت ٣ ، ومضختي ماء ٤ ، ٥ أما الهواء المشحون فيبرد في مبرد الهواء ٧ شكل ٤٢ . بتيار الماء . كما يمكن تبريد الهواء بتيار آخر من الهواء (هواء - هواء) أيضا .

١-٥ - توضع عناصر التبريد (المبردات) :

تتجمع عناصر التبريد (المشعات ، المراوح وتوابعهما) عادة في مؤخرة هيكل انقاطرة أو في وسطها . وتؤلف ما يسمى حجرة التبريد داخل الهيكل شكل ٤٣ .

يدخل الهواء اليها من الجدران الجانبية ، وتضم المشعات المائية والزيتية أو
المبادل الحراري (ماء - زيت) • يتجمع سائل التبريد من المجمعات ٩ ، وتركب
المروحة المحورية ٤ في وسط الحجرة •

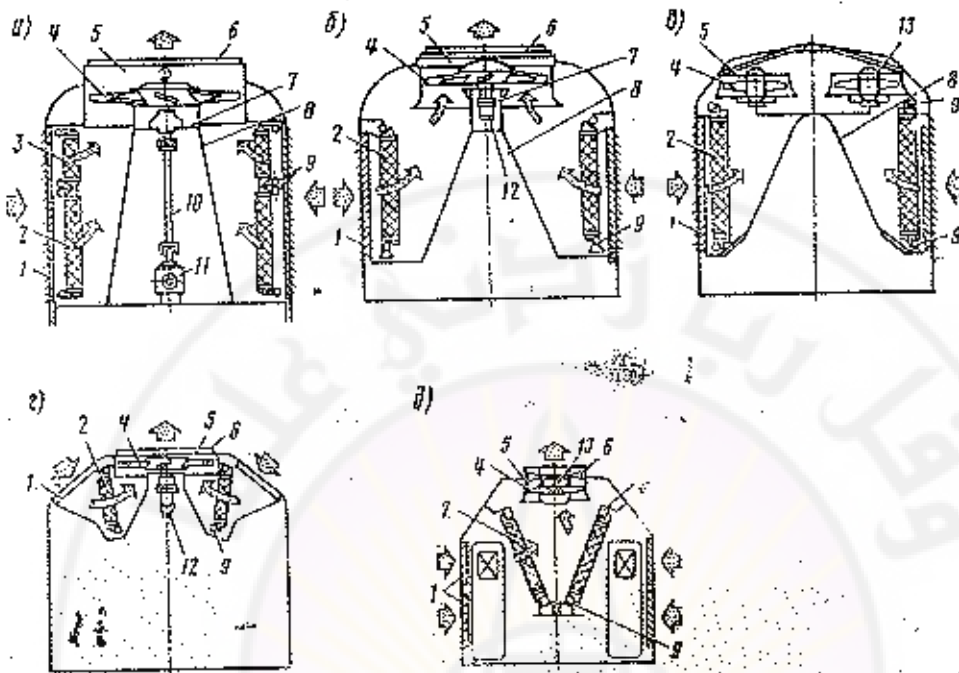
تسحب المروحة الهواء من خلال الفتحات الجانبية ١ ، التي المشعات ٢ ، ٣
ويبردها ثم يجري في الاختناق ٥ الى الجو المحيط • ويتم التحكم بكمية الهواء
بوساطة أياجورات الفتحات الجانبية ١ ، ٦ ، وبالتالي يتم التحكم بدرجة حرارة
الماء والزيت •

تدور المروحة ٤ من خلال مخفض السرعة ١٢ ، ومحور الحركة ١٠ الذي يتلقى
حركته من عمود المرفق في الديزل ، شكل (٤٣) a • أو بوساطة محرك كهربائي
خاص شكل ٤٣ B • d •

يتراوح عدد المراوح بين ١ - ٣ بحسب طول جبهة المشعات وبحسب مخطط
توضعها ، وتركب المبادلات الحرارية (ماء - زيت) على الديزل مباشرة وكذلك
يبرد الهواء المشحون •

٢-٥- المشعات :

عندما تتوضع المشعات وفق الشكل ٤٣ a يصل طول جبهتها الى ثلاثة أمتار
وتبلغ كتلة المشعات الضرورية الى ٢٦٠٠ كغ ، لهذا السبب تصنع مبردات نموذجية
صغيرة نسبيا ، ثم يجمع بعضها مع بعض وفق مخطط مناسب •
- المشع (ماء - هواء) :



يتألف من حزمة أنابيب معدنية ، مسطحة رقيقة الجدران شكل ٤٤ ب مصنوعة من النحاس .

تدخل نهايات الانابيب ١ في ثقوب العلبتين ٢ ، وتلحم فيها ، تتوضع الانابيب وفق مخطط شطرنجي على ثمانية صفوف عادة يحتوي كل صف منه من الانابيب . تتحمل الانابيب الطرفية الاجهادات الحرارية ولا يمر السائل من خلالها ، وتلحم العلبة ٢ العليا والسفلى مع المجمع ٣ . ويمر الماء من خلال الثقوب ٤ ، وتستخدم الثقوب ٥ لتثبيت المشع بصامولات خاصة .

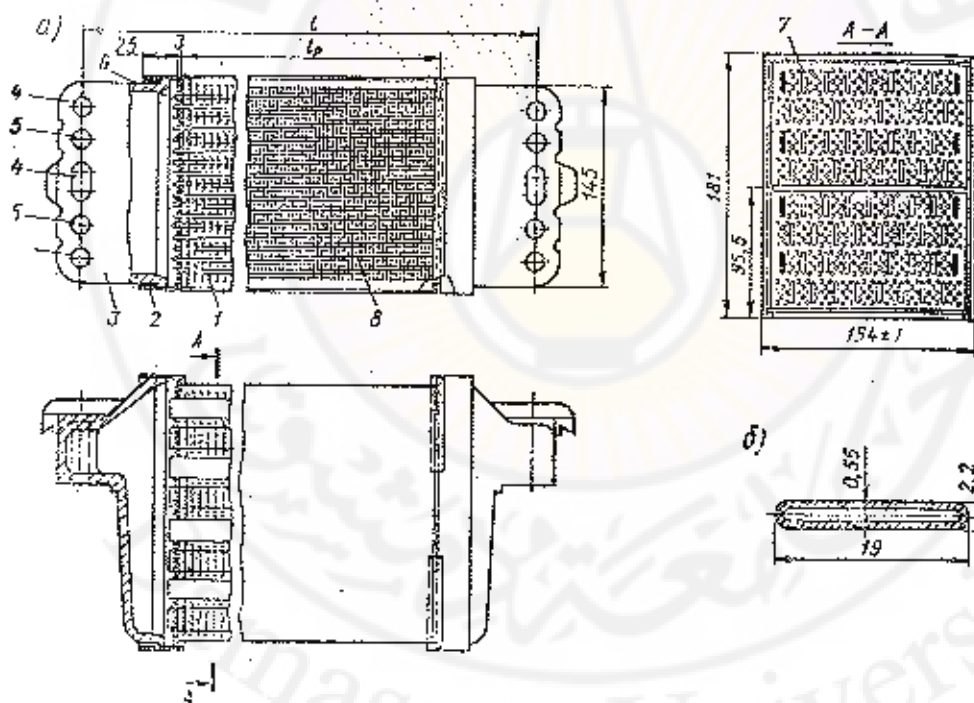
يتراوح طول المشعات المستخدمة في ديزل القاطرات بين ٥٣٥ مم و ١٢٠٦ مم وتختلف مشعات الماء عن مشعات الزيت بعدد الانابيب وطريقة توزيعها فقط . يساوي

مقطع الأنبوب 4×1705 وعدد الصفوف ثمانية ، وعدد الانابيب عشرة في كل صف ، ويزداد مقطع الانابيب في المشعات الزيتية بسدب لزوجة الزيت الكبيرة .

يساوي معامل الانتقال الحراري للمشعات الزيتية ($25 \text{ وات/م}^2 \cdot \text{K}$) .
أقل مما هو عليه في المشعات المائية ثلاث مرات . ويلزم من المشعات لتبريد الزيت أكبر مما يلزم لتبريد الماء .

يعود ضعف الانتقال الحراري من الزيت الى الانابيب الى الجريان الصفائحي للزيت فيها ، اذ أن طبقاته الخارجية فقط تعطي الحرارة للانابيب .

أهم المميزات السلبية لمشعات الزيت هي المردود المنخفض وصعوبة الاستثمار في المناخ البارد ، وتسرب الزيت من نظام الزيت أحيانا . وهذا ما أدى الى استبدال بالمشعات الزيتية المبادلات الحرارية (ماء - زيت) .



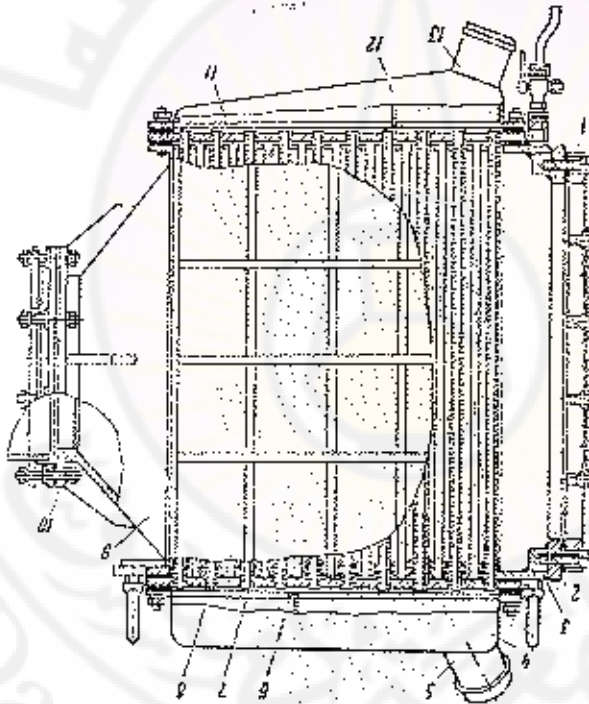
شكل (٤٤)

٣-٥ - المبادلات الحرارية (ماء - زيت) :

يتألف المبادل الحراري من جسم اسطواني ، يحوي حزمة من الأنابيب، يجري الماء في داخلها ، ويجري الزيت حولها بعد أن يملا جسم المبادل بالكامل .

على الشكل ٤٥ يظهر مقطع مبادل حراري ، مؤلف من ثلاث قطاعات علوي ٣ ، وسطي ٣ ، وسطي ٤ ، تتوضع فيها حزمة الأنابيب ١٥ طوليا ، وتتصل بالصفحة ١٨ من الأعلى وبالصفحة ٨ من الأسفل .

تتألف حزمة الأنابيب من ٩٥٥ أنبوبة نحاسية قطرها الداخلي ٨ مم والخارجي ١٠ مم وطوله ١٩٩٧ مم .



شكل (٤٥)

يقسم الجسم الى جزئين طوليا ، الى ١٣ قطاعا عرضيا شكل (٤٥) . ويغلف المبادل الحراري من طرفيه بالغطائين ١٠ - ١٩ .

يأتي الماء الى المبادل من فوهة الانبوب ٩ في الغطاء السفلي ويمر ببعض الانابيب الى الفراغ ١٩ في الغطاء العلوي ، ومنه يعود الى الاسفل في الانابيب المتبقية ويخرج من المبادل من الفوهة ١٧ .

ويأتي الزيت من الديزل الى جسم المبادل بتيارين الى الفوهتين ١ ، ٧ ، ويقطع كل تيار منهما ٧ مسارات عرضية داخل جسم المبادل ، ويلامس جميع الانابيب ، ثم يتحد التياران ويخرج الزيت من الفوهة ١٣ .

تختلف المبادلات الحرارية من بعضها بعدد الانابيب وأطوالها وعدد مسارات

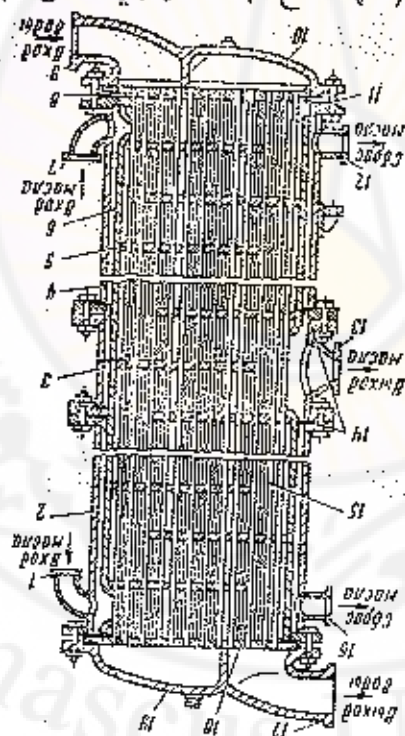
الزيت فيها .

— مبرد الهواء :

هو مبادل حراري (ماء — هواء) ، يجري في أنابيبه الماء ويجري الهواء بين

الانابيب .

يظهر على الشكل (٤٦) مقطع مبادل حراري خاص لتبريد الهواء .



شكل (٤٦)

يتألف المبادل من حزمة أنابيب ٨ مرتبة بشكل شطرنجي ، يدخل الماء إلى الهيكل ٣ من الفتحة ١٣ الكائنة في الغطاء السفلي K . ويقطع ثلاثة مسارات قبل أن يصل إلى المخرج ٥ الكائن في الغطاء العلوي ٤ .

ويسر الهواء بين الأنابيب من المدخل ١٠ إلى المجرى ٩ ومنه إلى المخرج ٢ .

٤-٥ - المروحة :

تدفع المروحة تيار الهواء خلال المشعات . ومن المعلوم أن معامل الانتقال الحراري للمشعات يزداد بازدياد سرعة تيار الهواء ، ويصبح أعلى ما يمكن عندما تصبح سرعة الهواء ١٠ م/ثا في المقطع الضيق في المشع .

يتم اختيار نوع المروحة ، استنادا إلى شروط العمل : - إنتاجية كبيرة من الهواء دون زيادة كبيرة في فرق الضغط ، ولهذا يفضل استخدام المراوح المحورية التي تتميز بالخواص المذكورة ، ويتألف دولاب المروحة من ٦-٨ شفرات عادة .

٥-٥ - التحكم بحرارة السوائل :

بما أن انتشار الحرارة من الديزل إلى الماء والزيت يتأثر بنظام عمله (عدد الدوران، الحمولة) فإن قدرة المشع على تبديد الحرارة يتبع نظام عمل الديزل .

إذا انخفضت حمولة الديزل ولم تتغير إنتاجية المروحة (محور المروحة مرتبط مباشرة بمحور المرفق) فإن المشع سيبدد من الحرارة أكثر مما يرد إليه من الديزل وهذا ما يؤدي إلى انخفاض حرارة الديزل (الماء والزيت) . مما ينعكس سلبا على عمله وتصادف هذه الحالة كثيرا في ظروف الاستثمار لأن نظام تبريد الديزل يصمم ويحسب على الظروف والشروط الأصعب (عند الاستطاعة الكاملة للديزل والدرجة الحرارية العظمى للجو المحيط + ٤٥°) . وإذا لم يتم التحكم بإنتاجية المروحة فإن السوائل تتعرض باستمرار للتبريد المفرط .

لذلك يجب المحافظة على حرارة السوائل في مجال مستقر ، بغض النظر عن
عن الحمولة وتغيراتها ، والظروف الجوية وتبدلاتها .

يتم التحكم عادة بطرائق عديدة أبسطها ، غلق فتحات التهوية وفتحها
(أباجورات التهوية) . تشغيل المروحة عند ارتفاع الحرارة فقط ، باستخدام قارئة
هيدروليكية . وتغيير دوران المروحة مرحليا أو بشكل مستمر . وتغيير الخواص
الايروديناميكية للمروحة بتغيير زوايا ميلان زعانفها .

الفصل الرابع

نظم نقل استطاعة الديزل وتحويلها

٦ - أهمية نظم نقل وتحويل استطاعة الديزل وضرورتها :

يقوم الديزل بتحويل الطاقة الكيميائية للوقود الى طاقة ميكانيكية ، وبنتيجة عمله يتولد على محاور عجلات القاطرة عزم محصلة M_k ، يجعلها تدور .
ويساوي :

$$M_k = F_k \frac{D_k}{2}$$

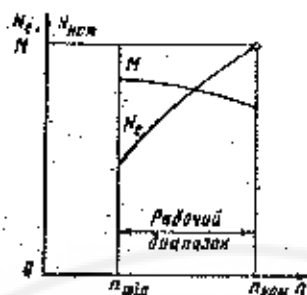
F_k — القوة المحصلة لمجموعة القوى المتولدة في نقاط استناد العجلات على الخط الحديدي وتسمى قوة الجر .

D_k — قطر العجلة .

تتأثر قيمة القوة F_k بعوامل ومؤشرات عديدة منها سرعة الحركة V وتسمى العلاقة بين F_k و V ، خاصية الجر للقاطرة (منحني الجر) .

من المعلوم أن استطاعة الديزل تتناسب طرذا مع عدد دورانه (عند ثبات استهلاك الوقود) . شكل (٤٧) . وتحسب الاستطاعة العظمى المتولدة أساسا بعدد الدوران من جهة وبقيمة الوقود المستهلك من جهة أخرى . أما عزم الديزل فلا يتأثر بعدد الدوران ويمكن عدده ثابتا ومستقرا (عند ثبات استهلاك الوقود) .

يعمل الديزل في المجال المحصور بين عدد الدوران الأصغر n_{min} وعدد الدوران الأعظمي n_{max} . وتساوي n_{max} ٣٥٪ من n_{max} .
— ٧١ —



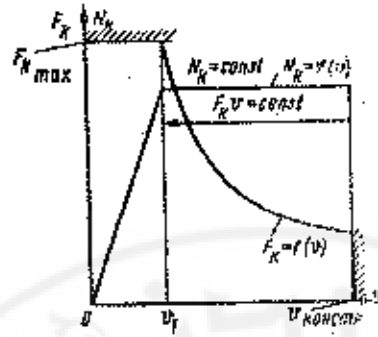
شكل (٤٧)

ولا يسمح بتغيير اتجاه الدوران دون وجود تجهيزات اضافية ضرورية كما يلزم لإقلاعه مصدر آخر للطاقة ، ولا يتم ذلك الا بعد فصل الحمولة عنه . كما أن الاستهلاك النوعي للوقود يصبح أقل ما يمكن فقط عند العمل على النظام الأسمي . وعلى العموم يمكن اتصال عزم الديزل الى محاور العجلات مباشرة ، وذلك بربط عمود الديزل بمحاور العجلات ميكانيكيا (بالمسننات مثلا) . غير أن هذا الربط المقترح غير مؤهل للعمل لعدة أسباب جوهرية . لأن قوة الجر ستكون ثابتة تقريبا ، مهما كانت سرعة الحركة شكل (٤٨) لأن عزم الدوران لا يتأثر بعدد الدوران في هذه الحالة .

وفي الوقت نفسه تتناسب استطاعة القاطرة N_k (عند الوصل المباشر بين الديزل والعجلات) طردا مع سرعة الحركة (عند ثبات القوة F_k) .

$$N_k = F_k \cdot v$$

على هذا الاساس يمكن الحصول على الاستطاعة الاسمية للديزل فقط عند السرعة العظمى ، على الخط المستقيم ، أو عندما تكون كتلة القطار صغيرة ، ولا تستطيع القاطرة المذكورة بحالتها هذه ، الاقلاع بالقطار ولا تطوير سرعتها . وبهذا لا يمكن استخدام القاطرة ذات الوصل المباشر بين الديزل والعجلات عمليا ، أي أن الديزل غير مؤهل لعملية الجر بمفرده .



شكل (٤٨)

- خاصية الجبر المثالية :

يمكن الحصول على الاستطاعة العظمى للديزل وبالتالي للقاطرة عند الدوران الأعظمي لعمود المرفق .

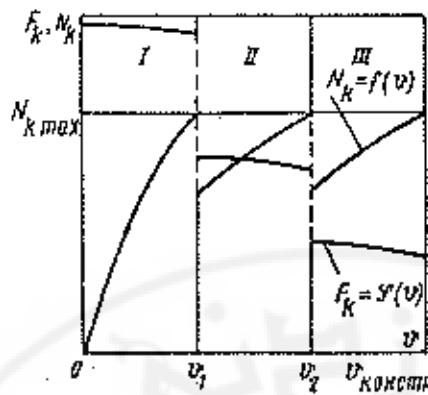
ومن جهة أخرى تتطلب حركة القطار على خط مختلف المقاطع ، تغيير قوة الجبر في مجالات واسعة .

ولاستخدام استطاعة الديزل العظمى والثابتة ضمن المجال الفعلي لحركة القاطرة . يجب أن يكون منحنى الجبر مشابها للقطع الزائد ، إذا كانت N_K ثابتة فإن v ، N_K ثابتة . وهذه علاقة القطع الزائد ، وتسمى الخاصية المثالية للجبر في القاطرة .

تحدد هذه الخاصية قوة الجبر العظمى v_K . المتعلقة شروط التماسك بين المجالات والخط ، والسرعة العظمى $F_{K,max}$

تستخدم الاستطاعة الكاملة للديزل في القاطرة ذات المنحنى المثالي في المجال الفعلي للسرعات المحصور بين v_1 و v_K شكل ٤٩ .

يحقق هذا المنحنى المثالي القوة العظمى اللازمة للاقلاع ، واللازمة لزيادة



شكل (٤٦)

السرعة وتؤمن فرصة الاستفادة التامة من الاستطاعة في مختلف مسارات الخط
الحديدي *

٢ - المتطلبات الضرورية من نظام نقل الاستطاعة :

تستوجب عملية تأهيل الديزل لجر القطارات، تجهيز القاطرة بنظام نقل وتحويل
معين يفصل ما بين الديزل ومحاور العجلات *

يجب أن يتمتع هذا النظام بالقدرة على تغيير قوة الجر وسرعة القاطرة في
مجالات واسعة ، مع المحافظة على استقرار دوران الديزل ، وأن يفسح المجال
للاستفادة من الاستطاعة الكاملة للديزل في مجالات واسعة للسرعة ، وإمكان تغيير
اتجاه حركة القاطرة ، وإقلاع الديزل دون حمولة *

ويجب أن يكون مردود النظام كبيراً في مختلف الظروف ، مع المحافظة على
أبعاد محدودة وكتلة محدودة أيضاً * وأن لا يكون باهظ التكاليف ، وأن يعمل
بوثوقية كافية خلال الاستثمار ، وسهل الصيانة والإصلاح *

٣ - أنواع نظم نقل الاستطاعة :

هناك ثلاثة أنواع رئيسة لنظم نقل الطاقة وتحويلها ، وهي النظم الميكانيكية
والهيدروليكية والكهربائية *

٣-١- النظام الميكانيكي :

يعد أبسط أنواع النظم بتركيبه ، ويتألف من علبة سرعة تركيب بين عمود الديزل والمحاور القائدة للمجلات .

تحتوي علبة السرعة على عدة مراحل للتحويل ، بواسطتها يمكن تغيير نسب التحويل ، وجهة الحركة أيضا . تسمح علبة السرعة باقلاع الديزل بعد فصله عن المحولة (محاور المجلات) ، باستخدام فاصل واصل خاص ، مؤلف من أقراص احتكاكية ، (احتكاكي) أو كهربائي أو هيدروليكي .

يتراوح عدد مراحل علبة السرعة من ثلاثة الى أربعة أو خمسة أحيانا .

يتميز النظام الميكانيكي ببساطة التصميم ، وصغر الحجم والكتلة ، وانخفاض الكلفة ، ومردوده كبير نسبيا (٠.٨٥ - ٠.٩) . غير أنه لا يتمتع بالمنحني المثالي ، وخاصة الجر فيه ، خط متقطع شكل (٤٩) . ولا يؤمن الاستفادة الكاملة من استطاعة الديزل العظمى في الحالات المختلفة . وهذا هو المؤثر السلبي الرئيس الذي يميز هذا النظام عن غيره . كما أن قوة الجر تنخفض الى الصفر عند الانتقال بين المراحل المختلفة ، مما يسبب اجهادات عالية لعناصر النظام .

يستخدم هذا النظام في العربات المتحركة ، وقاطرات المناورة ، وفي القاطرات العاملة في المصانع وغيرها .

٢-٣ النظام الهيدروليكي :

مبدأ العمل : تصل طاقة الديزل بهذا النظام الى محاور العجلات ، بواسطة سائل (زيت) يدور في حجم مغلق، حيث يعطي الديزل دولاب المضخة الهيدروليكي الطاقة ، لانه مرتبط معه ميكانيكيا ، ويعطي الدولاب السائل الموجود فيه الطاقة بشكل ضغط . ومنه يصل السائل الى الدولاب التوربيني الى دولاب المضخة من من جديد . أي الرابطة الميكانيكية بين الديزل ومحاور العجلات غير قاسية . وهذا يقوم النظام الهيدروليكي بتحويل مزدوج للطاقة ، تتحول طاقة الديزل الى السائل ومنه تعود الى محاور الحركة بصورتها الميكانيكية .

يشابه النظام الهيدروليكي مع النظام الكهربائي ، الذين يحول طاقة الديزل الى طاقة كهربائية في المولد الرئيس وتعود الطاقة الكهربائية الى صورتها الميكانيكية بواسطة محركات الحجر الكهربائية ، التي تغذي محاور العجلات .

أي ان حركة الزيت في النظام الهيدروليكي تلعب دور التيار الكهربائي في النظام الكهربائي .

وفي كلتا الحالتين ، تنعدم الوصلة الميكانيكية المباشرة بين عمود الديزل ومحاور القاطرة ، وهذا ما يسهل عمليات التحكم بنسب التحويل بينهم ، حيث يمكن تغيير هذه النسب في مجالات محددة وبشكل انسيابي .

تنقسم النظم الهيدروليكية الى : ستاتيكية (حجمية) ، وديناميكية .

— في النظام الستاتيكي : تنتقل الطاقة بزيادة ضغط السائل المستخدم دون زيادة استهلاكية (جريانه) ، وتكون دواليب المضخة والحركة مكبسية أو روتورية بزعانف . لم تلاق هذه النظم انتشارا على القاطرات بسبب بعض الصعوبات وهي :

— المفاقد الكبيرة في الاحتكاك ه

— التسرب الزائد للزيت عند الضغوط العالية وغيرها .

يستخدم النظام كجهاز مساعد في تدوير المراوح الرئيسة في نظم التبريد وغيرها .

— في النظام الهيدروديناميكي : تستخدم الطاقة الحركية للسائل الدوار . ويتألف النظام من دولاب المضخة ، الذي يعمل على القوة النابذة ، ودولاب توربيني وعناصر أخرى . وهذا ما يؤمن إمكان تغيير سرعة جريان السائل . وتستخدم بعض من هذه النظم على سرعة معينة ، بفرض نقل الطاقة جزئيا أو كليا .

تتميز النظم الهيدروليكية عموما بعدة خواص ايجابية ، وهي صغر أبعادها ، وكثافتها ، وكلفتها المنسوبة الى وحدة الاستطاعة ، وعدم حاجتها الى المعادن الثمينة كالنحاس مثلا وغيره .

لكن مردود هذا النظم منخفض نسبيا ، ويرافقها زيادة في استهلاك الوقود بمقدار ٥٪ تقريبا .

عناصر النظام الهيدروليكي :

يظهر على الشكل (٥٠) مبدأ عمل النظام الهيدروليكي ، حيث يتلقى الدولاب المركزي H (المضخة) الطاقة من الديزل بالمحور ١ ، ويسحب السائل من الانبوب ٤ ويدفعه بالانبوب O الى الدولاب التوربيني القطري T المركب على المحور ٢ . ومن الدولاب الأخير يعود الزيت الى الانبوب ٤ .

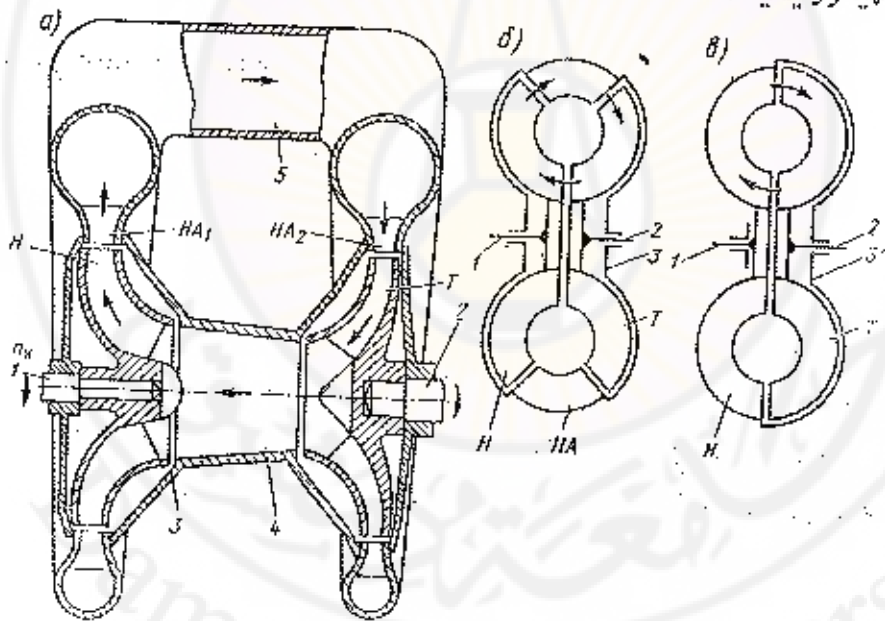
يفقد الزيت عند جريانه في الدارة المغلقة ٤ — T-O-H — ٤ جزءا من طاقته على الاحتكاك ، ويتعلق ذلك بسرعة الجريان وطول الانبوب ونوعية سطوح الجريان ، اضافة لذلك يفقد جزءا من الطاقة عند تغيير اتجاه الحركة وسرعتها .

هذا يعد الى زيادة المقاطع العرضية في المجاري ٥٤ لتخفيض السرعة فيها . ويضاف الموجه والموجه HA₁ في الهيكل ٣ . مما أدى الى ازدياد المردود بشكل

غير أن زيادة سرعة الجريان في الموجه HA_2 ، تعد ضرورية للحصول على طاقة حركية اضافية للسائل .

وبما أن مردود العناصر الهيدروليكية منخفض نسبيا ، فقد جُمع دولاب المضخة ودولاب التوربين في هيكل واحد لا يحتوي على المجاري السابقة بمختلف أشكالها ، وبهذا تم التخلص من ظاهرة الاحتكاك ومفاقيدها ومن المفاقيد الأخرى كذلك تظهر على الشكل ٤٥ دائرة جريان السائل في الفراغ المحصور بين زعانف الدولاب H و T والموجه HA في الهيكل ٣ . مما أدى الى ازدياد المردود بشكل ملحوظ . ويمكن الاستغناء عن الموجه (الدليل) في دائرة الجريان شكل ٤٥ v وعندئذ نحصل على تصميم على تصميم مبسط مؤلف من دولابين فقط .

على هذا الاساس يستخدم النظام الهيدروديناميكي نوعين من العناصر الهيدروليكية :



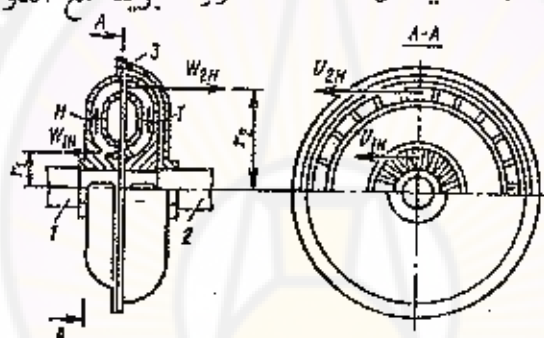
شكل (٥٠)

- المحولات الهيدروليكية ذات الموجه الثابت والدواليب المتحركة .
- الفارسة (الناقلة) الهيدروليكية ، التي ينعقد فيها الموجه .

القارئة الهيدروليكية : يظهر مخطط هذه القارئة على الشكل ٥١ ، تتألف من ثلاثة أجزاء رئيسية ، دولاب المضخة H ، المركب على المحور القائد ١ ، دولاب التوربين T المركب على المحور المقاد ٢ ، يتألف كل دولاب من هيكل خارجي ونواة داخلية متصلتين بالزعانف القطرية ، يمنع الغلاف الخارجي ٣ تسرب الزيت ، ويركب على دولاب المضخة ويدور معه في أثناء العمل .

تتألف دائرة جريان الزيت المغلقة في القارئة من قنوات قصيرة محصورة بين زعانف الدولابين ، وتسلل بالزيت ، الذي يقوم بحركة معقدة بين الزعانف ، ويمكن توضيحها اذا تتبعنا حركة جزئية بسيطة من السائل في ديارته .

عندما تدخل الجزئية الى الدولاب H (قطر r_1) تتحرك بالاتجاه القطري تحت تأثير القوة النابذة وفي الوقت نفسه تدور الجزئية مع الدولاب بسرعة دائرية



شكل (٥١)

تساوي :

$$U_{1H} = \frac{\pi \cdot n_H \cdot r_1}{30}$$

حيث n_H - عدد دوران الدولاب H في الدقيقة .

وعندما تتحرك الجزئية من مدخل الزعانف r_1 الى المخرج r_2 تحاول بقوة العطالة المحافظة على السرعة الدائرية (الماسية) في وضعها الجديد ، لكن سرعة زعانف الدولاب U_{2H} كبيرة جدا .

$$U_{2H} = \frac{\pi \cdot n_H \cdot r_2}{30}$$

• وكان الدولاب بذلك يجرف الجزيئة ويضغط بزعاظه عليها • وتتلقى الجزيئة طاقة ترفع من تسارعها ، وتجعلها تجري بسرعة الزعانف ذاتها ، وتخضع كل جزيئات السائل لنفس التأثير تماماً أي أن الدولاب H يقدم الطاقة الحركية للسائل • ويتحرك السائل في قنوات دولاب التوربين T بصورة معاكسة من المحيط الى المركز • وبحركة السائل الى المركز يفقد سرعته الدائرية ويضغط على زعانف الدولاب T ويعطيه الطاقة اللازمة لدورانه •

تتم الحركة في الدارة المغلقة ، بشرط وجود انزلاق او فرق بين دوران كل من دولاب المضخة H ودولاب التوربين T • في هذه الحالة فقط تستطيع القوى النابذة للسائل في زعانف الدولاب H التغلب على القوى النابذة للزيت في قنوات الدولاب T اضافة الى قوى مقاومة جريان الزيت •

— انزلاق القارنة : S

يساوي نسبة الفرق بين عدد دوران الدولابين ، n_H ، n_T على عدد دورات الدولاب H •

$$S = \frac{n_H - n_H}{n_H} = 1 - \frac{n_H}{n_H} = 1 - 2$$

حيث أن i نسبة التحويل •

$$i = \frac{n_T}{n_K}$$

طالما أن الاستطاعة في القارنة تعطي من دولاب المضخة H الى دولاب التوربين T بواسطة الزيت فان العزم على المحور المقاد يساوي العزم على المحور القائد •

$$M_T = M_H$$

ونظرا لوجود الانزلاق بين دواليب القارئة (تأخر المحور المقود) ، فإن الاستطاعة الواردة الى القارئة (المحور القائد) هي دائما أكبر من الاستطاعة الحاصلة على المحور المقادة .

ويساوي مردود القارئة ما يلي :

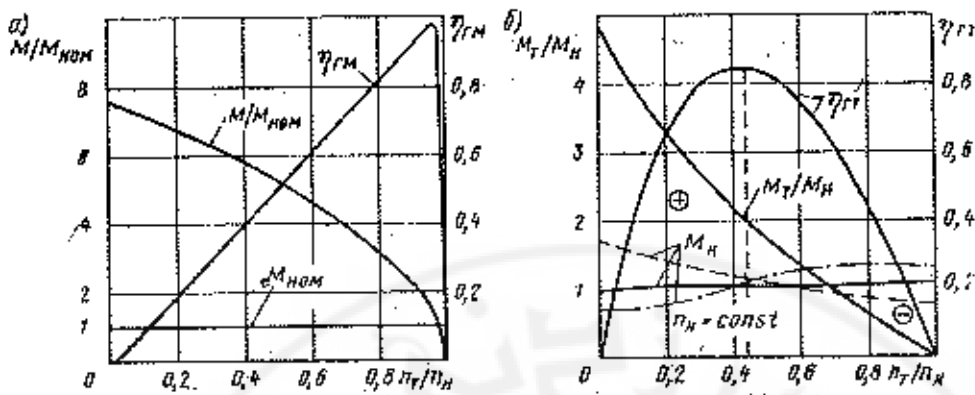
$$\eta_H = \frac{N_T}{N_H} = \frac{M_T \cdot n_T}{M_H \cdot n_H} = \frac{n_T}{n_H} = 1 ; \quad \text{و}$$

ومنها نرى ، أن مردود القارئة يزداد بزيادة دوران المحور المقاد n_T (عند ثبات n_H) .

— خواص القارئة : (العلاقة بين مردودها والنسبة i) تظهر على الشكل ٥٥٢ . بشكل خط مستقيم ، يمر نظريا من النقطة ($n = 1$ ، $L = 1$) لكن عمل القارئة عندما تكون $n_T = n_H$ ، $S = 0$ غير ممكن كما ذكرنا .

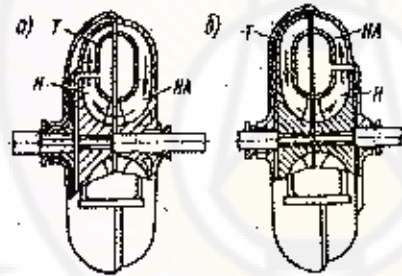
وبسبب زيادة الضغط المعاكس الحاصل في التوربين ، وزيادة الفاقد خلال نظام العمل المطابق . ينخفض المردود والعزم في القارئة بشكل حاد . (في المجال المحصور بين $0,97 = 0,98 \geq i$ ، عندما تكون $i = 1,0$ يصبح المردود مساويا للصفر (القارئة لا تنقل العزم) . ومن خواص القارئة أيضا ، علاقة العزم بنسبة التحويل i . يظهر من الشكل السابق أن العزم يزداد بزيادة الانزلاق S (انخفاض قيمة i) عندما تكون n_H ثابتة .

على هذا الأساس تتمتع القارئة بقدرتها على تخفيف الحملات ، والاهتزازات الحاصلة في نظام النقل بكامله .



شكل (٥٢)

وتستطيع القارئة تأمين اقلاع الديزل ، في حالة سكون المحور المقاد • و يبلغ
مردود القارئة في نظام الدوران الاسمي للمحور القائد (٠.٩٦ - ٠.٩٧) •
المحول الهيدروليكي : شكل (٥٣) •



شكل (٥٣)

يتألف المحول الهيدروليكي : من الدولابين H و T والعنصر الثابت الذي
يسمى الموجه (الدليل) المؤلف من زعنبتين أيضا • يغير الموجه اتجاه حركة الزيت •
ويثبت زاوية دخوله الى زعانف دولاب المضخة H ، أي أن شروط غسل زعانف
الموجه لا تتغير بتغيير نظام عمل دولاب التوربين T • وهذا ما يسمح بتحويل العزم
من قبل المحول نفسه طالما أن العزم على كل محور يتناسب طرذا مع الاستطاعة

وعكسا مع عدد الدوران فإن عزم دولاب التوربين يجب ان يزداد عندما تثبت استطاعته وينخفض عدد دورانه والعكس بالعكس .

يثبت الموجه في دائرة جريان الزيت أمام دولاب المضخة H شكل ٥٥٣ أو أمام دولاب التوربين ٥٥٣ . ويسمى المحول نوعا أول في الحالة الأولى ونوعا ثانيا في الحالة الثانية . ويسكن لدولاب التوربين الأول الدوران باتجاه دوران الدولاب H فقط ، ويستطيع الدوران في أي اتجاه في الحالة الثانية (النوع الثاني) تبعا لوضع زعانف الموجه . ولا تختلف مهمة الموجه في كلتا الحالتين .

يتحول الضغط الستاتيكي الى طاقة حركية بتغير سرعة تيار الزيت واتجاهه على الزعانف الثابتة للموجه . وبما أن الموجه يتلقى ردود أفعال القوى (القوى العكسية) ، فعندما يتغير نظام عمل دولاب التوربين يؤثر عليه عزم متغير بانقسيمة والاتجاه يتلقاه الهيكل الثابت ، وتتبع اشارة العزم اتجاه حركة السائل على زعانف الموجه ويساوي عزم دولاب التوربين :

$$M_T = M_H \pm M_{HA}$$

وذلك انطلاقا من قانون التوازن .

تظهر على الشكل ٥٥٣ b السابق مجالات نسب التحويل التي يكون فيها العزم على الموجه موجبا أو سالبا .

إذا كان الموجه أمام مدخل الدولاب T ، فإنه يضيف الى العزم نسبة اكبر بالمقارنة مع عزم المحور القائد . وإذا كان الموجه أمام الدولاب H فإن العزم العكسي (على الموجه) ينضم الى العزم الحاصل في انسائل في الدولاب H ويؤدي أيضا الى زيادة العزم على الدولاب T ، وهكذا يتحول عزم وعدد دوران الدولاب T مع ثبات عزم وعدد دوران المحور القائد H .
تسمى نسبة العزم معامل تحويل العزم K ويساوي :

$$K = \frac{M_T}{M_H}$$

يساوي المعامل K قيمة لا نهائية نظريا عندما يكون الدولاب T ساكنا • ولكن المفايد تكون كبيرة في هذه الحالة ، لهذا يأخذ للمعامل K قيمة محدودة •

$$n_T = 0 \longrightarrow n = 4 \div 5$$

عندما تزداد قيمة n_T ، تنخفض قيمة المعامل K للعلاقة ، شكل ٥٣ b . وهكذا يستخدم المحول الهيدروليكي ليس فقط لنقل وتحويل الاستطاعة بين المحاور ، انما لتغيير اتجاه العزم على المحور المقاد تبعا لعدد دورانه (عند ثبات استطاعة الدريل ودورانه) تتطابق هذه الصفة مع متطلبات خاصية الجر في القاطرة •

ويساوي مردود المحول الهيدروليكي نسبة استطاعة الدولاب التوريشي على استطاعة دولاب المضخة كما في القارنة الهيدروليكية •

$$\eta = \frac{N_T}{N_H} = \frac{M_T \cdot n_T}{M_H \cdot n_H} = K \cdot i ;$$

وتعبر نسبة التحويل في المحول من الصفر الى الواحد ، ويصبح المردود أعظما خلال قيمة وحيدة لـ $i_p = \frac{n_T}{n_H}$ وتسمى القيمة الحسابية ، (انظر الشكل ٥٣ b) •

يجري الزيت في دارته القصيرة في نظام العمل هذا ، بشكل سلس ودون حدوث ضربات وبأقل المفايد •

وعندما نبتعد عن النظام الحسابي هذا في كلا الاتجاهين ، تظهر الضربات الهيدروليكية وذلك عند الانتقال من دولاب الى آخر • وكلما زاد الابتعاد زادت المفايد الحاصلة عن هذه الضربات ، وقل المردود •

تحدد جودة المحول من شكل منحنى المردود بالنسبة لنسبة التحويل i وكلما كانت المنطقة المجاورة للنقطة الحسائية أكبر كلما كان المحول أكثر تطوراً (شكل ٥٣ b) . إذا كان عزم دولاب المضخة H في المحول لا يتأثر بعزم الدولاب T وعدد دورانه فإن الحملية الخارجية المتغيرة لا تؤثر في حمولة الديزل . ويبقى العزم M_H ثابتاً عملياً في كل المجالات التي يتغير فيها العزم M_T . وتسمى هذه الصفة (العدم الشفافية) ويسمى المحول عندئذ بهذه الصفة . شكل (٥٣) b - الخط المستقيم .

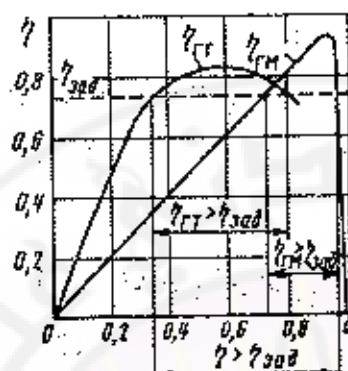
المحول الشفاف هو المحول الذي يتغير العزم M_H فيه عندما يتغير n_T (شكل ٥٣ b - الخط المنقطع) .

وتعد المحولات الهيدروليكية المستخدمة في قاطرات الديزل ذات شفافية معينة ضرورية لكي تتوافق خواص الديزل مع خواص النظام الهيدروليكي .
بنية النظم الهيدروليكية :

إن العناصر الهيدروليكية (المحول ، القارة) لا تستطيع بمفردها تأمين مجالاً اقتصادياً مناسباً للعمل . وكلاهما لا يصلح بمفرده لتشكيل نظام متكامل لنقل الطاقة إلى العجلات ، ويؤدي استخدام عنصران منهما مع بعض إلى زيادة المجال الاقتصادي المناسب للعمل وزيادة المردود أيضاً .

يبين الشكل ٥٤ أنه باستخدام محول وقارة هيدروليكية معاً يصبح مجال نسب التحويل أكبر من السابق ويصبح المردود أكبر أيضاً عندما يستخدم كل منهما على حدة . تتألف النظم الهيدروليكية على القاطرة من عدة عناصر لا تقل عن ثلاثة تنوزع على الشكل التالي : محولان + قارة ، محول + قارتان ، ثلاثة محولات . عندما نستخدم محولين ، يحسب أحدهما على العمل في حالة الاقلاع وحالات السرعة البطيئة ، حيث يتطلب الأمر زيادة في عملية تحويل العزم ويستخدم المحول الآخر عند السرعات المتوسطة والعالية .

تستخدم بعض النظم محولات عديدة المراحل لحالات الانقلاع وتتألف من دولابين توربينين أو أكثر وعدة موجهات ، ويتولد العزم في هذه المحولات على دوليب التوربين بالتساوي فيما بينها .



شكل (٥٤)

تصمم مراحل المحول على نسبة تحويل منخفضة $i = 0.3 \div 0.45$ وتميز بارتفاع معامل التحويل - عندما تكون $i = 0$ يظهر على الشكل (٥٥) مخطط عام لنظام هيدروليكي (لقاطرة استطاعتها ٨٨٠ ك واط) مؤلف من محولين وقارئة وتوابعها .
ويظهر على الشكل (٥٦) مخطط ثانٍ لنظام آخر مؤلف من قارئة واحدة ومحولين .

١ - السوائل المستخدمة في النظم الهيدروليكية :

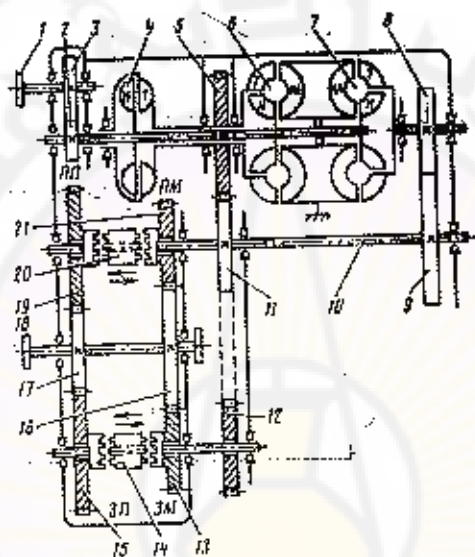
يمكن استخدام الماء والزيت نظريا في هذه النظم ، حيث يستخدم الماء في النظم الثابتة الضخمة ، أما في حالة وسائط النقل (القاطرات وغيرها) . يعد الزيت أفضل السوائل استخداما . رغم أنه يتطلب زيادة في أبعاد النظام الضروري بسبب كثافته المنخفضة . يتمتع الزيت بالخواص الايجابية التالية :

١ - يؤمن الزيت تزييت الاجزاء المتحركة (عند استخدام الماء نحتاج الى نظام تزييت) .

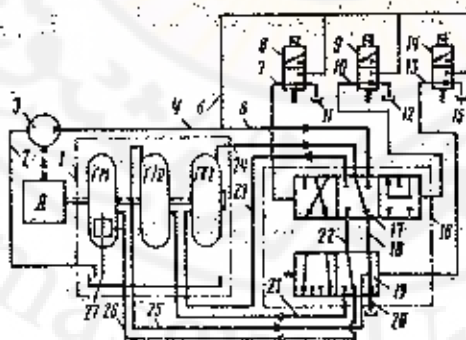
٢ - درجة حرارة تبخر الزيت أعلى مما هي عليه في الماء .

نكن بما أن السعة الحرارية للزيت أصغر من السعة الحرارية للماء بمرتين ،
تتولد ضرورة إيجاد نظام تبريد خارجي للزيت المستخدم .

تستخدم في القاطرات عادة ، زيوت معدنية ، تحتوي على إضافات مضادة
الأكسدة وغيرها بغية تحسين مواصفاتها الكيميائية والاستثمارية .



شكل (٥٥)



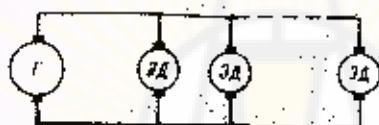
شكل (٥٦)

$$\eta = \frac{u - I_r \cdot R_r}{C \cdot \phi}$$

٣-٣ النظام الكهربائي لنقل استطاعة الديزل :

تستخدم ثلاثة أنواع من النظم الكهربائية على القاطرات وهي :

١ - النظام الكهربائي ذو التيار المستمر شكل (٥٧) ويتألف من آلات كهربائية تعمل بالتيار المستمر وهي :

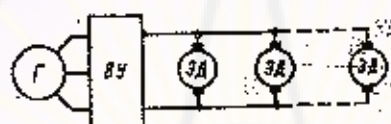


شكل (٥٧)

المولد الرئيس R والمحركات الكهربائية (محركات الجر) ED ، يتميز هذا النظام ببساطته ولا يتطلب عناصر إضافية بين الآلات الكهربائية ، وله مردود كبير ، ويمكن التحكم بعمله بشكل جيد غير أنه بزيادة استطاعة الديزل تنخفض جودة عمل المولد الرئيس ، ولهذا يفضل استخدام هذا النظام عندما تكون استطاعة الديزل أقل من ٢٢٠٠ ك.و.واط .

في النظام الكهربائي المختلط ، العامل بالتيار المتناوب في المستمر : شكل (٥٨) ويتألف من منوبة كهربائية r متوافقة تعمل بالتيار المتناوب ، ومحركات جبر كهربائية ED تعمل بالتيار المستمر ، ويحتوي على صندوق تقويم التيار المتناوب بين المنوبة والمحركات By . مما يؤدي إلى انخفاض المردود العام . غير أن جودة عمل المنوبة تعوض هذا الانخفاض الناتج عن صندوق تقويم التيار . يستخدم هذا النظام عندما تكون الاستطاعة مخصصة بين ١٥٠٠ - ٤٤٠٠ ك. واط .

وبارتفاع استطاعة الديزل ، يصبح عمل المحركات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر قاصراً عن تلبية الحاجة الضرورية لهذا يستخدم النظام الكهربائي العامل بالتيار المتناوب .

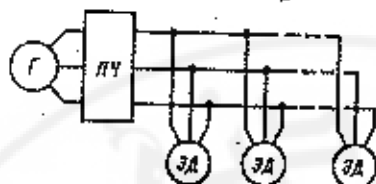


شكل (٥٨) - النظام المختلط

يظهر على الشكل (٥٩) مخطط ربط الآلات الكهربائية العاملة بالتيار المتناوب وحتى تعمل هذه الآلات الكهربائية (المحركات) بشكل طبيعي ، يجب التحكم بجهد وتوتر التيار المتناوب في آن واحد . ولهذا الغرض يوضع ما بين المنوبة والمحركات ، منظم التوتر . يستخدم هذا النظام ، عندما تزداد الاستطاعة على ٤٤٠٠ ك. واط . عندما يكون دوران الديزل ثابتاً وحركة القاطرة مستقرة ، يرتبط عدد دوران المنوبة n بالجهد الكهربائي U على أقطابها ، وبالتدفق المغناطيسي Φ

ولا يتأثر عدد دوران الديزل ،

حيث R_r ، I_r - شدة التيار والمقاومة في دائرة قلب المولد (الروتور) ، C_e - ثابت
وتستخدم تجهيزات اضافية خاصة للتحكم بعمل المنوبة وتنظيمه وكذلك يعمل
المحركات الكهربائية ، بحيث نستطيع الاستفادة من كامل الاستطاعة .



شكل (٥٩)

تنظيم عمل المنوبة :
تساوي استطاعة الديزل كما يلي :

$$N_e = \frac{N_R}{\eta_R} + N_B$$

حيث η_R ، N_R - استطاعة المنوبة ومردودها .

N_B - الاستطاعة المستهلكة على التجهيزات المساعدة على الديزل
(المضخات ، مراوح التبريد وغيرها) .

وعندما يكون دوران الديزل ثابتاً ، تعتبر N_B ، η_R ثابتة أيضاً عندئذ يكون

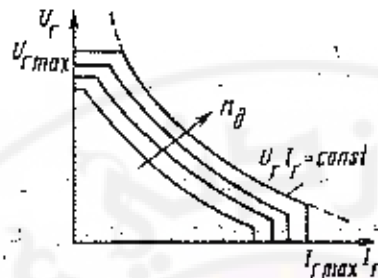
$$N_R = (N_e - N_B) \eta_R = U_R \cdot I_R = \text{Const}$$

وهذه تسمى الخاصية الخارجية للمنوبة ، شكل (٦٠) ، التي يحددها الجهد

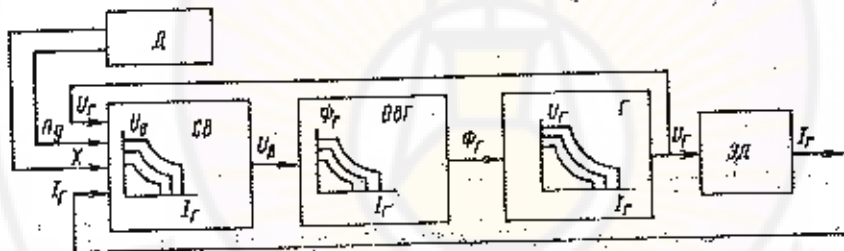
الاعظمي $U_{R \max}$ ، والتيار الاعظمي $I_{R \max}$

ومن المعلوم أن كل المولدات الرئيسة العاملة بالتيار المستمر (ذات التحريض

المستقل ، والمنفرد ، والمتسلسل والمختلط) لا تتمتع بمزايا هذه الخاصية الخارجية .
 وحتى الخاصية الفعلية للمنوبة تختلف بعض الشيء عن الخاصية (النظرية) التي
 ذكرنا .



شكل (٦٠)



شكل (٦١)

لهذا السبب ، تستخدم المولدات محرض خاص CB شكل (٦١) ، تصله
 اشارات عن الجهد U_R والتيار I_R في المنوبة R .
 يصل جهد المحرض U_B إلى وشيعة تعريض المنوبة OBR . ويحدث
 التغيير اللازم في التدفق المغناطيسي ϕ_R وفي جهد المنوبة U_R .

خلال عمل القاطرة ، لا تلزمها دائما الاستطاعة الكاملة للديزل (قطار محدود الكتلة ، طريق منحدر وغيره) . في هذه الحالات يمكن تخفيض استطاعة الديزل بتغيير عدد دورانه n_D ، حيث أن لكل قيمة لـ n_D استطاعة معينة ، يكون فيها المردود أعظمي .

ولهذا يجب على دارة تحريض المنوبة ، المحافظة على استقرار استطاعتها (عند الحمولة الجزئية) المطابقة لنظام العمل الاقتصادي للديزل شكل (٦٠) ويحدث التغير في استطاعة المنوبة ، عندما يتغير دوران الديزل n_D واستطاعته .
 ورود إشارة عن n_D الى المحرض ، وتُحصل بالنتيجة على مجموعة منحنيات شكل (٦٠) على مخرج المحرض أو على مخرج المنوبة نفسها .

هذا اذا كانت استطاعة المنوبة مستقرة ومساوية استطاعة الديزل . لكن في الواقع ، تغير استطاعة الديزل والمنوبة ، حتى عند بقاء دوران الديزل ثابتا ، لان استطاعة الديزل ترتبط بالشروط الجوية (حرارة الهواء عوضه) .

اضافة لذلك ، ان الاستطاعة المستهلكة في التجهيزات المساعدة في القاطرة يمكن أن تتغير . وتغير قيمة الاستطاعة الواردة الى المنوبة والتي تسمى الاستطاعة الخالصة . وتغير استطاعة المنوبة طبقا لدرجة حرارة وشيعة التحريض OBR وغيرها . لهذه الاسباب ، يجب ادخال إشارة اخرى الى المحرض CB ، تتناسب مع الاستطاعة الخالصة للديزل .

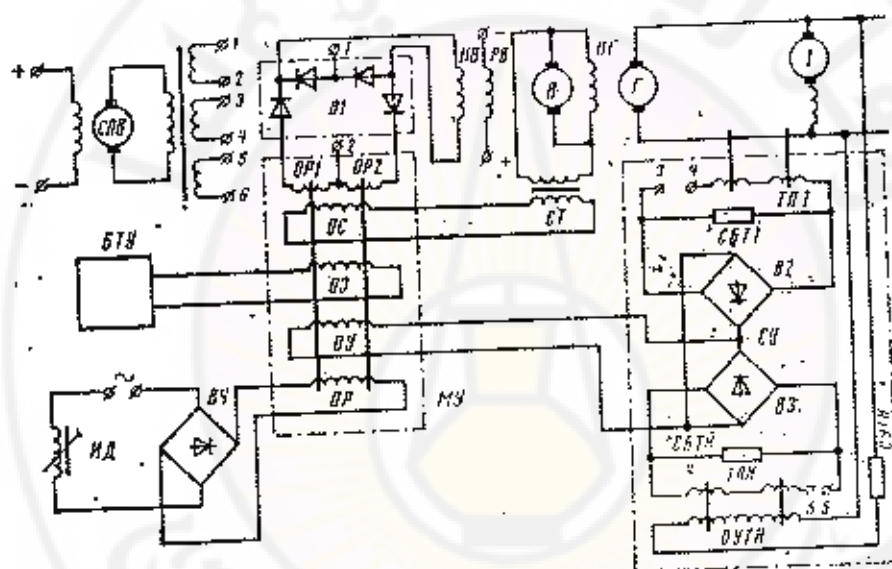
ويقوم المحرض من جهته بمعالجة الاشارة المختلفة الواردة اليه ويؤمن الدعم المستمر لتحقيق العلاقة السابقة :

$$N_e = \frac{N_R}{\eta_R} + N_B$$

أي أن المحرض وتوابعه هو الذي يقوم بالتحكم في عمل المنوبة وتنظيمه .
وتصنع المحرضات على مبدئين أساسيين إما باختيار تصميم مناسب للحقول
المغناطيسية ومخطط التحريض ، أو باختيار مؤشرات وعوامل مخطط الربط بين
التجهيزات المختلفة .

تحريره: المولد الرئيسي :

يظهر على الشكل (٦٢) وشيعة تحريض المولد HR والتي يغذيها المحرض B بالتتابع المستمر .



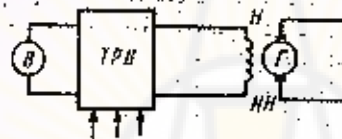
شکل (۶۴).

والمعرض مولد يعمل بالتيار المستمر ، تتوضع على أقطابه الرئيسة وشيعتان P_B, H_B ، ترتبط الاولى بالمقوى المغناطيسي وترتبط الثانية بالمولد المساعد، وبحيث تتجه القوى المغناطيسية في الوشيعتين باتجاهين متعاكسين .

يتألف المقوي الفسفاطيسي My من وشيعتين عاملتين OP_1 ، OP_2 وأزبريم

وشائع للتنظيم op ، oz ، oy تتلقى الاشارات المختلفة من اجزاء النظام الكهربائي وتعالجها وتصدر الاوامر المناسبة .

يظهر على الشكل (٦٣) مخطط تحريض من نوع آخر يعتمد على التريسترات المختلفة . ويتألف من معرض (مولد متواقت) ترتبط وشائع التحريض HH ، H فيه من خلال منظم جانبي آخر TPB يتلقى الاشارات عن تيار المولد الرئيس وعن عدد دوران الديزل واستطاعته ، ويعطي بالنتيجة الخواص الضرورية للمولد الرئيس .



شكل (٦٣)

تنظيم حمل المحركات الكهربائية :

يساوي عدد دوران المحركات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر كما يلي:

$$n_d = \frac{U_d - I_r R_r}{C_e \cdot \phi}$$

حيث U_d جهد المحرك .

• R_p ، I_r - التيار المار في قلب المحرك (الروتور) ومقاومته .

• ϕ - التدفق المغناطيسي .

• C_e - ثابت المحرك .

نرى في هذه العلاقة أنه يمكن تغيير دوران المحرك بتغيير الجهد ، أو التدفق المغناطيسي أو المقاومة ، وتستخدم عمليا طريقة الجهد والتدفق المغناطيسي فقط .

- طرائق تنظيم الجهد : يمكن تغيير جهد المحرك ، بتغيير التدفق المغناطيسي في المولد الرئيس أو استبدال مخطط ربط المحركات نفسها . عندما ترتبط المحركات على التسلسل ، يتلقى كل منها جهدا مساويا U_d .

$$U_d = \frac{U_R}{m}$$

• U_R - جهد المولد الرئيس .

• U_d - جهد المحرك الكهربائي .

• m - عدد المحركات .

فإذا انتقلنا إلى الربط المختلف ، (مثلا إذا كان لدينا ٤ أربعة محركات يمكن ربطها بثلاث مخططات مختلفة وهي) :

- الربط المتسلسل - الربط المتوازي (المتفرع) - الربط المختلط (مجموعتان) متوازيتان في كل مجموعة يوجد محركان .

إذا كان عدد المحركات ستة يمكن ربطها بأربعة مخططات مختلفة وهكذا .

- طرق تنظيم التدفق المغناطيسي :

عند استخدام التحريض التسلسلي في المحركات ، يتغير التدفق المغناطيسي

بتغير تيار القلب الدوار (الروتور) ، وهذا يقود عمليا إلى التنظيم الذاتي ، لهذا
يستخدم هذا التحريض كثيرا في المحركات .

ونستخدم طرائق تخفيض التدفق المغناطيسي (بتخفيض تيار التحريض) في
المحركات كثيرا وتحسب درجة التخفيض كما يلي :

$$\alpha = \frac{F_o}{F_n}$$

حيث F_o - القوة المغناطيسية لشعبة التحريض بعد التخفيض .

F_n - القوة المغناطيسية لشعبة التحريض الكاملة (تحريضا كاملا) .

وتحدد درجة تخفيض التدفق المغناطيسي من جودة عمل المجمع النحاسي على
المحرك . ويتم تنظيم التدفق المغناطيسي بفضل استخدام عدد من مفاتيح وشائع
التحريض أو يربط مقاومات كهربائية إضافية على التفرع (التوازي) مع وشعبة
التحريض ، لكن الطريقة الأولى أكثر تعقيدا والثانية أكثر استخداما .

$$\alpha = \frac{F_o}{F_n} = \frac{W \cdot I_B}{W \cdot I_r} = \frac{I_B}{I_r}$$

حيث W - عدد لفات وشعبة التحريض .

I_r - تيار الروتور .

I_B - تيار التحريض .

w — عدد لفات وشيعة التحريض *

أو

$$a = \frac{R_h}{R_h + R_B}$$

حيث أن :

R_h — المقاومة الاضافية الموازية (المتفرعة) .

R_B — مقاومة وشيعة التحريض الاساسية *



الفصل الخامس

الآلات الكهربائية والمدخرات

الآلات الكهربائية المستخدمة على القاطرات :

وهي المولدات الرئيسة ، محركات الجر الكهربائية ، المولدات المساعدة ، المولد - المقلع ، المحرّضات ومحركات كهربائية اضافية أخرى تستخدم لتشغيل المضخات والضواغط والمراوح وغيرها . تعد المولدات الرئيسة ومحركات الجر الآلات الكهربائية الرئيسة وتعد الآلات الأخرى مساعدة .

تختلف الآلات الكهربائية في القاطرات عن الآلات الكهربائية العادية بتصميمها وخواصها ونظام عملها ، وتعطي استطاعة نسبية كبيرة (نسبة لوحدة الكتلة ووحدة الحجم) ، وتعمل بشكل جيد وموثوق في ظروف الاهتزازات العالية والحمولات الميكانيكية المختلفة ، وتستمر في مختلف الظروف المناخية (درجة الحرارة من -٥٠ الى +٥٠ م) . تتميز هذه الآلات بالمتانة الكافية والجودة الوثوقية وتحمل اجهادات استثنائية مرتفعة لبعض الوقت .

وتحتاج هذه الآلات الى تبريد هوائي مكثف وتحتوي على وشائع متعددة المسارات وتحمل الطبقات العازلة فيها الحرارة العالمية والرطوبة وتأثير الهواء الملوث وغيرها . تنفس الوشائع بعد تركيبها في حوض من الصنع الخاص لزيادة مقاومتها للظروف المختلفة .

تصنع مجمعات الآلات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر من صفائح نحاسية مضافا اليها الكاديوم والفضة ، وتحمل قساوة عالية تصل الى ١٠٠٠ وحدة HB تعلق الفحمات بشكل جيد لمنع انجرافها أثناء الدوران وحتى لا تصطدم بالمجمعات

في أثناء التأثيرات الدينامية القوية، وبخاصة في محركات الجر • وتضغط على المجمعات باستمرار وبقوة مناسبة •

تبرد الآلات الكهربائية بطرائق متعددة • منها الطريقة الذاتية (الآلات الصغيرة) • أو بتيار هوائي صادر عن مروحة مركبة على روتر هذه الآلات ، أو عن مروحة منفصلة عن هيكل هذه الآلات •

٢ - المولدات الرئيسية :

١ - المولدات الرئيسية : تحول طاقة الديزل الى طاقة كهربائية ، وتمتد المحركات الكهربائية بها مباشرة أو من خلال قلب تقويم التيار • وتستخدم المولدات الرئيسية العاملة بالتيار المستمر في عملية اقلاع الديزل ، حيث تعمل حينئذ كمحرك كهربائي يستمد الطاقة الكهربائية من المدخرات •

أهم خواص ومواصفات المولد الرئيس هي :

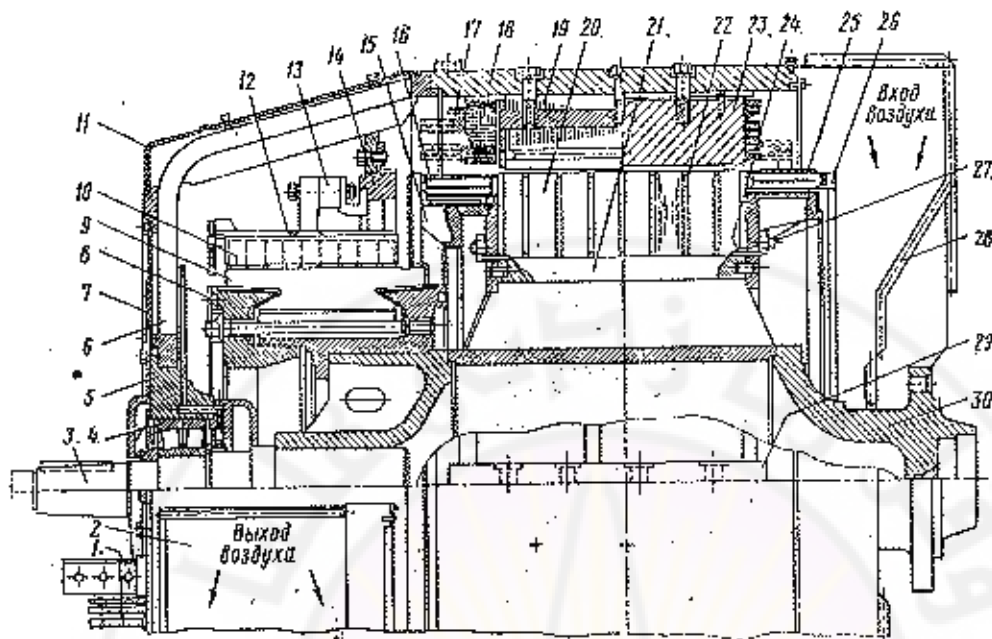
١ - الاستطاعة الاسمية - نوع التيار ، الأبعاد الهندسية - نظام التبريد وغيرها •

٢ - المولد الرئيس العامل بالتيار المستمر : يظهر على الشكل (٦٤) •

وهو آلة كهربائية مؤلفة من عشرة أقطاب ، ودائرة تحريض مستقلة ، وتبريد مستقل • تتكون من روتر ، نظام مغناطيسي ، غطاء أمامي يحتوي على مدرجة ، فحسات وتوابعها أغشية حماية قابلة للفك والتركيب ، ومجرى لتيار الهواء المبرد •

يتألف الروتر من ٢١ من جسم مضلع ملحوم له محور برأس مخروطي من الامام ٣ • ومربط ٣٠ في الطرف الاخر لوصله بعمود الديزل •

يستند الروتر من الامام على مدرجة كروية ٤ ويستند من الخلف الى عمود الديزل بواسطة قارنة •



شكل (٦٦)

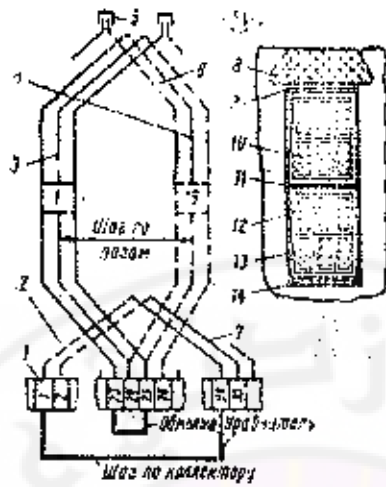
تتفصل صفائح الروتر ٢٠ عن بعضها ، وتؤلف قنوات قطرية يجري فيها هواء التبريد ٢٢ وتثبت على اضلاع الجسم ٢١ .

يتألف المجمع من صفائح نحاسية ٩ ، معزول بعضها عن بعض ، وعن الجسم ، بصفائح عازلة ١٥ تمنع حدوث دارات كهربائية قصيرة .

تتصل الفروع الفردية لوشيعه الروتر ١٦ (ثنائية المسار) مع الصفائح النحاسية الفردية (٣-١) (٥-٣) (٧-٥) وتتصل الفروع الزوجية مع الصفائح الزوجية (٤-٢) (٦-٤) (٨-٦) في المجمع .

يظهر على الشكل (٦٥) مخطط الوشيعه وتوضعها وكيفية تثبيتها في أخاديد الروتر .

وتعطس الوشيعه بالضغط العازل الخاص وتجفف ، بعد أن توضع في مكانها . وتثبت أجزاؤها الطرفية الجانبية بحاضن زجاجي ٢٥ .

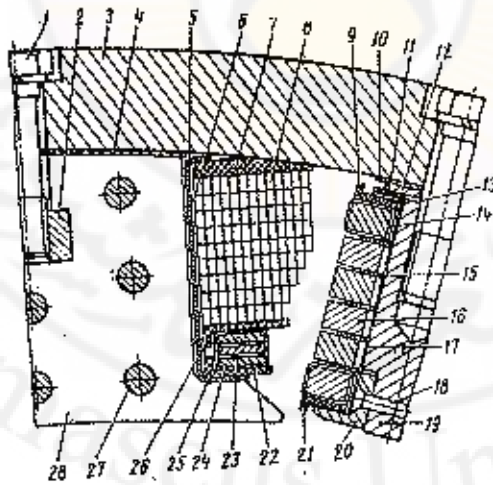


شكل (٦٥)

يوازن روتر المولد دينامياً ، بإضافة الاثقال ٨ في أخاديد مخروط المجمع ، وعلى حلقة الضغط الخلفية للروتور .

يتألف نظام المغناطيس من جسم ناقل للمغناطيس ١٨ ، أقطاب رئيسية ١٩ وإضافية ٢٣ ، وصلات بين الوشائع ١٧ ونهايات الوشائع . يصنع الجسم من صفائح فولاذية مسيكة .

يظهر على الشكل (٦٦) بنية الاقطاب الرئيسية والإضافية .



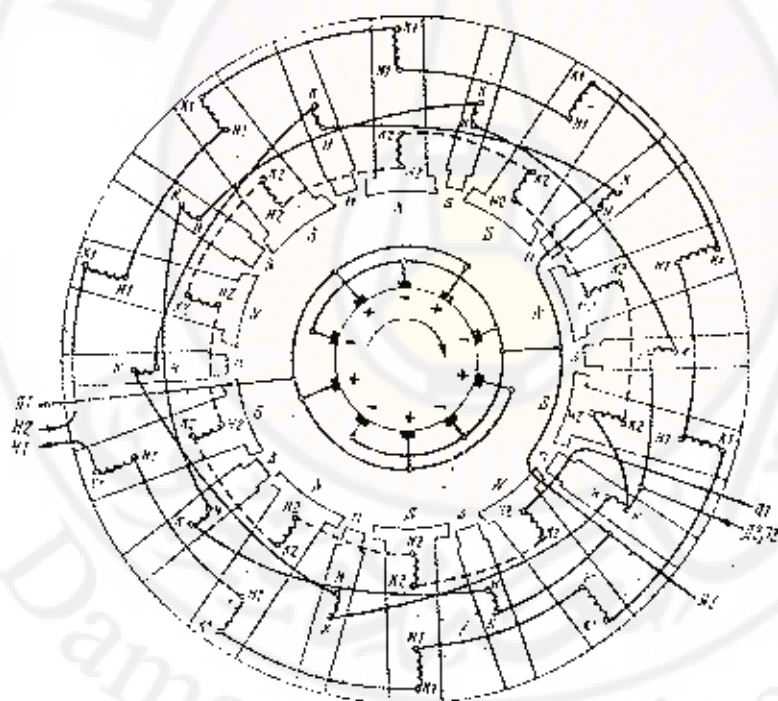
شكل (٦٦)

يتألف القطب الرئيس من القلب ٢٨ المؤلف من صفائح فولاذية مشدودة بالبراغي ٧ ويوجد في وسط القلب قضيب فولاذي ٢ ، مثقوب تحت البراغي ١ ، التي تثبت القطب في الجسم ٠٣ على كل قلب توجد وشيعة التحريض المستقل (٨) ، ووشيعة الاقلاع ٢٤ مجمعتان ضمن الاطار ٥ والعازل ٦ .

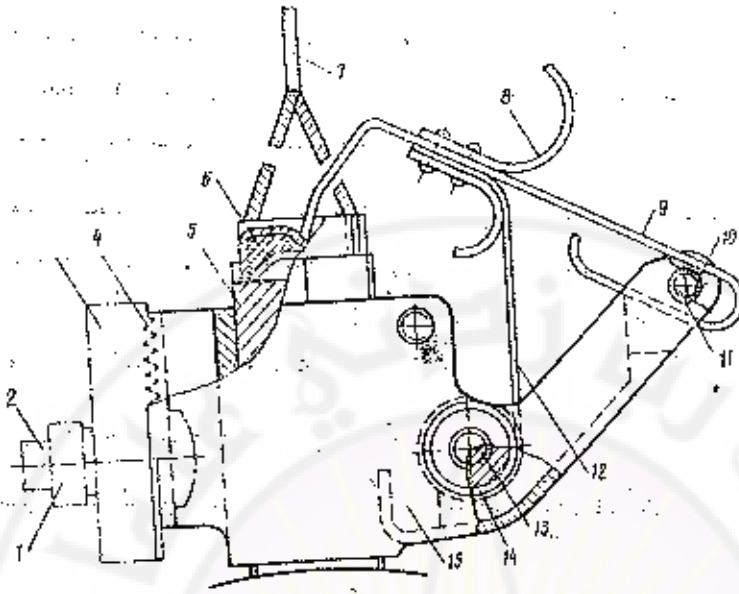
تألف الاقطاب الاضافية (الثانوية) من قلب ١٩ مؤلف من صفائح فولاذية سميكة معزولة ١٧ ، تستند الوشيعة ١٦ الى المثلث ٢٠ وتثبت باللسان ١٢ والنابض ١١ ، ويوجد بين اللسان والقلب رقائق غير ممغنطة ١٣ ، ترفع مقدار الفراغ الموجود في دائرة القطب المغناطيسية .

تغطس الاقطاب في ضمع عازل كهربائيا .

توصل الوشائع وترقم نهاياتها ، حسب المخطط المبين في الشكل (٦٧) يحمل



شكل (٦٧)



شكل (٦٨)

الغلاف الجانبي ٦ الروتر والفحمت ويغلق الفراغ الداخلي للمولد من جهة المجمع •
تفك المدرجات ٤ عند تبديلها ، بفك الجلبة ٥ ، المثبتة ببراعيها دون الحاجة الى
فك المولد ذاته •

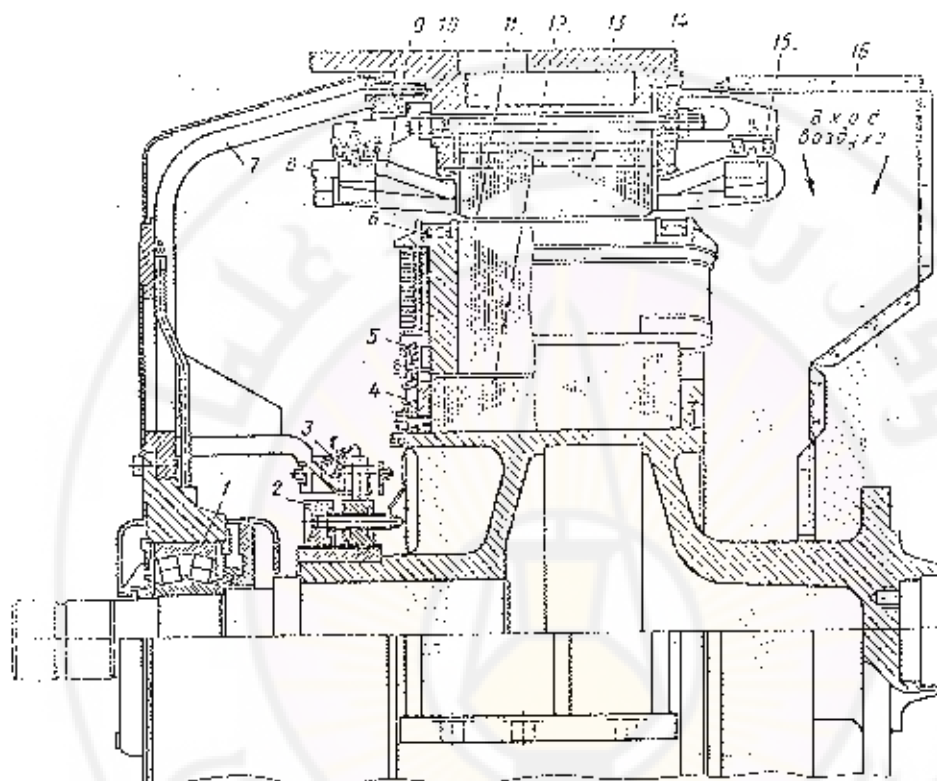
• يظهر على الشكل ٦٨ حامل الفحمت •

يجري تيار الهواء في المجرى ٢٨، الذي يغلق جوف المولد من جهة عمود الديزل،
ويتصل بمجاري مراوح التبريد ، بفتحات علوية ، ويمر تيار الهواء داخل المولد
بمجرئين :

- الاول : يمر خلال جسم الروتر (القنوات القطرية الواقعة في قلب
الروتر) ويمر جزئيا فوق المجمع النحاسي •
- الثاني : يمر خلال الدارة المغناطيسية الى الحجرة الواقعة في أعلى المجمع •

ويُتَّحَد المجريين على المخرج من خلال النافذة ٢ الواقعة في الغطاء السفلي للمدرجة .

٢- المنوبة الكهربائية المتوافقة : شكل (٦٩) :



شكل (٦٩)

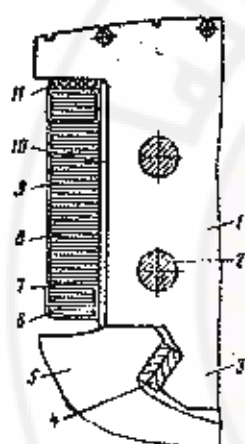
تتميز المنوبة الكهربائية بالاقطاب المتباعدة الواقعة على الروتر ، وتتميز بالتحريض المستقل والتبريد المستقل أيضا . وتتألف من الثابت (ستاتر) والمتحرك (الروتر) ، الغلاف الجانبي والمدرجة ، الاغطية ، حوامل الفحسات ومجرى هواء التبريد . يتوضع الثابت في الهيكل ١٠ مع الاقطاب ، وله قلب محوري ١٣ فيه أخاديد كثيرة ، تحتوي على الوشعة الموجبة ٩ .

وتختلف بنيته بطريقة توضع الاخاديد الواقعة على الدائرة الداخلية ، وبشكل قنوات التبريد المحورية الطولية .

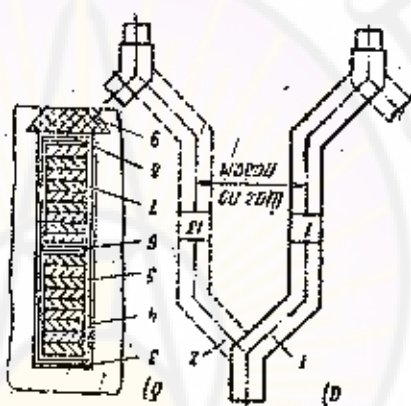
تصنع الوشيعه على شكل نجنتين ثلاثية الاطوار ، تنزاح احدهما عن الاخرى بزاوية ٣٠ درجة .

يتم وصل نهايات الوشائع بقوابض نحاسية معزولة في علب خاصة ٨ ، تحميها من الجو المحيط .

تظهر على الشكل (٧٠) بنية الوشائع وتوضعها في الاخاديد .



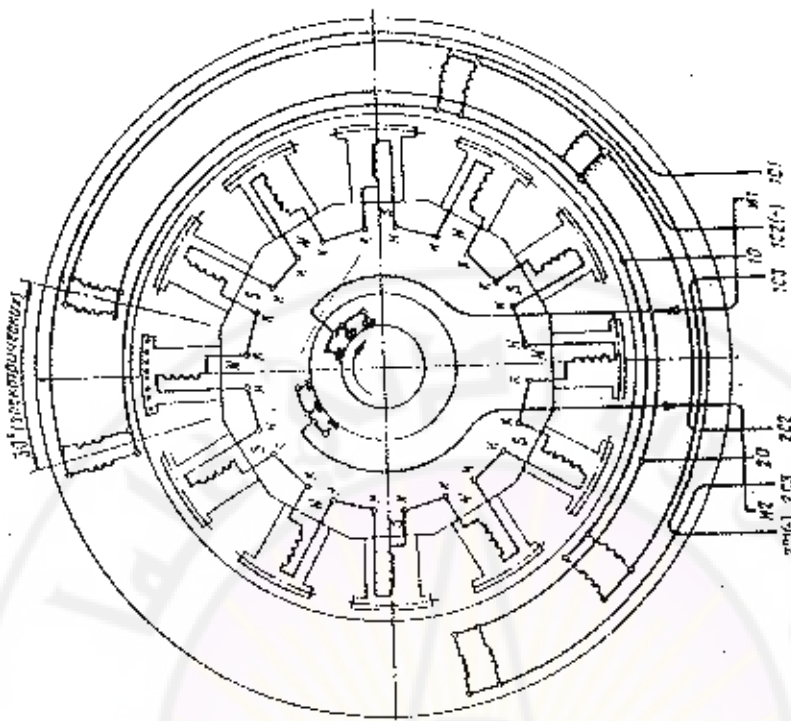
شكل (٧١)



شكل (٧٠)

يحتوي الروتر على حلقات تماس ٢ ، بداية عن المجمع النحاسي ، ملبسة على جسم المنوبة باسوانة عازلة ، ويحتوي على المعرض ١٣ ، الذي يثبت عليه اثني عشرة قطبا ١١ . وتثبت على الاقطاب وشائع التحريض ، ووشائع الموازنة ، التي تخفف من المفاهيم وتوازن الجهد الكهربائي عند حدوث الاعطال الطارئة .

يظهر على الشكل ٧١ مخطط مفصل يوضح بنية الاقطاب . وعلى الشكل ٧٢ يظهر مخطط وصل نهايات وشائع المنوبة وترقيمها .



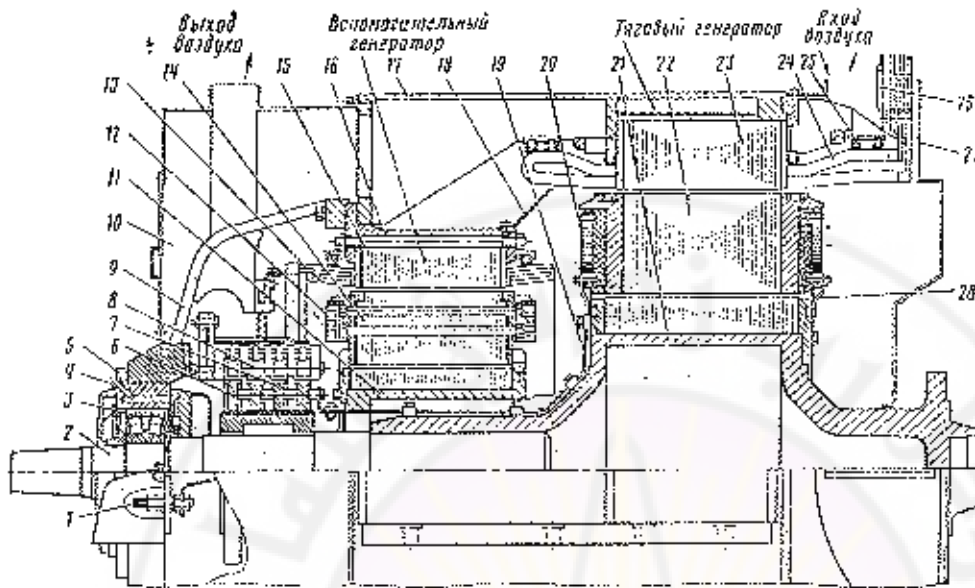
شكل (٧٢)

ويجب الاهتمام أثناء الاستمرار بنظافة الاجزاء الناقلة للتيار ، سطوح العزل
وسطوح التبريد والمدرجة .

هذا ولقد ظهرت حديثا منوبة تجمع ما بين المنوبة الرئيسة والمولد المساعد
التواقت في جسم واحد ، وذلك لتخفيض الكتلة والابعاد ، وتبسيط الوصلات
شكل (٧٣) .

٢ - محركات الجبر الكهربائية :

مستهلكا تدوير عجلات القاطرة باستخدام مسننات (تروس)
الجبر . مبدأ عمل المحركات واحد ، وتختلف عن بعضها بطريقة تعليقها على سريـر
القاطرة ، وطريقة تثبيت مدارجها على محور العجلات . محرك الجبر هو آلة
كهربائية رباعية الاقطاب ، تعمل بالتيار المستمر والتحريض المتسلسل ، وتخضع

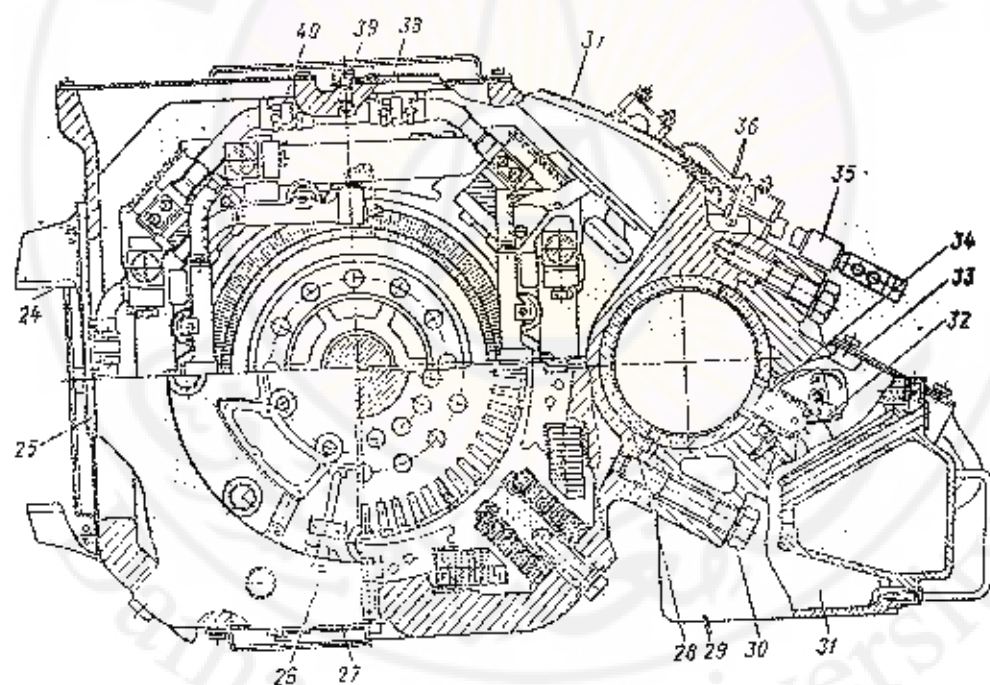
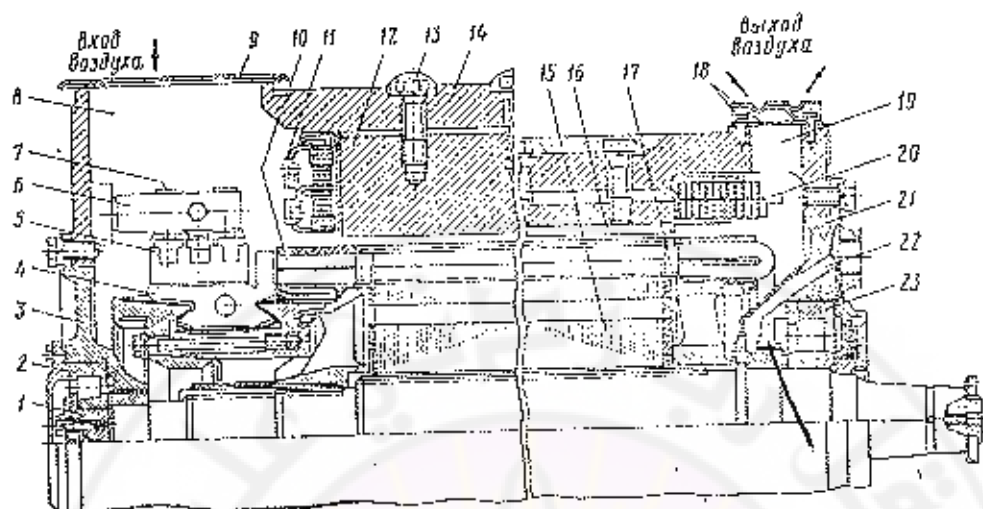


شكل (٧٣)

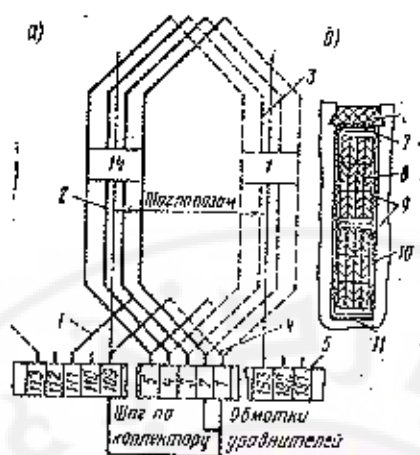
للتبريد الهوائي المستقل • وتعمل محركات الجر بالاستطاعة الاسمية في مجال واسع لعدد دوراتها •

يتألف المحرك من روتر ، دائرة تحريض ، فحمتات وتوابعها ، مدارج ، أغشية جانبية قابلة للفك والتركيب ، ونوافذ خاصة للمراقبة ولرور تيار الهواء • يتألف روتر المحرك شكل (٧٤) من مجمع مركب على المحور ١ ، مصنوع من الفولاذ المتين للمحور طرف حر مخروطي الشكل يثبت عليه الترس (المسنن) القائد ويستند إلى مدرجتين ٢ ، ٣ وأقمتين في مقراتهما ٣١، ٣٢ •

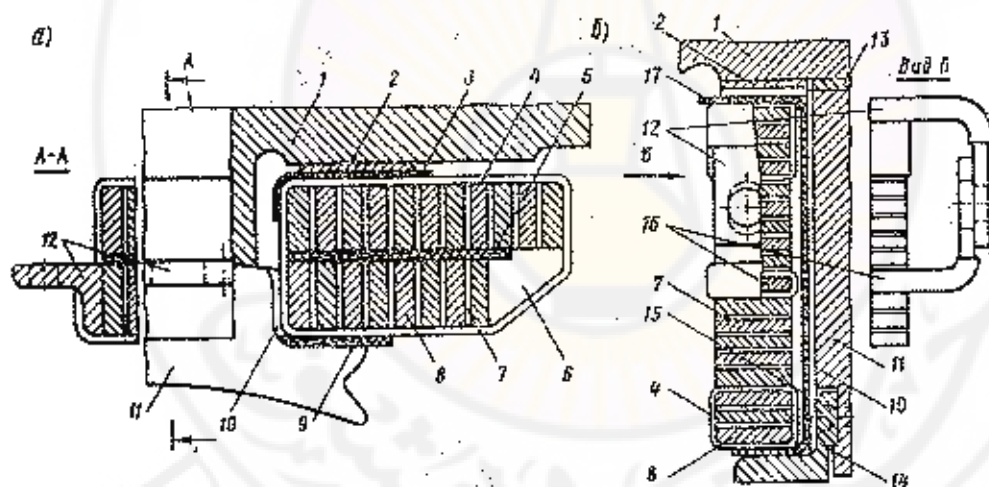
يصنع قلب الروتر ١٥ ، بطريقة الطبع من صفائح مضغوطة ، محصورة بين حلقتين • وتصنع صفائح المجمع ٤ من النحاس ، مضافا اليه قليل من الكاديوم وتظهر على الشكل ٧٠ ، بنية الوشائع وطريقة تثبيتها •



شكل (٧٤)



شكل (٧٥) وشيعة المحرك

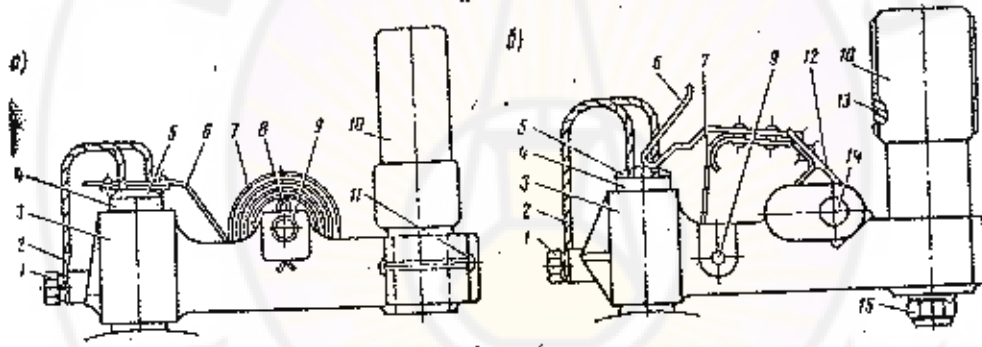


شكل (٧٦) اقطاب المحرك

تجمع دائرة التحريض في الهيكل الفولاذي ١٤ ، المصنوع بطريقة السكب ، وتوجد على أطرافه النواقد ٨ ، ١٩ ، المخصصة لمرور تيار الهواء وخروجه ، وللمراقبة وصيانة المجمع النحاسي ، والفحمت وحواملها والاجزاء الداخلية الاخرى . تركيب الأقطاب الرئيسة ١٦ ، والثانوية ١٢ على الهيكل بالبرغي ١٣ ، وتعزل رؤوسها بشكل جيد لمنع دخول بخار الماء الى داخل المحرك .

ويظهر على الشكل ٧٦ أقطاب المحرك وطريقة تركيبها . يتم وصل وشائع الاقطاب في دائرة التحريض بعازل مطاطي ١١ ، ٢٠ مصنوع بشكل علبة مثبتة على جسم المحرك ، تمنع تأثير الاهتزازات عليها .

يحضري حامل الفحمت ٥ ، على نابض حلزوني ، يشيت بالعازل ٧ الموجود على الزوايا ٦ ، الملتحمة على طرف المحرك الجانبي .



شكل (٧٧)

يظهر على الشكل ٧٧ a ، حامل فحمت قديم a وآخر حديث b يختلفان عن بعضهما بتصميم النابض والاصبع ١٠ ، ويثبت الهيكل ٣ على الاصابع ١٠ بالمعزقات ١٥ . تثبت مقرات المدرجات وضعية الروتر ، وتعد أغشية جانبية للهيكل ، وتصنع من الفولاذ بطريقة السكب .

يضاف الزيت الى المدرجات في أثناء الاستثمار ، بالقناة ٣٦ شكل (٧٤) التي تغلق بسدادة وبرغي خاص . وتتصل حجرة الزيت في المدرجة بالمهواء الجوي

بالقناة ٢٢ ، وذلك لمنع سحب الزيت منها الى داخل المحرك مع تيار الهواء . يثبت غطاء النافذة العليا ٣٧ على الهيكل بالبراغي ٣٩ والقلد ٣٦ ، وتثبت الاغطية الاخرى ٢٥ ، ٢٧ ، ١٨ ببراغيها الخاصة ، ولكل منها رقائقي احكام مطاطية .

يستند المحرك على محور العجلات في مدارج محورية ، مركبة في مقبرات خاصة واقعة في جسم المحرك ذاته . وتتألف المدرجة من قشور ٢٨ ، مجرى الزيت ، وغطاء منفصل ٢٩ مثبت بالبراغي ٣٠ .

تتألف القشور من اسطوانات برونزية ، مقسومة الى قسمين ، توجد في احدها ، نافذة ، مخصصة لتزييت سطوح القشور والمحور . وتغلف سطوح القشور عادة بطبقة معدنية رقيقة لتسهيل الحركة .

يركب محرك البحر على سرير القاطرة تحت الهيكل ، في ثلاث نقاط ، اثنتان منهما تقعان على محور العجلات وتقع الثالثة على قاعدة السرير ، تسمى طريقة التركيب هذه ، الطريقة المحورية .

يبرد المحرك بتيار من الهواء يمر من خلال النافذة ٨ ، الى المجمع من الاعلى ، وفوق قلب الروتر في الفراغ المحصور بين الاقطاب ، كما يمر الهواء بمجرى آخر موجود في أسفل المجمع ، من خلال ثقب التهوية الموجودة في القلب نفسه . ويتحد المجرىان في النافذة ١٩ الموجودة في جسم المحرك من الجهة المعاكسة للمجمع النحاسي .

تتصل وشائع التحريض ، ووشائع الاقطاف الثانوية مع وشيعة الروتر على التسلسل . وتنفذ أطراف وشائع التحريض للخارج لاتاحة الفرصة لتغيير جهة دوران المحرك .

لا تختلف الصيانة الفنية للمحركات عن المولدات الكهربائية بشكل عام ، سوى بصيانة المدارج المحورية ، التي تتطلب مراقبة يومية ، نظرا لاهميتها وخطورتها في تأمين الحركة المستقرة للقاطرة .

تتضمن مراقبة المدارج ما يلي : درجة حرارتها - وجود الزيت وغيرها .

يظهر على الشكل ٧٨ مقطع محرك جر متطور ، مركب على قاعدة السرير بعيدا عن محاور الحركة (محاور العجلات) .

يتألف هذا المحرك من عمود أجوف ، يحتوي على عمود مرز آخر ، يقوم بتدوير العجلات ، ويتصل بواسطة قارنة بالطرف المخروطي ١ .

يركب القلب ١١ على العمود ، والمجمع ٤ والمدارج ٢ ، ١٨ والأجزاء الأخرى أيضا وتغلف رؤوس وشائع الروتر بالحاضن ١٧ ، الذي يحبسها من التلف .

يصنع الهيكل الدائري للمحرك من الفولاذ بطريقة اللحام ، ويحتوي على سطوح استناد ٢٠ وليس له مدارج محورية .

تتألف دائرة التحريض من ستة أقطاب رئيسة ١٤ وأقطاب ثانوية ٩ ، مركبة على جسم المحرك بالبرافي ١٢ .

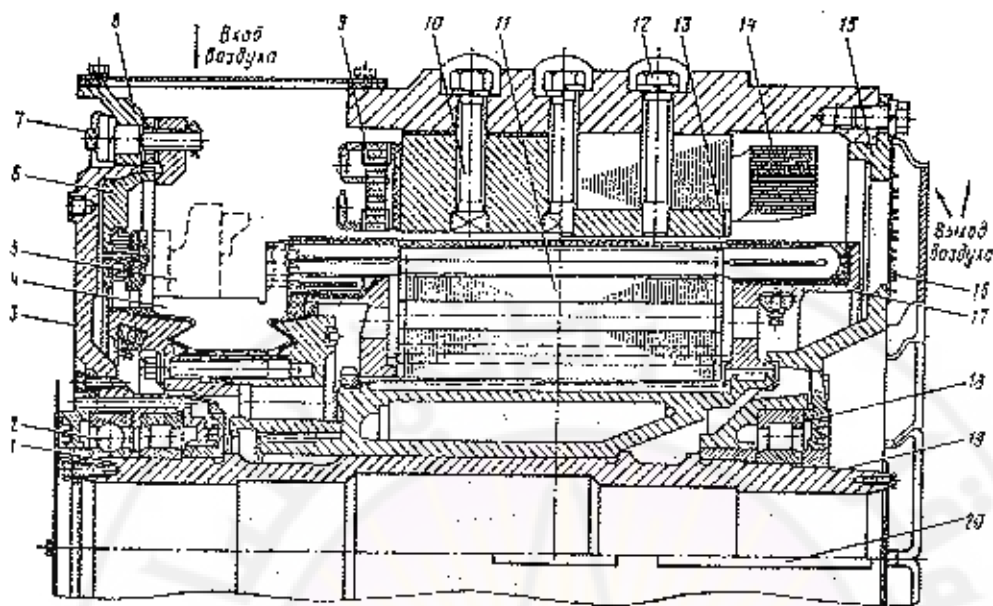
يظهر على الشكل (٧٩) مقطع في محرك حر غير متواقت يستخدم على بعض القاطرات الحديثة ، ويتميز بتصميمه البسيط .

ويتألف من ثابت ، متحرك (روتر) ، وأغطية جانبية ومدارج . يتألف القسم الثابت من هيكل ٩ ، قلب ١٠ مؤلف من صفائح فولاذية مثبتة بالحلقات ٨ ، وشيعة ١١ ثنائية الطبقات تثبت نهاياتها بالحلقات المخروطية .

يتألف الروتر من العمود ١ ، الهيكل الانبوبي ٣ ، القلب ٤ ، ووشيعة ذات دائرة تحريض قصيرة .

تحتضن الحواضن ٦ ، ١٢ المدرجتين ٢ ، ١٣ ، الثابتين للروتر .

يثبت المحرك على قاعدة السرير ، ولا يستند على محاور العجلات ، ويقوم مبدأ عمله على توليد حقل مغناطيسي دوار من الوشيعة ١١ الكائنة في الثابت يتولد تيار كهربائي في الدائرة القصيرة للوشيعة ٥ الموجودة في الروتر ، وتحت تأثير القوة الكهرومغناطيسية يبدأ الروتر بالدوران .



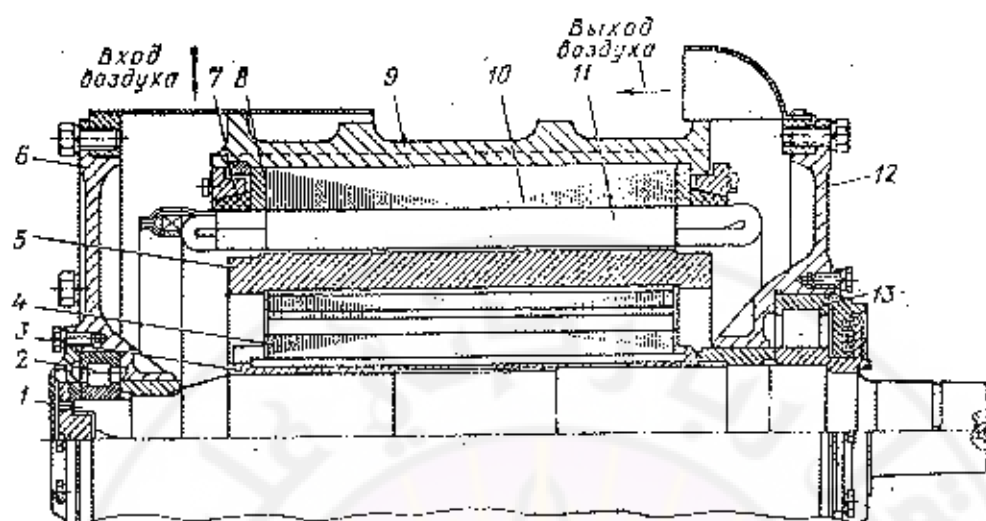
شكل (٧٨)

يظهر على الشكل (٨٠) مقطع في الآلة المزدوجة (معرض - مولد مساعد).
وتتألف من هيكل ١٢ مؤلف من أعمدة مضلعة ٧ ملتصقة مع بعضها ومغلقة بالاغطية
٨ ، التي تفك وتركب بسهولة ، تحتوي الاغطية على مقرات المدارج ١ .

تثبت صفائح المجمع النحاسي ٤ في الروتر ١٠ على الجلبة ٩ بقطعة بلاستيكية
٣ . يركب على الجلبة المتطاولة للمجمع في المولد المساعد الحديث حلقات
تماس اضافية ١٧ ، متصلة بصفيحتين متجاورتين في المجمع ، منزاختين بزاوية
٦٠ درجة . تغذي الحلقات الاضافية بعض عناصر التحكم في الديزل والقاطرة
بالتيار المتناوب .

يوجد على الاقطاب الرئيسة ١٤ في المعرض ، وشيعة اضافية أخرى ١١
علاوة على الوشيعة المستقلة ١٣ للتحريض .

يثبت حامل الفحمات ٦ مع الفحمات ، على حلقة لاستبدال العازلة ٥ (التي
تبدل اتجاه التيار) .



شكل (٧٩)

في أثناء الصيانة ، يجب الاهتمام والعناية بطبقات العزل ، والمدارج ووصلات الرشائع .

٢ - المحرّضات والمولدات المساعدة :

يغذي المحرّض وشيعة تخريض المولد الرئيس المستقلة ، بالتيار الكهربائي المستمر بشكل مباشر أو من خلال مقوم للتيار المتناوب .

ويغذي المولد المساعد دارات القيادة والتحكم ، ويشحن المدخّرات ويغذي بعض المحركات الكهربائية المساعدة ويستخدم في الانارة .

للمحرّض والمولد المساعد المركبة على القاطرات ، أشكال مختلفة . ويمكن جمعها في مجموعة واحدة ، يطلق عليها الآلة الكهربائية المزدوجة . وذلك لتخفيض أبعادها وكتلتها وتبسيط عمليات التركيب والتجميع .

تبرد الآلتين بالمروحة المركزية (تبريد ذاتي) ، المؤلفة من زعانف على الوجهين ، تسحب الهواء من جانب الآلات وقدفعه من خلال التوافذ الى الداخل .
وتركب على الطرف المخروطي ١٨ ، قارئة مرنة تقوم بوصل عمود الآلة المزدوجة بعمود محرك الديزل .

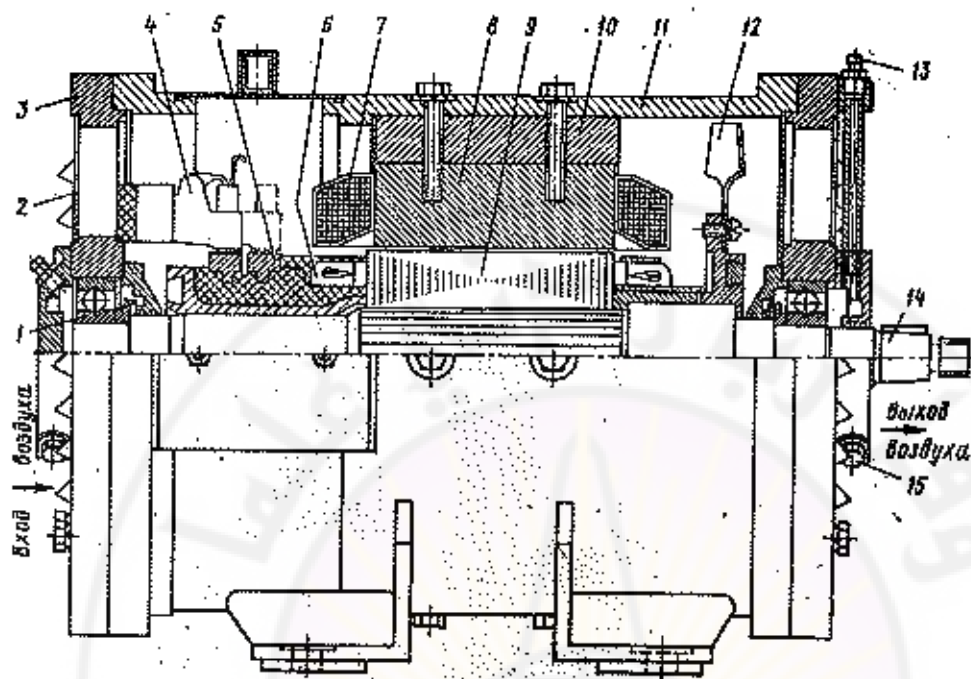
هناك بعض الآلات الكهربائية المساعدة التي تحتوي أقطاب رئيسة مجزأة طولانيا وعرضانيا ، تركيب عليها وشيعة اضافية تسمى الوشيعة التفاضلية (الماكسة) . التي يجري فيها تيار ووتر المولد الرئيس مما يساعد في الحصول على الخاصية المثالية المطلوبة من المولد الرئيس ، ويساعد على استقرار استطاعة الديزل وثباتها عندما تتغير حمولة القاطرة .

كما يوجد محرضات رباعية الاقطاب ، أحادية الاموار متوافقة مع مولد مساعد ثنائي الاقطاب يعمل بالتيار المستمر ، في مجموعة واحدة وهيكل واحد .
وهناك محرضات متوافقة حديثة حلت محل الآلة الكهربائية المزدوجة تقوم ببهتها بشكل مناسب .

يركب المحرض على جسم المولد الرئيس أو على أحد أطراف الديزل ويستمد حركته من الديزل بالسيور أو من خلال قارئة نصف قاسية .

عند صيانة الآلة الكهربائية المزدوجة يجب مراقبة وضعية وسيط نقل الطاقة وحامل الفصحات وطبقات العزل والمدارج .

وإذا كان المولد الرئيس منوبة متوافقة ، يمكن استخدام محرض متوافق التغذية وشائع التحريض فيه .



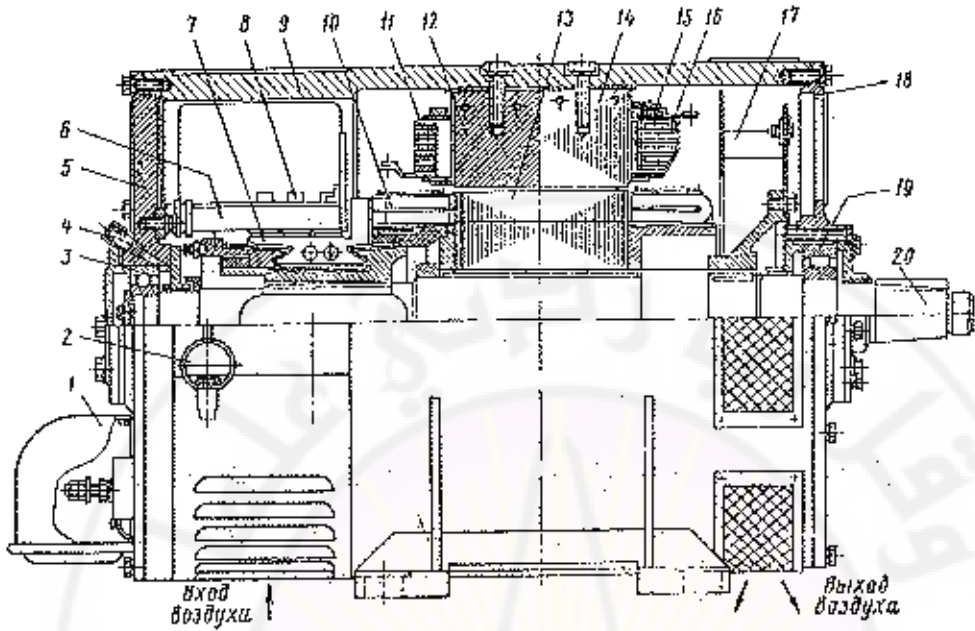
شكل (٨١)

يظهر على الشكل (٨١) مقطع في معرض متواقت من هذا النوع •

٤ - المحركات الكهربائية المساعدة :

مهمة المحركات الكهربائية المساعدة تشغيل الآلات الميكانيكية المساعدة على القاطرة ، ولقد تم الجمع بينها وبين آلات أخرى ، حيث أصبحت تقوم بعمل مزدوج كالمولد - المقلع ، المحرك - المروحة وغيرها •

يظهر على الشكل ٨٢ مقطع مولد - مقلع • يعمل بنظام المحرك الكهربائي • ويقوم باقلاع الديزل ، بعد تغذيته بالتيار الكهربائي من المدخنة ، بعد ذلك يعمل كمولد مساعد ، يغذي بعض التجهيزات الكهربائية على القاطرة التيار الكهربائي •



شكل (٨٢)

تتألف هذه الآلة العاملة بالتيار المستمر من هيكل رباعي الاقطاب تركب
وشائع التحريض التسلسلية ١٥ على الاقطاب الرئيسة ١٤ ، وتركب عليها
وشائع التحريض المستقل ١٦ أيضا . (يعمل التحريض التسلسلي عند الاقلاع ،
والتحريض المستقل عند العمل كمولد مساعد) .

لا تختلف هذه الآلات عن بقية الآلات الكهربائية الاخرى بتصميمها
وتركيبتها .

يعمل ضاغط الهواء بمحرك كهربائي خاص ، وتستخدم محركات أخرى لتشغيل
مضخة الماء ، المضخة المساعدة للزيت ، ومضخة وقود الديزل ، وتمثل هذه
المحركات بالتيار المستمر .

يظهر على الشكل ٨٣ مقطع محرك كهربائي ، يوجد على هيكله زعانف

(ريش) مروحية ، وتؤلف مع المحرك ، محرك - مروحة ، يقوم بتبريد الماء والزيت ، في حجرة تبريد القاطرة .

هذا المحرك هو آلة كهربائية غير متواقة ثلاثية الاطوار بدارة قصيرة ، ذات تبريد ذاتي . ويتألف المحرك من العمود ١ ، الغلاف الجاهزي ١٠ ، القلب ١٢ المزود بدارة قصيرة مصنوعة من الالومنيوم ١٣ . يدور القلب حول الستائر المثبت بالبراغي ٢١ ، ٢٣ على القاعدة ٢٢ .

تلتحم الريش ١٤ في المروحة المحورية على الروتر الذي يقوم بدور القسم الثابت . ويثبت العمود ١ بالبراغي ٤ الى السقف الاعلى ٥ ، في الغطاء ١٠٠ .

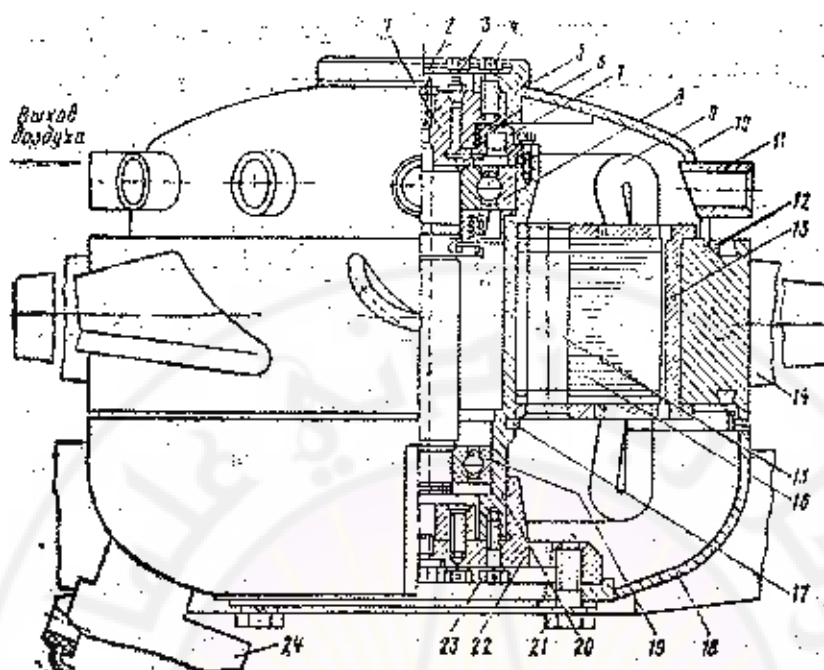
ويدور معه في المدرجتين ٨ ، ١٩ المركبتين في مقرات داخل الهيكل ٢٠ . ويركب على الهيكل القلب - المحور ١٦ الذي يحتوي في آخايدته الخارجية على الوشعة ٩ ، التي تجمع نهاياتها في العلبة ٢٤ .

يدخل تيار الهواء المحرك من خلال القاعدة ٢٢ ، مارا بالقناة ١٥ في قلب الستائر ، ويخرج بالقنوات الانبوبية ١١ ، والنوافذ الموجودة في غلاف الروتر . ويصل الزيت الى المداخل من الفتحات ٢ ، ٣ والثقوب المحفورة في العمود ١ .

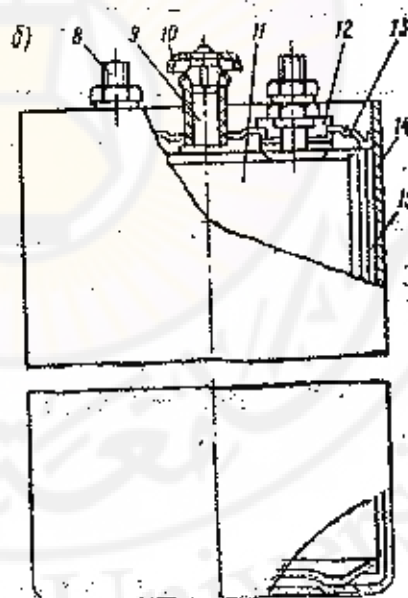
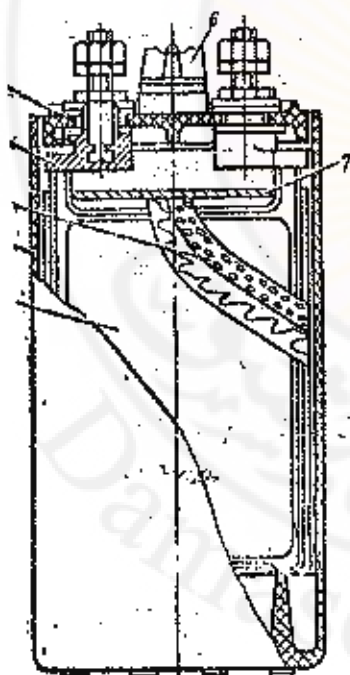
٥ - المدخرات الكهربائية :

المدخرات هي المصدر الكيميائي للطاقة الكهربائية ، وتقوم بتحويل التركيب الكيميائي للموسيط النشط (الفعال) الذي يملأ صفائح المدخرات عند مرور التيار الكهربائي (حالة الشحن) الى تركيب كيميائي آخر . (تجسيم الطاقة الكهربائية نتيجة التفاعلات الكيميائية المباشرة) واعادة التركيب الكيميائي الاولي للموسيط الكيميائي الفعال ، عند ربط أقطاب المدخرة الى حمولة معينة (حالة التفريغ) . تستخدم القاطرات المدخرات الرصاصية الحمضية والقلوية ، وتشحن قبل استخدامها بالمولد المساعد أو بأي مصدر آخر للتيار الكهربائي المستمر .

تظهر على الشكل ٨٤ مدخرة رصاصية حمضية .



شكل (٨٣)



شكل (٨٤)

— ١٤٧ —

مؤلفة من علبة (خزان) يحتوي على تسع عشرة صفيحة موجبة ، وعشرين صفيحة كهربائية سالبة ، جميعها مركب في وعاء من الايونيت يستند الى أرجل خاصة في قاع الخزان .

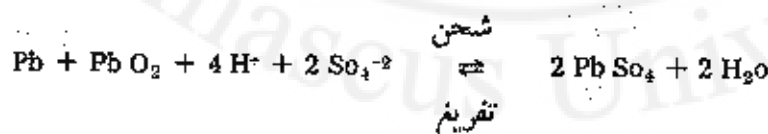
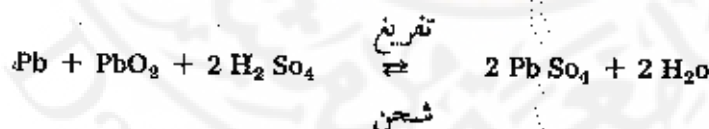
تصنع الصفائح الشبكية ١ من الرصاص ، وتتملا عيون الصفائح الموجبة بالمادة النشطة (اكسيد الرصاص PbO_2) في حالة الشحن ، وتتملا الصفائح السالبة بالرصاص Pb ، وتفصل الصفائح المختلفة عن بعضها بصفائح عازلة ٣ .

تلتحم الصفائح الموجبة والصفائح السالبة مع بعضها كلا على حدة وتشكلان مجموعتين تشغل كل منها حيزا يساوي نصف العلبة ، وتتصل نهاياتها بالاقطاب ٤ .

تغطى العلبة ٢ بالغطاء ٥ المصنوع من الايونيت ، الذي يحتوي على أربع فتحات تنفذ منها وصلات الصفائح ، وفتحة مركزية لسكب المحلول الكهربائي ، تغلق الفتحة بالسدادة ٦ التي تحتوي على قناة شاقولية وأخرى أفقية تسمح للغازات بالخروج منها . وتقوم الصفيحة ٧ بمنع انسكاب المحلول من الداخل .

يتألف المحلول من حمض الكبريت والماء المقطر ويملا المدخنة ، بمستوى يزيد عن الصفيحة ٧ بمقدار ١٥ مم ، وتساوي كثافته $1.24 - 1.27$ غ/سم^٣ .

وتجري التفاعلات الكيميائية التالية نتيجة التأثير المتبادل بين المحلول الكهربائي والمادة النشطة .



وخلال ذلك ، تجري الكترولونات الذرات من الصفائح الموجبة (حالة الشحن) الى المحلول الكهربائي ويظهر على الصفائح جهد كهربائي يساوي + ١٧ فولت . ويخرج جزء من الكترولونات الذرات من المحلول الى الصفائح السالبة فيظهر عليها جهد يساوي - ٣٥ فولت .

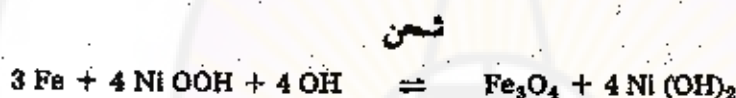
وتصبح القوة المحركة الكهربائية للمدخرة المشحونة من ٢٠٤ - ٢١ فولت . وتحدث العملية العكسية في حالة التفريغ . ويجب أن يستمر التفريغ حتى بلوغ قوة المدخرة ١٨ فولت فقط ، وإذا استمر أكثر من ذلك تبدأ الصفائح بالتلف .
تسحق المدخرات بعد سكب المحلول فيها مدة ست ساعات على الأكثر . حتى لا يتولد على الصفائح أكسيد الرصاص PbO_2 الذي يرفع المقاومة الكهربائية الداخلية بشكل حاد ، ويعيق مرور المحلول في الطبقات الداخلية للمادة النشطة ، ويسبب انخفاض سعة المدخرات .

وتحدث هذه الظاهرة أيضا عندما تتكرر عمليات الشحن الناقصة ، أو عند الشحن العميق أو التخزين الطويل .

تتعلق كثافة المحلول بدرجة الحرارة وتساوي في المناطق الحارة ١٢٤ - ١٢٥ غ/سم^٣ تظهر على الشكل السابق b مدخرة قلووية (نيكل - حديد) . وتتألف من علبة تحتوي ستا وثلاثين صفيحة موجية وأربعا وثلاثين صفيحة سالبة ، متوضعة في علبة فولاذية ١٤ . معلقة بمادة مقاومة للصدأ . تغطي العلبة من الأعلى بالغطاء ١٣ ، الذي يحتوي أربع فتحات تستخدم لمرور نهايات

الصفائح ٨ • يوجد في وسط الغطاء ، الأنبوب ٩ ذو العنق الموسع ، الذي يستخدم لسكب المحلول ويفلق الأنبوب بالسدادة ١٠ ، الحاوية على قناة لمروور الغازات •

تعبأ الصفائح بالمادة النشطة ، وتتصل مع بعضها كما في السابق • وتتألف المادة النشطة من NiOOH ماءات النيكل ومواد إضافية منشطة (حالة الشحن) وتتألف المادة الموجودة في الصفائح السالبة من أكسيد الحديد FeO ومنشطات إضافية أخرى • يحتوي المحلول على ٢٠٪ من ماءات البوتاسيوم مع الماء المقطر و ٢٠ غ/لتر من ماءات الليثيوم LiOH (لزيادة عمر المنخرات) • تساوي كثافة المحلول ١٫٢٨ غ/سم^٣ ويبلغ مستوى المحلول أعلى من الصفائح بـ ٤٠ - ٥٠ مم • وتجري في المنخرة التفاعلات الكيميائية التالية بين المادة النشطة والمحلول •



تفريغ

و



تفريغ

يظهر على الصفائح خلال الشحن جهد كهربائي يساوي ١٫٧ فولت ، ويحدث العكس خلال التفريغ ، ويستمر التفريغ حتى يصبح الجهد ١٫٠ فولت فقط ويجب ألا تزيد حرارة المحلول عند الشحن على ٤٥° ، وعندما ترتفع على ٤٥° أو تقل عن ٥° تنخفض سعة المنخرة الى النصف تقريبا • ولا تستطيع هذه المنخرات العمل بشكل جيد في المناخ البارد •

— الخواص الرئيسة للمدخرات :

تختلف المدخرات عن بعضها البعض ، ببعض الخواص ومنها :

— المدخرات الرصاصية ذات جهد أكبر بـ ١٥ مرة وبالتالي سعتها النوعية أكبر بالقيمة نفسها وكذلك استطاعتها النوعية (نسبة لواحدة الحجم أو واحدة الكتلة) .

تعمل هذه المدخرات بشكل جيد في مختلف الظروف المناخية .

— مردود المدخرات الرصاصية أكبر بـ ١٥ مرة من المدخرات القلوية . غير أن المدخرات القلوية لا تحتوي على الرصاص الثمين من جهة والضار من جهة أخرى كما أنها لا تتأثر بالاهتزازات كالمدخرات الرصاصية ، وهي أقل حساسية تجاه تكرار عملية الشحن ، وتجاه تشكيل الدارات الكهربائية القصيرة . تخدم المدخرة القلوية كثيرا (أكثر من المدخرة الرصاصية بـ ٢٥ مرة) .

— موقع المدخرات : تتركب المدخرات على القاطرات في مقرات خاصة ، واقفة تحت القاعدة الرئيسة للهيكل من الجانبين ، تخضع للتبريد صيفا والتدفئة شتاء .



الفصل السادس

تجهيزات القيادة والتحكم والحماية

مقدمة : تتم قيادة القاطرات باستخدام تجهيزات كهربائية وإلكترونية متعددة تدخل في الدارات الكهربائية للمولد الرئيس والمحرك الكهربائي ، وفي دارات تحريض هذه الآلات ، وفي دارات الآلات الكهربائية المساعدة ونظام التحكم والقيادة والحماية .

أهم هذه التجهيزات هي :

- ١ - تجهيزات الوصل والفصل الكهربائي في الدارات الكهربائية المختلفة .
- ٢ - المنظمات التي تحافظ على مؤشرات وعوامل نظام العمل (منظم الجهد في المولد المساعد ، حاكم ضغط الهواء وغيرها) .
- ٣ - أجهزة المراقبة والحماية التي تراقب القيم الحدية لمؤشرات نظم عمل الآلات (حاكم التأريض ، حاكم التيار الكهربائي الأعظمي وغيرها) .
- ٤ - مقاومات تحديد الجهد والتيار الكهربائي وامتصاص الطاقة الكهربائية عند استخدام المكابح الكهربائية .
- ٥ - تجهيزات إضافية أخرى مساعدة للتجميع والوصل وغيرها .

تعمل آلات ومعدات القاطرة في ظروف قاسية ، لذا يضاف إلى المتطلبات الأساسية منها (الوثوقية ، البساطة وغيرها) بعض المتطلبات الخاصة (كالأستقرار أمام الاهتزازات المختلفة التي قد تؤدي إلى خلل في نظام العمل) .

تمثل الآلات الكهربائية في مجال حراري واسع من - ٥٠ إلى + ٧٠ درجة مئوية وفي جو رطب تصل رطوبته إلى درجة ٩٥٪ . لذا يجب تغليف التجهيزات المختلفة بمادة مقاومة للصدأ ، وتشحيمها بالشحوم المناسبة .

يجب أن تكون التجهيزات قادرة على العمل في مجال واسع لتغير الجهد الكهربائي (يتغير الجهد من ٠٠ - ٩٠٠ فولت في الدارة الكهربائية الرئيسية وينخفض الجهد حتى ٨٠٪ من القيمة الاسمية في دارات القيادة) .

يجب أن تعمل التجهيزات بوثوقية في الهواء الملوث بالغبار وبخار الماء وبخار الوقود والزيت . حيث تتراكم هذه المواد على التجهيزات وتتلف عوازلها ، وتزيد من تآكل العناصر المتحركة وسطوح التماس فيها .

يتوضع الجانب الرئيس من تجهيزات القيادة في حجرات خاصة (حجرة الجهد العالي) حجرة التجهيزات الرئيسة ، حجرة قيادة القاطرة . وتقع حجرة الجهد العالي خلف حجرة القيادة . وتركب التجهيزات في حجرتين أو ثلاث على قواعد معدنية ممتدة .

وتتمد الحجرات بتيار من الهواء النظيف خالي من أبخرة الماء والزيت والوقود ، يقوم الهواء بتهوية الحجرات ويحسن ظروف عمل التجهيزات . وتغلق الحجرات بأبواب محصنة وآمنة بحيث يرفع عنها الجهد الكهربائي عندما تفتح .

تضم حجرة القيادة لتجهيزات القيادة وأجهزة مراقبة ظروف الحركة ، ومراقبة التجهيزات الرئيسة في القاطرة . ويستطيع سائق القاطرة من حجرة القيادة متابعة الاشارات الصادرة عن الخط الحديدي وحالته ، ومراقبة أجهزة القياس والعدادات المختلفة .

تحتوي الحجرة علة ذراع القيادة ، تجهيزات قيادة نظام النقل الكهربائي ومراقبته ، والتجهيزات المساعدة والحجبات الكهربائية وعدادات الديزل ونظام النقل . وتحتوي الحجرة على الصنوبر الرئيس للمكابح الهوائية ، أجهزة الانارة والاتصال ، وآداة المكابح الفجائية (الطوارئ) وكبسة الامداد بالرمل وغيرها .

١١ - تجهيزات التماس الكهربائي الرئيسية :

وتتألف من عناصر التماس المباشرة (المحتكة) ، عنصر التشغيل ، ومبدد الحرارة الكهربائية .

١١-١ - عناصر التماس الكهربائي :

يمر فيها التيار من قطعة الى أخرى ، وتحدد المقاومة فيها قيمة التيار المسموح فيه ، والتي تتعلق بمادة العناصر ونوعية سطوحها ، وقوة الضغط المؤثرة اضافة الى تأثير الطبقة من الاكسيد التي قد تغطي سطوح التماس . عندما يجري تيار كبير تسخن منطقة التماس وتزداد مقاومتها ، ويزداد الهدر ، وقد يحدث انصهار أو التماس مما يتلف عناصر التماس ، التي تصنع من النحاس غالبا ، لانه يتميز بمقاومة منخفضة ، بمتانة كافية ويضاف اليه الكاديوم لزيادة مقاومته للاحتكاك والتآكل ، لكن تظهر عليه مع الزمن طبقة من الاكسيد ، لذا يجب تنظيفه باستمرار .

يحدث التماس الخطي والنقطي ، وتحدد أبعاد ومؤشرات عناصر التماس انطلاقا من درجة التسخين والتآكل الحاصلين ، ويفضل الاختيار التجريبي لهذه العناصر .

أهم المؤشرات والعوامل النوعية هي :

F — قوة الضغط النوعية N/M^2

J — كثافة التيار A/M^2

أو النسب التالية :

$$\frac{I}{b} , \frac{I}{F}$$

حيث I — اختيار الكهربانى الجارى في منطقة التماس *

F — قوة الضغط N .

— b عرض عنصر التماس M .

وتحدد الحالة الاستثمارية العناصر الخماس بالمؤثرات التالية :

قوة الضغط التي تقاس بمقياس خاص (القوة الضرورية لفك التماس

عند تأثير القوى الالاسمية) •

— مقدار الخلوص بين عنصري التماس *

— طول الشمس بين العنصرين *

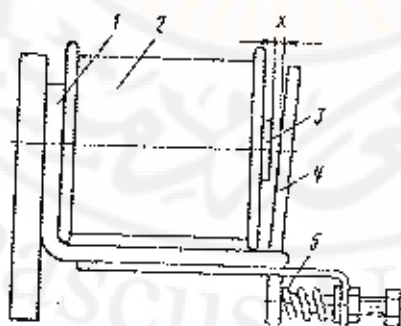
— انزياح عنصر التماس المتحرك عند انعدام العنصر الثابت •

١-٢- عنصر التشفييل (ناقل الحركة) :

ویکون مباشر (یدویا) ، کهرطیسیا ، کهرهوائیا ، او باسخدام محرك کهربائی خاص :

العنصر المباشر كذراع القيادة ، قاطع التيار وغيرها وهي معروفة جيدا .

— عنصر التشغيل الكهربائي : يظهر على الشكل (٨٥) •

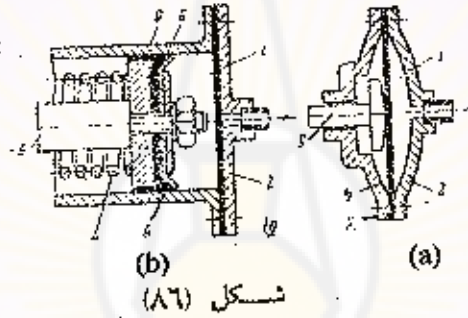


شکل (۸۵)

تتحرك العناصر الحرة ، بتأثير قوة (جذب) الذراع ٤ الى القلب الكهروطيسي ٣ .
تغلق دائرة الحقل المغناطيسي الناتج عن الوشيجة ٢ عند مرور التيار فيها ، من خلال
الصفحة ١ ، القلب ٣ ، الذراع ٤ والخلوص الهوائي X . ويفتح النابض O
الجهاز عندما يفصل التيار عن الوشيجة ، وتعلق قرة الجذب بقسوة المغناطيس
والخلوص الهوائي . ويتميز هذه التشغيل بالوثوقية والبساطة ، لكن مساره محدود
وقوة الجذب محدودة أيضا .

٢ - عنصر التشغيل الهوائي :

يستخدم في الحالات التي تتطلب قوى كبيرة نسبيا ، ومسارات كبيرة .
عندما يكون المسار في حدود ٥٠ مم يستخدم التشغيل بالصفحة المرنة شكل
(٨٦) a . ويستخدم التشغيل المكبسي عند المسارات الكبيرة شكل (٨٦) b .

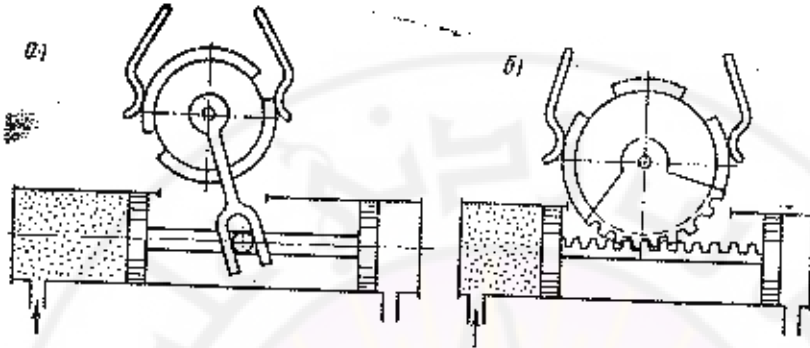


شكل (٨٦)

يقطع الجهاز بالهواء المضغوط الوارد الى الحجرة ١ ، ويقوم المكبس ٨ أو
الصفحة ٣ بتحريك العمود ٥ المرتبط مع عنصر التماس المتحرك ، تحت تأثير ضغط
الهواء . وعند خروج الهواء من الحجرة يعود المكبس والصفحة الى الوضعية
الاولى (وضعية الاغلاق) بفعل النابض ٧ .

ولا تستخدم بعض التجهيزات (مبدل الاتجاه ، مفتاح المكابح وغيرها)
التشغيل المذكور بل تستخدم جهاز يظهر على الشكل (٨٧) ثنائي الفعالية ، حيث
يعمل في وضعيتين يدخل الهواء ويخرج من الاسطوانات بفعل الحاكمتين
الكهروأيتين : وهما :

حاكمة الاغلاق (العمل) وبفعلها يدخل الهواء الى الاسطوانة عند جريان التيار في الوشيعه شكل (٨٨) .



شكل (٨٧)

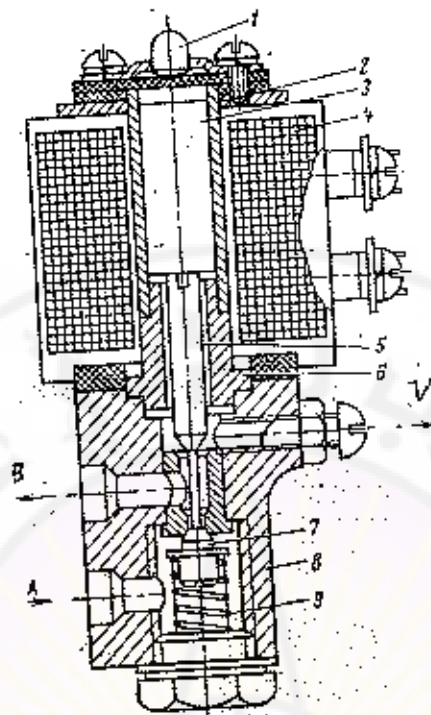
حاكمة الاغلاق بفعلها يتم خروج الهواء من الاسطوانة عند جريان التيار الكهربائي في الوشيعه على الهيكل ٨ تركيب الوشيعه و يوجد في داخلها الاسطوانات ٢ ، ٤ ، ٦ . يتألف الجزء المتحرك من مكبس ٣ ، وصمامات ٥ ، ٧ ، يرفع النابض ٩ القسم المتحرك عند انعدام التيار في الوشيعه . وعندها يغلق الصمام السفلي ٧ ، يدخل الهواء المضغوط من القناة A في الاسطوانة (القناة B) ، ويصل الصمام العلوي ٥ ، الاسطوانة بالهواء الجوي من خلال القناة V . وعند جريان التيار في وشيعه المكبس ٣ ، فيهبط القسم المتحرك ، وتغلق القناة V التي تصل بين الاسطوانة والهواء الجوي ، وتفتح قناة الامداد بالهواء المضغوط . تستخدم الكبسة ١ عند الاستعمال اليدوي .

تتميز عناصر التشغيل الهوائية ببعض الصفات وهي :

— الحاجة المستمرة للهواء المضغوط .

— صعوبة عمليات الاستثمار والصيانة والتي تتعلق بجودة الاحكام في الاسطوانة

والصمامات .



شكل (٨٨)

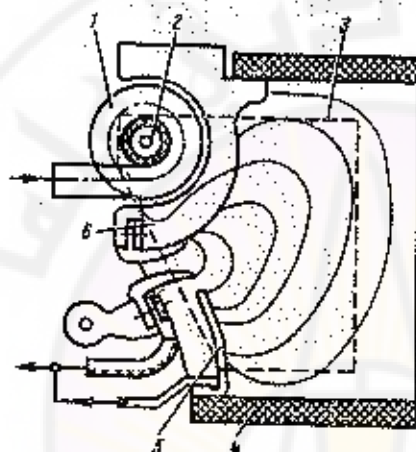
١-٣- مبدد الحرارة الكهربائية :

عندما تبعد عناصر التماس عن بعضها ، تزداد المقاومة بشكل فجائي ، وترتفع حرارة منطقة التماس . ويتشرد الهواء في المنطقة وتحدث شرارة كهربائية عندما يكون التيار الكهربائي أكبر من ١ أمة أمبير والجهد بين نقطتي التماس أكبر من ١٠-٢٠ فولط . وترتفع الحرارة الى ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ درجة مئوية . لذا يجب الاسراع في تبديد (امتصاص) الحرارة .

إضافة لذلك تظهر قوة محركة كهربائية عند انقطاع التماس ، ناتجة عن التحريض الذاتي ، وتناسب طردا مع سرعة تغيير التيار الكهربائي في منطقة التماس .

الطريقة المتبعة لامتصاص الحرارة هي زيادة طولها • وتتلاش الحرارة تلقائياً عندما يكون الجهد والتيار بسيطين • وعند زيادة التيار والجهد ، يلزم تجهيزات إضافية • حيث تستخدم طريقة الامتصاص المغناطيسية للحرارة والمبنية على مبدأ التأثير المتبادل بين التيار المولد للحرارة والحقل المغناطيسي •

تربط في دائرة تيار التماس وشيعة ١ شكل (٨٩) ، تتوضع الاقطاب



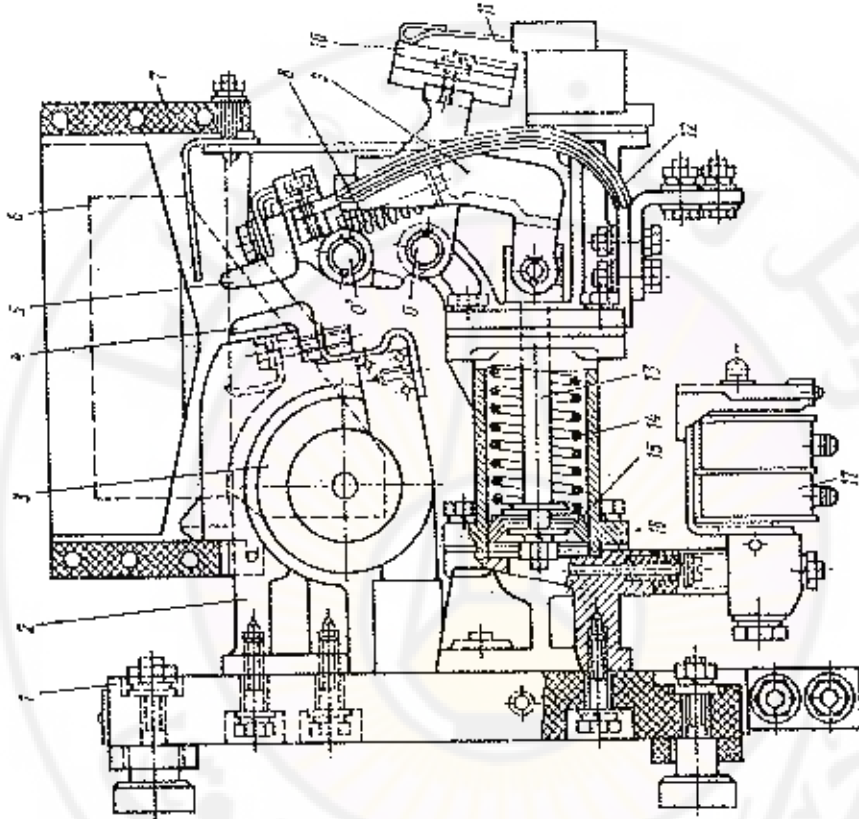
شكل (٨٩)

الفولاذية ٣ على قلب الوشيعة ٢ • يتولد بين الاقطاب حقل مغناطيسي له وجهته الخاصة ، فيجول الحرارة الى جهة اليمين ، تنتقل عندها الحرارة من سطوح التماس الى الصفيحة المعدنية ٦٥٥ • ويزداد طولها (المنحنيات الواضحة على الشكل) حتى تتلاش كما أن تحرك الحرارة على السطح البارد للصفيحتين ٦٥٥ يساعد على تلاشيها •

تتوضع سطوح حجرة امتصاص الحرارة ٤ بين الاقطاب شكل (٨٩) وهي مصنوعة من مادة مقاومة لتأثير الشارة الكهربائية • وتحمي الاقطاب من الانصهار وتمتص الحرارة وتمدها • وتجزأ الحجرة عادة الى قطاعات متعددة لزيادة فاعليتها •

١١-٤ - أنواع التماسات المستطحة :

- التماس الكهروهوائي : شكل (٩٠) يتألف من قاعدة ١ ، حامل ٢ يحمل القسم الثابت من مجموعة (عناصر) التماس ، الوشيعية المبردة للشرارة ٣ ، تثبت الاسطوانة ١٦ على القاعدة ، ويتصل المكبس ١٥ بالمرفق ٩ بواسطة المحور ١٣ .



شكل (٩٠)

ويثبت القسم المتحرك ٥ من عناصر التماس على المرفق مع النابض ٨ ، ويقوم السلك ١٢ بتوصيل التيار . كما يركب على المرفق أيضا ألفك ١٠ وعليه تماسات متحركة . وتسد الحجرة بالتماسات ٤ ، ٥ . عند عمل الوشيعية يدخل الهواء الى الاسطوانة وينزاح المكبس الى اليمين . ويندور المرفق ٩ حول المحور ٥

حتى يحصل التماس ، يؤدي استمرار دوران المرفق إلى دوران العنصر المتحرك
من التماس حول المحور O' وإلى انضغاط النابض ٨ •

عند انقطاع التيار عن الوشيعية ، يعود عنصر التماس المتحرك إلى الوضعية
الأولى تحت تأثير النابض ١٤ •

تجيب هذه التماسات وتصمم على تيار ١٠٠٠ - ١٢٠٠ أمبير وعلى جهد
٩٠٠ - ١٠٠٠ فولت وتستخدم في القاطرات لوصل محركات الجر بالمولد الكهربائي
الرئيس •

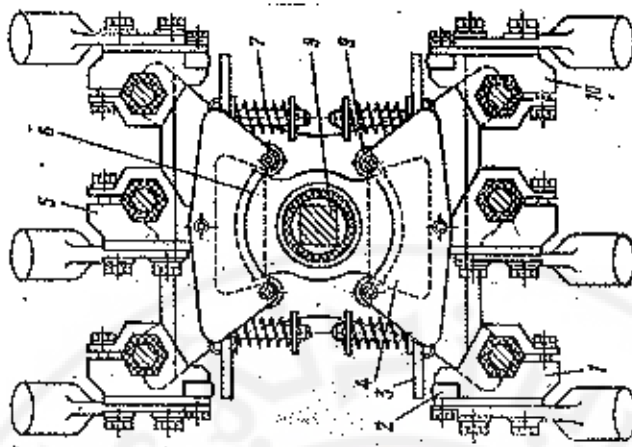
١-٥ - مبدل وجهة الحركة

مهمته تغيير اتجاه تيار التحريض في محركات الجر ، مما يؤدي إلى تغيير اتجاه
دوران روتر المحرك ، وتغيير اتجاه مسير القاطرة نتيجة لذلك •

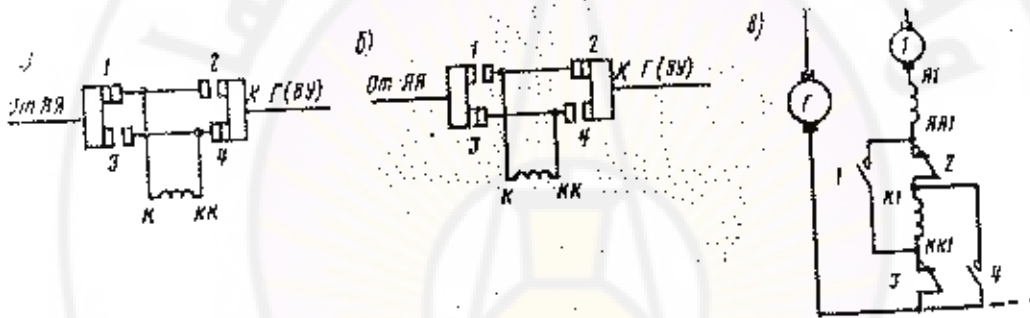
ويتألف من محور ٨ يوجد عليه حديدات ٦ شكل (٩١) متصل بوسيط مؤلف
من صفائح مرنة ، يتألف من حجتين لكل منها صفيحة مرنة ، وترتبط الصفائح
بترس خطي يتعشق مع محور مسنن ٨ • عند وصول الهواء إلى إحدى الحجرتين
يدور المحور ٨ بزاوية معينة ، وتقدم الحديدات ٦ من خلال الفاصل ٩ بتدوير عنصر
التماس والمرفق ٤ ، الذي يحمل العناصر المتحركة ٣ والنوابض ٧ • وتثبت العناصر
المتحركة ٢ على القواعد ١٠ •

يظهر على الشكل (٩٢ - a) مخطط مرور التيار من مخرج RR روتر محرك
الجر من خلال التماس المغلق ١ ، وشيعة تحريض المحرك K - kk ، التماس ٣
المؤدي إلى المولد الرئيس r ، أو إلى صندوق تقويم التيار By .

عندما يدور محور الجهاز تغلق التماسات ٣ و ٤ شكل ٩٢ a ويتغير اتجاه
التيار في الوشيعية K - kk • ويظهر على الشكل ٧ مخطط ربط المبدل على
القاطرة • ويتلقى الإشارة من خلال ذراع خاصة في حجرة قيادة القاطرة •



شكل (٩١)

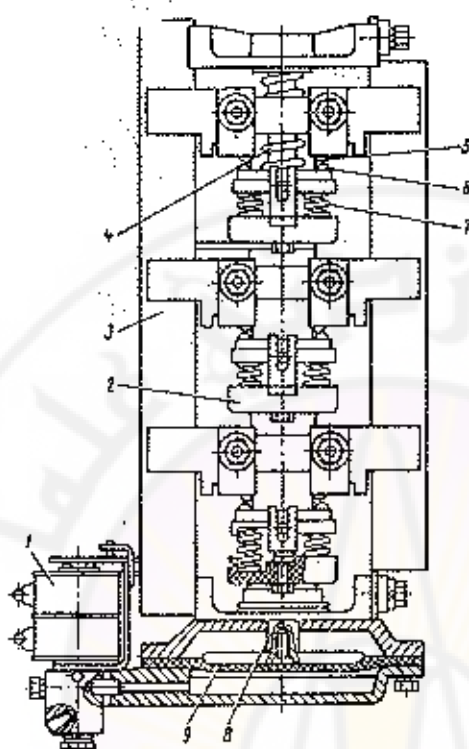


شكل (٩٢)

ولا يحتوي المبدل على مبدد الحرارة لذا لا يسمح بوصله الا عند انعدام جريان التيار في دارات محركات الجر .

تظهر على الشكل (٩٣) مجموعة تماس مستخدمة لتنظيم عملية تخفيض تيار التحريض في محركات الجر .

يُنخل الهواء إلى الحجرة الواقعة تحت الصفيحة ٩ ، عند العمل ، وينزاح المحور ٨ وحامل مجموعة التماس ٢ إلى الأعلى ، وتغلق العناصر المتحركة ٦ والنابض ٧ العناصر الثابتة ٥ ، الموجودة على عازل في القواعد ٣ . تصنع المجموعة

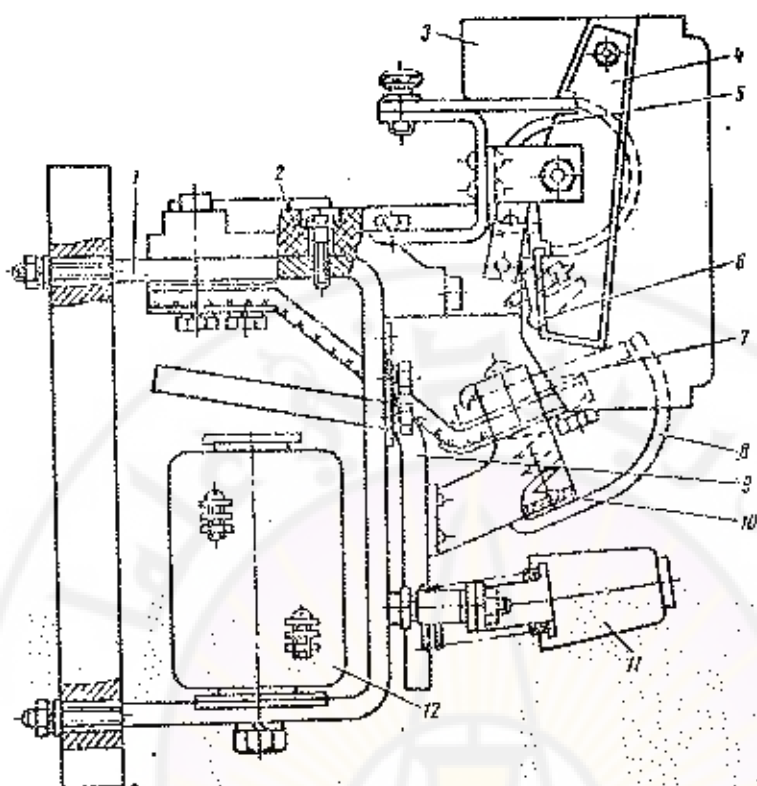


شكل (٩٣)

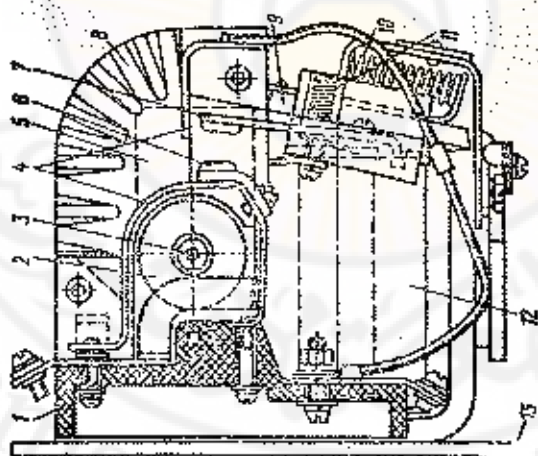
من مادة معدنية سيراميكية (١٥٪ فضة ، ٨٥٪ أكسيد الكاديوم) مقاومتها
الانتقالية بسيطة .

وعند الاغلاق تتصل الحجرة الواقعة أسفل الصفحة المرنة بالهواء الجوي
ويعود المحور ٨ الى وضعه الطبيعي بتأثير النابض ٤ .

تظهر على الشكل (٩٤) مجموعة تماس كهربائية ، مؤلفة من صفحة عازلة ٢
يوجد عليها وشيعة تفريغ الشرارات ٥ ، وحجرة امتصاص الشرارات ٣ والاقطاب ٤
والعناصر الثابتة ٦ ، ويركب العنصر المتحرك ٧ والنابض ١٠ على الروتر ٩ .



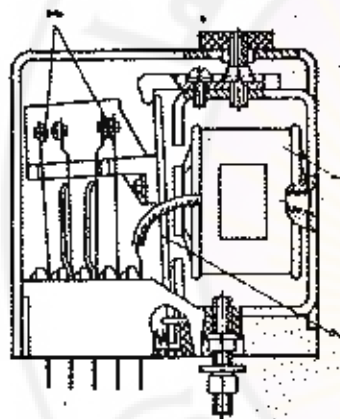
شكل (٩٤)



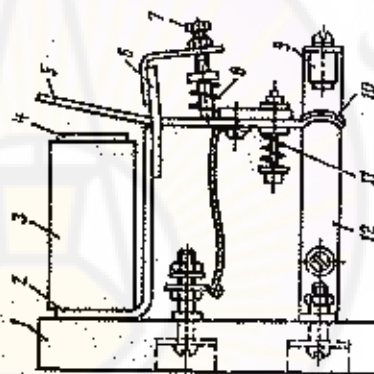
شكل (٩٥)

يتم تشغيل مجموعة التماس بواسطة الوشيعه ١٢ ، ويتم وقوفها بتأثير النابض
١٠ وتأثير أوزان الاجزاء المتحركة ذاتها .

وتستخدم في الدارة الثانوية لتحريض المولد الرئيس والتغذية محرك مضخة الزيت
الاولية وغيرها . كما تستخدم مجموعة التماس المبينة على الشكل (٩٥) وهي مؤلفة
من وشيعه ١٢ مثبتة على قاعدة معزولة ١ . عند مرور التيار في الوشيعه ، يجذب
المحور المتحرك ٩ الى قلب الوشيعه ويغلق عناصر التماس الثابتة ٦ والمتحركة ٧ .
يحدد مسار التماس بالنابض ١١ والأغلاخ بالنابض ١٠ وتحتوي المجموعة على
حجرة امتصاص الشرارة ٨ ، وأقطاب ٥ وصفائح ٤ ووشيعه تفريغ ٢ ، وتجمع هذه
العناصر على القاعدة ١٣ .



شكل (٩٧)



شكل (٩٦)

١- حاكمه القيادة :

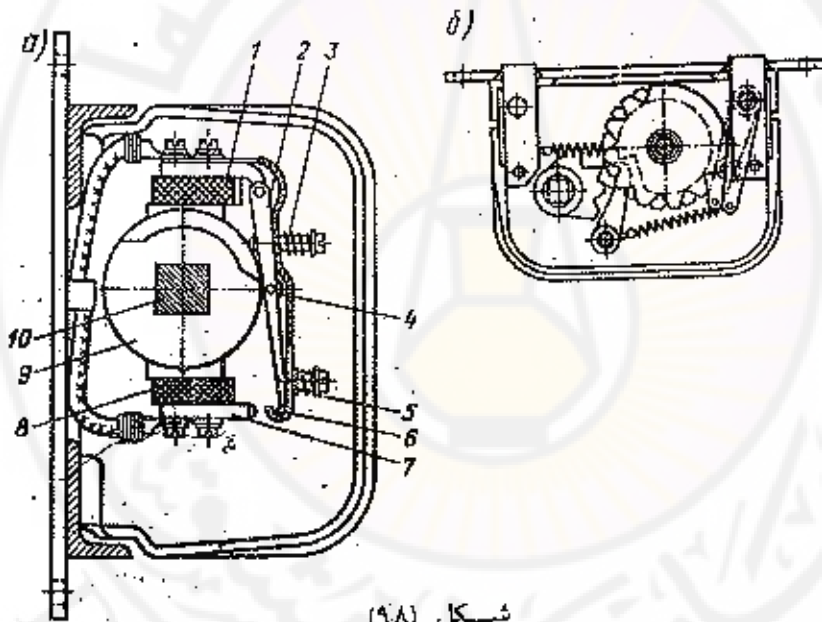
مهمتها وصل دارات قيادة القاطرة وتظهر على الشكل (٩٦) وهي مؤلفة من
قاعدة ١ ، تركيب عليها الوشيعه ٣ والمغناطيس ٢ على الحامل ٦ الذي يثبت عليه
المحور ٥ وعناصر التماس المتحركة ١٠ ، وتثبت العناصر الثابتة على القاعدة ١٢ .
تحتوي الحاكمه على مجموعات تماس مغلقة وأخرى مفتوحة من نوع أصبعي أو

جسري • عند تشغيل الحاكمة ، ينجذب المحور الى القلب ٤ ويفلق التماس (أ أو يفتح) وتفصل الحاكمة بالنابض ٨ ، المشدود بالبرغي • ٧

وتستخدم الحاكمة شكل ٩٧ أيضا وهي مؤلفة من الوشيعه ١ والتماسات • ٣

١-٧ ذراع القيادة (أداة القيادة) :

يستخدم يدويا لقيادة نظام النقل الكهربائي ، والدول ، ولتغيير اتجاه الحركة . يتألف من مجموعة تماس شكل (٩٨) مؤلفة من حذبات ، يركب الذراع ٢ على القواعد المعزولة ٨ ، ١ • ويركب العنصر المتحرك ٦ على الذراع • وتثبت حذبة بلاستيكية ٩ على المحور ١٠ تضغط البلعة ٤ والذراع ٢ على الحذبة بالنابض • ٣



تتألف أداة القيادة من ذراعين متصلين بمحاور الحذبات بواسطة تروس معينة ، للذراع الرئيس منها خمس عشرة أو ست عشرة وضعية عمل ووضعيه واحدة للعمل على نظام اللاحمل ، وتثبت المواضع بالجهاز شكل ٩٨ ب •

لذراع التوجيه ثلاثة وضعيات ، أمام ، خلف ، حر (الضفر) . ولا يسكن تحريكها من الوضعية الحرة الى وضعية العمل الا عندما تكون الذراع الرئيسية في الوضعية الحرة (الضفر) مما يمنع تبديل اتجاه دوران محركات الجير عندما تكون الدارة الرئيسية بين المولد والمحركات موصولة .

٢ - تجهيزات القيادة الآلية :

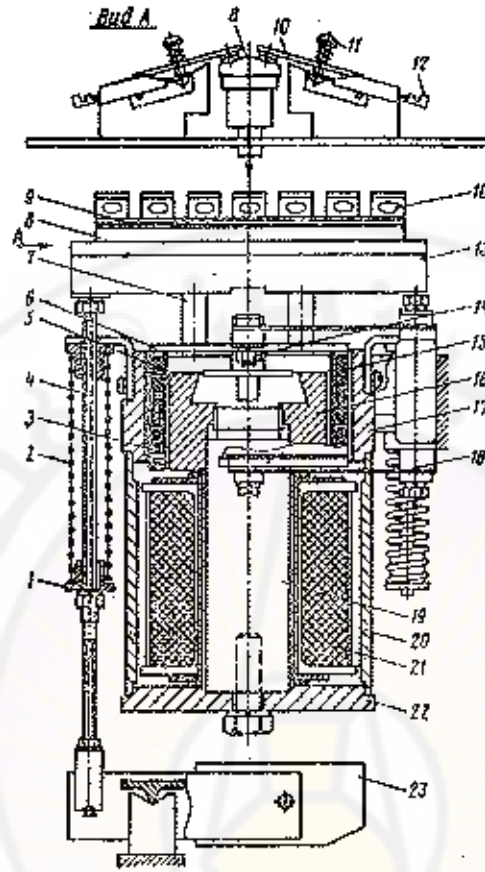
٢-١ - منظمات الجهد الكهربائي :

من المعلوم أن المولد المساعد يغذي دارات القيادة والافارة ويشحن المدخرات، ويتغير دورانه وحمولته في مجالات واسعة . وللمحافظة على مستوى ثابت للجهد في المولد المساعد يستخدم منظم الجهد ، الذي يعمل على مبدأ تغيير تيار التحريض فيه .

يظهر على الشكل (٩٩) منظم جهد مؤلف من وشيعة ثابتة ٢١ ووشيعتان متحركتان (وشيعة الجهد ١٥ ، ووشيعة التيار ٣) . تركب الوشيعتان المتحركتان على هيكل معدني ٥ مثبت على الصفححة ٦ بالبرال ١٤ ، وتتصل الصفححة ١٣ بالصفححة ٦ بوساطة العبودين ٧ . وتثبت صفححة الومنيومية ٨ على الصفححة ١٣ ويوجد على رأسها تماسات متحركة ٩ .

تثبت الصفححة ١٣ من الجهة الاخرى بصامولتين ٤ من خلال الجلبة ١ والنوابض ٢ . تتصل الصامولة الامامية ٤ بكتلة معاكمة ٢٣ وتعلق الاجزاء المتحركة على اربعة نوابض صفائحية ١٨ وعلى نابضين حلزونيين ٢ . بحيث تحاول النوابض رفع الاجزاء المتحركة الى الاعلى وتحاول القوة الناتجة عن التأثير المتبادل بين الوشائم الثابتة والمتحركة تحريك الاجزاء لتحركة نحو لاسفل .

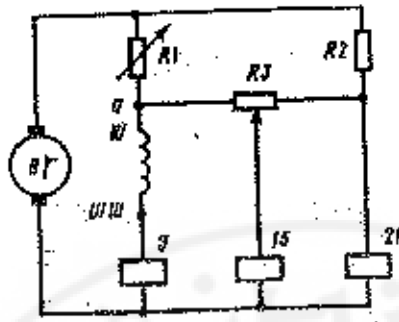
وتركب الاصابع الثابتة ١٠ على صفية التماس ٨ ، وينظم ضغطها بالنوابض ١١ ، وتتصل عناصر التماس بمقاومة مروطة على التسلسل مع وشيعة تحريض المولد المساعد (من خلال المخارج ١٢) . يتألف مغناطيس المنظم من القلب ١٩ ،



شكل (١٩)

ويتصل بكأس خارجي ٢٠ من خلال القاعدة ٢٢ يستند الكأس الى الهيكل ١٧ ،
ويلتف القطب ١٦ على القلب ١٩ .

يظهر على الشكل (١٠٠) مخطط ربط المنظم ، وفيه تربط الوشيعه الثابتة ٢١
على جهد المولد المساعد من خلال المقاومة R_2 وتربط وشيعه الجهد ١٥ من خلال
المقاومة العكسية R_3 . كما تربط وشيعه التيار ٣ على التسلسل مع وشيعه تحريض
المولد المساعد ويتهجه مجالها المغناطيسي ، ليقابل مجال وشيعه الجهد .



شكل (١٠٠)

عندما تنزاح الاجزاء المتحركة ، تقوم عناصر التماس المتحركة بغلق (أو فتح) عناصر التماس الثابتة ، فتتغير المقاومة R_1 ويتغير تيار التحريض . وعندما يزداد جهد المولد المساعد تهبط الاجزاء المتحركة نتيجة التأثير المتبادل بين الوشائع الثابتة والمتحركة ، وتفتح الاصابيح وتزداد المقاومة في دائرة وشيعة التحريض . وعندما ينخفض الجهد تحدث العملية المعاكسة . لزيادة حساسية المنظم يجب تخفيض الفقدان على احتكاك الاجزاء المتحركة .

ويجهز المنظم برابطة كهربائية ومغناطيسية عكسية ، للحصول على نظام عمل مستقر ، ونحصل على الرابطة الكهربائية بادخال الوشيعة ١٥ من خلال المقاومة R_2 ، وعندما يزداد جهد المولد المساعد ، تزداد المقاومة R_1 نتيجة التأثير المتبادل بين الوشائع ١٥ ، ٢١ وينخفض كمون النقطة a وينخفض تيار الوشيعة ١٥ بالنتيجة ، أي يتباطأ انزياح الاجزاء المتحركة ، وعندما ينخفض جهد المولد تحدث العملية المعاكسة .

ونحصل على الرابطة المغناطيسية العكسية ، بوشيعة التيار ، فعندما يزداد تيار التحريض يزداد جهد المولد الذي يسبب زيادة قوى التأثير المتبادل بين وشائع الجهد ، تقوم وشيعة التيار بابتلاع حقل وشائع الجهد .

تتطلب هذه المنظمات عناية خاصة وصيانة واصلاح مستمرين .

وعندما يزداد الجهد في المكثف C إلى حد معين ، يفتح التريستر yD_1 من جديد وهكذا تكون دائرة تناوبية (تبادلية) يعمل فيها التريستران بالتناوب ، ويتعلق تواتر العمل بسعة المكثف C ، المقاومة R_1 ، وجهد CT_1 ، ويستمر العمل حتى يبلغ جهد المولد المساعد المستوى المطلوب . وعندما يبدأ مرور التيار من خلال CT_2 المفتوح ، وقاعدة الترانزستور T_1 ، بالدائرة المؤلفة من موجب المولد المساعد ، المقاومة R_2 ، CT_1 ، T_1 سالب المولد . وتنخفض المقاومة في الترانزستور T_1 بوحدة ويمر التيار في الدور المتناوب في المقاومة R_2 و T_1 متجاوزاً بذلك الكترود التريستو yD_1 ، ويبقى هذا التريستر مغلقاً وتنتهي العملية . وهذا يؤدي بالنتيجة إلى الانخفاض التدرج في الوشيعة $h_2 - h_1$ وانخفاض جهد المولد المساعد .

عندما يصبح جهد CT_2 أقل من المستوى الاعظمي ، ينقطع مرور التيار خلال قاعدة الترانزستور T_1 ، وتزداد مقاومته بوحدة ويمر التيار من جديد من خلال الكترود التريستو yD_1 .

يظهر على الشكل ٩٦ b الجهد على الوشيعة $h_2 - h_1$ ومن الواضح ان القيمة الوسطية للجهد ، و تيار التحريض يرتبطان بفترة عمل التريستر yD_1

$$U_e = U_{Br} \frac{q t_3}{t_1 + t_2}$$

حيث U_{Br} — جهد المولد المساعد (أو المدخلة) .

t_3 — فترة التريستر عندما يكون مفتوحاً .

t_1 — فترة عمل دائرة التناوب (التريسترات) .

t_2 — زمن راحة دائرة التناوب .

q — التواتر خلال t_1 (عدد الاهتزازات) .

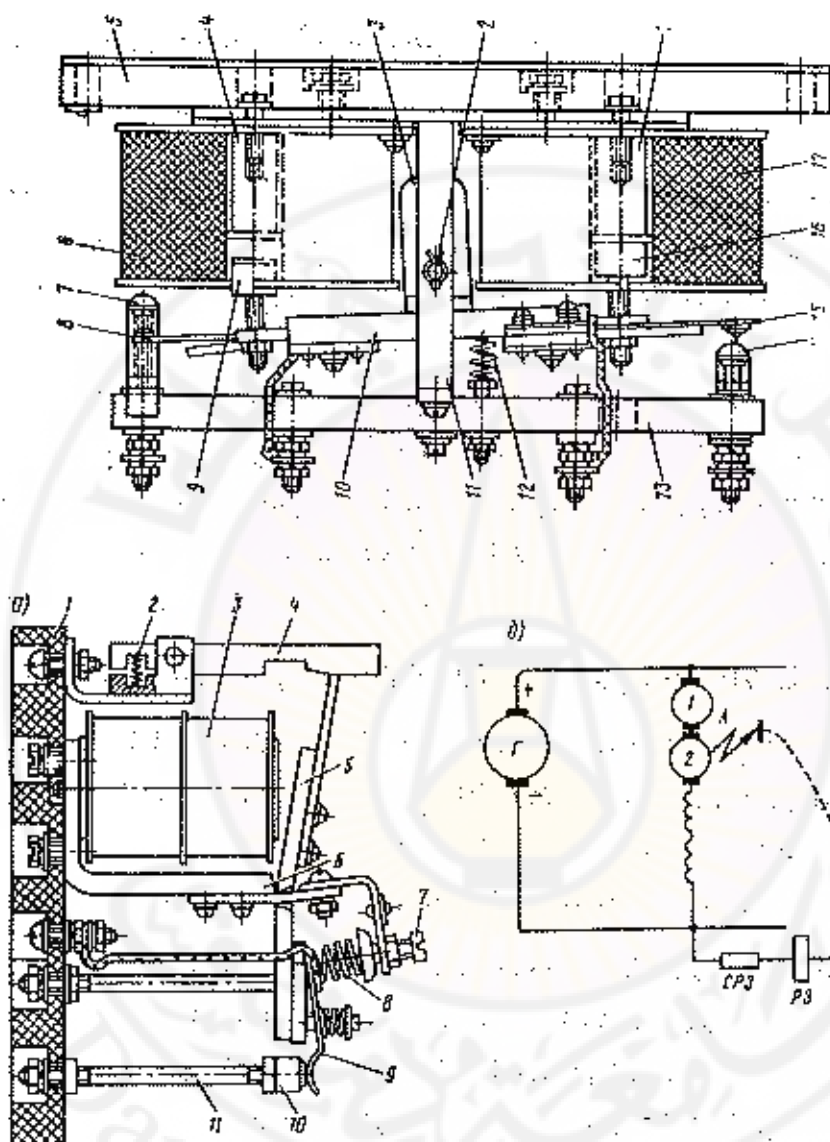
٢-٢- حاكمة الانتقال :

مهمتها وصل محركات الجر آلياً وتشغيل تماسات تخفيض التحريض فيها .
تربط الحاكمة في الدارة الرئيسة في نقاط محددة من المتخني الخارجي للمولد الرئيس ، عند نسب معينة للجهد على التيار . لذا تحتوي حاكمة الانتقال على وشيعةتين ، وشيعة الجهد ٦ شكل ١٠٢ وشيعة التيار ١٧ ، يتحرك لسان الحاكمة (الجزء المتحرك) حول المحور ٢ المثبت على الحامل ١١ ، ويثبت الدافع ١٦٤٩ على اللسان ١٠ مع عناصر التماس المتحركة ١٥٤٨ . وتثبت العناصر الثلاثة ١٤٤٧ على صفيحة عازلة ١٣ . يحمل النابض ١٢ اللسان ١٠ في حالة فصل وتقوم الكتلة المعاكسة ٣ بموازنة الحمل المتحركة للحاكمة وتخفف من تأثير الاهتزازات فيها وتجمع عناصر الحاكمة على القاعدة الرئيسة .

تربط وشيعة الجهد على جهد المولد الرئيس U_r من خلال المقاومة R_2

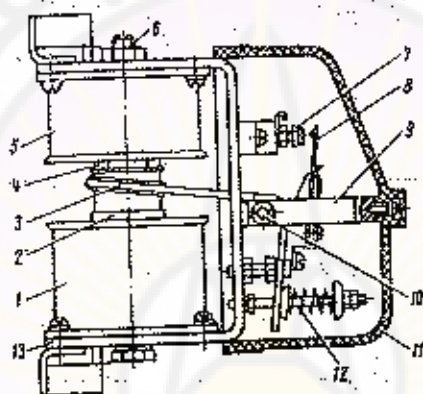
وتتناسب قوتها المغناطيسية طرداً مع الجهد . وتربط وشيعة التيار على التفرع مع وشيعة الاقطاب الثانوية للمولد الرئيس من خلال المقاومة R_1 . وتناسب قوتها المغناطيسية مع شدة التيار الكهربائي . وتحاول قوة وشيعة الجهد جذب الدافع الى القلب وتشغيل الحاكمة . وتحاول قوة وشيعة التيار مع قوة النابض فصل الحاكمة .

في أثناء حركة القاطرة ، ينخفض تيار المولد بزيادة السرعة ، ويزداد بانخفاضها وفي الحالة الاولى تنخفض قوة وشيعة التيار وتزداد قوة وشيعة الجهد ، وعندما تصبح نسب هذه القوى (مقادير نسب التيار والجهد في المولد) حداً معيناً ، ينجذب الدافع الى القلب ، وتطلق الحاكمة التماسات ، وتعطي اشارة لتغيير وصل محركات الجر من مخطط الى آخر (من مخطط تسلسلي الى مخطط تسلسلي - متوازي) أو لتشغيل تماسات تخفيض تيار التحريض في المحركات . وتحدث العملية المعاكسة عند تخفيض السرعة .



شکل (۱.۲)

يظهر على الشكل ١٠٣ حاكمة انتقال من نوع آخر ، بسيطة التركيب ، ومحدودة الإبعاد. تتألف من وشيعة جهد ١ ووشيعة تيار ٥، يتوضع بينهما اللسان ٣. تركيب الوشائع على الناقل المغناطيسي ١٣ على التسلسل . يستطيع قلب وشيعة التيار ٤ الانزياح بمساعدة البراز ٦ ، ويتغير بذلك الخلوص الهوائي بين اللسان والقلب . يثبت اللسان على المحور ١٠، المثبت بدوره على العمود ٩ . ويبقى في حالة الفصل بمساعدة النابض ١٢، وتركب عناصر التماس المتحركة ٨ على لسان الحاكمة ، وتركب العناصر الثابتة ٧ على الصفيحة العازلة الموجودة على الناقل المغناطيسي. تغلف مجموعة التماس وقسم من اللسان مع التوابض بغلاف خارجي ١١ ولا يختلف مبدأ عمل هذه الحاكمة عن سابقتها .

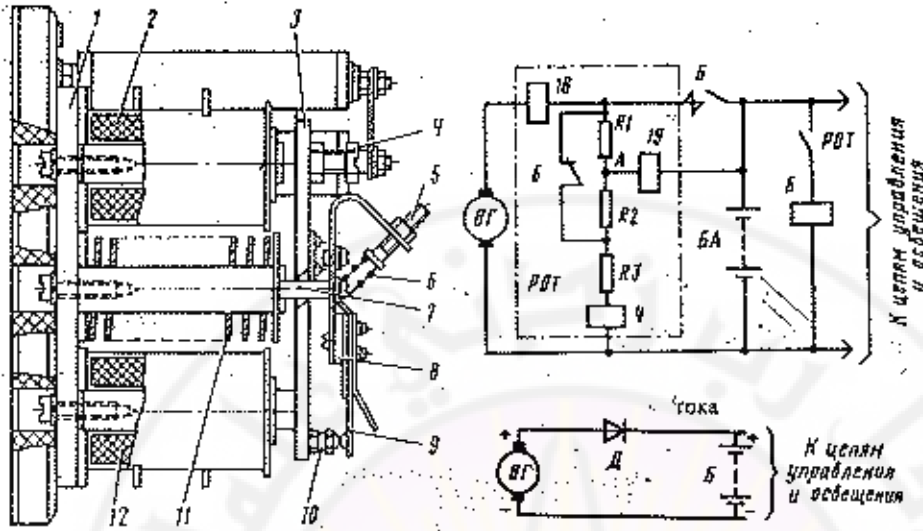


شكل (١٠٣)

٣-٢ حاكمة التيار العكسي (المعاكس) :

تنظم عمل المدخرات والمولد المساعد عندوقوف الدبزل عن العمل تغذي المدخرات دارات القيادة ، والاناارة بالتيار ، ويقوم المولد المساعد بهذا العمل في أثناء عمل الدبزل . تقوم الحاكمة بوصل المولد المساعد الى دارات القيادة عندما يكون جهده مساويا جهد المدخرات أو اكبر بقليل . ويفصله عن هذه الدارات عندما يصبح الجهد أقل من جهد المدخرات ويجري عندها تيار من المدخرات الى المولد المساعد .

يظهر على الشكل ١٠٤ حاكمة تيار عكسي مؤلفة من ثلاث وشائع وشيعة



شكل (١٠٥)

شكل (١٠٦)

جهد ٢ ووشيعة تيار ١١، ووشيعة تفاضلية ١٢، وتؤلف قلوب هذه الوشائع مع القاعدة ١ واللسان ٣ الحملة المغناطيسية للحاكمة. يتأرجح اللسان على العمود ٧ ويحافظ على وضعية الفصل بالنابض ٦ الذي يشد بالبزال ٥. يركب عنصر التماس الثابت ٩ على العمود ٧ من خلال الصفيحة العازلة ٨، ويثبت العنصر المتحرك ١٠ على اللسان، ويحدد المخلوص بين اللسان والقلب بالبرغي ٤.

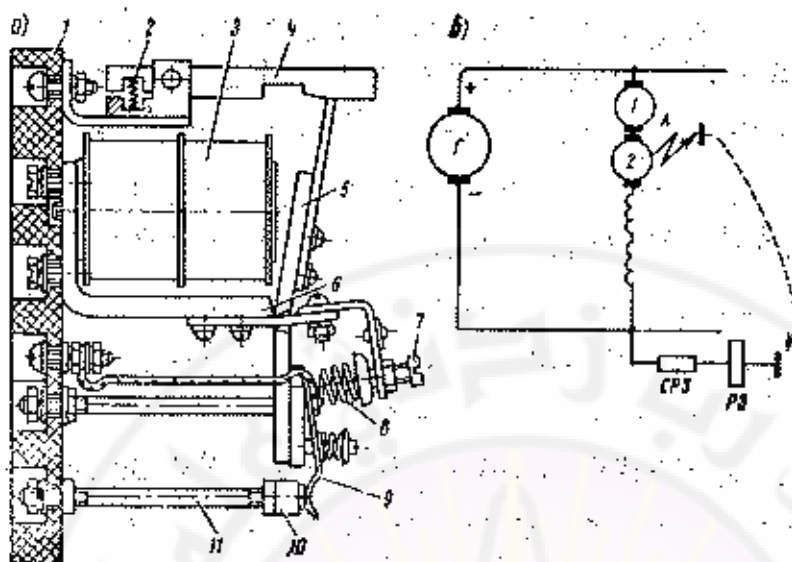
ويظهر على الشكل مخطط وصل هذه الحاكمة، عند وقوف الديزل، حيث ان التماس b والحاكمة مغلقتان، وكما ذكرنا تغذي المدخرات دارات القيادة والانارة، وعندما يجري تيار من المدخرات بالوشيعة التفاضلية ١٩، ويتفرع في النقطة A الى فرعين، يمر أحدهما في وشيعة الجهد ٤ ويمر الآخر في وشيعة التيار ١٨، وبما أن التيار ضئيل، فإن تأثيره على عمل الوشائع مهملة، وتحفظ قوة الوشيعة التفاضلية وقوة النابض الحاكمة في وضعية الفصل.

وبعد اقلاع الديزل يجري في وشيعة الجهد ٤ تيار يتبع جهد المولد المساعد R_3 Br والمقاومة ، ويبدأ تيار الوشيعة التفاضلية بالتناقص لانه يتعلق بقيمة الفرق بين جهد المدخرات وجهد المولد المساعد U_{Br} ، U_{BA} وعندما يتساوى الجهد U_{Br} و U_{BA} ، ينعدم التيار في الوشيعة ، وعندما يصبح $U_{BA} < U_{Br}$ يغير اتجاهه ، وعندما يصبح $U_{Br} - U_{BA} = 2 \div 3 \text{ v}$ ، تبدأ الحاكمة بالوصل تحت التأثير المشترك لوشيعة الجهد والوشيعة التفاضلية ، الذي يغلب على قوة النابض وتغلق مجموعة التماس POT في دائرة وشيعة التماس b . ويتعلق هذا التماس ، وتبدأ من هذه اللحظة عملية تغذية دارات القيادة والانارة وشحن المدخرات من قبل المولد المساعد . ويضم التماس b المقاومات R_1 ، R_2 الى دائرة وشيعة الجهد ، مهياً بذلك الحاكمة للفصل في الوقت المناسب . ويجري تيار المولد المساعد بالكامل في وشيعة التيار ، وتعمل عندها هذه الوشيعة مع وشيعة الجهد لابقاء الحاكمة في وضعية الوصل (العمل) .

وعندما يصبح جهد المولد أقل من جهد المدخرات (وقوف الديزل مثلاً أو لسبب ما) ، يتغير اتجاه تيار الوشيعة ١٨ وتفصل الحاكمة ، ويقوم التماس b بفصل المولد المساعد عن دارات القاطرة .

هذا ويمكن بسهولة استخدام الثنائي المصنوع من أنصاف النواقل ، الذي يظهر على الشكل السابق . فعندما يزداد جهد المدخرات عن المولد المساعد يفصل الثنائي ، وينعدم تيار الشحن ، وعندما يصبح $U_{Br} > U_B$ يسمح الثنائي للتيار بالمرور وتتغذى الدارات بتيار المولد المساعد .

- ٣ - تجهيزات الحماية
- ٣-١ - حاكمة التاريض
- ٣-٢ - مهنتها رفع الجهد عن الدارة الرئيسة عند حدوث تماس مع الهيكل ،



شكل (١.٥)

ويحدث هذا التماس بسبب تلف طبقات العزل أو غيرها • ولكن التماس الوحيد لا يحدث تغير في عمل التجهيزات الكهربائية ، إلا إذا حدث تماس آخر وعندها يمكن أن يحدث أعطال فادحة • لذا وجب تركيب حاكمة تأريض لتفريغ الجهد الكهربائي •

تظهر على الشكل ١.٥ a حاكمة تأريض مؤلفة من قاعدة رئيسية ١ ، وشيعة ٣ ، ناقل مغناطيسي ٦ ، ولسان ٥ ، يحتفظ اللسان بوضعية الفصل بواسطة النابض ٨ ، ويشد النابض بالبرغي ٧ • يركب عنصر التماس المتحركة ٩ على اللسان ، ويركب عود العنصر الثابت ١٠ على القاعدة الرئيسية •

يثبت اللسان في حالة الوصل بالذراع ٤ والنابض ٢ •

يظهر على الشكل ١.٥ b • مخطط وصل المحاكمة • عندما يحدث تلف الطبقة العازلة ، ويحدث التماس مع الهيكل (النقطة A مثلا) ، يجري جزء من

تيار المولد بالدائرة (موهب المولد r ، نقطة التماس A ، هيكل القاطرة ، وشيعة الحاكمة P_2 ، المقاومة CP_2 ، سالب المولد r) فتعمل الحاكمة ، وتفصل دائرة وشائع مجموعة التماس ، التي تفصل دائرة تحريض المحرض والمولد الرئيس ويرفع جهد المولد بالكامل . ويختفي عندها التيار في وشيعة الحاكمة ، لكن الزراع ٤ تمنع فصل الحاكمة ، لأن عودة الوصل الفجائي ، وجهد المولد يمكن أن يحدثا نتائج بالغة الخطورة .

من سليات مخطط وصل هذه الحاكمة هو انعدام حماية قسم كبير من الدائرة الرئيسة ، من جهة القطب السالب في المولد الرئيس ، بسبب انخفاض الجهد في هذه المنطقة ، لأن هناك مقاومة موصولة على التسلسل . مهمتها تحديد التيار المار عبر الوشيعة عند الطوارئ (تماس مع الهيكل) .

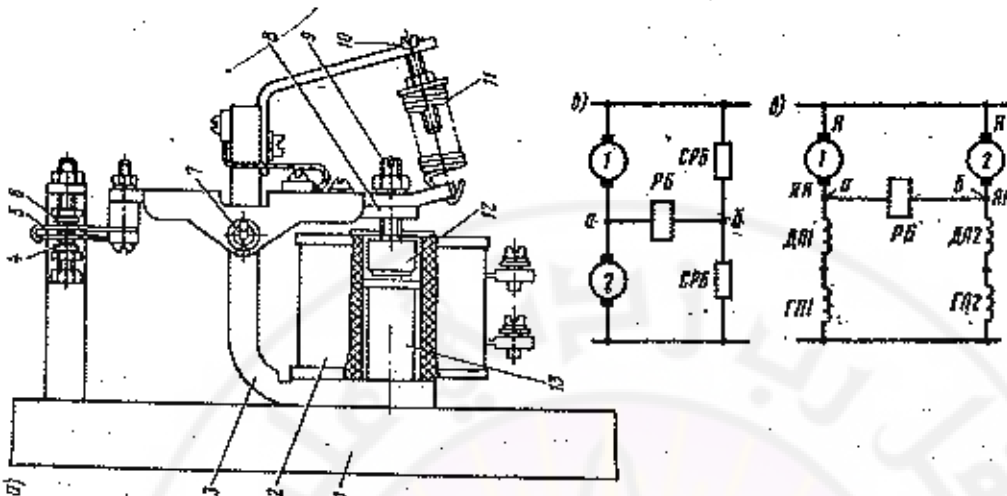
وتعمل الحاكمة عندما يصبح الكمون في نقطة التماس نسبة للهيكل (٨٠-٩٠ فولت) . وتظهر وشائع الاقطاب الرئيسة في محركات الجير ، مبدلات الاتجاه ، مجموعات التماس ، ومقاومات تخفيض التحريض وكأنها غير محمية .

٢-٣ - حاكمة الترحلق :

مهمتها كشف ترحلق محاور العجلات ، والتأثير على نظام النقل الكهربائي للقضاء على مسببات الترحلق الجاري واعلام الميكانيكي بذلك . تظهر على الشكل ١٠٦ a حاكمة ترحلق .

تحتوي على وشيعة ٢ ، مركبة على ناقل مغناطيسي ٣ ، يشب اللسان ٨ على المحور ٧ الذي يحمل الدافع ١٢ وعنصر التماس المتحرك ٥ أيضا . وتثبت وضعية الدافع بالبرال ٩ .

يبقى اللسان في وضعية الفصل بواسطة النابض ١١ والبرال العياري ١٠ . وتركب العناصر المتحركة ٦٤ على القاعدة الرئيسة ، التي تحمل ثلاث حاكمات ترحلق تؤلف فيما بينها مجموعة الترحلق .

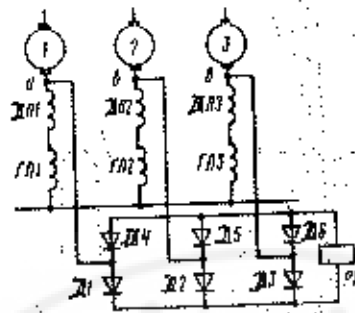


شكل (١.٦)

يكشفه التزحلق بمقارنة جهد محركات الجر أو تيارها ، في محاور العجلات المتزحقة وغير المتزحقة ، وعند ظهور التزحلق (زيادة دوران العجلات) يزداد جهد المحرك المركب على المحور المتزحلق ، وينخفض الجهد في المحرك الموصول معه على التسلسل ، ويتولد فرق جهد في قطر الجسد المتولد من روتر المحرك الاول ١ وروتر المحرك الثاني والمقاومة CPb شكل ١٠٨ وتبدأ الحاكمة Pb بالعمل (الوصل) .

وعند الربط المتفرع للمحركات شكل (١٠٦ B) تصل الحاكمة Pb بين مخارج المحركات . وعند تزحلق أحد المحاور ينخفض تيار روتر المحرك في هذا المحور وينخفض الجهد في النقطة a أو في b ، وتبدأ الحاكمة بالعمل عندما يجري التيار في وشيعتها نتيجة فرق الجهد بين النقطتين a و b .

ولهذا المخطط سلبية شاملة وهي ، عدم امكان كشف التزحلق المتزامن بسرعات متقاربة للعجلات ، التي تراقبها حاكمة واحدة . لذا يستخدم المخطط شكل ١٠٧ .



شكل (١٠٧)

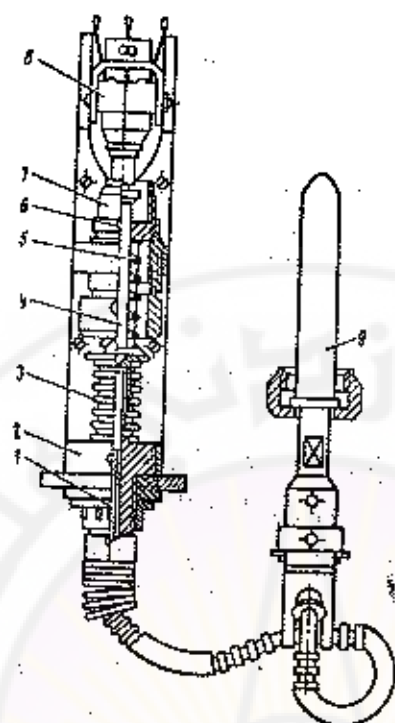
عندما يحدث ترحلق محور المحرك ، ، ينخفض جهد النقطة a ويمر تيار من وشيعة الحاكمة Pb من النقطة ذات الجهد الأعلى b أو من الثاني D₃ ، D₆ والوشيعة Pb والثاني D₄ الى النقطة a .

يكشف هذا المخطط الترحلق اذا كان أحد المحاور لا يترحلق ، ولا يعمل المخطط اذا ترحلت جميع المحاور معا . ولتبع الترحلق يجب تخفيض العزم أو الاستطاعة في محرك المحور المترحلق ، لذا تدخل تماس من حاكمة الترحلق في دائرة تحريض المولد الرئيس . ويقوم بتخفيض تحريض المولد واستطاعته ، ويعطي التماس الاخر الاشارة الى الميكانيكي .

٣-٣- حاكمة مراقبة الحرارة :

تظهر هذه الحاكمة على الشكل ١٠٨ وتتألف من جسم ٢ وخزان حراري ٩ موصولين بأنبوب ١ مملوء بسائل سريع التبخر متركب الخززان ٩ في الأنبوب الذي يجري فيه السائل .

عند ارتفاع الحرارة يتبخر السائل ويضغط البخار على قاعدة الأنبوب ٣ ، متغلبا على قوة شد النابض ٥ ، وينزاح الذراع ٤ ضاغطة على كبسة المفتاح الدقيق ٨ .



شكل (١٠٨)

تتحكم العزقة ٧ والبزال ٦ بقوة شد التابض (بدرجة الحرارة التي تبدأ الحاكمة خلالها بالعمل) .

هذا ويصل عدد الحاكمتين الحراري إلى أربعة في دوائر القيادة على القاطرة .

٣-٤ - حاكمة ضغط الزيت :

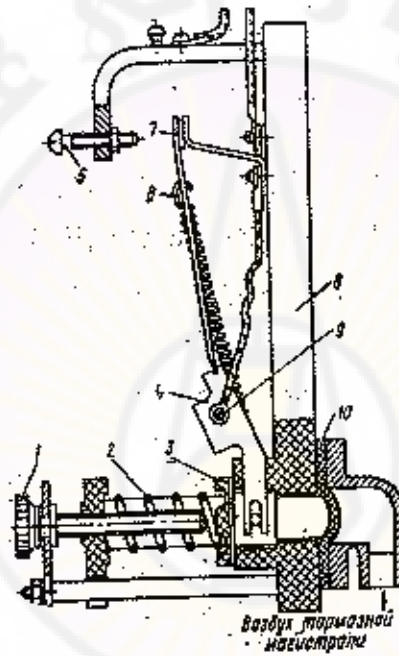
مهمتها مراقبة ضغط الزيت في نظامه ، يجري فيها الزيت وتشبه الحاكمة الحرارية .

٣-٥ - حاكمة ضغط الهواء :

تراقب ضغط الهواء في الدارة الرئيسة للمكابح شكل (١٠٩) . حيث يصل

الهواء الى الصفيحة ١٠ وينزاح الدافع ٣ متغلبا على قوة شد النابض ٢ ، ويدور الذراع ٤ حول المحور ٩ .

ويتجاوز الذراع وضعية التوازن عند ضغط معين للهواء (يحدد بقوة شد النابض بوساطة البزال ١) وتنزاح شوكة التماس ٧ الى اليسار بتأثير النابض ٦ مغلقة بذلك الدارة بوساطة التماس ٥ . تجمع عناصر الحاكمة على القاعدة الرئيسية ٨ .



شكل (١.٩)

٤ - التجهيزات الخالية من عناصر التماس :

وهي نوعان :

١ - التجهيزات المغناطيسية .

٢- تجهيزات أنصاف النواقل *

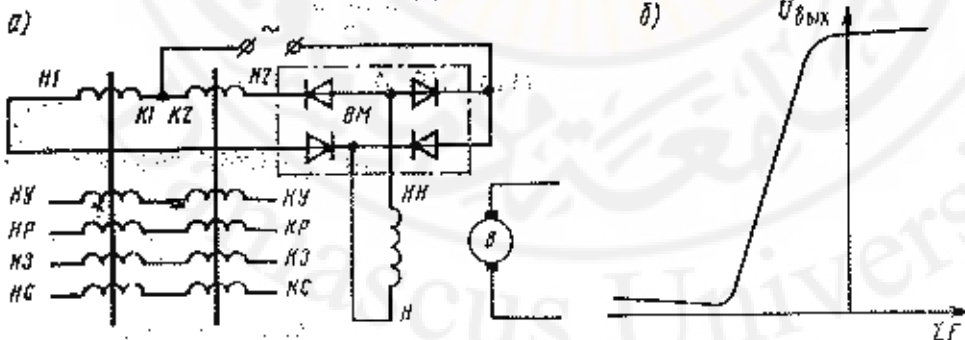
تتمتع هذه التجهيزات بالوثوقية العالية نظرا لانعدام وجود عناصر التماس فيها *

١١-١ التجهيزات المغناطيسية :

وأهمها المقوي المغناطيسي المستخدم في دارات التحريض ويظهر على الشكل (١١٠) مخطط هذا المقوي ، ويتألف من الوشائع العاملة $H_2 - K_2 , H_1 - K_1$ وتربط متقابلة على التسلسل ، ووشائع القيادة y , p , z , c ويحتوي على رابطة داخلية عكسية *

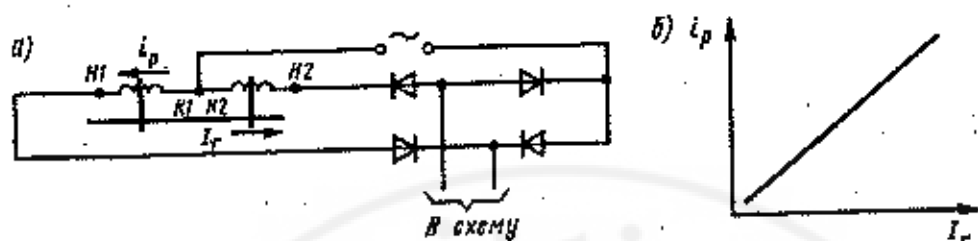
يغذي جهد الخرج u ووشائع تحريض محرض المولد الرئيس من خلال المقوم BM وتظهر على الشكل ١١٠ b العلاقة بين جهد الخرج ومحصلة القوى المغناطيسية ΣF للوشائع * ويستخدم في بعض دارات تحريض المولدات الرئيسة ، محولات التيار المستمر ومحولات الجهد ، مهمة الاولى قياس تيار المولد أو محرك الجر ، ومهمة الثانية قياس الجهد *

وتحتوي المحولات على وشيعتين عاملتين $H_2 - K_2 , H_1 - K_1$ شكل (١١١) ، (١١٢ a) وتربط متقابلة على التسلسل ، وتتألف وشيعة القيادة في محولات التيار من ناقل يمر من نافذة في القلب ، الذي يجري فيه التيار المقيس I_p

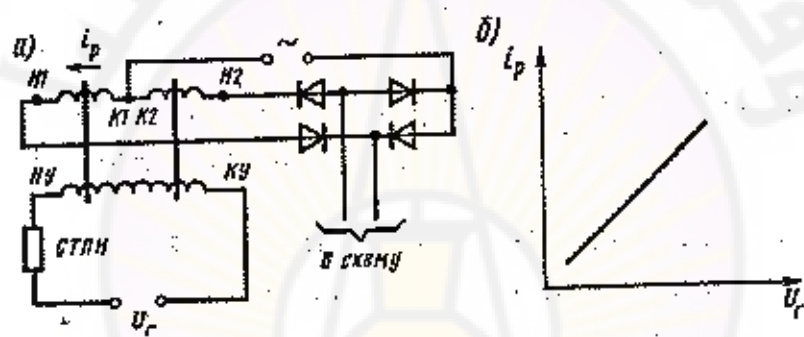


شكل (١١٠)

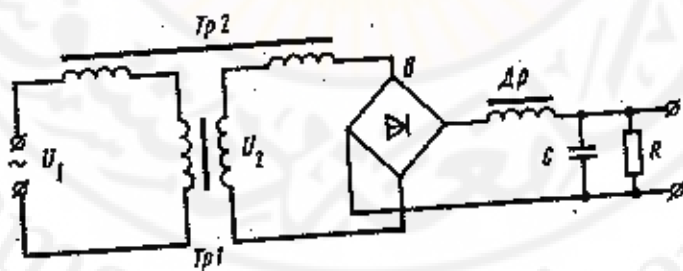
١٥٨ -



شكل (١١١)



شكل (١١٢)



شكل (١١٣)

وتقع وشيعة محول الجهد y في قلب الوشيعتين العاملتين ، وترتبط على جهد المولد الرئيس U_1 من خلال المقاومة $CTnH$.

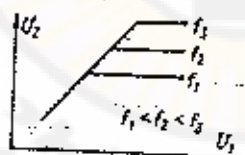
تقوم تيارات الخرج U_1 في المحولات ، وتدخل في مخطط قيادة تحريض المولد الرئيس ، وتظهر على الشكل ١١١ ، ١١٢ خواص هذه المحولات .

٢-١-٤ دائرةعداد السرعة :

مهمتها توليد جهد يتناسب مع عدد دوران عمود المرفق في الديزل شكل (١١٣) . يغذي مولد التيار المتناوب (جهد u_1 ، تواتر F) وشيعة المحول TP_3 الاولى . (الجهد يتناسب مع دوران الديزل) .

يتم اختيار مؤشرات المحول وعوامل (أبعاده ، مادته ، عدد لفات الوشائم) بحيث يتناسب جهد الوشيعة الثانية U_2 مع التواتر F ولا يتعلق بالجهد U_1 شكل ١١٤ (في مجالات محددة للجهد U_2) .

وللحصول على علاقة خطية دقيقة بين U_2 ، F شكل ١١٠ ، يربط المحول T_{R_2} بحيث تكون الوشيعة الاولى متطابقة مع الوشيعة الاولى للمحول الاول T_{R_1} ، والوشيعة الثانية متطابقة مع وشيعة الخرج في المحول الاول ، ويقوم جهد الخرج بالمقوم B .



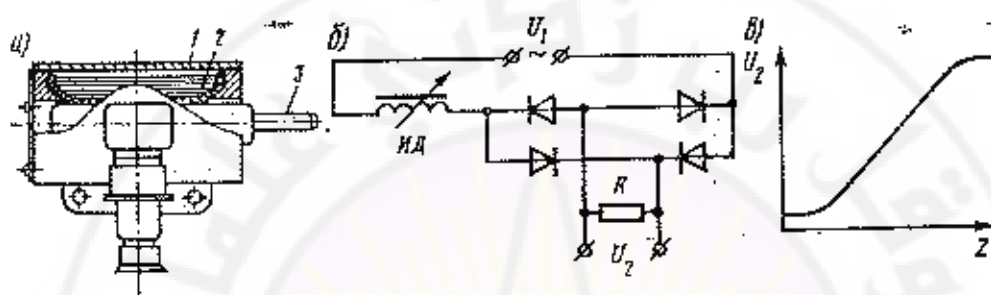
شكل (١١٤)

٢-١-٤ أداة الطاقة بين استطاعة الديزل واستطاعة المحولة :

مهمتها المحافظة على المساواة بين استطاعة الديزل واستطاعة المحولة ،

وتتألف من ناقل مغناطيسي ١ شكل ١١٥ ، وشيعة ٢ ، وقلب ٣ مرتبط مع ذراع منظم دوران الديزل .

عند انزياح القلب تتغير مقاومة اللوشيعة الذاتية ، وإذا كان الجهد U_1 ثابتا شكل ١١٥ ب يتغير عندها التيار المار بالوشيعة . يقوم هذا التيار ويؤخذ الجهد U_2 عن مقاومة الحمولة Z (يتناسب الجهد مع انزياح القلب شكل ١١٥ ر) .



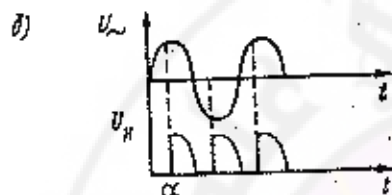
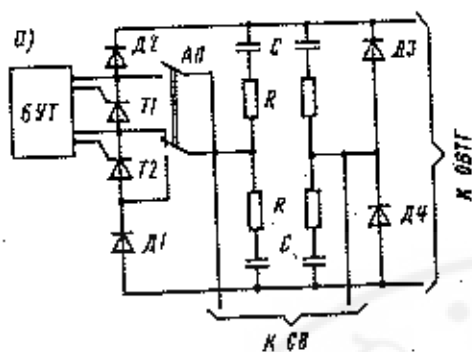
شكل (١١٥)

١-٢- تجهيزات انصاف النواقل :

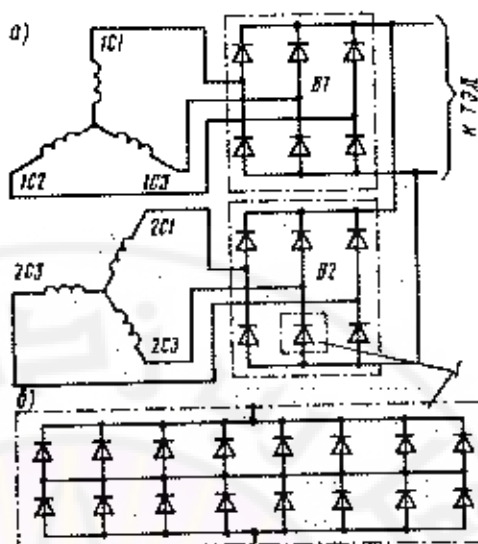
١-٢-١- مقوم الجهد :

مهمته تحويل الجهد المتناوب المتولد عن المنوبة المتواقة الرئيسية الى جهد مستمر . يظهر على الشكل (١١٦) مخطط تقويم جبري ثلاثي الاطوار .

يتألف المقوم من جبرين B_1 ، B_2 لان ثابت المنوبة يحتوي على وشيعةين (نجميتين) . يحتوي كل مرفق من كل جبر على ثنائيات موصولة على التسلسل ، لأنها تتحمل مرور كامل التيار ، وتحسب كمية الثنائيات انطلاقا من مقدار التيار ، ويتم وصلها بشكل ثنائي على التسلسل أيضا لزيادة وثوقية المقوم ، وخوفا من عطل طارئ في احدها .



شكل (١١٧)



شكل (١١٦)

وتستخدم أيضا المقومات الدارة التي تقوم الجهد وتنظمه ويظهر مخطط هذه المقومات على الشكل ١١٧ ، والتي تستخدم في دائرة تحريض المولد الرئيس .

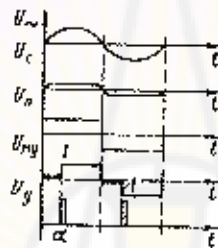
وهو مخطط جسري أحادي الطور ، يربط في المرفق الاول تريستراتان T_2 ، T_1 وفي المرفق الثاني ثنائيان D_4 ، D_3 .

ويبدأ التريستر بالعمل (الوصل) عند اعطاء نبضة على المسرى القائد في لحظة من الزمن α شكل ١١٧ b ، ويصل الجهد الى الحمولة ، وبذلك يمكن تنظيم (معايرة) الجهد الذي يغذي وشائع تحريض المولد OB ، بتغيير .

يعمل الثنائيان الاحتياطيان D_2 ، D_1 عند حصول عطل طاريء في التريسترات أو في صندوق التنظيم byT ويجب عندئذ وصل المفتاح An ، ويصبح عمل المقوم دون تنظيم أو معايرة (عادي) .

لحماية الثنائيات والترانزسترات من ارتفاع الجهد الذي يتولد عند وصلها ،
يضاف لكل منها حلقة RC على التفرع .

تقوم المجموعة byT بمعالجة وتقويم النبضات ، حيث يصل الجهد
المتناوب U على مداخل المجموعة ٩ ، ١٠ بشكل متزامن مع الجهد الذي يغذي
المقوم المنظم ويقوم الجهد U_0 شكل (١١٨) بوساطة العناصر CT_1 و CT_2
ويصل من خلال المقاومة R_1 والثنائي D_1 ، D_2 الى الرابطة الانتقالية
للترانزسترات T_1 ، T_2 بعد كل نصف دور بالتناوب . وتصل الترانزستورات
بالتناوب الوشائع W_1 ، W_2 في المحول T_{R_1} بمصدر الجهد المستمر الوارد
الى المداخل ١١ ، ١٢ .



شكل (١١٨)

وتؤمن وشائع الرابطة العكسية W_1 ، W_3 الوصل الدقيق للترانزستورات ،
ويقوم نتيجة ذلك الجهد المتناوب على الوشاعة الثانية W_3 في المحول T_{R_1}
الشكل الرابعي على شكل (١١٨) ويصل هذا الجهد الى وشائع المقوي المغناطيسي
 P_1 ، P_2 شكل (١١٥) . الذي تربط وشيعته القائدة oy مع مخرج المخطط
الرئيس . فيتولد على مخرج المقوي المغناطيسي جهد U_{My} شكل (١١٨) جبهته
الامامية المحددة بمقدار التيار المار في الوشاعة oy . (في أنصاف الادوار) .
ويصل هذا الجهد الى الرابطة الانتقالية الأساسية للترانزستور T_3 و T_4 من
خلال المقاومة R_8 ، المكثف C_1 ، الموازن المقوم CT_3 ، CT_4 والثنائي
 D_7 ، D_8 . وتقوم الترانزستورات بوصل الوشائع W_1 ، W_2 في المحولات

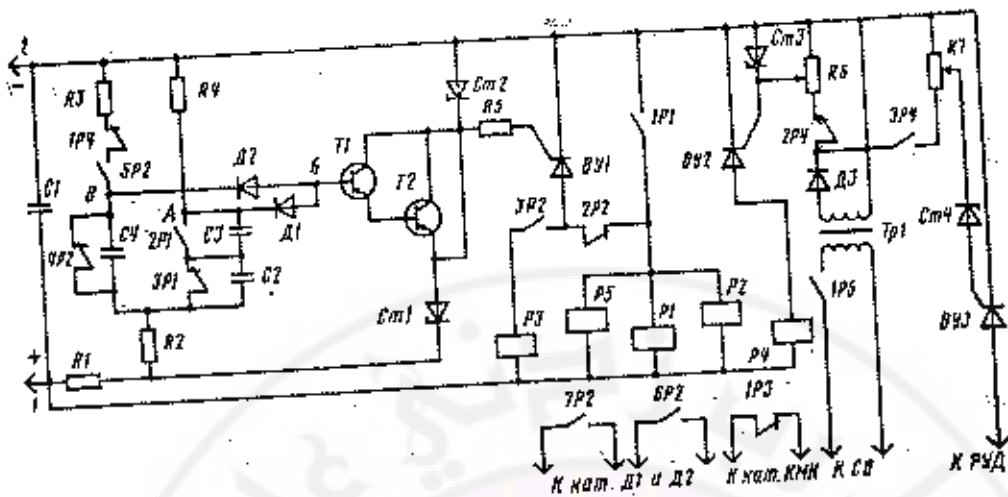
بمصدر الجهد المستمر بشكل متناوب ، ويظهر على مخرج T_{R_3} , T_{R_2} الوشائع الثانية W_2 , W_4 ، نبض الجهد U_4 رباعي الشكل شكل (١١٨) (يتحدد وضعه نسبة لـ U بقيمة تيار الوشيع $o y$) . ويصل النبض الى المسرى القائد في التريستر T_1 أو T_2 شكل (١١٧) من خلال الثنائي D_{11} والمقاومة R_{11} (أو D_{10} , D_{10}) فيقوم بتشغيله .

يحمي المقوم CT_6 , CT_5 الترانزيستورات T_4 , T_3 من ارتفاع الجهد ويحمي الثنائيان D_{12} , D_9 التريستورات من الجهد المعاكس .

٢-٢-٤ - مجموعة اقلاع الديزل :

يظهر مخطط هذه المجموعة على الشكل ١١٩ ، ومهمتها تدوير الديزل ، ومراقبة فترة تشغيل محرك مضخة الزيت الاولى MH (مدة ٦٠ ثانية) . مراقبة فترة الاقلاع (١٢ ثانية) ، مراقبة فترة التوقف (٣ ثواني) وفصل المجموعة بعد الاقلاع .

في الوضعية البدائية تكون الحاكمتان P_5 , P_1 مفصولتان ، وعند الضغط على كبسة الاقلاع (أمر الاقلاع) يصل الجهد الى المخارج ١ ، ٢ من المدخرات ، ويصل جهد التغذية الى المقاومة R_4 من خلال المقاومة R_2 والتماس $3 P_1$ والمكثف C_3 ويكون كمون النقطة A أكبر من كمون النقطة B ، مما يجعل الثنائي D_1 والترانزيستور T_2 , T_1 مفصولين . وتصل التغذية الى وشيع التماس KMH من خلال التماس $1 P_3$ فيبدأ محرك مضخة الزيت MH بالعمل ، وبإزداد عملية شحن المكثف C_3 ينخفض كمون النقطة A ويصبح أقل من كمون النقطة B بعد ٦٠ ثانية ، وعندها يبدأ الثنائي D_1 بالعمل وكذلك الترانزيستورات T_2 , T_1 ، ويصل الجهد الى المسرى القائد في التريستر By_1 من خلال المقاومة R_6 ، ويبدأ بالعمل مع الحاكمتان P_5 , P_3 , P_1 من خلال التماس $2 P_2$ ، وعندها يغذي التماس $1 P_1$ وشائع الحاكمتان P_3 , P_2 , P_1



شكل (١١٩)

متجاوزا التريستر By_1 ، وتفصل التماسات $2P_2$ ، $3P_2$ الحاكمت عن التريستر ، وتوصله بالحاكمة P_3 .

عندما تبد اللحظة تشكيل التماسات ينفصل التريستر By_1 ، ويغلف التماس $2P_1$ المكثف C_3 وتغلق الترانزستورات T_1 ، T_2 نتيجة لذلك .

ويقوم التماس $3P_1$ بتشغيل المكثف C_2 مبتدئا بذلك حساب الفترة الزمنية الثانية وتقوم التماسات $4P_2$ ، $5P_2$ بتشغيل المكثف C_4 وتبدأ عملية حساب الفترة الزمنية الثالثة ، وتقوم التماسات $6P_2$ ، $7P_2$ بتشغيل التماسات D_1 و D_2 ايذانا ببدا عملية اقلاع الديزل ، ويصل التماس $1P_6$ الوشعة الاولى للمحول T_{R1} مع المعرض المتواقت CB .

هنا وهناك حالتان لعملية الاقلاع :

— اذا استطاع المولد المقلع تدوير الديزل خلال ثلاث ثوان على الاكثر ، فان

جهد وشيعة المحول TR_1 الثانية يبلغ مقدارا كافيا لتشغيل التريستر By_2 وعمل الحاكمة P_4 ، التي تفصل المكثف e_4 بواسطة التماس $P_4 1$ • ويفصل التماس $P_4 2$ المسرى القائد للتريستر By_2 ، والتماس $P_4 3$ يقوم بوصل المسرى القائد في التريستر By_3 .

— اذا لم يبلغ دوران الديزل الحد المطلوب خلال ٣ ثوان ، يشحن المكثف C_4 ويصبح كمون النقطة B أقل من كمون النقطة A • ويقوم الثنائي D_2 والترانزيستورات T_1 ، T_2 بتشغيل التريستور By_1 ، الذي يقوم بتشغيل الحاكمة P_3 التي تفتح بدورها التماس $P_3 1$ وتفصل التماس KMH وتنتهي بذلك عملية الاقلاع •

واذا جرت بداية الاقلاع طبيعية ، تستمر وفق حالة من حالتين :

— اذا بدأ الديزل عمله خلال ١٢ ثانية على الأقل ، فان جهد الوشيعة الثانية في المحول TR_1 يبلغ مقدارا كافيا لتشغيل التريستر By_3 ، الذي يقوم بتشغيل الحاكمة Py_3 ، التي تفصل دائرة الاقلاع •

— اذا لم يبدأ الديزل عمله خلال هذه الفترة يشحن المكثف C_3 ، ويصبح كمون النقطة A أقل من كمون النقطة b يقوم الثنائي D_1 والترانزيستوران T_1 ، T_2 بتشغيل التريستور By_1 ، الذي يقوم بدوره بتشغيل الحاكمة P_3 التي تفصل التماس KMH ، وتفصل دائرة الاقلاع نتيجة لذلك ، وتفصل مجموعة الاقلاع عن مصدر التغذية ويعود الى الوضعية البدائية

١-٢-٣ — مجموعة اقلاع ضاغط الهواء :

مهمتها قيادة المحرك الكهربائي ، الذي يقوم بتشغيل ضاغط الهواء ، وتتم تغذية المحرك من المولد المقلع عادة •

لتخفيض تيار الاقلاع الجاري عند وصل المحرك الكهربائي ، يجب تخفيض جهد المولد المقلع من ١١٠ الى ٢٢ أو ٢٥ فولطا ، ورفع جهد المولد المقلع بشكل انسيابي الى ١١٠ فولتات .

ففي البداية يصل جهد المولد المقلع CTr الى مدخل المجموعة ٢ ، حيث يفتح الترانزيستور T_1 تحت تأثير الجهد من خلال المقاومات R_2 و R_{11} و CT_2 ويوصل المسرى القائد في التريستر By مع المسرى الاخر .

وعندما ينخفض ضغط الهواء في الخزانات الرئيسة ، تقوم حاكمة الضغط PDK بتشغيل الحاكمة P في المجموعة bnk ، وعندها يصل الجهد الى المدخل ٣ من خلال وشيعة التماس KDK و CTr .

ويجري التيار في الدارة المؤلفة من D_1 والمقاومة R_4 ، والرابطة الاتقالية الاساسية للترانزيستور T_2 . وتجري في الوقت نفسه عملية شحن المكثف C_1 ويفتح الترانزيستور T_2 الترانزيستور T_3 ، ويصل جهد دارات القيادة الكامل من خلال المقاومة R_8 والثنائي D_4 الى مدخل منظم جهد المولد المقلع ، مما يؤدي الى انخفاض جهد CTr .

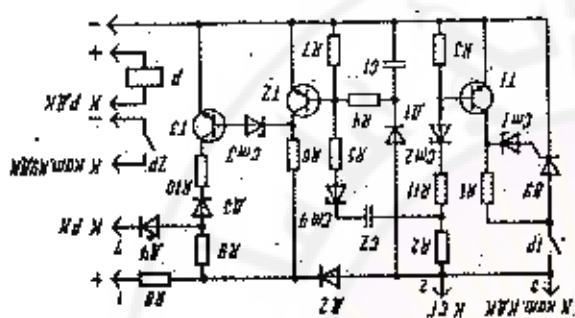
وعندما ينخفض الجهد الى ٢٢-٢٥ فولطا ، ينقطع التيار في قاعدة الترانزيستور T_1 ، ويفتح ، مما يؤدي الى وصل التريستور By والتماس KDK ، الذي يقوم بوصل قلب المحرك الكهربائي مع المولد المقلع .

ويقوم التريستر By بتفريغ دارة قاعدة الترانزيستور T_2 ، الذي يبدأ بالاغلاق ، مع استمرار عملية تفريغ المكثف C_1 ، ويفتح T_3 .

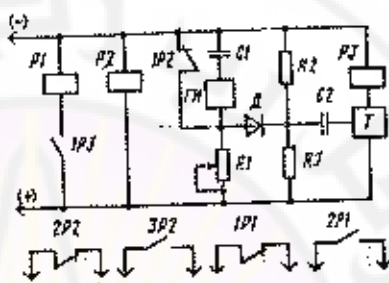
وينخفض الجهد في منظم الجهد ، ويبدأ جهد المولد المقلع بالازدياد الى حد معين وبسرعة ، مما يجعل مرحلة بداية الاقلاع أكثر صعوبة ، وبعدها ينخفض معدل

الزيادة ، بسبب مرور تيار في قاعدة الترانزيستور T_2 ، وتيار آخر يشحن السعة C_2 ، والذي يؤدي استمراره الى اغلاق الترانزيستور T_2 بالكامل . ويزداد جهد المولد المقلع الى القيمة الاسمية ١١٠ فولطات . وعند بلوغ ضغط الهواء قيمة معينة ، تفصل الحاكمة P بواسطة PDK .

٤-٢-٤ - حاكمة التوقيت :



شكل (١٢١)



شكل (١٢٠)

عندما يصل الجهد الى المدخل تعمل الحاكمة P_2 ويعمل معها المكثف C_1 قبل الوصل يكون المكثف مفرغا والجهد مساويا للصفر والثاني مقلقا بسبب الجهد في النقطة الوسطية بين R_2 و R_3 . وباستمرار عملية شحن المكثف C_1 يزداد جهده ، يعمل الثاني في لحظة معينة ، وتأتي نبضات الجهد من U من خلال المكثف C_2 الى مدخل T ، الذي يقوم بوصل الحاكمة P_3 ، ويقوم التماس $1 P_3$ بوصل الحاكمة P_1 ، التي تعمل تماساتها $1 P_1$ ، $2 P_1$ بالتناوب .

وبمعايرة المقاومة R_1 يمكن تغيير سرعة شحن المكثف C_1 (زمن تأخير الحاكمة) .

الفصل السابع

جسم القاطرة

مقدمة : جسم القاطرة هو الاجزاء والتركيبات والمجموعات الميكانيكية ، التي يتوضع عليها وبداخلها الديزل ، نظام نقل الطاقة ، والتجهيزات المساعدة ، والمعدات التي تولد قوى الجر ، والتي تنقل القوى الافقية والقوى الشاقولية . يتألف جسم القاطرة من القاعدة الرئيسة مع جملة القطر ، الجدران الجانبية ، السقف (الهيكل) والسراير مع محاور العجلات ، المضاجع ونظام التعليق . تعمل هذه التجهيزات والتركيبات في ظروف صعبة وتقوم بمهام مختلفة . تحمل القاعدة الرئيسة محرك الديزل ، وتنقل الحمولات الشاقولية الى السراير وتوايحها ، والقوى الافقية بواسطة جملة القطر الى عربات القطر ، ويحمي الهيكل الديزل ونظام النقل والتجهيزات الاخرى من الظروف الجوية المختلفة .

توجه محاور العجلات حركة القاطرة على الخطوط الحديدية ، وتنقل وزن القاطرة اليها ، كما تشارك العجلات في توليد قوى الجر ، الناتجة عن الديزل أساسا . تدور المحاور في مدرجات المضاجع ، وترتبط مع قاعدة السرير ، التي تستند على المضاجع بواسطة نظام التعليق المرن ، الموائم من صفائح نابضية ونوابض حلزونية .

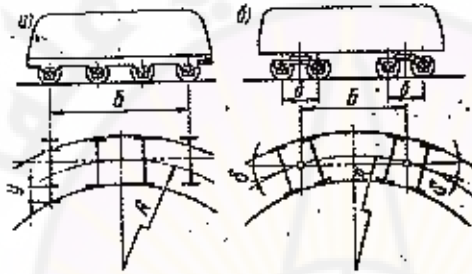
يتعلق عدد محاور العجلات بوزن القاطرة ، والحمولة الشاقولية التي يسبح بها على الخط الحديدي ، ويساوي عدد المحاور في قاطرة الديزل الكهربائية ستة (بسبب وزنها الكبير) وهذا ما يجعل مرور القاطرة في المنعطفات أمرا صعبا . ولا تستطيع القاطرة اجتياز المنعطفات ، الا اذا كانت محاورها قادرة على الانزياح العرضي (نسبة لمحور القاطرة) . شكل ١٢٢ .

يحسب الانزياح العرضي بالعلاقة :

$$y = \frac{b^2}{8 R}$$

حيث b — قساوة قاعدة القاطرة (المسافة بين المحاور الطرفية بالمتر) •

R — نصف قطر المنعطف •



شكل (١٢٢)

لتسهيل مرور القاطرة في المنعطفات ، تجمع محاور العجلات في سريين يحتوي كل منها محورين أو ثلاثة ، بحيث يستطيع السري الدوران حول محور القاطرة الشاقولي بزاوية صغيرة (٣ — ٣٥ درجة) عندما تكون $R = 125$ م ، وتساوي ٤ — ٧ درجات في قاطرات المناورة حيث $R = 40 - 80$ م •

وهناك بعض القاطرات التي لا تحتوي على سرائر ، وهي خفيفة الوزن عادة وقصيرة نسبيا ، وتركب محاور العجلات مع المضاجع في القاعدة الرئيسة مباشرة •

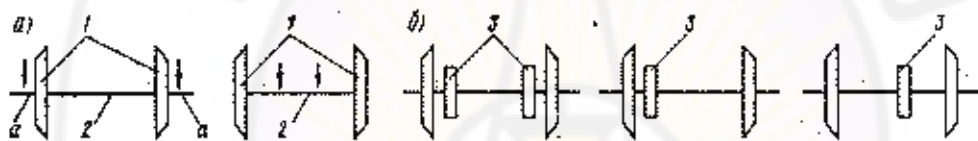
١ — محاور الحركة : تعد المحاور من أهم الاجزاء الرئيسة في جسم القاطرة وأخطرها • وتقوم العجلات كما ذكرنا بنقل الضغط الشاقولي (الاوزان) والقوى الدينامية وتشارك الخط الحديدي في توليد قوى الجر وقوى الكبح وغيرها •

تتألف محاور الحركة من عجلتين ، ومضجمين على طرفي المحور ، يحتويان على مدرجتين تدور بداخلها المحاور .

تنقل المضاجع القوى الشاقولية الى المحور شكل ١٣٢ a ، وتتوضع على المحور ٢ من الخارج عادة (على الرقبتين a) أو بين العجلات من الداخل ، وتعد الوضعية الاولى أكثر انتشارا لانها أفضل من ناحية الصيانة والمراقبة .

تحتوي محاور القاطرة على وصلة تشغيل ، أي أن المحور ذاته ينقل عزم الدوران الى العجلات بواسطة مسننات الجر ٣ شكل شكل ١٣٣ b .

في قاطرات الديزل الهيدروليكية يتوضع مسنن الجر في منتصف المحور تقريبا .



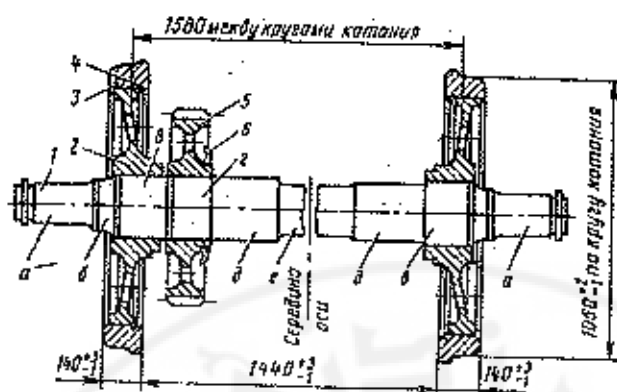
شكل (١٣٣)

تساوي أقطار العجلات ١٠٥٠ مم ، ١٢٢٠ مم ، ١٢٥٠ مم ويساوي ضغط المحور على الخط الحديدي ٢٢٥ - ٢٦٠ ك. نيوتن .

ويخفف القطر الأكبر من ظاهرة التآكل ، ويفسح مجالا أكبر لتركيب محركات الجر ، غير أنه بزيادة قطر العجلات تزداد كتلتها .

يظهر على الشكل (١٣٤) مقطع في محور العجلات .

تتألف العجلة من دولاب (نواة) داخلي ٢ يركب عليه اطار خارجي ٣ ، يركب النواة (الدولاب الداخلي) بطريقة الضغط على المحور ١ ، ويركب الاطار بالطريقة



شكل (١٢٤)

الحرارية ، حيث يسخن ويركب على الدولاب • ويركب مسنن الجر ه على المحور من الداخل قريبا من احدى العجلات وذلك ليضغ المجال أمام محرك الجر ، الذي يركب على المحور نفسه في المنتصف •

تصنع المحاور من عواميد فولاذية جاهزة مصنوعة بطريقة الطرق ، وتجعل مقاطع المحور العرضية دائرية بأقطار مختلفة ، حسب وظيفة كل منها •

تركب المضاجع على الرقبة الطرفية a ، وتركب العجلات والمسنن على الرقبات الاكبر ، ويركب محرك الجر على الرقبة الداخلية d .

تؤثر في المحور في أثناء العمل حملات متغيرة ، ويتعرض معدنه لاجهاد كبير لذا يجب أن يكون الانتقال بين مقاطع المحور انسيابيا ، وذلك لمنع تركيز الاجهادات وللمنع ظهور شقوق التعب عليها •

تخضع أجزاء المحور للمعالجة الميكانيكية بوساطة كرات معدنية تضغط على سطوح المحور الخارجية بقوة تساوي ١٠% ك نيوتن •
وتثقب المحاور من الجانب في أحد أطرافها ، عند تصنيعها ، وذلك لوضع حلقة تابعة لوصلة عداد السرعة •

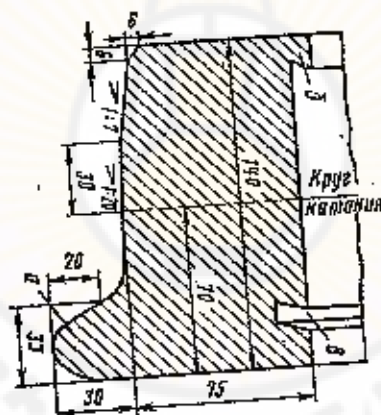
تصنع الدواليب الداخلية من الفولاذ بطريقة المسكب باستخدام القوى النابذة ، وتخضع للمعالجات الميكانيكية الضرورية لتركيب الاطار الخارجي للعجلة وتركيب العجلة على المحور .

وتصنع الامارات الخارجية من الفولاذ ايضا ، وتخضع لمعالجة ميكانيكية .

يظهر على الشكل (١٢٥) شكل الاطار الخارجي وسطوحه المتنوعة ، ويتلف من الحافة a وسطحين مخروطيين أ ساسي ١/١٠ بميل ١/٢٠ ، وجانبي ١/٣٥ بميل ١/٧ ، و سطح خارجي مائل بزاوية ٤٥° .

يوجد على السطح الاسطواناني الداخلي زائدة b ، مهمتها تثبيت الدواليب الداخلي وأخدود B يستخدم لتركيب حلقة التثبيت ٤ .

يساوي عرض الاطار ١٤٠ مم وسماكته من ٧٥-٨٥ مم .



شكل (١٢٥)

توجه الحافة a المجلات على الخط الحديدي وتمنع المحاور من السقوط بين الخطوط الحديدية . تعرض الاطار a للتآكل السريع ، وبخاصة سطح التندرج الملاص للخط ، وينفق شكله الطبيعي تدريجيا ، وتتآكل الحافة بشكل

كبير ، وعندما تزداد عملية التآكل ، تخضع المحاور وأجزاءها المتراكمة لعملية القشط الخارجية ، وتعادلها أشكالها الأولى ، لكن بعد أن تكون سماكة الاطار قد انخفضت ، وقطر دائرة التدحرج قد انخفض تبعاً لذلك . وتخضع هذه الاجزاء للاستبدال عندما تصل سماكة الاطار الى القيمة الدنيا .

وهناك بعض القاطرات ، التي لا تحتوي عجلاتها على دولاب واطار خارجي ، انما تكون قطعة واحدة ، وهي أقل كلفة واخف وزناً ، غير ان فترة استثمارها أقل من العجلات الاولى .

يتعشق مسنن الجبر (المقاد) مع المسنن القائد المركب على محور محرك الجبر . يصنع المسنن المقود عادة من الفولاذ ، الذي يضاف اليه بعض الكروم نسبة ضئيلة ، ويصل عدد أسنانه الى ٧٥ (مودل السن يساوي ١٠ مم) .

تمنع الحلقة ٦ وصول الزيت من غلاف المسننات الى مدارج محرك الجبر ، وتعالج سطوح الاسنان بالتيار الكهربائي عالي التوتر .

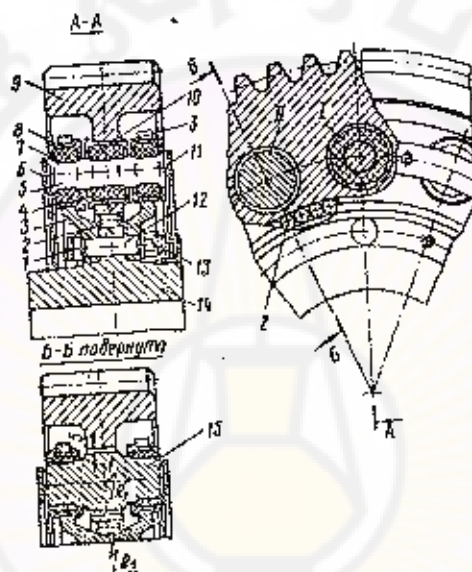
انتشرت في الفترة الاخيرة على القاطرات الحديثة محاور مزودة بعجلات مرنة ، ذات بنية معقدة مؤلفة من عناصر متعددة شكل (١٣٦) وهي الدولاب المسنن ٩ ، النواة ١٤ ، الصحن ٣ ، وعناصر مرنة ، معدنية ومطاطية .

يتصل الدولاب المسنن ٩ بالصحنين بوساطة ستة عشر عنصراً مرناً (I ، II) متوزعة بانتظام على محيط دائري .

يتألف العنصر المرن من اصبع فولاذي تلبس عليه جلب اسطوانية مطاطية (مخمدات) ، تتركب عليها جلب فولاذية اخرى . أي أن كل مخمد يقع بين عنصرين معدنيين الاصبع والجلبة .

تحتوي العناصر المرنة على ثلاثة مخمدات I (نوع اول) أو على مخمدتين اثنتين من المطاط (نوع ثان) .

يتألف النوع الاول من اصبع ٥ ومخمدين طرفيين ٧ وجلب ٤ مركبة في ثقوب الصحن ٣ . له مخمد وسيط ١٠ ، وجلبة مركبة في ثقب النواة ٩ . تثبت الجلب في الصحن والنواة بالحلقات المرنة (النابضة) التي تمنع العناصر المرنة من الانزياح الطولي . أما العنصر الثاني فلا يحتوي على مخمد وسطي ، ويركب الجزء الاوسط من الاصبع ١٥ ذو القطر الكبير في ثقب النواة ٩ ، ويترك خلوص قطري يساوي ٥ مم . تتلقى العناصر المرنة ١ المحمولة المماسية من نواة المسنن بعد تمدها . وعندما تنزاح النواة



شكل (١٢٦)

بدرجة واحدة ، ينعدم الخلوص بين الاصابع ١٥ وثقوب النواة ، وتصل الحمولة الى العناصر المرنة ١١ الثمانية ، ذات القساوة النسبية الاعلى . وبفضل هذه العناصر المختلفة المرونة ، تتمتع نواة المسنن بقساوة مماسية متغيرة . وتحفظ الحلقات ١١٦٦ الاصابع والجلب من السقوط عندما تتلف المخمدات وتثبت هذه الحلقات الى الصحن ٣ .

ولقد أدى استخدام المسننات المرنة ، الى زيادة جودة عمل مسننات الجبر ،

وتحسين ظروف عمل المحركات ، بسبب الانخفاض الكبير للحمولات الدينامية المتولدة في أثناء العمل .

تختلف محاور العجلات في قاطرات الديزل الهيدروليكية ، بالتجهيزات المستخدمة في نقل عزم الدوران ، حيث نستخدم جملة كاردان مع مخفضات سرعة بشكل دائم .

١١-١ تركيب عناصر محاور العجلات :

تبدأ العملية بتركيب المسنن على المحور بالطريقة الحرارية ، ويكون قطر المحور في مكان التركيب أكبر من قطر المسنن بمقدار ٠.١٢ - ٠.١٦ مم عادة . ويسخن المسنن الى الدرجة ٢٠٠ مئوية ، ويسمح المحور بطبقة رقيقة من الصمغ (٠.٢ مم) تمنع التماس المباشر مع المسنن وتحفظهما من الصدا ، وبعد ان يبرد المسنن تفحص مثانة التركيب ، بتعريضه لضغط طولاني مساويا (٧٠.٠ ك.نيوتن) أو (٧٠ طن) ، وعندها يجب ألا يتزحزح من مكانه .

ترتكب العجلات على المحور ، في الدرجة الحرارية الطبيعية ، بعد تنظيفها جيدا ومسحها بطبقة من الزيت النباتي (الفرق بين الاقطار ٠.١٨ - ٠.٣ مم) وتعرض لضغط ٩٥٠ - ١٥٠٠ ك. نيوتن بعد التركيب ، ويجب التأكيد هنا على المسافة الفاصلة بين السطوح الداخلية للاطارين في العجلتين ، وعلى وضعية العجلتين (على مسافة واحدة من منتصف المحور) .

ويركب اطار العجلات بالطريقة الحرارية (٢٥٠ - ٣٠٠ درجة) ويساوي الفرق بين الاقطار ١.١ - ١.٤٥ مم . وعندما يسخن الاطار يزداد قطره على قطر الدولاب بمقدار ١.٢ - ١.٥ مم . وعندما يبرد الاطار يضغط على الدولاب بشكل جيد ، وتوضع حلقة التثبيت ، عندما تصل درجة الحرارة الى ٢٠٠ درجة .

١١-٢ نقل العزم الى محور العجلات :

ان الجملة الميكانيكية التي تنقل العزم الى المحاور يمكن ان تكون منفردة أو

جماعية (مشتركة) ، غير أن الجملة المنفردة أكثر انتشارا من غيرها ، ويحتوي كل محور محرك خاص فيه . غير أن بعض القاطرات تحتوي على جملة مشتركة ، حيث يقوم محرك جر واحد بتشغيل جميع محاور السريير الواحد ، وتتميز هذه الجملة بالمواصفات الايجابية التالية :

— انخفاض التأثيرات الدينامية المتولدة عند السرعات العالية ، ولها أفضلية من ناحية توليد قوى التماسك بين العجلات والخط الحديدي ، وتستخدم باستخدامها ظاهرة انزلاق تقريبا . غير أن هذه الجملة الميكانيكية تتطلب ، مجسوة معقدة من التروس الضرورية لنقل عزم الدوران الى المحاور المختلفة ، لذا تنحصر بحالات استخدامها في بعض الحالات الخاصة .

في الجملة المنفردة (الفردية) ، ينقل عزم الدوران الى المحاور بواسطة مسننات الجر القائد ، والمقود (مسننان فقط) ، يركب المسنن القائد على محور المحرك والمسنن الاكبر (المقود) على محور العجلات ، وتوضع المسننات عادة في جهة واحدة على المحور بشكل غير متناظر لافساح المجال لتركيب محرك الجر ، لذا يجب أن تكون اسنانها مستقيمة .

وتركب مسننات الجر في القاطرات الكهربائية كما يلي :

يركب المسنن (المقود) على جهتي محور العجلات ، ويركب المسنن القائد على جهتي محور المحرك ، وفي هذه الحالة يمكن استخدام الاسنان المائلة خلافا للحالة الاولى . حيث أن الاسنان المائلة تعمل بشكل أفضل من الاسنان المستقيمة ، التي تولد انزياحا محوريا للمسننات ، وتتآكل بشكل غير منتظم .

— تعليق محركات الجر :

تركب المحركات على السريير وثبت جيدا ، لأن انتقال العزم من المحرك الى محور العجلات ، يتم فقط اذا كان المحرك مثبتا بدرجة كافية .

عندما يثبت المحرك على قاعدة السرير ، يتعرض تشييق المسننات للاختلال بسبب الاهتزازات الحاصلة ، لذا يفضل أن يستند المحرك إلى القاعدة وإلى محور العجلات أيضا ، حتى تبقى المسافة بين مراكز المسننات ثابتة .

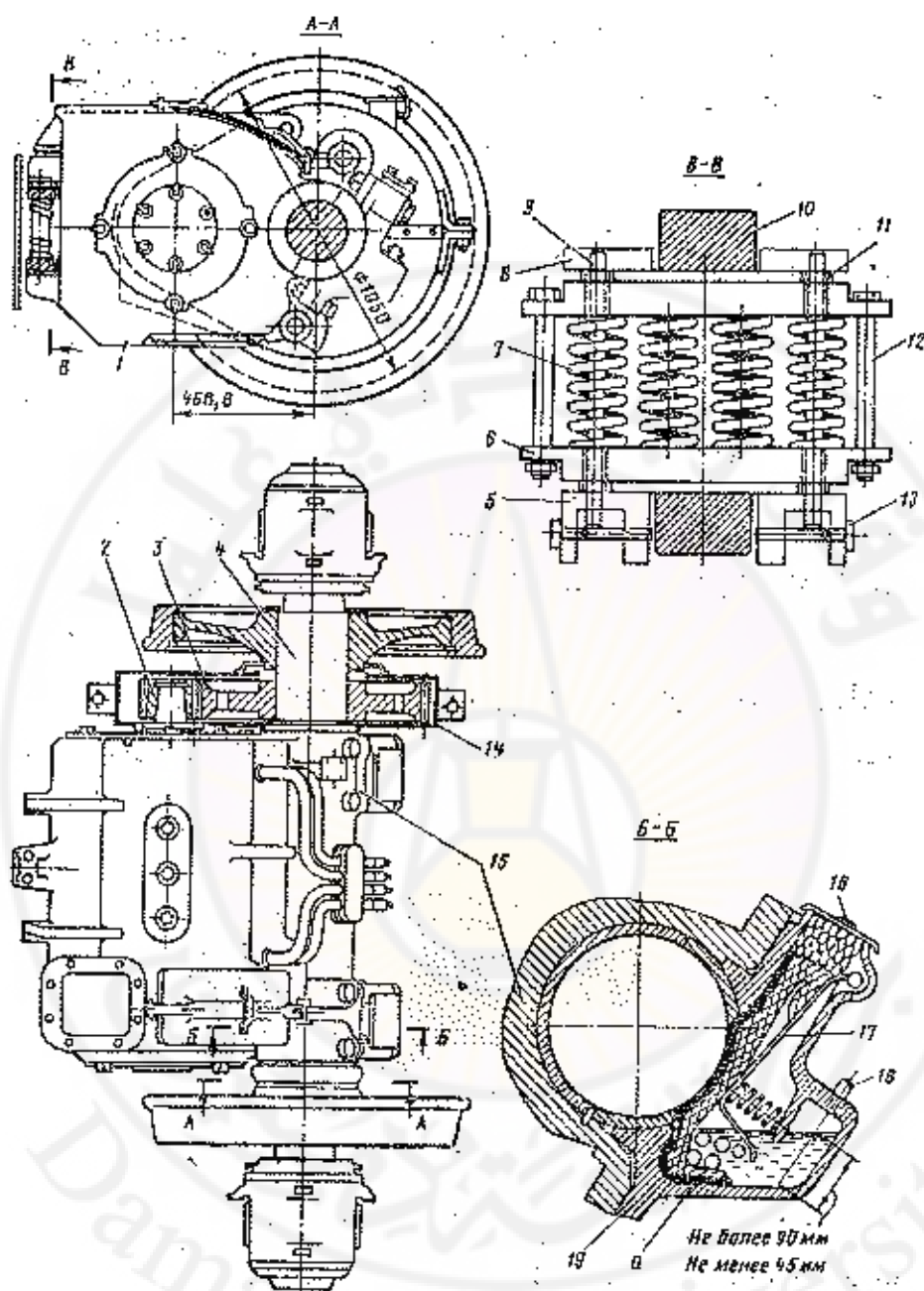
يسمى هذا التعليق (استناديا - محوريا) ويسمى التعليق محوريا عندما يستند المحرك إلى محور العجلات بقساوة كافية ويؤثر فيه بقوة تساوي نصف وزله تقريبا .

وعندما يستند المحرك بكامله إلى قاعدة السرير يسمى التعليق (الاستنادي - القاعدي) . هنا يلزم وجود وصلة مرنة ، ويمد هذا التعليق أكثر تعقيدا من التعليق المحوري . يظهر على الشكل (١٢٧) مخطط التعليق المحوري :

يستند المحرك ١ إلى ثلاث نقاط ، اثنتين منهما تقعان على القسم الأوسط من محور العجلات ٤ بواسطة المدرجات ١٥ ، وتقع النقطة الثالثة المرنة على قاعدة السرير ، وتحتوي على أربعة نوابض ٧ ، مضغوطة بين صحنين ٦ ، وتعمل على التوازي وتثبت المحاور العمودية ٩ ، المجموعة على قاعدة السرير ، ويحفظ الاصبع ١٣ ، المحاور ٩ من السقوط .

تتألف المدرجة الانزلاقية من زوج من القشور البرونزية ، مغطاة بطبقة رصاصية ، يتوضع النصف الأعلى منها في جسم محرك الجر ، ويتوضع النصف السفلي في الغطاء ١٩ ، الذي يضغط على جسم المحرك أيضا بواسطة مجموعة من البراغي . ويوجد في النصف السفلي نافذة مخصصة لمكب الزيت في المدرجة وفي رقبة محور العجلات .

يغلف مسنن الجر بغطاء ١٤ يحميه من التأثيرات الخارجية ، ويتألف من نصفين مصنوعين من صفائح فولاذية بطريقة اللحام ، ويركب الغطاء على جسم المحرك ، ويحتوي على كمية من الزيت تساوي ٥ كغ تقريبا .



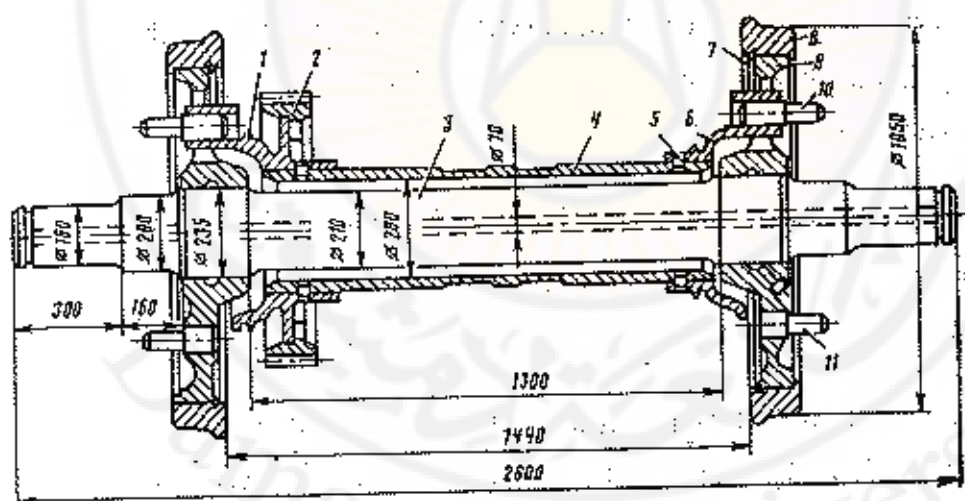
شكل (127)

الى العمود ٤ • ويحتوي الذراع ١ على مربيط دائري يستخدم لتثبيت المسنن المقود ٣ • يصل عزم الدوران من المحرك الى محور العجلات بواسطة القارنات المرننة شكل (١٣٠) الموجودة على العجلتين •

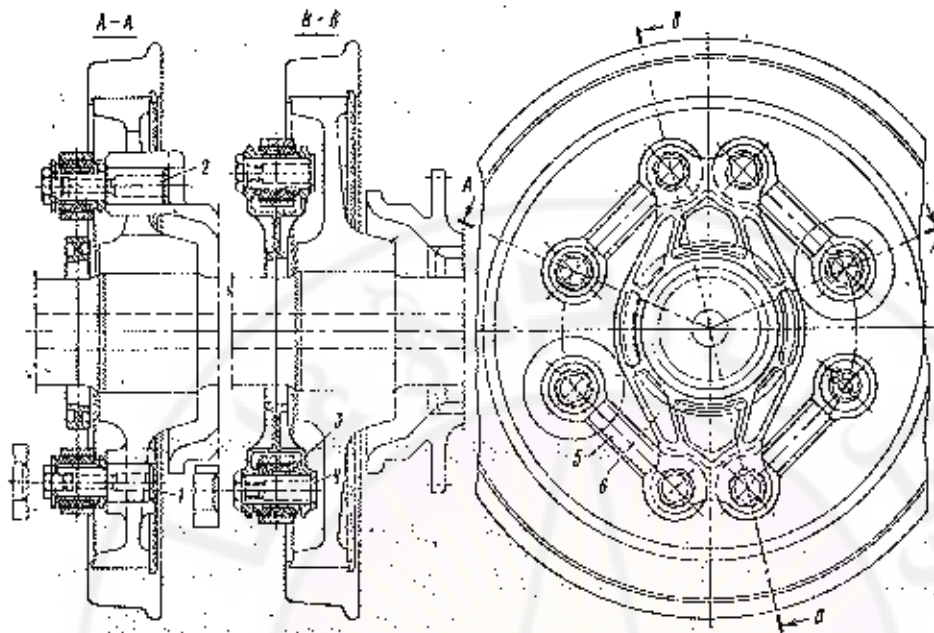
تتألف القارن من المعارضة ٦ ، التي تتمفصل معها المحاور ٤ والسواعد الاربع ٥ • ويتصل اثنان من السواعد بالاصابع ٢ ، ويتصل الساعدان الآخران بالاصابع ١ ، الموجودة في دولاب العجلة ، ويفصل بين رؤوس السواعد والاصابع مسمدات مطاطية •

— وصلة العزم على قاطرة الديزل الهيدروليكية :

يصل العزم من المحور الطرقي (المخرج) للنظام الهيدروليكي الى محور العجلات بواسطة الساعد — المرفق ، الذي يشبه مثيله في القاطرات البخارية أو بواسطة جملة من أعمدة الكاردان (أعمدة نقل الحركة) مرتبطة بمفاصل معينة أو من خلال قارنات مختلفة •



شكل (١٢٩)



شكل (١٣٠)

يظهر على الشكل ١٣١ ب مخطط وصلة الساعد - المرفق ، وتتألف من
العمود ٣ الذي يستمد الطاقة من الديزل ١ بوساطة النظام الهيدروليكي ٢ ،
ويرتبط بالعمود ٣ مع أحد المحاور بوساطة الذراع القائد ٤ ، ويقوم بتشغيله .

وترتبط محاور العجلات الأخرى فيما بينها بوساطة الأضلاع ٥ .

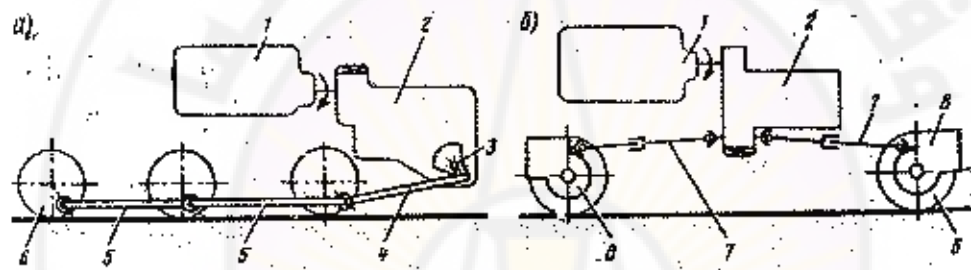
يتميز هذا التصميم بالبساطة غير أنه غير متوازن وتأثيره الدينامي في الخط
الحديدي كبير . وتستخدم هذه الوصلة عند انعدام السرائر في القاطرة فقط .

يظهر على الشكل ١٣١ ب مخطط الوصلة الكاردانية المؤلفة من جملة
أعمدة ٧ ومخفضات سرعة ٨ . وتستخدم هذه الوصلة المشتركة على القاطرات ذات
السراير وتحقق تماسك جيد بين العجلات والخط الحديدي .

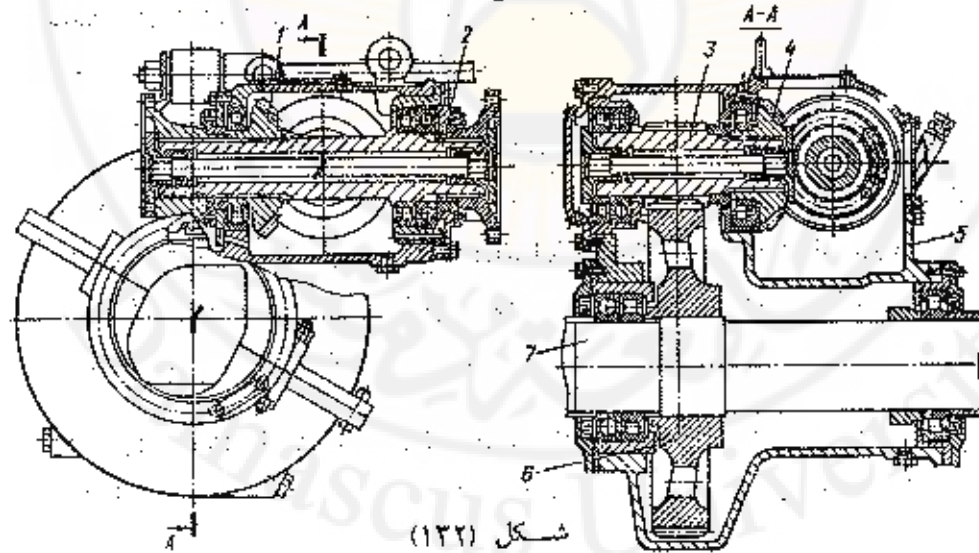
يظهر على الشكل (١٣٢) مخطط أحد مخفضات السرعة المستخدمة في هذه
الوصلات ، ويتألف من زوجين من التروس (مخروطي ١ - ٤ ، أسطواناني ٣ - ٦)
متوضعة في الهيكل القولاذي ٥ .

ينتقل عزم الدوران من الاعمدة الى الترس القائد ٢ .

يركب الترس المخروطي المقود ٤ على استطالة جسم الترس الاسطواناني ٣
مباشرة ، ويجلس الترس المقود ٦ على الجزء الوسطي لمحور العجلات القائد ٧ .
ومدارج مخفض السرعة كروية أو اسطوانية ، وتحمل المدارج الكروية الحمولات
المحورية المؤثرة .



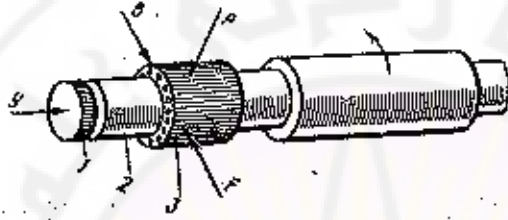
شكل (١٣١)



شكل (١٣٢)

٣-١١ المضاجع ومدارجها :

المضاجع هي صلة الوصل بين قاعدة السرير ومحاور العجلات ، من خلالها تنتقل الحملات الشاقولية P (وزن القاطرة) شكل ١٣٣ الى محاور الحركة بوساطة المدارج ، وتنقل المضاجع القوى الافقية (قوة الجر ، قوة الكبح) من المرقبات ٢ في المحاور بوساطة القاعدة الرئيسة ، وتتلقى كذلك القوى الجانبية y وتوصلها الى القاعدة .

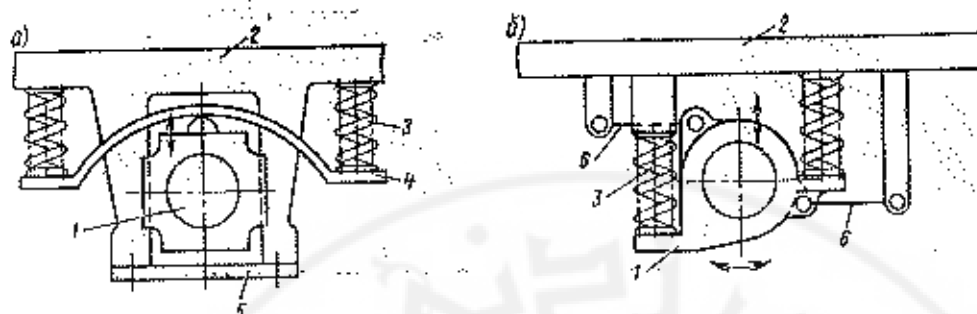


شكل (١٣٣)

تتألف المضاجع من هيكل ، غطاء ، مدارج وعناصر احكام ، وتعد المدارج الجزء الرئيس فيها . وهي نوعين : مدارج تدرجية ، ومدارج انزلاقية ، يتميز النوع الاخير ببساطة التركيب لكنه يتطلب عناية خاصة عند الاستمرار ، ولقد استخدم في القاطرات القديمة نسيا . وتستخدم حاليا المدارج الاسطوانية التدرجية ، التي تتميز بالجودة العالية .

تنتقل الحملات الشاقولية الى المضاجع ، من خلال النوابض ٣ ، وأقواس التوازن ٤ شكل (١٣٤) وتتصل المضاجع ١ بقاعدة القاطرة أو بالسرير بطرائق متعددة ، وتركب عادة بين الدلائل الشاقولية لقاعدة السرير ٢ شكل ١٥٥ . وتعمل الصفيحة ٥ لوصل الدلائل وزيادة قساوتها ، وتتمكن المضاجع من الانزلاق عموديا في مقراتها أثناء المسير .

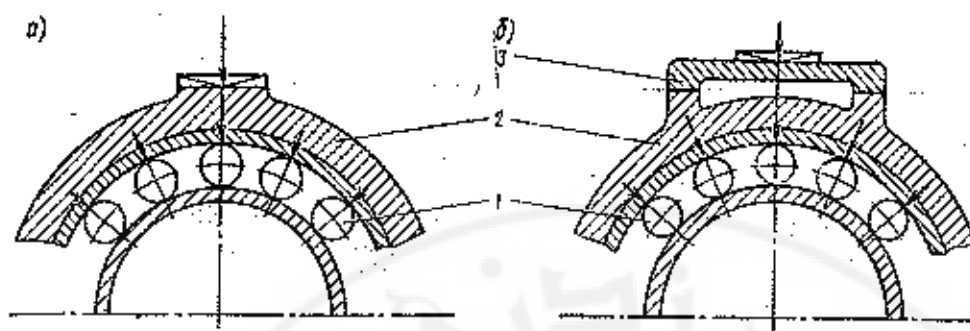
تعمل الدلائل في ظروف صعبة وتعرض للاحتكاك الانزلاقي وتناكل سطوحها الداخلية بسرعة مما يؤدي الى زيادة الخلوص بين محاور العجلات وقاعدة



شكل (١٣٤)

السريز ، مما يؤثر سلبا في مسير التآطرة والخط الحديدي أيضا . لهذا ففكر المصممون باستبدال المضاجع والدلائل مضاجع لها أذرع (عديمة الدلائل) حيث يتصل المضجع بقاعدة السريز بواسطة الأذرع المفصلية ٦ شكل ١٣٤ b وتنزاح هذه المضاجع شاقوليا ويمكنها الدوران قليلا حول محورها نتيجة مرونة المفاصل ، ولا تحتوي هذه المضاجع على سطوح احتكاكية ولا تحتاج إلى تشحيم .

تعمل المضاجع أو مدارجها في ظروف صعبة للغاية ، تنقل وقعة كبيرة (١٢٠ ك نيوتن على المضجع الواحد) ، وتزداد الحمولة بحدود ٣٠ - ٥٠ ٪ نتيجة الاهتزازات المختلفة وتأثير القوى النابذة المتولدة في المنعطفات ، إضافة لتأثير قوى الضربات الحاصلة عند تجاوز الفواصل بين قضبان الخط الحديدي . ويظهر على الشكل ١٣٥ مخطط تأثير الحمولات المختلفة . ولا تتوزع الحمولات بين أسطوانات المدارج بانتظام عندما تستند أقواس التوازن إلى الهيكل ٢ مباشرة . غير أن انتقال الحمولة من الأقواس إلى الهيكل من الأعلى في نقطتين بواسطة القوس الوسيط ٣ شكل ١٣٥ b يؤدي إلى انتظام توزيع الحمولات بين الأسطوانات . تؤثر الظروف المناخية (الحرارة ، الرطوبة) على المضاجع ، وهذا ما يفرض عليها العمل بجودة كافية في مختلف الظروف .



شكل (١٣٥)

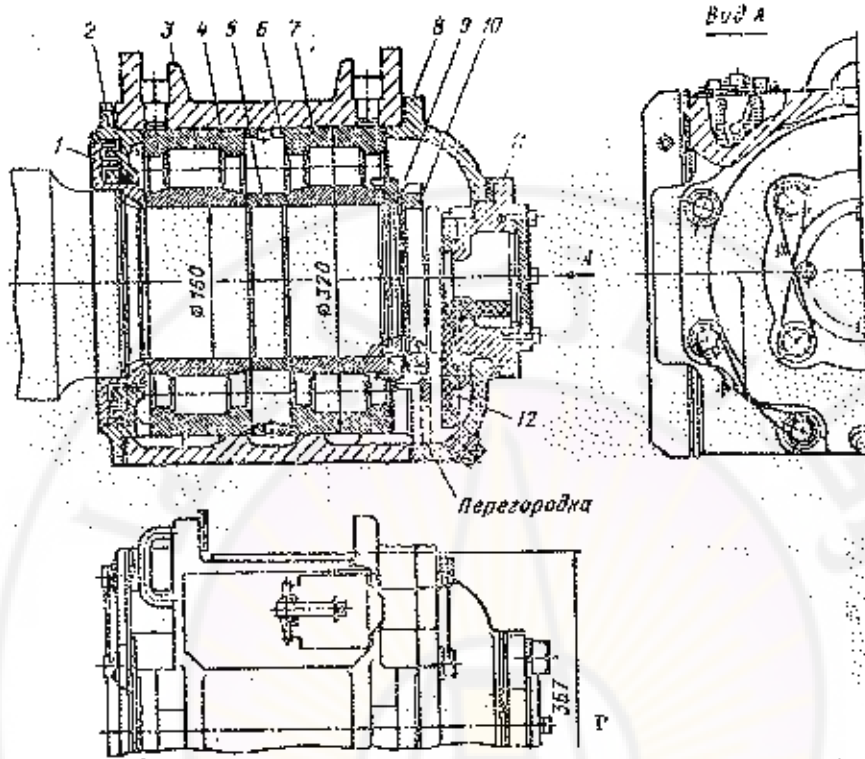
يظهر على الشكل ١٣٦ مقطع في مضجع معين مؤلف من هيكل ٣ ، مصنوع بطريقة السكب ، بداخله مدرجتان أسطوانيتان ٤ ، ٧ ، يساوي قطر المدرجة الخارجي ٣٣٠ مم والداخلي ١٦٠ مم ، وعرض الحلقة ١٠٨ مم . تعمل المدرجات ٤ مليون كم تقريبا ، ويفصل بينهما الحلقات ٥ ، ٦ . تشد المدرجتان بالبرغي ١٠ المثبت بالحلقة ٩ . يحفظ هيكل المضجع من جهة العجلة بحلقة احكام ١ ، مركبة في الغطاء الخلفي ٢ ، ويحفظ من الجهة الخارجية بالغطاء ٨ .

وتمنع العزقة بالضاغطة ١٠ المضجع من الانزلاق على المحور ، ولا تتعرض لحمولة محورية (عرضانية) .

وتؤثر القوى الجانبية في الصحن الاستنادي الانزلاقي ١١ ، المثبت في الغطاء الامامي ٨ . ويصل الزيت الى السطح الطرفي لصحن الاستناد من حوض المضجع بواسطة الفتيل ١٢ .

عند اجتياز المنعطفات ، ينزاح محور العجلات في المضجع (دون أن تعيق ذلك المدرجات) . حتى يصطدم السطح الجانبي للرقبة الطرفية بالصحن الاستنادي .

ينقل الصحن القوى الجانبية الحاصلة بين الخط وحافة العجلة ، من الحافة



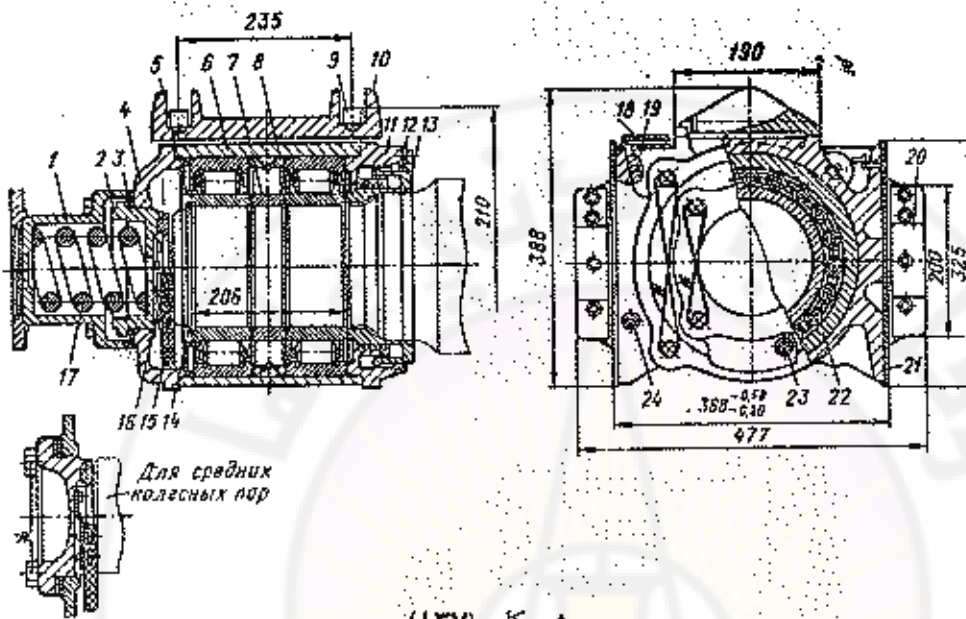
شكل (١٣٦)

الى جسم المضجع ومنه الى قاعدة السرير وهذا ما يجعلها تدور قليلا بزوايا محدودة • وتكون الصحن الاستنادية عادة مرنة وتثبت جيدا على المحاور الوسطي ، وتحصل على المرونة اللازمة باستخدام نابض حلزوني مشدود بقوة تساوي ٨ كغ. يتون داخل كأس اسطوانية مركبة في الغطاء الخارجي للمضجع •

تستخدم المداخل التدرجية الشحوم المعدنية وتعمل طويلا •

يظهر على الشكل ١٣٧ مقطع في مضجع أكثر تطورا ، يحتوي في غطاءه الامامي ٤ على صفيحة مرنة ٥ ، تفصل بين المداخل والصحن الاستنادي ، وذلك لمنع اختلاط الزيت بالشحوم •

يغذى المضجع بالشحم من الفتحة ٢٤ ، ويغذى الصحن الاستنادي بالزيت من الفتحة ٢٣ .



شكل (١٣٧)

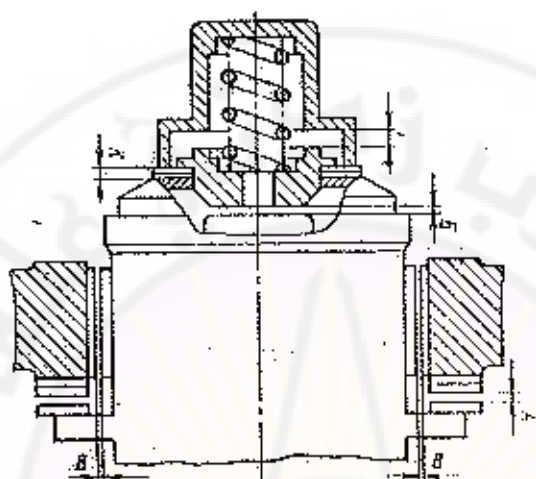
- يشبث الغطاء الخلفي ١١ على الهيكل ٦ بواسطة البراغي والصفحة ١٢ .
- ولا تحتوي المدارج ٢٢ على حلقات داخلية إنما يفصل بينها الحلقة ٨ .

تركب الحلقة ١٣ والحلقات الداخلية للمدارج على رقبة المحور بالطريقة الحرارية وتثبت المسافة بين الحلقات ١٣ بالحلقة ٧ . وتثبت كل هذه العناصر بالحلقة ١٤ ، ثم يوضع المضجع مع مدارجه في المكان المخصص له على المحور .

تركب المضاجع بين الدلائل ، وتستخدم السطوح الجانبية المستوية لنقل الحمولات الطولية وتقوى بالصفائح ٢١ . وتستخدم العارضة الفولاذية ٢٠ لنقل الحمولات العرضية ويصلها الزيت من الجيب ١٩ المقلل بالسدادة ١٨ .

يظهر على الشكل ١٣٨ أنزياح محور العجلات طوليا (B) ويساوي مقدار

الخلوص بين السطح الجانبي للمضجع والسطوح الجانبية للدلائل السرير (٠.٥٨ - ١.٧٨ مم) ولا يسمح له أن يتعدى مقدار ٥ مم في أثناء الاستمرار حتى لا تتحني محاور العجلات عندئذ يساوي الانزياح العرضي لمحور العجلات ما يلي :



شكل (١٣٨)

$$n = c + y$$

حيث :

c — الانزياح الحر .

y — الانزياح المرن .

يساوي الانزياح الحر الخلوص A بين السطح الجانبي للمضجع والسطح الجانبي المقابل لقاعدة السرير على اليمين وعلى الشمال ، مضافا اليه الخلوص b بين جوانب المحاور وصيغون الاستناد في المضجعين .

$$C = A_L + A_n + b_L + b_n$$

n — جهة اليمين •

L — جهة الشمال •

c = ٤ مم للمحاور الطرفية تقريبا •

e = ٢٨ مم للمحاور الوسطى تقريبا •

ويساوي الانزياح المرئي لمحاور المحلات y مجموع الانحناءات المسموح بها

$$y = r_L + r_n$$

r_L , r_n — لنوابض صحن الاستناد •

r = ١١ مم للمحاور الطرفية في الجهة الواحدة •

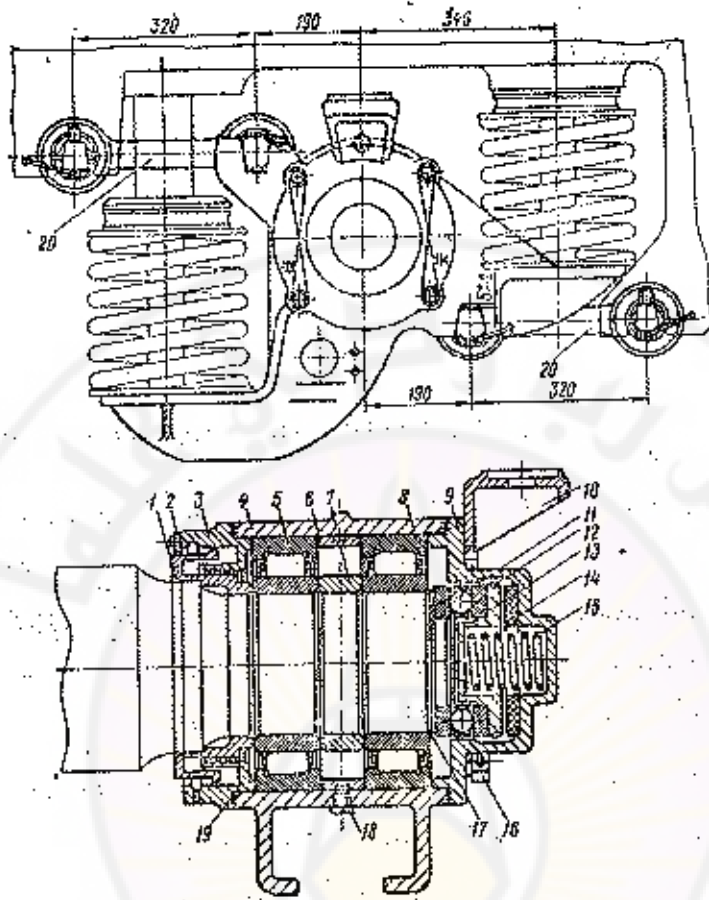
y = ٢٢ مم •

— المضاجع عديدة الدلائل :

يظهر مقطع في هذه المضاجع على الشكل (١٣٩) حيث ينعدم فيها احتكاك الانزلاق •

ليس لهيكل هذه المضاجع سطوح جانبية ناقلة للقوى ، إنما يحتوي على أربع أذعان تصله بالأذرع ٢٠ بوساطة حلقات (جلب) معدنية — مطاطية ، وتنصل هذه الأذرع بقاعدة السريز من جهة أخرى وبوساطة حلقات مشابهة •

يسمح هذا الوصل بالانزياح المرئي نسبة للقاعدة في الاتجاه العمودي والعرضي • يحتوي الهيكل على حاملين ، يركب عليهما نوابض تابعة لنظام التعليق • وتلتحم على غطاءه الامامي ٩ زواية تعليق ١٠ تحمل مخمد الاحتكاكي •



شكل (١٣٩)

ينعدم في هذا المضجع الصحن الاستنادي الأتولاقي ، الذي استبدل به المدرجة الكروية ١١ ، المثبتة بين طرف محور العجلات والصحن ١٣ في المخمد ١٤ ، ولا تحتاج هذه المضاجع الى تبديل الشحوم والزيوت في داخلها لانها تكفيها حتى الصيانة العامة .

٢ - سرائر القاطرة :

تتحمل السرائر جسم القاطرة (الهيكل والقاعدة والتجهيزات الرئيسة والمساعدة)

وتنقل هذه الحمولات الى الخط الحديدي ، وتشارك في توليد قوى الجر وقوى الكبح ، كما تنقل القوى العرضية من الخط الحديدي الى قاعدة القاطرة .

يحتوي السرير على محاور العجلات ، المضاجع ، محركات الجر والمستندات ، ونظام التعليق وغيره ، وترتبط هذه الأجزاء مع قاعدة السرير وتشكل معها جسماً واحداً ، مرتبطاً مع قاعدة القاطرة .

تختلف بنية السرير باختلاف الوصلات الناقلة للحمولة ومجموعات الاستناد والارجاع وغيرها .

١- مخطط انتقال الحمولات من قاعدة القاطرة الى السرير :

تنتقل الحمولات من القاعدة الرئيسية الى السرير وفق مخططات متعددة ، وتؤمن الوصلات التي تربط قاعدة القاطرة مع قاعدة السرير انتقال القوى ، باتجاه الاحداثيات الثلاثية شكل ١٤٠ ، حيث تنتقل القوى العمودية باتجاه المحور z والقوى الأفقية الطولية باتجاه المحور x ، والأفقية العرضية باتجاه المحور y . كما تتيح الوصلات للسرير الدوران النسبي في المستوى الأفقي حول المحور z .

يتوزع وزن القاطرة بانتظام بين السريرين ، بحيث تتساوى الحمولات المؤثرة على الخط الحديدي من قبل كل محور من محاور العجلات . وتحدد الوصلة بين الهيكل والسرير ، اهتزازات الهيكل حول المحور x ، y .

ويدخل في قوام هذه الوصلة مجموعة الاستناد والارجاع ، التي تعيد السرائر الى وضعها الطبيعي بعد اجتياز القاطرة للمنعطقات .

٢- يستند جسم القاطرة الى السرائر بأشكال مختلفة .

أ- تستند القاعدة الرئيسة الى كل سرير من خلال نقطة واحدة شكل ١٤١، وتتألف من أسطوانة ١ ، متمركزة في المقر ٢ الموجود على السرير ، وتشكل وصلة عمودية (محوراً عمودياً) يدور حولها السرير في المستوى الأفقي (نسبة للقاطرة) وتنقل هذه الوصلة الحمولات الشاقولية والأفقية .

ويضاف على كل سرير مسند جانبي ٣ في نقطتين يميناً وشمالاً ، حتى لا يميل الهيكل بشكل كبير ، (ينحرف قليلاً عن الوضعية الشاقولية بمقدار ١ - ١٥ م) .
ب - تستند القاعدة الرئيسة إلى السرير بواسطة الوصلة العمودية السابقة ، ومن خلال نقاط الاستناد الجانبية ٤ ، متناظرة حول المحور . شكل ١٤١ ب .

هنا تنقل الوصلة العمودية القوى الأفقية العرضية فقط ، وتتلقى نقاط الاستناد الجانبية الحمولات الشاقولية ، وهي اسطوانات تدحرجية ، هنا يزداد ثبات جسم القاطرة على السرير في المستويات الشاقولية والأفقية نظراً لوجود نقاط الاستناد الجانبية .

ج - تنتقل الحمولة العمودية من قاعدة القاطرة إلى كل سرير من خلال نقاط استناد (٢ - ٤) فقط دون وجود وصلة عمودية شكل ١٤١ ج ، والتي تستبدل بها مجموعة أذرع أفقية قصيرة ، تنقل القوى الأفقية الطولانية . تتصل مفاصل الأذرع بقاعدة السرير ، وتتصل مفاصل الأذرع ٦ بقاعدة القاطرة . (يستخدم هذا المخطط في القاطرات الهيدروليكية) .

د - تستند القاعدة الرئيسة إلى قاعدة السرير بواسطة نقاط استناد جانبية مرنة عددها (٤ - ٦) دون وجود وصلة عمودية ، ويدور السرير بمساعدة العناصر المعدنية - المطاطية المرنة الموجودة في نقاط الاستناد ، وبمساعدة عملية الانزاح العرضاني لعناصر الاستناد أيضاً . (٢٠ مم في اتجاه واحد) . وتنقل عناصر الاستناد من خلالها القوى الأفقية أيضاً .

هـ - تستند قاعدة القاطرة على قاعدة السرير ، بواسطة مجموعتي استناد (نقاط استناد) شاقوليتين ٨ شكل ١٤١ متأرجحتين ، متوضعتين على المحور الطولي ، وتتصل كل منها بقاعدة القاطرة وقاعدة السرير بمساعدة جلب معدنية - مطاطية مخروطية .

تنقل نقاط الاستناد هذه القوى الأفقية الطولانية ، ونصف الحمولات

الشاقولية ، وينتقل النصف الآخر من الحمولات الشاقولية باستخدام أربعة من الأعمدة الاستنادية الجانبية ٧ ، التي تحافظ على الاستقرار العرضاني للقاطرة .

يدور السرير بمساعدة نقاط الاستناد الرئيسة ، التي تبيل قليلا عن المحور الشاقولي شكل ١٤١ d ويعود السرير الى وضعه السابق بمساعدة الأذرع الأفقية المرننة ٩ ، التي تنقل القوى العرضانية أيضا .

يجعل هذا المخطط البندولي القاطرة أكثر استقرارا ، وذلك بانخفاض مستوى نقطة تحويل القوى الشاقولية على قاعدة السرير ، ويخفف الضغط عن الخط الحديد ، لذا لاقى انتشارا واسعا على القاطرات الحديثة .

١ - تستند القاعدة الرئيسة الى قاعدة السرير بمساعدة أربع أذرع متأرجحة شكل ١١ e ، وبوجود الوصلة العمودية ١٠ ، تنقل القوى الأفقية بواسطة زواياها . وتنتقل القوى الأفقية الطولانية أحيانا باستخدام مجموعة أذرع طويلة مائلة ١٢ ، تصل ما بين القاعدة الرئيسة والسرير شكل (١٤١ j) .

عندما تتألف عناصر الاستناد المرننة من نوابض عالية مثبتة في قاعدة القاطرة وقاعدة السرير ، تظهر قوى عكسية ، تعادل إعادة السرير الى وضعه السابق بعد انزياحه ، وذلك بنتيجة مقاومة النوابض للانزياح العرضاني .

١-٢ - أنواع السرائر :

تصنف السرائر تبعا لنوع نظام تحويل الطاقة ، عدد محاور العجلات ، طريقة نقل عزم الدوران الى العجلات ، وتختلف بنية السرير وقاعدة ، باختلاف طريقة نقل الحمولات من جسم القاطرة .

يحتوي السرير عادة على محوري حركة ، أو ثلاثة أو أربعة أحيانا . ويتألف السرير أساسا من قاعدة ، مجموعات استناد وارجاع ، محاور العجلات ، مضاجع ، نظام التعليق ، وتوضع على السرير نظم الكبح الهوائي ، والامداد بالرمل وغيرها . وهناك سرير بدلائل وسرير عديم الدلائل .

٢-١ - السرير ذو الدلائل :

يظهر على الشكل ١٤٢ ، وله ثلاثة محاور ١٠ ، يستخدم في قاطرة الديرل الكهربائية ، تسحور المحاور في الدلائل ١ ، بواسطة المضاجع ٦ ، ١١ . تشد الدلائل بالعارضة ٩ . تركيب مجموعات الاستناد والارجاع ٣ على محيط دائري حول الوصلة العمودية ، وتتلقى هذه المجموعات الحملات الشاقولية ، وتساعد على امتصاص اهتزازات الهيكل العام والسرير في المستوى الأفقي .

٢-٢ - السرير عديم الدلائل :

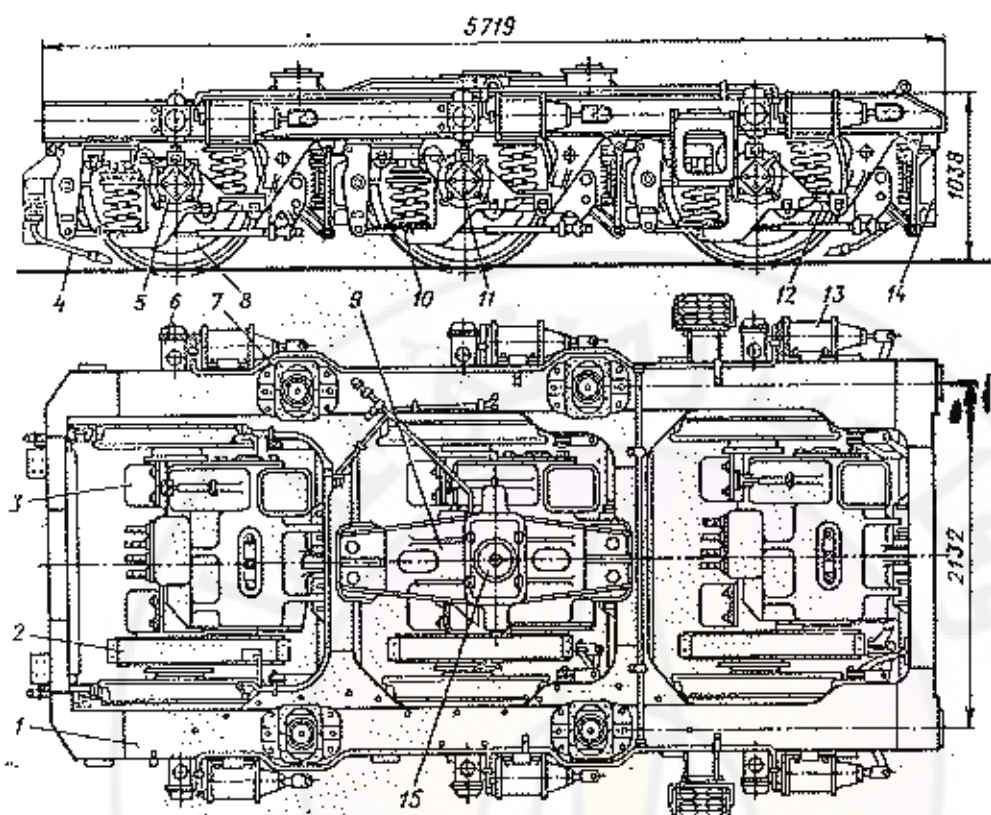
شكل (١٤٣) ويختلف عن السرير السابق ببنية المضجع وبطريقة توضع محركات الجر ٣ (على جهة واحدة) . ويستطيع المقر ١٥ الانزياح عرضيا نسبة لوصلته ٩ ، وتتصل المضاجع ٥ ، ١١ بقاعدة السرير بمساعدة الأذرع ١٢ ، التي تنقل القوى الأفقية . ويتلقى السرير الحملات الشاقولية على كل مضجع بواسطة مجموعات النوابض ١٠ .

٢-٢ - قاعدة السرير :

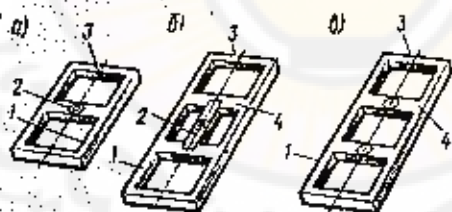
تختلف بنية القاعدة باختلاف عدد المحاور ، مجموعة الاستناد والارجاع ، وصلة نقل عزم الدوران .

تتألف القاعدة من الجوانب ، التي تتصل بالمضاجع ، وتتصل مع بعضها بطرائق متعددة ، تظهر على الشكل (١٤٤) a قاعدة ثنائية المحاور تتحد جوانبها ١ مع بعضهما بعوارض مختلفة وتحتوي القاعدة على عمود نقل الحركة (وصلة عمودية) يدخل في المقر الواقع في منتصف العارضة الوسطية ، تولد العارضة ٣ التساوة الضرورية للقاعدة ، وتتوضع عليها الأجزاء الأخرى .

ويظهر على الشكل ١٤٤ b ، c مخطط قاعدة ثلاثية المحاور ، فيها عارستان ٤ مخصصتان لاستيعاب الوصلات العمودية c يصل بينهما جسر طولاني ٢ (b) ، يحتوي في وسطه على مقر الوصلة العمودية ويستند الى العوارض ٤ . تضع جوانب

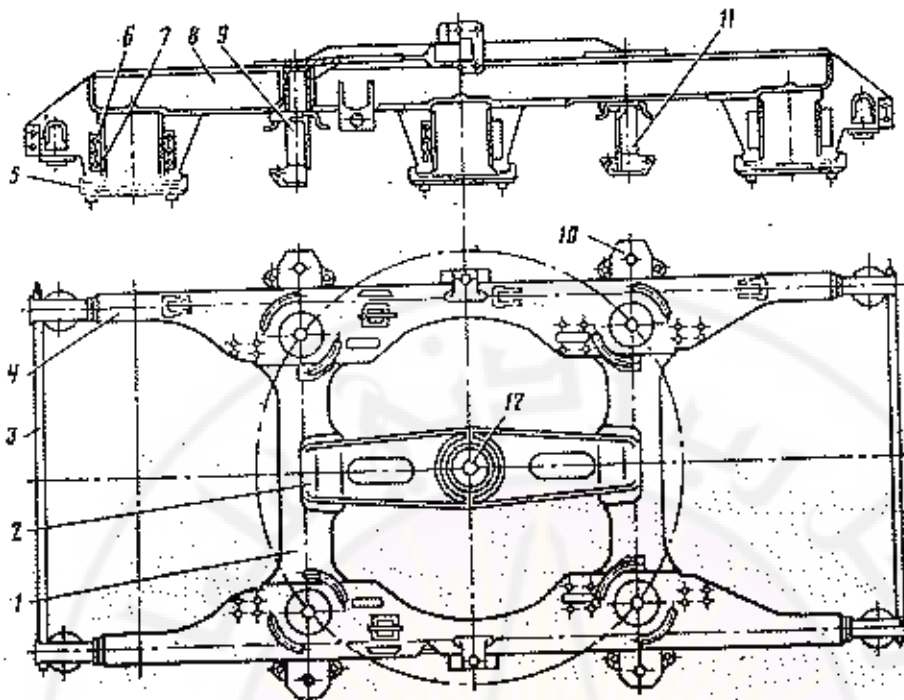


شكل (١٤٣)



شكل (١٤٤)

القاعدة من صفائح فولاذية سميكة الجدران ، بطريقة السكب أو اللحام • لكن جوانب القواعد الحديثة تضع على شكل صندوق مقفل ، من صفائح فولاذية بطريقة اللحام • ويظهر على الشكل (١٤٥) نموذج لهذه القاعدة مؤلف من الجوانب



شكل (١٤٥)

٨ ، عارضتين ١ تصل بين الجوانب ، وعارضتين طرفيتين ٣ ، وجسر طولاني ٢ ،
يحتوي على مقر الوصلة العمودية ١٢ .

وتقوى الجوانب والعوارض في مكان اتحامها بإضافة الصفائح العلوية ٤ ،
التي تحمل مجموعات الاستناد والارجاع ، كما تتركب في المقر ١٢ جلبة اسطوانية ،
قابلة للتبديل عندما تتعرض للتآكل .

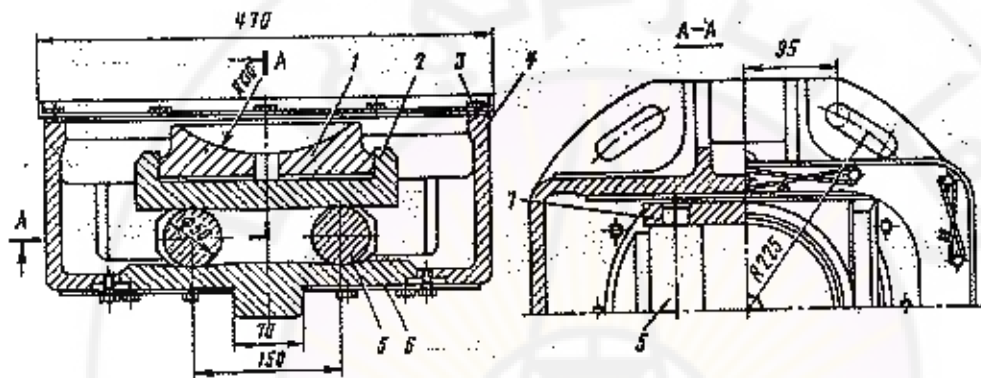
توضع مجموعات الاستناد على دائرة مركزها منتصف العمود الطولاني
الوسطي وتتلقى الحمولات الشاقولية ، مما يحمي العوارض والوصلة العمودية من
قوى الانحناء .

يلحم على جوانب القاعدة دلائل المضاجع ٦ ، وتثبت عليها صفائح فولاذية ٧ ،

وحوامل ٩ ، ١١ بوسامة البراغى ، (تحمل محركات الجر) ، ويوجد على الجوانب من الخارج قواعد استناد مخصصة لتركيب نوابض نظام التعليق .

٢-٣-٢ مجموعة الاستناد بالارجاع :

تظهر على الشكل ١٤٦ مهمتها نقل الحمولات الشاقولية الى السرير ، المحافظة على استقامة محاور القاطرة والسرير واعادة السرير الى وضعه الطبيعي بعد اجتياز المنعطفات .



شكل (١٤٦)

وتتألف من علب فولاذية ٤ ، تحتوي على صحتين استناديين علوي ٣ ، وسفلي ٦ ، ومقر ١ يحمل المسند الكروي للقاعدة الرئيسية .

يفصل بين الصحتين اسطوانتان ٥ ، يجمعها الغطاء ٧ ، ويسلا الفراغ المحصور داخل المجموعة بالزيت المحوري ، ويغلف بالغطاء ٨ للحماية من الظروف المحيطة .

تعمل الاسطوانتان على سطح مائل على الجهتين بزاوية ضئيلة (٣ درجة) ، تنزاح الصحن الاستنادية بعضها نسبة لبعض عند مرور القاطرة بمنعطف ما ، وتتدحرج الاسطوانتان على السطوح المائلة ، فتولد قوة أفقية ، تعمل على اعادة الاستناد الى الوضع الطبيعي .

وينزل في المقعر ١ بمسند القاطرة الكروي ، ويدور قليلاً نسبة إليه . وقد يصادف أن تكون سطوح عمل الاسطوانات على شكل أقواس وليست مائلة ، ويمكن أن تركيب مجموعات الاستناد والارجاع بموازاة محور السير وليس بشكل دائري .

٢ - نظام التعليق المرن :

٢-١ - اهتزازات القاطرة في أثناء السير :

تتعرض القاطرة خلال حركتها للاهتزازات المختلفة ، بسبب التأثيرات الدورية من قبل تشوهات الخط الحديدي والقواصل بين قضبانه ، تغير قساوة الخط ، التآكل العشوائي لاطارات العجلات ، الخوص في المضاجع ، اختلال الشكل الدينامي للعجلات وغيرها .

يتعرض جسم القاطرة للاهتزاز ككل ، ويتعرض الهيكل والقاعدة وقاعدة السير للاهتزازات معينة أخرى .

- أنواع الاهتزازات :

- انزياح محور القاطرة نسبة لمحور الخط الحديدي في المستوى الأفقي ويتعلق بانزياح السير العرضي في الاتجاهات المختلفة .

- الانزياح العرضي للقاطرة بين القضبان الحديدية ، مع احتفاظها بموازاة محورها مع الخط .

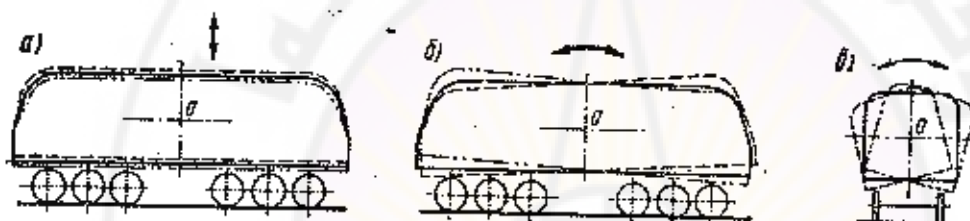
تتعلق ظاهرة اهتزاز القاطرة بحالة الخط الحديدي الفنية ، يأخذ طابع العشوائية بتواتر ضعيف ، غير أن اهتزاز التركيب العلوي للهيكل والقاعدة ، قاعدة السير أكثر تواتراً وتشعباً . وعندما تقوم العناصر المرنة بامتصاص قسم من الطاقة الناتجة عن الصدمات بين القاطرة والخط في القواصل بين القضبان ، تتحول الطاقة الممتصة إلى اهتزاز التركيب العلوي للقاطرة ، وتأخذ الاهتزازات الأشكال التالية :

— انقز شكل ١٤٧ a حيث يبقى مستوى القاعدة الرئيسة موازيا لمستوى الخط ، وبعد انزياح شاقولي •

— الاهتزاز الطولي شكل ١٤٧ b ويحدث للقاطرة في المستوى الشاقولي الطولي حول محور أفقي عرضي •

— الاهتزاز العرضي (الجانبى) شكل ١٤٧ c ويحدث للقاطرة في المستوى الشاقولي العرضي حول محور أفقي طولي •

تؤدي اهتزازات القاطرة الى زيادة الحمولات الدينامية وتؤثر في بنية القاطرة وفي استقرارها في أثناء المسير •



شكل (١٤٧)

لذا تحتوي على عناصر مرنة تصل ما بين قاعدة السرير والمضاجع ، وبين الهيكل والسرير ، يطلق على مجموعة العناصر المرنه هذا اسم نظام التعليق المرن ، الذي يدخل في تركيبه عناصر قاسية أيضا ، وتتصل النوابض فيما بينها بواسطة أقواس التوازن أو أذرع الاتصال ، حيث تتوزع الحمولات بين محاور العجلات بانتظام تقريبا ، كما يخفف نظام التعليق من آثار الصدمات المؤثرة على العجلات من قبل الخط الحديدي •

ويجب التفريق هنا بين مفهومى التركيب العلوي للقاطرة كما مر معنا سابقا ، والتركيب السفلي (وزن محاور العجلات ، المضاجع وجزء من محرك الجر) الذي يؤثر في الخط ويتلقاه دون تخميد •

٢-٣ العناصر المرنة :

وهي النوابض الصفيفية ، النوابض الحلزونية ، والعناصر المطاطية والهوائية .

تقوم مجموعة النوابض الصفيفية بامتصاص الاهتزازات ، من خلال الاحتكاك الحاصل بين الصفائح ، الذي يؤدي إلى إخماد الاهتزازات وتلاشيها ، غير أن جسامية النوابض غير كافية تجاه الاهتزازات البسيطة .

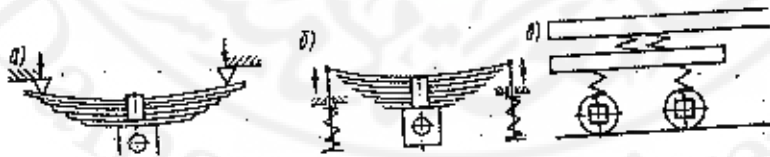
أما النوابض الحلزونية فتتمدد وتقلص ، طرداً مع الحمولة المؤثرة عليها دون أن يحدث فيها احتكاك ، لذا تخدم الاهتزازات فيها وتلاشى ببطء .

وتستخدم العناصر المطاطية والمعدنية المرنة الأخرى للأسراع في إخماد الاهتزازات . ويوجد عناصر إخماد احتكاكية إضافية . كما يوجد نظم تعليق هوائية بالكامل .

— تقسم نظم التعليق المرنة إلى نظم منفصلة ، ونظم متحدة ، تجمعها أقواس الموازنة .

وهناك نظام التعليق الفردي ، والنظام المزدوج ويوجد عنصر مرن واحد في النظام الأول شكل ١٤٨ a وعنصران متسلسلان في النظام الثاني شكل ١٤٨ b .

كما يوجد نظام تعليق ذو المرحلة الوحيدة ، ونظام المرحلتين المتتاليتين ، يحتوي الأول على عناصر مرنة ما بين قاعدة السرير والمضاجع ، ويحتوي النظام الثاني على مرحلة إخماد ثانية بين قاعدة القاطرة وقاعدة السرير شكل ١٤٨ c .



شكل (١٤٨)

٣-٣ - خواص العناصر المرنة ومواصفاتها :

أهم الخواص والمؤشرات ، التي تميز العناصر المرنة بشكل خاص ، ونظام التعليق بشكل عام هي : الانحناء والقساوة .

— الانحناء f : هو الانحناء الصفائح النابضية أو النوابض الحلزونية، ويساوي التغير الحاصل في ارتفاعاتها ، تحت تأثير الحمولة المؤثرة .

وهناك الانحناء الستاتيكي f_s — وهو الانحناء الحاصل ، تحت تأثير وزن أجزاء القاطرة الواقعة فوق نظام التعليق في حالة الوقوف . ويتراوح هذا الانحناء من ١٠٠ - ١٢٠ مم لقاطرات الشحن ، و ١٦٠ - ١٨٠ مم لقاطرات الركاب ، ويتناسب طرذاً مع الحمولة الشاقولية P .

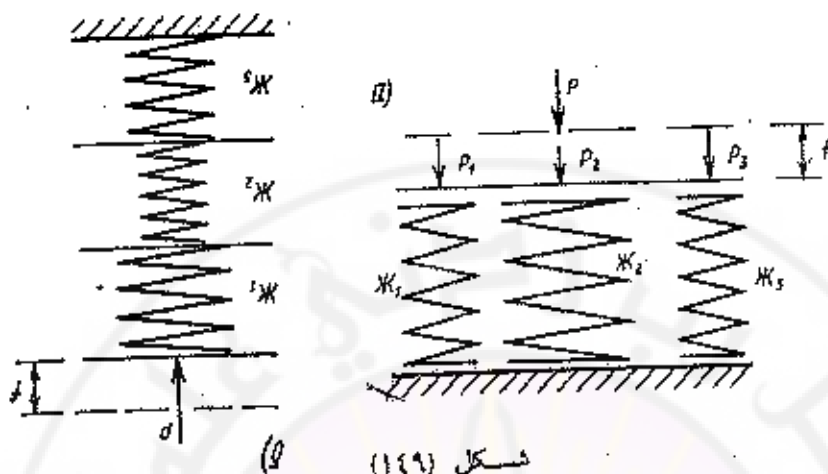
ويعبر عن مرونة النوابض المختلفة بقساوتها J وهي نسبة الحمولة الشاقولية على مقدار الانحناء .

$$J = \frac{P}{f} \text{ kg.f/MM ; KN/MM ;}$$

أي أن القساوة هي الحمولة الضرورية لانحناء النوابض بمقدار واحدة القياس (١ مم) وتساوي ليونة النوابض (مرونتها) ، القيمة العكسية للقساوة ، أو الانحناء تحت تأثير واحدة الحمولة .

$$r = \frac{f}{P} ;$$

وتختلف قساوة نظام التعليق باختلاف قساوة أجزائه ، وتوزيع الحمولة بينها ، فإذا انتقلت القوة P من خلال مجموعة عناصر مرنة تعمل على التوازي شكل (١٤٩) قساوتها على التسلسل J_1 , J_2 , J_3 . وتعرض لحمولة معينة .



شكل (١٤٩)

$$P_3 + P_2 + P_1$$

$$P_3 = f_3 \cdot J_3 \quad , \quad P_2 = f_2 \cdot J_2 \quad , \quad P_1 = f_1 \cdot J_1 \quad \text{يكون :}$$

$$P = J \cdot f \quad \text{— والمجموعة}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad \text{— حيث أن}$$

$$J \cdot f = J_1 \cdot f_1 + J_2 \cdot f_2 + J_3 \cdot f_3 \quad \text{— أو}$$

وإذا كان النواض متساويا (عند العمل بصورة متوازية) :

$$f = f_1 = f_2 = f_3 \quad ;$$

فإن

$$J = J_1 + J_2 + J_3 \quad ;$$

أي أن قساوة النظام (المجموعة) المؤلف من عدة عناصر مرتبة تعمل على التوازي تساوي مجموع قساوة كل هذه العناصر .

إذا كانت العناصر تعمل على التسلسل شكل ١٤٩ b .

$$f_3 = \frac{P_3}{J_3}, f_2 = \frac{P_2}{J_2}, f_1 = \frac{P_1}{J_1}$$

يصبح انحناء المجموعة مساويا مجموع انحناءات العناصر المولدة لها .

$$f = f_1 + f_2 + f_3$$

أو

$$\frac{P}{J} = \frac{P_1}{J_1} + \frac{P_2}{J_2} + \frac{P_3}{J_3}$$

ومن الواضح أن الحملات المؤثرة في النواضخ المنفردة متساوية فيما بينها وتساوي الحملة P المؤثرة في المجموعة .

$$P = P_1 = P_2 = P_3$$

ومنه

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} + \frac{1}{J_3}$$

أو

$$r = r_1 + r_2 + r_3$$

أي أن مرونة مجموعة عناصر المرننة العاملة على التسلسل تساوي مجموع مرونات العناصر المؤلفة لها .

٢ - نظام التعليق في السرير ذي الدلائل :

شكل ١٥٠ . يتألف من مجموعتي نوابض وسطية وطرفية ، أقواس توازن ١١ ، حوامل ١٢ . تتألف مجموعة نوابض الوسط من نوابض صفيحية ٩ (عددها ثمانية) ، نابضين أسطوانيين ٤ ، تتوضع جميعا في مجموعة واحدة ، بمساعدة المحور ٢ ، المار من ثقب صحن الاستناد ٣ والقابض ٠.٨ .

تستند قاعدة السرير ١٠ إلى مجموعة نوابض الوسط بواسطة الصحن ٧ والمخمدات المطاطية (الحلقات) ٥ . وتثبت هذه الحلقات مع النوابض بواسطة المحور ٦ التابع للصحن ٧ .

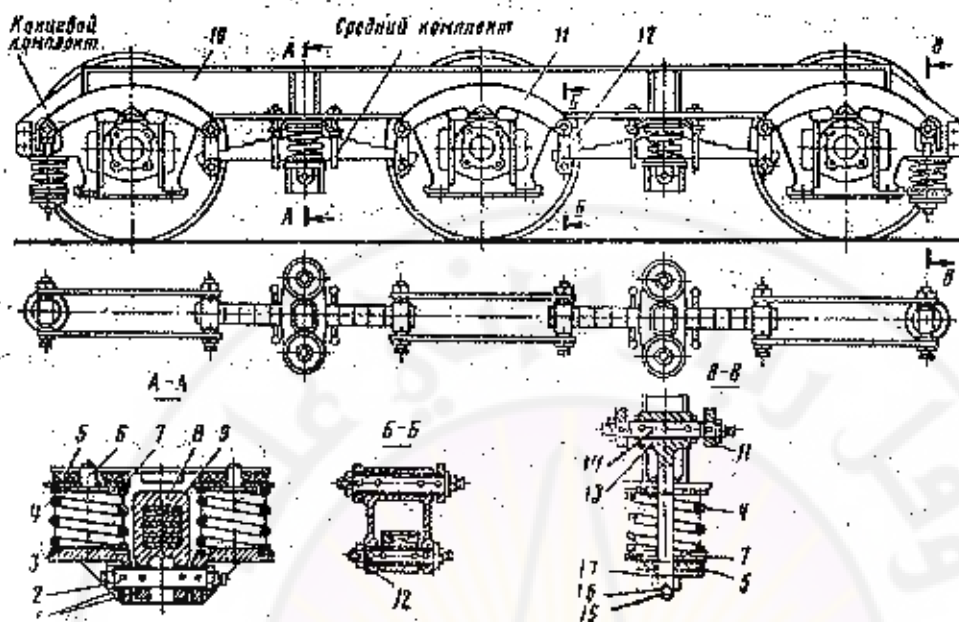
يتألف الصحن الطرفي من نابض أسطوانى ٤ ، حامل ١٣ ، محور ١٤ ، حلقة مطاطية ٥ ، صحن ٧ ورقائقها ١٧ التي تثبت بالبرغي ١٦ والمحور ١٥ . ولا تختلف هذه النوابض عن مثيلتها في المجموعة الوسطية .

٣ - نظام التعليق في السرير عديم الدلائل :

هو نظام منفرد ، خال من أقواس التوازن تتألف مجموعة النوابض في مضاجعه من ثلاثة نوابض تعمل متوازية .

إذا رمزنا بـ J_1 قساوة المجموعة الواحدة ، تكون قساوة المضجع $J_2 = 2 J_1$ وقساوة السرير : $J_3 = 12 J_1$ وقساوة القاطرة $J_4 = 24 J_1$.

يتميز هذا النظام بخفته (أخف بثلاث مرات من النظام ذي الأقواس) . ولا يحتسوي على مفاصل قابلة للتآكل ، لكنه يتطلب نوابض دقيقة بأبعادها وبقساوتها .



شكل (١٥٠)

٤ - القاعدة الرئيسة والهيكل

٤-١ ظروف عمل القاعدة والهيكل

تتحمل القاعدة الرئيسة كتل التجهيزات الرئيسة والتجهيزات المساعدة في القاطرة ، وتتميز بالمتانة والقساوة الكافيتين .

وتزداد المتطلبات الضرورية حين القاعدة بزيادة استطاعة القاطرات ، نظرا لزيادة تأثير القوى الطولية والعرضية (تساوي كتلة مجموعة الديزل المولدة ٣٠ طنا تقريبا) لذا تعد القاعدة أضخم الأجزاء الرئيسة وأثقلها .

يحمي الهيكل تجهيزات القاطرة ويحفظها من التأثيرات الخارجية ، ويكون مغلقا كالغرفة المعادية ، إما مؤلفا من قطع عديدة قابلة التفكيك والطي . يتألف النوع الأول من بنية ضخمة بأبعادها ، متصلة بالقاعدة الرئيسة من كل الجوانب ، ويتحمل

الهيكل أحيانا بعضا من تأثير القوى الشاقولية والأفقية مع القواعد ويسمى عندئذ الهيكل المحمّل .

تصمم القاعدة وتحسب مع الهيكل المحمّل على الانحناء الحاصل ، تحت تأثير القوى الشاقولية الستاتيكية والديناميكية وتحسب على التمدد والانضغاط تحت تأثير القوى المؤثرة على مجموعة القطر وتساوي قيمة القوى الحسابية ٢٥٠٠ ك. نيوتن .

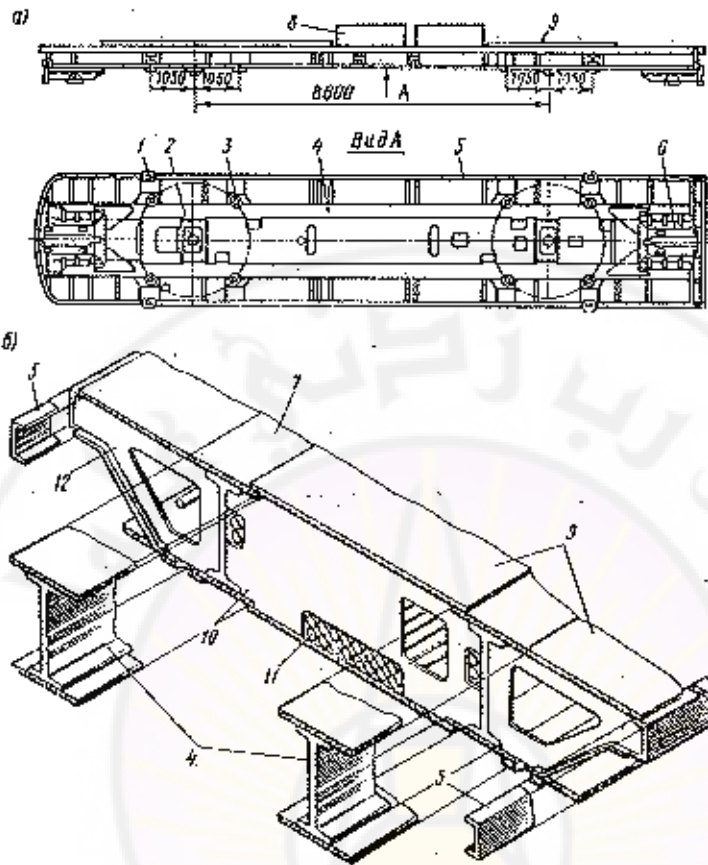
يظهر على الشكل (١٥١) مقطع قاعدة فولاذية لإحدى القاطرات ، تتألف القاعدة من جسرين رئيسين ٤ ، تصل بينهما جسور عرضية مسطحة ١٠ ، سماكتها (١٢ مم) ، تتوضع في نهايتي القاعدة مجموعات القطر والوصل ٦ .

تتقوى الجسور الرئيسة من الأعلى ومن الأسفل بصفائح فولاذية طولانية عرضية ٧ ، سماكتها ٢ مم ، وتمتد الصفائح السفلى على طول القاعدة ، وتمتد الصفائح السفلى إلى حجرة القيادة ، وتربط الصفائح الأفقية ٩ الجسور فيما بينها وتلتحم عليها من الأعلى والأسفل (سماكتها ٨ مم في الأسفل ١٤ مم في الأعلى) . وتحتوي القاعدة زوايا حاملة ١٢ مصنوعة من صفائح سماكتها ٦ مم ، وملتحمة على القاعدة من الخارج .

يعيط بالقاعدة من الخارج حزام ٥ مؤلف من جسور فولاذية مقطوعها شكل مجرى . ويعد هذا الحزام أساس الهيكل ، ويلتحم على نهايات الزوايا العرضانية ١٢ ، وتحتوي القاعدة على أربعة مساند ضرورية لرفع القاطرة في أثناء الصيانة والإصلاح .

تحمل القاعدة من الأسفل مجموعة أنابيب ١١ ، يحتوي بعضها على كابلات خاصة بالتجهيزات الكهربائية ، ويشكل بعضها الآخر قنوات مرور تيار الهواء الذي يقوم بتبريد محركات الجر .

وتركب على القاعدة من الجهتين في منتصفها ، صناديق معدنية ٨ بطريقة اللحام تحمل المدخرات الكهربائية . كما يلحم على القاعدة من الأسفل ، عمودان أسطوانيان



شكل (١٥١)

(وصلتان عموديتان) قصيران ، مهمتهما ربط الهيكل بسرائر القاطرة ، ويوجد حول كل منها أربعة مجموعات استناد كروية ٣ + تستند القاعدة الرئيسة من خلالها الى قاعدة السرير .

— مجموعة القطر والوصل :

مهمتها وصل القاطرات مع بعضها (إن كان هناك أكثر من قاطرة تشترك في عملية الجر) ، وبالعبوات أيضا ، ونقل القوى الطولية المختلفة + والتخفيف من تأثير قوى الصدمات ، الحاصلة في أثناء المسير .

هناك نوعان من مجسوعات القطر وهي المجموعة القاسية والمجموعة المرنة .
تتميز المجموعة المرنة بقدرتها على الانزياح الشاقولي الكبير نسبيا ، مع بقاء
محاورها متوازية .

أما المجموعة القاسية فلا تقدر على الانزياح ، دون حدوث ميلان معين ، ويتم
ذلك بفضل المفصل الكروية ، التي تربطها بالقاعدة .

وهناك مجموعة قطر ذات قساوة متوسطة ، تعمل كالمجموعة المرنة ، لكن
انزياحها الشاقولي محدود .

يقع محور المجموعة الطولي على امتداد محور القاعدة الرئيسة ويقع كل منهما
على الارتفاع مختلف عن الآخر .

تتألف المجموعة من حلقة القطر والوصل ، عناصر امتصاص الصدمات
(تخميد) ، عناصر استناد ، عنصر مطابقة المحاور ، وصلة الانفكاك ، ويجمع هذه
العناصر هيكل فولاذي .

وتتألف عناصر التخميد من عناصر احتكاكية ، ونوابض ، تحول الطاقة
الحركية للصدمات والاهتزازات الطولية الى عمل ميكانيكي لقوى الاحتكاك ،
والتي طاقة كامنة في النوابض جزئيا .

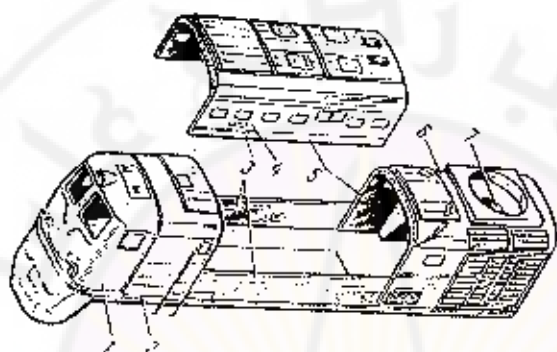
ويتألف عنصر مطابقة المحاور من وصلة تعمل على مبدأ النواس .
وتتألف وصلة الانفكاك من ذراع يتصل بقفل المجموعة ، وتعمل الوصلة
يدويا ، وهناك وصلات تعمل بالهواء المضغوط .

٢-٤- الهيكل :

يتألف الهيكل أساسا من المقدمة شكل (١٥٣) ، التي تحتوي على حجرة
القيادة ١ ، والقطاع ٢ الذي يغلف الحجرة التي تحتوي العناصر الكهربائية عالية

المحرك ، وضغط الهواء ، والجزء الوسطي ٣ الذي يعطي مجموعة الديزل المولد ، والمؤخرة ٦ التي تحتوي على حجرة التبريد .

تتألف بنية الهيكل أساساً من شبكة من القضبان الفولاذية ، المرتبة على شكل مربعات ، تغطيها من الخارج ألواح فولاذية (سماكة ٢.٥ مم) بطريقة اللحام . ويعطى لها من الداخل صفائح فولاذية أخرى تشكل غطاءً داخلياً .



شكل (١٥٢)

يغلف الجزء العلوي ٤ ، محرك الديزل ، وهو جزء قابل للنفك ، وترتبط الأجزاء الأخرى بالقاعدة بطريقة اللحام ، مما يجعل الهيكل أكثر قساوة ومتانة . تحتوي أغطية الهيكل على نوافذ متعددة منها : مداخل الهواء ، فتحات الأباجورات وفتحات هواء الديزل ، وفتحة خروج الهواء من حجرة التبريد وغيرها . ويستخدم بعض النوافذ نفك وإخراج بعض التجهيزات بغرض إصلاحها .

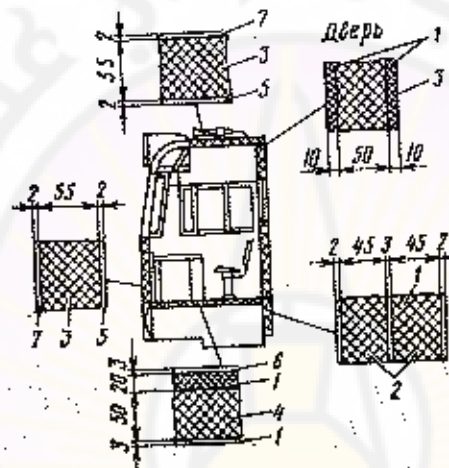
١ - حجرة القيادة :

توفر حجرة القيادة الظروف المريحة لاقامة العناصر فيها . وتصمم الحجرة عادة كجزء منفصل عن الهيكل ومعزول عنه وذلك للحماية من الضجة والصدمات والاهتزازات .

تركب الحجرة على الهيكل بواسطة براغي وحلقات مطاطية ، ويفصلها عن

الهيكل عشرات المخدمات المطاطية العازلة • يضع غطاء الحجرة الخارجي من صفائح معدنية سماكتها ٢ مم ، وتحتوي الحجرة على نوافذ في كل الجهات تقريبا ، تؤمن الرؤيا الجيدة •

تعزل الحجرة حراريا عن حجرة الديزل بمادة عازلة ، موزعة على الجدران والسقف والسطح الداخلي شكل ١٥٤ ، ويوجد في الجدران الخلفية طبقتان زجاجيتان ٢ سماكتها ٥ مم وتعزل الجدران الجانبية والسقف بطبقة من الالومنيوم • ٣ تفصل بين الغطاء الخارجي ٧ والجدران الداخلية ٥ •



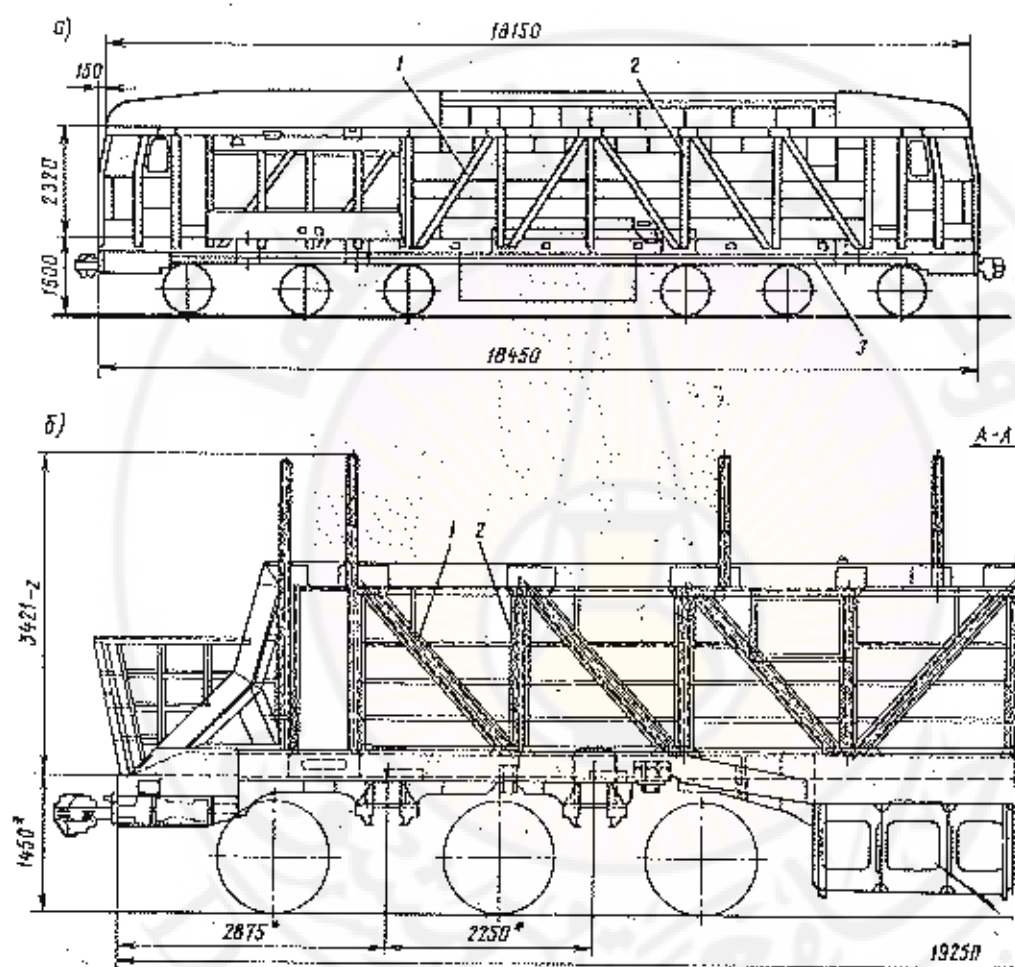
شكل (١٥٤)

وتضع أرضية الحجرة من ألواح مركبة على شبكة معدنية ، يوجد في أسفلها طبقة من القطن العازل للصوت ٤ سماكتها ٥٠ مم •

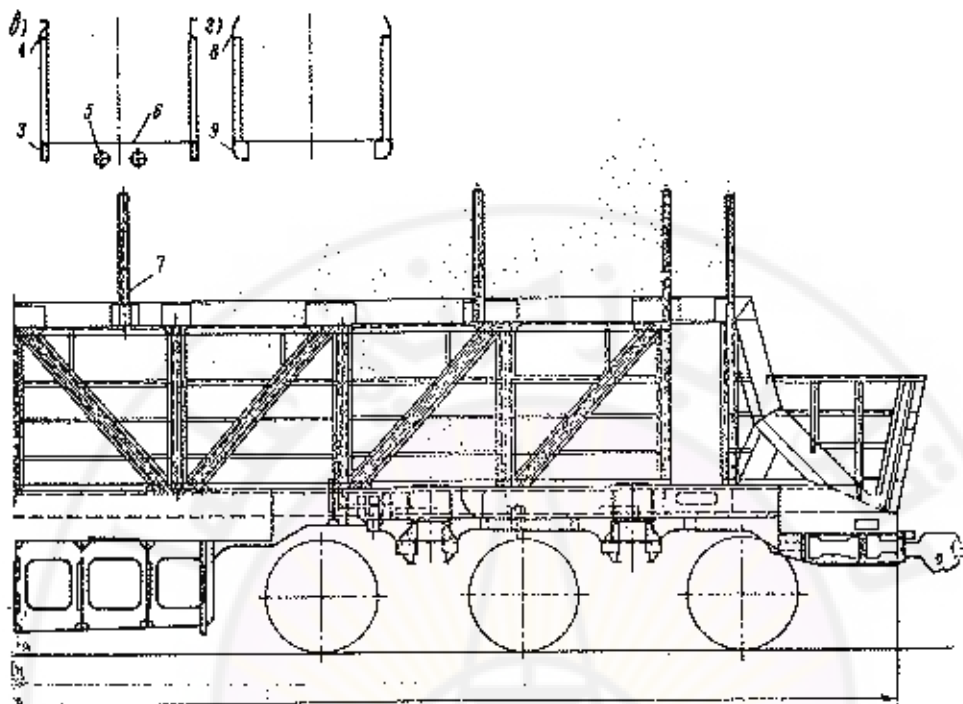
وتحتوي الحجرة على جهاز تدفئة يعمل في الظروف الباردة ، وامرحتين لفصل الحرارة •

٢- الهيكل الحمل :

يتألف من القاعدة الرئيسة والجدران الجانبية ، وتتلقى معا الحمولات المختلفة،



شكل (١٥٤)



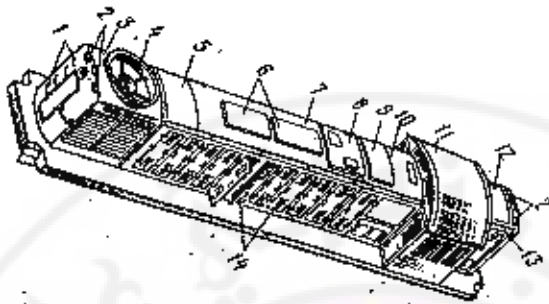
وتأخذ الجدران شكل شبكة معدنية من قضبان عمودية ومائلة، معلقة بغطاء معدني رقيق بطريقة اللحام ، وتضع الجدران بشكل قشرة محيطة بالهيكل من كل الجهات وتدعم ببعض القضبان لزيادة قساوتها .

يظهر على الشكل ١٥٥ هيكل لإحدى القاطرات ، مؤلف من قضبان ١ ، ٢ ، ملتصمة على القاعدة ، المؤلفة من عمودين أنبوبيين ٥ (قطر ١٩٤ مم ، سماكة ٦ مم) وعمودين جانبيين طولانيين ٣ ، لهما مقطع يشبه العلبة (٢٥٠ × ٦٦) مم ، وتغطي القاعدة من الأعلى بصفحة فولاذية ٦ .

— الهيكل الصندوقي :

يستخدم على قاطرات المناورة شكل ١٥٦ ، ويتألف من خمسة أجزاء تغطي

حجرة التبريد ٣ ، مخرج المروحة ٤ ، حجرة الديزل ٧ ، حجرة التجهيزات الكهربائية عالية القدرة ١٠ ، حجرة القيادة ١١ ، صندوق المدخرات الكهربائية ١٣ .



شكل (١٥٥)

ترتبط هذه الأجزاء الخمسة فيما بينها بالبراغي ، وتلتحم حجرة القيادة ، وحجرة التبريد على القاعدة الرئيسة .

يرتبط صندوق الديزل بالقاعدة الرئيسة بالبراغي ويقبل الفك والتركيب ، وتضع الجدران الجانبية بشكل أبواب ١٤ ، لتسهيل عمليات المراقبة والصيانة ، كما تحتوي السقوف على نوافذ كبيرة تسمح بإخراج التجهيزات في أثناء الصيانة والإصلاح .

يتم إخراج المدخرات من النافذة ١٣ ، وضغط الهواء من النافذة ٩ ، وشاحن الهواء من النافذة ٦ . ويسكب الرمل الجاف من النوافذ ٢ .

ولا تختلف القاعدة الرئيسة عن القواعد السابقة ، وتتصل حجرة القيادة بالمساحات المحيطة بصندوق القاطرة من خلال بابين .

د - استخدام وزن القاطرة في عملية التماسك بين العجلات والخط الحديدي :

هـ - توزيع الأجزاء الرئيسة للقاطرة :

عند تصميم القاطرة يجب توزيع أجزائها الرئيسة ، بشكل تساوى فيه

الحمولات الشاقولية على محاور العجلات وعلى الخط الحديدي في النهاية .

لذا يجب أن ينطبق مركز ثقل القاطرة ، مع مركز طول القاعدة ، (نفرض مركز الثقل يقع على محور التناظر الشاقولي للقاعدة في المستوى العرضي) . ويجب أن تتوضع نقاط استناد الهيكل على السرير ، على مسافات واحدة من مركز ثقل القاطرة . كما يجب أن تتطابق مواصفات العناصر المرنة المؤلفة لنظام التعليق .

يتحقق الشرطان الأوليان عند تصميم القاطرة فيما يسمى عملية توزيع الأجزاء ، ويتم الشرط الثالث عند اختيار العناصر المرنة .

غير أن تحقيق هذه الشروط الثلاثة بشكل مطلق ، يعد عملية صعبة للغاية ، لأنه يوجد دائما بعض التباين بين الحمولات الواقعة على المحاور بحدود ٣-٢ ٪ .

٢-٥ - توزيع الحمولات على الخط تحت تأثير قوة الجر :

تتضح هذه العملية عندما يستند الهيكل على السرير بقساوة ، وعندئذ لا يستطيع السرير الانزياح نسبة للهيكل في المستوى الشاقولي ، ويعتاد جسم واحد .

ينقل كل محور من محاور العجلات قوة تساوي F_{kn} شكل (١٧٦) إلى قاعدة السرير ، وتؤثر في مجموعة القطر والوصل قوة مساوية مقاومة وزن القطار W ، التي تساوي قوة الجر تقريبا .

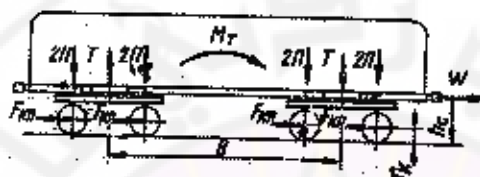
$$W = n \cdot F_{kn}$$

ونظرا لاختلاف مستويات تأثير هذه القوى في القاعدة والهيكل ، نسبة لمستوى الخط الحديدي ، يتولد عزم غير متوازن يساوي :

$$M_{\text{م}} = n \cdot F_{kn} (h_c - r_k)$$

h_0 — ارتفاع مجموعة القطر ويساوي ١٠ متر •

r_k — نصف قطر المجلة ويساوي ٠.٥٢ م •



شكل (١٥٦)

يؤدي هذا العزم الى تغيير الحمولات الشاقولية على السرائر بمقدار

$$T = \frac{M_T}{B}$$

حيث :

B — قاعدة القاطرة •

ومن الواضح أن السرير الأول يتعرض لحمولة مخفضة ، ويتعرض السرير الثاني لحمولة اضافية •

ويصبح التغير الحاصل في الحمولات كما يلي :

$$\Delta P_2 = R_T = \frac{T}{m} = \frac{M_T}{m \cdot B} ;$$

حيث :

m - عدد المحاور في السريز .

٦- ديناميكية القاطرة :

تعد تغيرات الحمولة المدروسة سابقا ، سثنائية ، لكن عندما تتحرك القاطرة بسرعات عالية ، تتولد حمولات دينامية . وتأخذ أبعادا كبيرة ، بسبب اهتزاز جسم القاطرة ، ونتيجة الصدمات الحاصلة من جانب الخط الحديدي (تشوه الخط ، الفواصل بين القضبان وغيرها) .

تهتم ديناميكية القاطرات بدراسة التأثيرات المتبادلة بين القاطرة والخط الحديدي ، في أثناء المسير ، على الخط المستقيم وفي المنعطفات ، وتدرس الشروط الملائمة لتحسين ظروف الحركة بشكل عام .

٦-١- الحركة على الخط المستقيم :

عندما تتحرك العجلات على الخط الحديدي المستقيم ، يبقى دائما خلوص معين بين حواف العجلات والسطوح الداخلية لرأس الخط . وتساوي قيمة هذا الخلوص :

الدينا $2 \sigma_{min}$

$$2 \sigma_{min} = 7 \text{ mm} ;$$

والعظمى $2 \sigma_{max}$

$$2 \sigma_{max} = 39 \text{ mm} ;$$

يتغير هذا الخلوص مع مرور الزمن من ٧ الى ٣٩ مم ، بسبب انزياح عرضانيا حرا لمحور العجلات نسبة لمحور الخط ، ويأخذ هذا الانزياح ، صفة دورية غالبا .

ولقد مر معنا نوعان من هذا الانزياح (الاهتزاز) . حيث يتبع طول الموجة الاهتزازية (أو دور الاهتزاز) الحالة الفنية لآطار العجلات ، ففي حالة الجيدة

يساوي طول الموجة ١٨ م ، وعندما تتأكل الأطر ، ينخفض هذا الطول ويزداد تواتر الاهتزاز .

— تؤدي الحمولات الدينامية الشاقولية الى زيادة الحمولة على بعض محاور العجلات والى انخفاضها على البعض الآخر . ويوضع في الحساب العامل الدينامي (زيادة الحمولة الستاتيكية بمقدار معين) عند اجراء حساب وتصميم محاور العجلات على المتانة :

كما يلي :

$$P_D = K \cdot P_c$$

حيث :

K — العامل الدينامي الشاقولي .

ويساوي k بمايلي :

$$K = 0,1 + 0,2 \frac{v}{f_0}$$

حيث :

v — سرعة الحركة كم/سا .

f₀ — الانحناء الستاتيكي لنظام التعليق م .

وتساوي K_{max} = ٠,٣٣ .

٢-٦ — الحركة في المنعطف :

لتسهيل حركة العجلات في المنعطفات ، يجب زيادة عرض الخط الحديدي

فيها بحدود $\Delta = 10$ مم • عندما يساوي نصف قطر المنعطف من ٣٠٠ - ٣٤٩ متراً • و $\Delta = 15$ مم عندما يكون نصف القطر أقل من ذلك •

وعندما تتحرك القاطرة في منعطف نصف قطره R بسرعة v ، تؤثر فيها قوة نابذة إضافية مساوية : C .

$$C = P_k \cdot \frac{v^2}{g \cdot R} ;$$

وتؤثر في مركز ثقل القاطرة •

حيث :

P_k — وزن القاطرة •

g — تسارع الجاذبية الأرضية 9.81 م/ث^٢ •

وتبلغ هذه القوة ٣٠ ٪ من وزن القاطرة •

وتؤدي هذه القوة الى اعوجاج عرضي في الهيكل ، وزيادة الحمولة على المضاجع الخارجية ، وانخفاضها على المضاجع الداخلية •

وللتغلب على تأثير هذه القوى ، التي تحاول قلب القاطرة ، تتم زيادة ارتفاع الخط الحديدي الخارجي في المنعطف قليلاً (حتى ١٥٠ مم) • ويمكن بهذا موازنة قوة مؤثرة مساوية ١٠ ٪ من وزن القاطرة أو ثلث القوة النابذة الحاصلة • وما تبقى من هذه القوة يبقى دون موازنة •

ولمعرفة قدرة القاطرة على اجتياز منعطف ما ، تجرى عليها عملية هندسية حسابية خاصة •

كإجراءية البستائية والعملية الديناميكية ، التي تحسب خلالها القوى المؤثرة في العجلات والخط ، بغية التأكد من درجة الأمان في سير القاطرة .

منه ونظرا لصغر قيمة الخلوص بين حواف العجلة والخط نسبة لأبعاد القاطرة من جهة ، ونصف قطر المنعطف من جهة أخرى ، فإن رسم عملية مرور القاطرة في المنعطف يتعدى حتى بالمقياس $1/100$ ، لأن نصف قطر المنعطف يصبح مساويا ٣ م . وطول القاطرة ٢٠٠ مم ، أما الخلوص فلا يظهر على المخطط نظرا لصغره الشديد .

لذا تستخدم مقاييس مختلفة للأبعاد المختلفة ، وتستخدم عادة ، طريقة مخطط رسم القطع الناقص .

ولتبسيط المخطط ، ترسم الحدود الداخلية للخطين الحديدين وتجعل المسافة بينهما مساوية للخلوص بين حافة العجلة وسطح الخط في المنعطف $\Delta + 2 \sigma_{\text{نقل}}$ وعندئذ ترسم القاطرة وسرائرها بشكل خطوط مستقيمة .

وإذا أخذنا مقياسين مختلفين ، غير مرتبطين ببعضهما ، لرسم قاعدة القاطرة ، ولرسم الخلوص العرضاني ، فإن قوس دائرة الخط الحديدي في المنعطف يتحول إلى أقواس قطع ناقص .

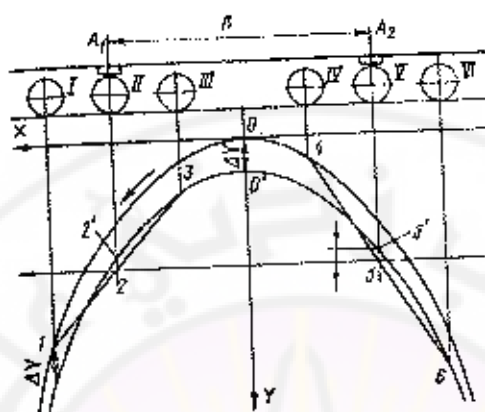
يتم الرسم كما يلي : شكل (١٥٧) . يرسم على اللوحة من الأعلى مخطط

الهيكل بمقياس $\frac{1}{50} + \frac{1}{20}$ ، وتحدد مواقع المحاور ، ومركز انعطاف السرير .

ويرسم في الأسفل المحاور الأفقي x ويحدد في منتصفه مركز الإحداثيات O ، الذي يمر فيه المحاور الشاقولي y ، وترسم أجزاء القطع الناقص من المركز O بالاتجاهين ، باستخدام العلاقة التالية :

$$y = \frac{m_y}{m_x^2 \cdot 2 R} \cdot X^2$$

$m_7 = 1$ أونصف مقياس الخلو ص المرضاني *



ويرسم الخلوص على المحور y بالمقياس m_y ، من مركز الاحداثيات O .
 $\Delta + 2\sigma_{\min}$ وتكون النقطة O' قمة القطع الناقص للخط الحديدي الداخلي.
وتحدد بقية النقاط الأخرى على هذا الخط، بإزاحة نقاط الخط الخارجي بمقدار Δy شاقولياً.

$$(\Delta y = (2\sigma_{\text{min}} + \Delta) m_f \quad ;$$

وترسم وضعيات السرائر على المخطط ضمن الخلوص بين القضبان .
هذا ويمكن أن تأخذ السرائر وضعية معينة ، تضغط فيها إحدى العجلات على السطح الداخلي للخط الحديدي الخارجي ، وهذا يدل على انعدام الخلوص بينهما . ويظهر على الرسم بشكل تكون فيه نقطة المحور واقعة على القطع الناقص .
لذا نرسم النقاط الطرفية المعبرة عن المحاور الطرفية ، على القطع الناقص مباشرة (١ ، ٣ - ٤ ، ٦) . وفصل بين كل اثنتين منهما بمستقيمات تدل على السرائر وتوضع النقطتان ٥ ، ٢ على هذين المستقيمين بحيث تدل كل منهما على المحور الوسطى في كل سرير .

ولكني تستطيع السرائر اجتياز المنعطف ، يجب ألا يقل خلوص المحور الوسطي

عن قيمة المستقيم $2 - 2'$ أو $5 - 5'$ بالمقياس m_7 .

كما تحدد مواقع وصلات الهيكل A_1 ، A_2 لتسهيل رسم وضعية محور

القاطرة ، وانحرافه عن محور الخط الحديدي * (بالمقياس m_7) ، ولعرفة زوايا

انحراف السرائر أيضا * .

الفصل الثامن

النظم والتجهيزات المساعدة في القاطرة

١ - نظام تبريد الآلات الكهربائية :

تتعرض الآلات الكهربائية في أثناء عملها لارتفاع حرارتها ، وحرارة وشائعها ومطبات العزل أيضا . لذا يجب أن تخضع هذه الآلات للتبريد الدائم بواسطة نظام تبريد خاص يخلصها من الحرارة الزائدة ويؤمن الشروط المثلى للعمل في مختلف الظروف ، ويحميها من الغبار والشوائب الضارة الأخرى التي ترافق تيار هواء التبريد .

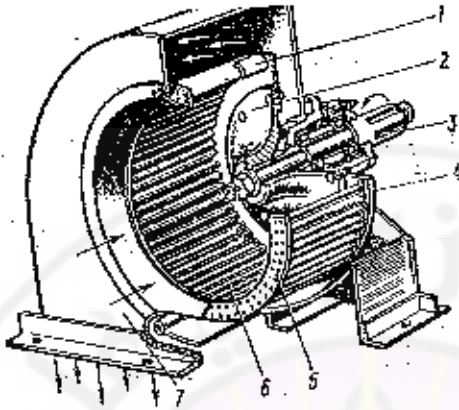
تستخدم القاطرات نظاما منفصلا خاصة لتبريد كل آلة من الآلات الكهربائية ، كما تستخدم نظام تبريد مشتركاً لكل الآلات الكهربائية المركبة على القاطرة ويسمى هذا النظام : النظام المركزي لتبريد الآلات الكهربائية ، والذي يحتوي على مروحة وخيطة ذات إنتاجية عالية ومردود كبير ، غير أنها تستهلك استطاعة كبيرة وتحتاج إلى تمديدات وسجاري هواء طويلة ومتشعبة .

يظهر على الشكل ١٥٩ مقطع في مروحة مركزية مستخدمة في بعض نظم التبريد . تتألف من دولاب ٦ مركب على المحور ٣ داخل الهيكل ٧ .

يتألف الدولاب من القرصين ٤ ، والحلقات ٥ ، التي تركيب عليها الزعانف ١ . تعمل المراوح في ظروف صعبة ، وتتأثر بدوران الديزل واهتزاز قاعدة القاطرة ، لذا تصنع وصلاتها نصف قاسية باستخدام قارئة هيدروليكية .

وتستخدم نظم التبريد المصافي الشبكية المعدنية أو المصافي العاملة على

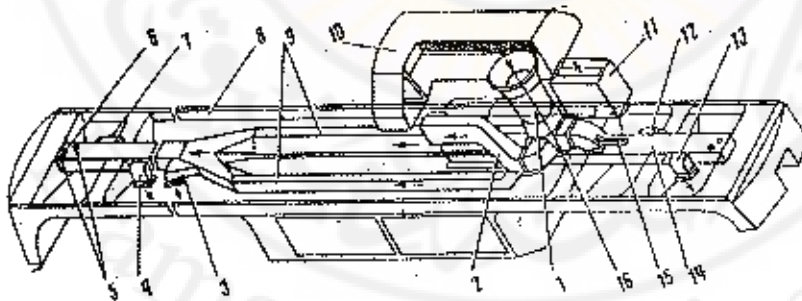
مبدأ العطالة حيث يتم التخلص من الشوائب العائقة في تيار الهواء بتغير جهة حركته على مدخل نظام التبريد .



شكل (١٥٩)

١ - النظام المركزي لتبريد الآلات الكهربائية :

يظهر مخطط هذا النظام على الشكل ١٦٠ ويتألف من مروحة محورية تسحب الهواء الجوي من خلال المصفاة ١٠ وتدفعه إلى المولد الرئيس بالقناة ٣ والتي المخركات الكهربائية بالقنوات ٣ ، ٤ ، ٧ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٦ والتي مجمع تقويم التيار المتناوب (عند وجوده) بالقناة ١١ وإلى حجرة القيادة بالقناة ٥ .



شكل (١٦٠)

يجري تيار الهواء في المجرى المركزي ١٤ ، وفي المجريين الجانبيين ٩ ، اللذين يشكلان جزءاً من قاعدة جسم القاطرة ٨ .

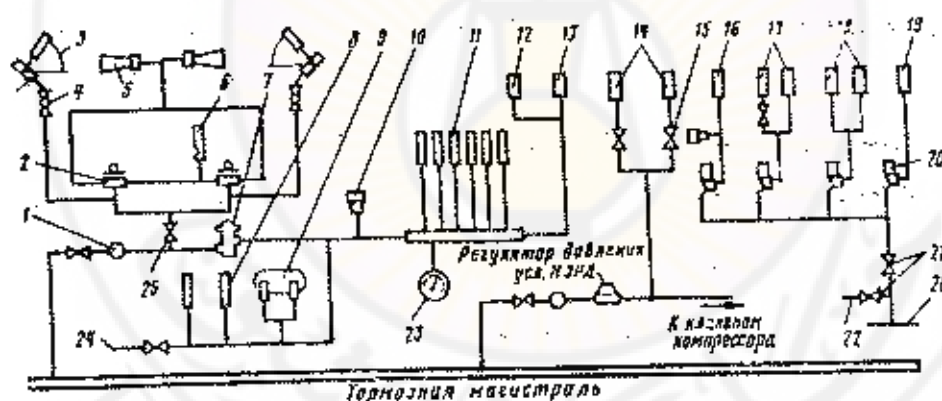
تصل المروحة بعمود المولد الرئيس بواسطة قارورة مرنة .

٢ - دائرة التحكم الهوائية على القاطرة :

تحتوي القاطرات على تجهيزات متعددة تعمل على المبدأ الكهروهوائي ، حيث تتحول الاشارات الواردة اليها الى تيار كهربائي ، وتنفذ الاعمال المطلوبة بواسطة وصلة هوائية تعمل بتأثير ضغط الهواء .

تغذى هذه التجهيزات بالهواء اللازم من ضاغط الهواء .

يظهر مخطط التحكم الهوائي على الشكل ١٦١ ، حيث يدخل الهواء الى المصفاة ١ والصمام ٧ من المجرى الرئيس لدارة المكابح . (يتحكم الصمام بضغط الهواء ٠٠٦ MP_a ويؤثر على ذلك المقياس ٢٣ .



شكل (١٦١)

— التجهيزات العاملة بالهواء المضغوط :

١ — وصلة البدالية (التي تبديل وجهة سير القاطرة) ٩٠ .

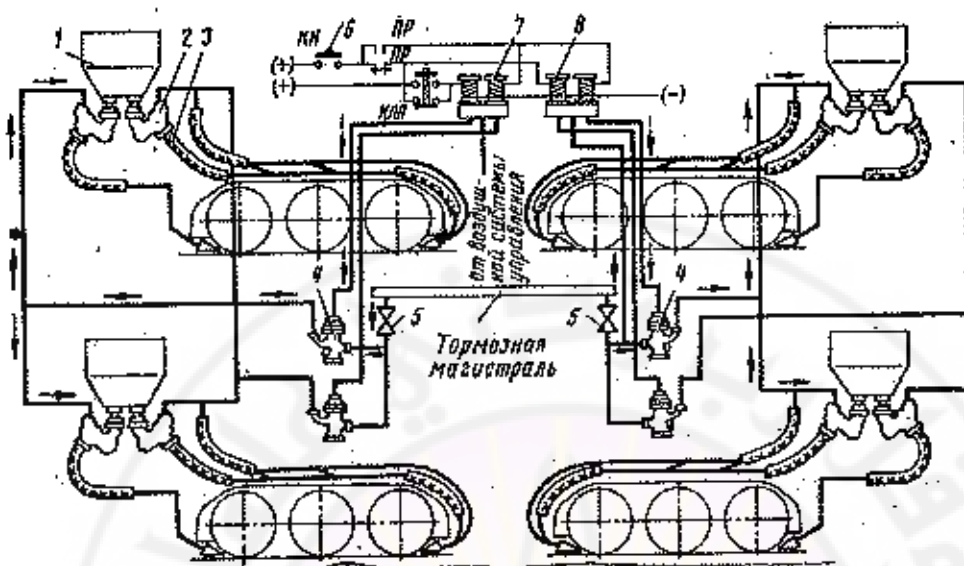
- ٢ - التماس ٨ ، ١١ (اقلاع القاطرة) .
- ٣ - صمام دائرة الامداد بالرمل .
- ٤ - النواب ١٢ (تشغيل مضخة وقود اضافية) .
- ٥ - معجل اقلاع الديزل ، ١٣ .
- ٦ - ماسحة الزجاج ٣ ، من خلال الصمام ٢ .
- ٧ - المنبه (٦ ، ٥) .
- ٨ - دائرة اطفاء الحريق ، ويأتيها الهواء من المجرى ٢٦ من خلال اللولب ٢ والاسطوانات ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩ الموجودة في وصلة بأباجور المشعات .
- ٩ - وصلة مصفاة الهواء في الديزل ، ويأتيها الهواء من المجرى الرئيس الى الاسطوانة ١٤ .
- ٣ - دائرة الإمداد بالرمل :

تحتاج القاطرة لهذا الدارة لزيادة تماسك العجلات مع الخط الحديدي في المنحدرات بشكل عام وعند الاقلاع بشكل خاص .

يُرش الرمل الجاف في أماكن تماس العجلات مع السطح العلوي للخط . وتتألف الدارة من خزان الرمل الجاف ، عناصر الرش وتقع بالقرب من العجلات ، جهاز تحكم ، وأنايب توزيع الهواء والرمل .

يعمل جهاز التحكم والامداد بالرمل بالهواء المضغوط شكل ١٦٢ .

تتصل الدارة بنظام المكايح بواسطة الصنبورة ٥ ، وتتصل بدارة التحكم الهوائية من خلال الصمام ٧ . يركب وعاء الرمل على أطراف القاطرة من الامام والخلف ، ويتحوي على ٩٠٠ كغ من الرمل . وينسكب الرمل في المجرى ٢ ، ويوجه الى الخراطيم ٣ بواسطة الهواء المضغوط ، ويقوم الموزع ٤ بتوزيع الهواء في ثلاثة اتجاهات .



شكل (١٦٢)

٤ - دائرة إطفاء الحريق :

ان مسببات الحريق على القاطرة عديدة وأهمها حدوث أعطال في محرك الديزل أو في بعض التجهيزات الكهربائية . وتعد زيادة درجة الحرارة في بعض أجزاء الديزل سببا جوهريا لحدوث حريق ما ، وبخاصة مع وجود مواد قابلة للاشتعال . غير أن السبب الرئيس لحدوث الحريق هو حصول عطل داخلي مثال : احتراق سفح المكثف وامتداد ذلك الى حوض المحرك ، حيث يؤدي الى احتراق أنجرة الزيت وانتشار الحريق في جميع الاتجاهات ، كذلك يؤدي وقوع الزيت على مجمع الغازات المطرودة (العادم) ذي الحرارة العالية الى حدوث حريق خطير . كما يؤدي وقوع الزيت على التجهيزات الكهربائية الى نشوء الحريق أيضا وتعد الحرارة الكهربائية المتولدة في بعض الآلات الكهربائية والتماس الحاصل بين الكابلات والهيكل أو ظهور الأقواس الكهربائية أسبابا حقيقية لنشوء الحريق على ظهر القاطرة . إضافة لاستخدام عناصر كهربائية غير مناسبة . وتزداد خطورة انتشار الحريق على القاطرة ، بسبب الاوساخ المتراكمة على التجهيزات ووجود مواد مشتعلة ، وتزيد حركة القاطرة من سرعة انتشار الحريق

لذا لا بد من وجود تجهيزات اطفاء مضادة للحريق ، تستطيع اخماده بسرعة كافية . تتألف هذه التجهيزات من أدوات ثابتة على القاطرة ، وتجهيزات اطفاء محمولة ، وبعض العناصر الآلية التي تكشف عن الحريق مباشرة عند الدلاء .

تظهر على الشكل (١٦٣) تجهيزات اطفاء مستخدمة على بعض القاطرات وتتألف من خزان ٤ سعة ٢٩٠ ليتر ، وخلاطين ٣ مزودين بخراطيسم وأنابيب . ويحتوي الخزان على الماء ومحلول رغوي خاص ، يتولد منهما محلول سريع الفعالية عند الاستعمال . تتصل التجهيزات بدارة الهواء بواسطة الصنوبر ١ ، وتبدأ الخلطات بالعمل مباشرة بعد فتح الصنوبر ، حيث يدخل الهواء من الصنوبر ١ الى الصمام ٥ (ضغط ٢٥ + MP_a) . ومنه الى الخزان ٤ ويخرج المحلول الى الخلطات بواسطة الخراطيسم ٢ . كما يدخل الهواء في الوقت نفسه في أنبوب آخر من خلال الصمام ٦ (١٦ + MP_a) الى الخلاط مباشرة ، وعندما يفتح صنوبر الخلاط ، ينتشر السائل في الخارج الضيق بفعل ضغط الهواء ، وتزداد عملية تشكيل الرغوي نتيجة لذلك . ويوجه التيار الى المكان المحترق ، ويعمل الجهاز خلال ١٠ دقائق تقريبا .

عند ظهور الحريق على القاطرة يجب إيقاف القطار ، واطفاء الديزل مباشرة والشروع بعملية اطفاء الحريق .

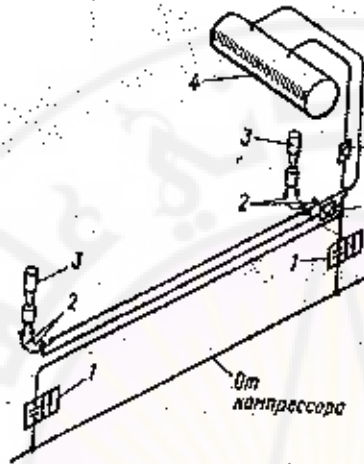
وتركب على القاطرات دائما مجسات حرارية تعمل عند ارتفاع الحرارة أكبر من ٩٠ - ٩٥ درجة مئوية . ويصل عددها الى ١٨ في حجرة الديزل وثلاثة أخرى في أماكن التجهيزات الكهربائية .

ويستدل سائق القاطرة على مكان الحريق بمساعدة أربع حبايات كهربائية مركبة في حجرة القيادة .

٥ - وصلات التجهيزات الرئيسية والمساعدة :

٥-١ - وصلة الديزل بالمولد الرئيس :

يتصل المولد الكهربائي الرئيس بالديزل بواسطة قارئة نصف قاسية ٢٤ شكل



شكل (١٦٣)

١٦٤ ، تسمح للمحاور ببعض الانحراف ، وتستخدم أيضا الوصلة القاسية .

٥-٢ - وصلات التجهيزات المساعدة :

تسند التجهيزات المساعدة ملاقتها باستخدام وصلات مختلفة :

- ميكانيكية (السيور أو المسننات أو غيرها) .

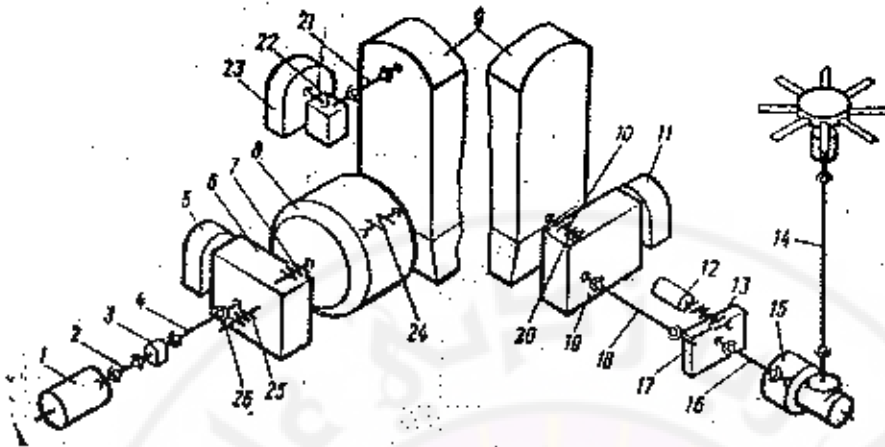
- هيدروليكية (هيدروستاتيكية ، هيدروديناميكية) .

- كهربائية (بالتيار المستمر ، بالتيار المتناوب) .

تكون هذه الوصلات منفردة (خاصة) أو مشتركة (عامة) . وتطلب

شروط عمل مختلفة .

- وصلة مروحة التبريد : مؤتة تبعاً لدرجة حرارة سائل التبريد .



شكل (١٦٤)

— وصلة ضاغط الهواء : قابلة للإيقاف ، عند بلوغ ضغط الهواء في التمديدات قيمة أعظمية (أو للتحويل إلى نظام لللاحصل) •

— وصلة المحرض — المولد المساعد ووصلات تبريد الآلات الكهربائية غير منظمة ولا تخضع عادة للتحكم والمعايرة •

تستخدم الوصلة الميكانيكية العامة ، لتشغيل مختلف التجهيزات المساعدة في آن واحد ، وتستخدم الوصلة الهيدروستاتيكية لتشغيل مراوح التبريد ، وكذلك الوصلة الهيدروديناميكية وأيضاً كما تستخدم الوصلة الكهربائية بالتيار المستمر لتشغيل مراوح التبريد كذلك وغيرها •

وتستخدم القاطرات الحديثة وصلة كهربائية مشتركة تعمل بالتيار المتناوب ، لتشغيل التجهيزات المساعدة كافة •

تتألف الوصلات الميكانيكية من مجموعة محاور ومخفضات سرعة ، توزع الاستطاعة كما في الشكل ١٨٣ ، حيث يتصل مخفض السرعة الأمامي ٦ ، بمولد المولد الرئيس ٨ بواسطة قارئة مزدوجة مرنة ، ويعطي مجموعة المحرض — المولد المساعد ، الاستطاعة من خلال مجموعة الكاردان ٤ ، ٢ ، التي تفصلها نقطة الاستناد ٣ •

تستمد مروحة محركات الجر في السرير الامامي الطاقة بشكل مباشر ،
ويستمد ضاغط الهواء ٢٦٠ الطاقة اللازمة له من خلال القارئة المزودة بـ ٢٥ .

ويرتبط مخفض السرعة الخلفي ١٩ ، بعمود الديزل ٩ ، بوساطة القارئة
المرتبة ٢٠ ، والمحور الوسيط ١٠ . ويوزع هذا المخفض للسرعة الاستطاعة التي
مروحة تبريد محركات الجر في السرير الخلفي ١١ مباشرة ، والى مقياس عداد
السرعة ١٢ بوساطة الكاردان (المحور) ١٨ ، والمخفض الوسيط ١٧ والمحور
١٣ ، والى الوصلة الهيدروليكية ١٥ لمروحة نظام التبريد ١٤ بوساطة المحور ١٦
من خلال المخفض الوسيط ١٧ . ويمد المخفض الخلفي مضخة مصفاة الزيت
المركزية بالطاقة الضرورية أيضا . وتعمل المروحة ٢٣ (التي تبرد المولد الرئيس)
بوصلة منفردة من عمود الديزل . بوساطة المحور ٢١ ، ومخفض سرعة خاص .

٣-٥ - مخفضات السرعة :

توزع مخفضات السرعة الاستطاعة على التجهيزات المختلفة وتظهر على
الشكل ١٦٥ مخططات هذه المخفضات .

يركب على المحور القائد I في المخفض الامامي مستن اسطوانتي
كبير ١ يقوم بتشغيل المحور السفلي II بوساطة الترس ٢ ، ويقوم بدوره بتشغيل
مجموعة المحرض - المولد المساعد ، والعمود الاجوف III التابع لدولاب
المضخة في القارئة الهيدروليكية (بوساطة الترس ٣) .

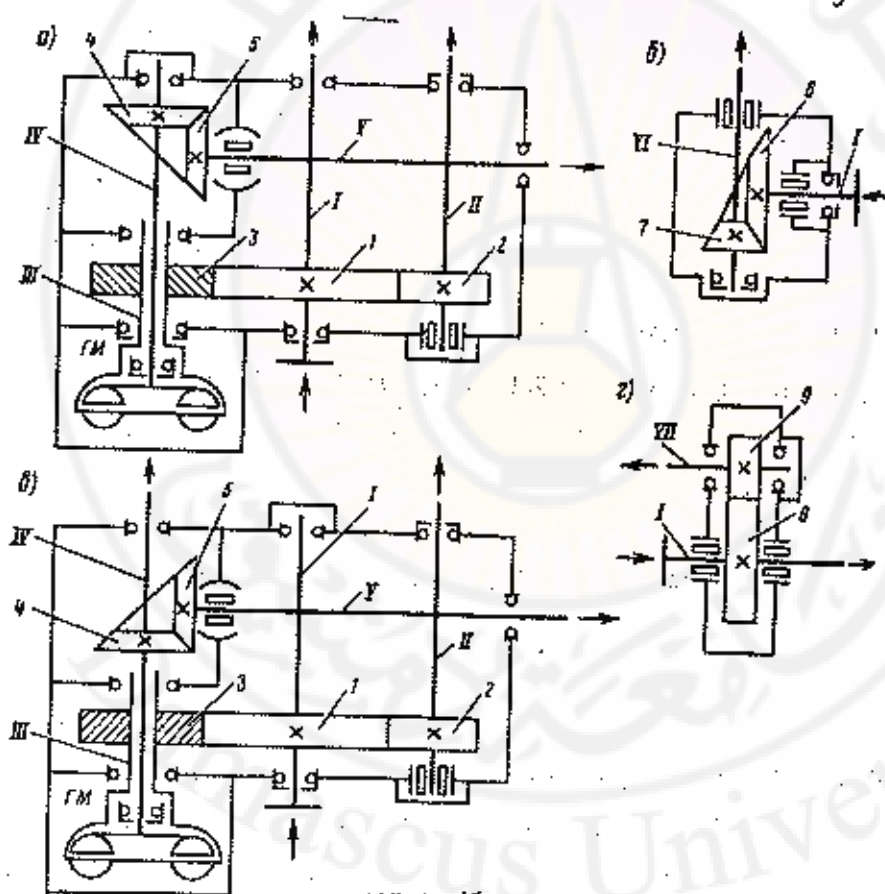
ويقوم العمود IV لدولاب التوربين في القارئة ، بتشغيل العمود V الخاص
بمراوح تبريد محركات الجر (بوساطة الترس المخروطية ٤ - ٥) .

ويتم وصل ضاغط الهواء مباشرة على المربط الجانبي الآخر للعمود
القائد I . ويحتوي مخفض السرعة على مضخة عنفية ، تغذي اجزاءه بالزيت
اللازم . يختلف مخفض السرعة الخلفي شكل ١٦٥ B بوضعية محاوره ومهامها ،
ويستخدم المحور IV بتشغيل مضخة مصفاة القوة النابذة لزيوت الديزل .

ويغذي المحور II: المخفض الوسيط بالطاقة بشكل (١٦٥ ر)، حيث يتصل المحور القائد r للمخفض الوسيط بالوصلة الهيدروليكية لمروحة تبريد الديزل .
 I ويعطي الاستطاعة لمحور عداد السرعة VII من خلال التروس ٨ - ٩ .

يتألف مخفض السرعة في وصلة مروحة تبريد المولد الرئيس شكل ١٦٥ b من ترسين مخروطيين ٦ ، ٧ وتركب المروحة على المحور VI مباشرة .

ويظهر من الشكل ١٦٤ و ١٦٥ أن الوصلة الميكانيكية طويلة ومعقدة ، ويصعب من خلالها التحكم في عمليات تنظيم عمل التجهيزات المساعدة على الآطارة .



شكل (١٦٥)

يظهر على الشكل ١٨٥ مخطط توصيل كهربائي ، يعمل بالتيار المتناوب ،
ويستخدم على بعض القاطرات الحديثة . حيث يصل التيار الكهربائي من المنوبة
الرئيسية T.R الى محركات المراوح في نظام تبريد الديزل ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، والى
المحرك - المروحة ٥ ، ٦ في محركات الجر ، المحرك - المروحة ٧ الذي يبرد
صندوق تقويم التيار .

يتعدى محرك الضاغط ٩ بالتيار من المولد - المقلع ٨ ، الذي يستمد الطاقة
مع مروحة تبريد المنوبة الرئيسية ١١ ، والمعرض ١٠ بواسطة وصلات ميكانيكية
خاصة . وتنظم درجة حرارة تبريد الديزل بتشغيل العدد اللازم من المراوح .

هذا وتعد تجهيزات هذا المخطط غير قابلة للتغيرة والتنظيم بشكل عام ،
اضافة لذلك ينعكس عمل هذه المحركات الكهربائية سلبا على عمل محركات الجر ،
لأنها تعمل على التوازي معها ، لهذا استبدلت بهذه الوصلات ، وصلات
هيدروليكية مناسبة وتجرى هنا وهناك محاولات كثيرة لتطوير هذه الوصلات
بحيث تعطي النتائج المرجوة .

المراجع

- ١- محركات القاطرات الديزل ، د. فالودين آ. ي. ، ١٩٧٦ .
- ٢- تصميم وحساب القاطرات ، د. إيزادولين ي. ب. ، ١٩٧٢ .
- ٣- قاطرات الديزل ، د. كوزيش أف. د. ، ١٩٨٢ .
- ٤- قاطرات الديزل الهيدروليكية ، نشرات فنية ، ١٩٨٨ .
- ٥- الآلات الكهربائية في قاطرات الديزل ، د. مجاكي ي. ، ١٩٨١ .
- ٦- التجهيزات الكهربائية للقاطرات ، د. لمارتنكو ب. س. ، ١٩٨٢ .
- ٧- قاطرات المناورة ، د. بيلوباييف ك. ي. ، ١٩٧٧ .
- ٨- قاطرات الركاب ، نشرات فنية ، ١٩٧٦ .
- ٩- التجهيزات الميكانيكية للقاطرات ، د. بيايدا ، ١٩٧٨ .
- ١٠- القاطرة الروسية ، د. فيلوتوف آ. ي. ، ١٩٧٧ .
- ١١- تصميم وحساب القاطرات ، د. أيفاتوف إف. ن. ، ١٩٧٦ .
- ١٢- مدخرات القاطرات ، د. دراتشف ك. ك. ، ١٩٧٠ .
- ١٣- أتمتة القاطرات ، د. الكوف إن. م. ، ١٩٨٨ .

الفهرس

مقدمة

٣

٥ - الفصل الاول : مبادئ اولية عن قاطرات الديزل

٥

٥ ١ - الاجزاء الرئيسة للقاطرة ، ومبدأ عملها

١١ - الفصل الثاني : ديزل القاطرات

١١

١١ الخواص الرئيسة والمتطلبات الضرورية

١١

١ - بنية الديزل والمؤشرات الرئيسة

٢ - جسم الديزل (الاجزاء الرئيسة الثابتة)

١٧ ١-٢ - المضاجع الثابتة

١٧

١٨ ٢-٢ - الاسطوانات

١٨

١٨ ٣ - الجملة الترددية (المكبس - الساعد - المرفق)

١٩ ١-٣ - المكبس

١٩

٢١ ٢-٣ - السواعد

٢١

٢٣ ٣-٣ - عمود المرفق

٢٣

٢٩ ٤ - آلية التوزيع الغازي وغطاء الاسطوانات

٢٩

٢٢ - الفصل الثالث : نظم الديزل والتجهيزات المساعدة فيه

٢٢

٢٣ ١ - نظام الامداد بالوقود

٢٣

٢٣ ١-١ - مخطط نظام الوقود

٢٣

٣٥ ٢-١ - خزان الوقود

٣٥

٣٦ ٣-١ - مضخة الوقود

٣٦

٣٧ ٤-١ - مصفى الوقود

٣٧

٣٩ ٢ - نظام الزيت

٣٩

٤٠ ١ - أنواع نظم الزيت

٤٠

٤٤ ١-١ - تجهيزات الحماية والقياس

٤٤

٤٤ ٢-١ - مضخة الزيت

٤٤

٤٤	٣-١ - مصافي الزيت
٤٧	٤-١ - مصفاة القوة النابذة
٤٩	٣ - نظام التبريد
٥١	١-٣ - أنواع نظم التبريد والأجزاء الرئيسية
٥٥	٤ - نظام الامداد بالهواء وطرد الغازات
	- مقدمة
٥٦	١-٤ - آلية شحن الهواء
٥٧	١-٤-١ - آلية الشحن الغازية
٥٩	٢-٤ - مصافي الهواء
٦١	٣-٤ - العادم
٦٢	٥ - مبردات الماء والزيت والهواء المشحون
٦٣	١-٥ - توضع المبردات
٦٤	٢-٥ - المشعات
٦٧	٣-٥ - المبادلات الحرارية (ماء - زيت)
٦٩	٤-٥ - المروحة
٦٩	٥-٥ - التحكم بحرارة السوائل
٧١	- الفصل الرابع : نظم نقل وتحويل استطاعة الديزل
٧١	١ - أهمية نظم نقل وتحويل استطاعة الديزل وضرورتها
٧٤	٢ - المتطلبات الضرورية من نظام نقل الاستطاعة
٧٤	٣ - أنواع نظم نقل الاستطاعة
٧٥	١-٣ - النظام الميكانيكي
٧٦	٢-٣ - النظام الهيدروليكي
٨٨	٣-٣ - النظام الكهربائي
٩١	- الفصل الخامس : الآلات الكهربائية ولمدخرات
١٠٠	١ - المولدات الرئيسية
١٠٠	١-١ - المولد الرئيس العامل بالتيار المستمر

١٠٥	٢-١ - المنوبة الكهربائية المتوافقة
١٠٧	٢ - محركات الجر الكهربائية
١١٥	٣ - المحركات والمولدات المساعدة
١١٨	٤ - المحركات الكهربائية المساعدة
١٢٠	٥ - المدخرات الكهربائية
١٢٧	الفصل السادس : تجهيزات القيادة والتحكم والحماية
	مقدمة
١٢٩	١ - تجهيزات التماس الكهربائي الرئيسة
١٤٢	٢ - تجهيزات القيادة الآلية
١٥١	٣ - تجهيزات الحماية
١٥٧	٤ - التجهيزات الخالية من عناصر التماس
١٥٨	١-٤ - التجهيزات المغناطيسية
١٦١	٢-٤ - تجهيزات أنصاف النواقل
	مقدمة
	١ - محاور الحركة (العجلات)
١٧٦	١-١ - تركيب عناصر محاور العجلات
١٧٦	٢-١ - نقل العزم الى محاور العجلات
١٨٤	٣-١ - المضاجع ومدارجها
١٩٥	٢ - سرائر القاطرة
١٩٥	١٠٢ - أنواع الدائر
١٩٦	٢-٢ - قاعدة السريير
٢٠٠	٣-٢ - مجموعة الاستناد والارجاع
٢٠١	٣ - نظام التعليق المرن
٢٠١	١-٣ - اهتزازات القاطرة أثناء المسير
٢٠٣	٢-٣ - العناصر المرنة
٢٠٤	٣-٣ - خواص العناصر المرنة ومواصفاتها

٢٠٨	٤ - القاعدة الرئيسة والهيكل
٢٠٨	١-٤ - ظروف عمل القاعدة والهيكل
٢١١	٢-٤ - الهيكل
	٥ - استخدام وزن القاطرة في عملية التماسك بين المجلات
٢١٦	والخط الحديدي
٢١٦	١-٥ - توزيع الاجزاء الرئيسة على القاطرة
٢١٧	٢٠٥ - توزيع الحمولات على الخط تحت تأثير قوة الجر
٢١٩	٦ - ديناميكية القاطرة
٢١٩	١-٦ - الحركة على الخط المستقيم
٢٢٠	٢-٦ - الحركة في المنعطف
٢٥	- الفصل الثامن : النظم والتجهيزات المساعدة في القاطرة
٢٢٥	١ - نظام تبريد الآلات الكهربائية
٢٢٧	٢ - دائرة التحكم الهوائية على القاطرة
٢٢٨	٣ - دائرة الامداد بالرمل
٢٢٩	٤ - دائرة اطفاء الحريق
٢٣١	٥ - وصلات التجهيزات الرئيسة والمساعدة
٢٣١	١-٥ - وصلة الديزل بالمولد الرئيس
٢٣١	٢-٥ - وصلات التجهيزات المساعدة
٢٣٣	٣-٥ - مخفضات السرعة