

ألباب الثانى عشر المحركات المعشقة Geared engine

12-التشغيل الغير مباشر Indirect drive :

فى هذا الباب سوف نستعرض دراسة المحركات التى لا تعمل مباشرة مع الرفاص .

ويسمى هذا النظام بالتشغيل الغير مباشر وذلك لوجود مجموعة من تروس التخفيض Reduction gear توضع بين كرسى الدفع Thrust bearing وعمود الرفاص لعمل التخفيض المناسب لسرعة دوران الرفاص للحصول على كفاءة عالية .

12.1-المقارنة بين محركات التشغيل المباشر ، والتشغيل الغير مباشر :

توجد مزايا كثيرة متعددة لمحركات التشغيل غير المباشر إذا ما قورنت بمحركات التشغيل المباشر .

عندما تتساوى فى القدرة الحصانية ، والأحجام المختلفة للمحركات ، عدد اللفات ، ونسب تخفيض السرعات المختلفة .

والمحركات التى يركب عليها صندوق تخفيض تكون أكثر من مرضية إذا ما قورنت بمحركات التشغيل المباشر .

نجد أن الإخيرة أوزان محركاتها كبيرة ، كذلك المساحة المخصصة لها ، ويتبع هذا زيادة فى التكلفة المبدئية .

12.2-مميزات التشغيل الغير مباشر :

(i) يتم تشغيل أكثر من محرك لرفاص واحد .

(ii) فصل محرك أو أكثر فى حالة سير السفينة بدون شحنة أو بسرعات بطيئة .

(iii) عمل الصيانة اللازمة لبعض المحركات فى عرض البحر .

(iv) سهولة الصيانة للمحركات لصغر حجمها .

(v) مع إختلاف عدد المحركات لكل سفينة وعدد الإسطوانات لكل محرك يتيح إختيار القدرة المناسبة فى جميع حالات التشغيل ، وسهولة طلب قطع الغيار وتوريدها كذلك توريد محركات كاملة .

وتتشارك المحركات الغير مباشرة مع محركات الديزل لتوليد الكهرباء فى الآتى :

- (i) الإعتماد على أكثر من محرك ديزل بدلاً من محرك واحد .
- (ii) سهولة الصيانة لمحركات توليد الكهرباء لصغر حجمها وكذلك أوزانها نسبياً .
- (iii) عند سير السفينة بدون شحنة أو أعمال كهربائية يتم إيقاف بعض محركات توليد الكهرباء للصيانة أو الراحة .
- (iv) تقليل إرتفاع غرفة المحركات لقلّة إرتفاع المحركات .
- (v) عند تسيير السفينة ببطئ أو بدن شحنة تستطيع المحركات الرئيسية توريد القدرة اللازمة عن طريق مولدات الكهرباء الملحقة بالمحرك الرئيسي بكفاءة عالية بينما محركات الديزل تكون في حالة الإيقاف .
- (vi) الحصول على كفاءة من الرفاص بعدد مناسب من المحركات للقدرة المطلوبة .
- (vii) سهولة إختيار عدد من المحركات للقدرة المطلوبة للدفع .

12.3 أ) الشروط الرئيسية لمحركات الدفع المركب عليها مولدات كهربائية .

- a- المرونة فى توزيع القدرة وذلك بتركيب أكثر من محرك رئيسى لكل عمود رفاص .
- b- تركيب المحرك فى أى مكان مناسب مع إمكانية وضع المحرك فى الخلف ووضع المولدات الكهربائية الملحقة فى قبو عمود الرفاص Tunnel shaft .
- c- المحركات غير قابلة لعكس الحركة وتعمل فى إتجاه واحد uniflow direction .
- d- الحصول على تحكم ألى من غرفة القيادة .
- e- التحكم فى سرعة دوران السفينة حول نفسها وكذلك سرعتها داخل الموانى .
- ملحوظه : يتساوى فى إستهلاك الوقود كل من المحركات البطيئة والمحركات متوسطة السرعة عند إستخدام الوقود الثقيل مع التقارب فى الكفاءة الحرارية للديزل أما الفقد فى الكفاءة الميكانيكية باستخدام صندوق تروس التخفيض تكون حوالى 2% فقط ويمكن تعويضها بإختيار الزاوية المناسبة للرفاص متغير الخطوة .

مما تقدم قد شجع القائمين على التصميم لإنتاج محركات ديزل متوسطة السرعة أحادية إتجاه الدوران مع توصيلها بمجموعة تروس تخفيض Reduction gear box لإستخدامها مع الرفاص متغير الخطوة لرفع كفاءة الدفع عند زاوية معينة

كذلك يلحق بها مولدات كهرباء لإستخدامها أثناء الرحلة بدلا من محركات الديزل المساعدة لتوليد الكهرباء ، ومحركات الديزل أحادية الدوران تعمل على توفير هواء التقويم وتقليل النحر فى الإسطوانات لعدم عكس دوران المحرك .

12.4- متطلبات المحركات الغير مباشرة .

توجد ثلاث متطلبات للمحركات المعشقة وهى كالاتى .

- (i) مقدره المحركات على التشغيل المستمر وبكفاءة عالية عند إستخدامها للوقود الثقيل Heavy fuel oil .
- (ii) إستخدام صندوق تروس التخفيض بنسب تخفيض لا تقل عن 1:4 ويفضل على الأقل 1:5 .
- (iii) لا تقل سرعة دوران المحرك عن 450 rev / min مع أقصى ضغط متوسط مؤثر m.e.p للإسطوانة .

12.5 - الوقود الثقيل :

يطلق على الوقود الثقيل إسم المازوت وتكون درجة لزوجته

$3500 \text{ Redwood } 1/\text{sec}$ ويختلف عن وقود الديزل لوجود شوائب كثيرة عالقه به مثل الكبريت ، الفانديوم ، والرماد ، ويحتاج الوقود الثقيل عناية فائقة لتنتيجه بواسطة عملية الترسيب فى تنكات الترسيب ، وتنتيجه بواسطة المنقيات ذات الطرد المركزى Purifiers مع درجات حرارة عالية تصل من $75c^0$ إلى $85c^0$.

ويتطلب رفع درجة حرارة الوقود الثقيل من $110c^0$ إلى $125c^0$ عند فونية الرشاش لتقليل اللزوجة إلى $70 \text{ Redwood } 1/\text{sec}$ وذلك عن طريق سخانات تعمل بالكهرباء أو البخار ويساعد هذا على جودة التزوير داخل غرفة الإحتراق . ملحوظه : فى الماضى كانت توجد صعوبة فى إستخدام الوقود الثقيل فى المحركات متوسطة السرعة مع التشغيل المستمر لعدم توافر البنود السابقة . ومن سوء إستخدام الوقود الثقيل الآتى :

مع وصول نسبة الكبريت إلى 3% يتكون حامض الكبريتيك فى الأماكن الأقل حرارة مثل ماسورة العادم .

زيادة المتبقى من الكربون Carbon residual ، والرماد Ashes مما يقلل من فترات الصيانة .

تجمد الوقود الثقيل عند درجة حرارة منخفضة وعدم قابليته للسخن Pumping ، وجود عنصر الفاناديوم مع درجات الحرارة العالية يكون ترسيبات صلبة على أسطح صمامات العادم ، وفونية الرشاش ، وتآكل بعض أجزاء المحرك .

12.6-إدارة الرفاص :

بالمقارنة بمحركات التشغيل المباشر يوجد هناك عوامل محدودة بعكس المحركات المعشقة .

ومن العوامل الرئيسية نجد أن معدل إستهلاك الوقود كبيرًا جدًا ووجود فقد كبير في زيت التزييت مع كفاءة متدنية لمكونات نقل الحركة .

وعكس هذا في المحركات المعشقة ويكون هناك وضع مميز للمقدرة على إختيار عدد لفات المحرك ولهذا فإنه يمكن إستخدام المحركات عالية السرعة بمقارنتها بمحركات التشغيل المباشر عند عدد لفات 110 rev per min بالمحركات الغير مباشرة وعند 90 rev per min نجد أنه يوجد تحسين في كفاءة الدفع تصل من 6 إلى 7 % أفضل من المحركات المباشرة .

وفى المحركات المعشقة يمكن تخفيض سرعة الرفاص 80 rev per min ومن الأهمية أن تصل زيادة الكفاءة من 10 إلى 11% .

تقريباً تشمل إستخدام سفن البترول الكبيرة المصنفة Large tanker بسرعات من 80 إلى 90 rev per min ، وحيث أن مدى قدرة المحرك من 20 000 إلى 30000 كيلواط وعمق غاطسها عند حالات التشغيل يسبب لها مشاكل مع قطر الرفاص الكبير .

والمحركات المباشرة المركبة على سفن البضائع والتي تعمل عند سرعات بطيئة تكون سرعة الرفاص الخاص بها من $120 \text{ to } 130 \text{ rev per min}$ وتعمل السفن ذات السرعات المتوسطة من $105 \text{ to } 115 \text{ rev per min}$ والمحركات ذات السرعات العالية تعمل على سرعة من $110 \text{ to } 115 \text{ rev per min}$ وعند تركيب ترينة عادم على المحرك يركب عليه رفاص عنده المقدرة العمل عند إنخفاض السرعة إلى 105 rev per min .

ونتائج المقارنة ليست دائمة مرضية كما هو مذكور أعلاه كما أنه يدخل في المقارنة مع سفن حاملات الصب Bulk carrier والتي تعمل برفاص واحد وبنفس للتصميم ومركب عليها رفاص ذو قطر 8 m والمركب مع محرك غير مباشر .

المحركات المعشقة Geared engine تصل سرعة الرافص فيها إلى 68 rev per min وتصل كفاءة الدفع %74.1 بعكس المحرك المباشر تصل كفاءة الدفع إلى %70.2 مع عدد لفات 114 rev per min بمعنى أنه يوجد مكسب حوالى %4 للمحركات المعشقة .

أما سفن البضاعة ذات الخط الملاحي المنتظم ذو قطر الرافص حوالى 6.5 m والمركب على محرك معشق تصل سرعة الرافص الخاص بها حوالى 97 rev per min وعند مقارنته بمحرك مباشر يعمل بعدد لفات 114 rev per min ، فان كفاءة الدفع مبينة بالتوالى من 67.8 إلى %69.8 بمعنى أنه يوجد مكسب حوالى %2 عند إستخدام المحركات المعشقة ،

12.7 أنواع المحركات من حيث السرعة :

(a) محركات بطيئة السرعة Slow speed engine .
فى المحركات بطيئة السرعة لا تزيد سرعة الدوران لعمود المرفق Crank shaft عن 300 rev per min والسرعة المتوسطة للمكبس Mean piston speed من 4 to 6 m/sec ونسبة طول شوط المكبس إلى قطره $\frac{L}{D}$ من 1.4 to 2.2 .

(b) محركات متوسطة السرعة Medium speed engine .
فى المحركات متوسطة السرعة لا تقل سرعة دوران عمود المرفق عن 300 rev per min ولا تزيد عن 700 rev per min والسرعة المتوسطة للمكبس من 6 to 9m/sec ونسبة طول شوط المكبس إلى قطره $\frac{L}{D}$ من 1.2 to 1.4 .

(c) محركات عالية السرعة High speed engine .
المحركات عالية السرعة لا تقل سرعة دوران عمود المرفق عن 700 rev per min ولا تقل السرعة المتوسطة للمكبس عن 9m/sec ونسبة طول شوط المكبس إلى قطره $\frac{L}{D}$ من 0.9 to 1.3 .

ملحوظه : السرعة المتوسطة للمكبس Mps تساوى $\frac{2Ln}{60}$ حيث أن L طول شوط المكبس ، n عدد لفات المحرك فى الدقيقة .

12.8 تصنيف محركات الديزل متوسطة السرعة :

تصنف محركات الديزل متوسطة السرعة من حيث ترتيب الأسطوانات كالآتي:
محركات ديزل على شكل حرف V وتختلف الزوايا بين الصفيين من تصميم
لآخر.

محركات ديزل على صف واحد one line وفي هذا الباب سوف نستعرض
بعض أنواع المحركات من طرازات ولشركات مختلفة .

أولا : محركات الديزل Stork – Werkspoor engine .

يوجد نوعين من هذه المحركات :

محرك الديزل ذات الرأس المنزلقة Slide Shoe (Cross head Engine)
وتتوسط الرأس المنزلقة بين عمود المكبس وزراع التوصيل .

محركات ديزل جذعية Trunk Piston وفيها يتصل المكبس مباشرة بعمود
المرفق عن طريق ذراع التوصيل Connecting Rod .

12.9- الإختلاف من وجهة نظر التصميم :

(a) محرك الديزل ذات الرأس المنزلقة أكبر نسبياً عن محرك الديزل الجذعي.

(b) يتم إنتاج محرك الديزل ذات الرأس المنزلقة على هيئة صف واحد .

(c) وزن محرك الديزل ذات الرأس المنزلقة أكبر ، والوزن النوعي من 5 إلى
20 كجرام / حصان فرملى .

(d) حجم غرفة محركات الديزل متوسطة السرعة ، وعالية السرعة صغيرة
وإرتفاعها منخفض ويترتب على ذلك زيادة أماكن الشحن على حساب حجم غرفة
المحركات .

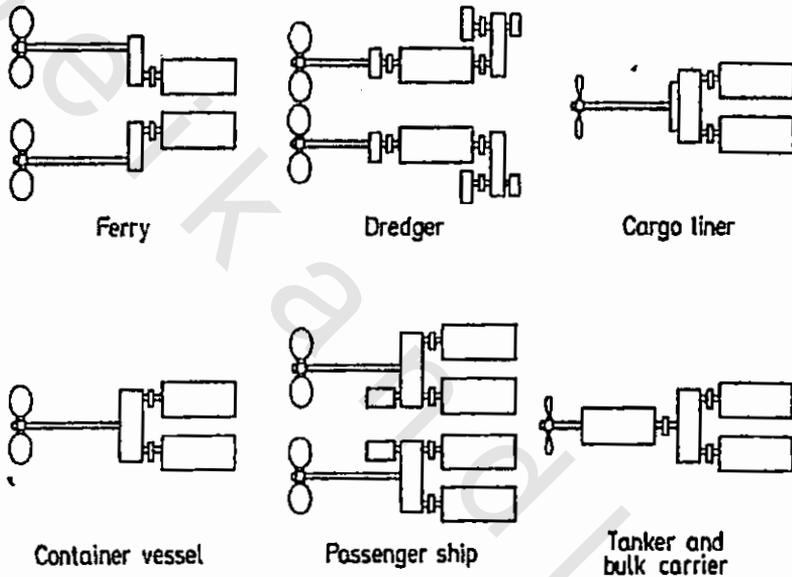
نبذة عن شركة Stork -Werkspoor :

أنتجت شركة Stork محرك ديزل ذات الرأس المنزلقة عام 1952 وتم إندماجها
مع شركة Werkspoor عام 1954 وكانت نتيجة الإندماج تصنيع محرك ديزل
بالرأس المنزلقة slide shoe ذات دفع مباشر وكانت متطلبات الإبحار فى البحار
والمحيطات إنتاج محركات ذات قدرات كبيرة متوسطة السرعة ، وفى هذه الأثناء
تم إنتاج محركات ديزل رباعية الأشواط – متوسط السرعة – وتعمل بالوقود
الثقيل .

ومن هذه المحركات تم إنتاج محرك الديزل Type TM 410 لشركة Stork
Werkspoor وهذا المحرك صمم بصندوق تروس تخفيض لعدد لفات المحرك
لتناسب مع عدد لفات الرصاص كذلك تم إنتاج طرازات من محركات الديزل

الصغيرة لتوليد الكهرباء فى السفن والوحدات البحرية الصغيرة مثل الكراكات البحرية .

وشكل 12-1 يبين مجموعة من المحركات المركبة على أنواع سفن مختلفة ، وتم أيضا إنتاج عدد من الطرازات لمحركات صغيرة مثل طراز F240 . R 210 . R150، مع أقطار إسطوانات من 150mm إلى 240mm وقدرات من 180 bhp



Ferry. Two engines each driving a variable pitch or fixed blade propeller. Very low engine room to create roll-on/roll-off deck for cars.

Dredger. Two engines each driving a variable pitch propeller. On front power take-off for sand pump and shaft generator. Engine can run at max. torque down to 80 per cent. of max. rev/min.

Cargo liner. Two direct reversible engines, through clutch couplings on one twin-input gearbox, driving one fixed blade propeller. Manoeuvring with one engine running ahead and one astern.

Container vessel. Two engines, one gear-

box, driving a variable-pitch propeller. Low and small engine-room, large cargo space for containers.

Passenger ship. Four V-form engines, driving two variable-pitch propellers through clutch couplings and two gearboxes. Board electricity supply from shaft generator, jacket water can be used for desalination plant. Well balanced engines.

Tanker and bulk carrier. Three engines on one gearbox driving a fixed blade or variable-pitch propeller. Drive of cargo pumps from engine power take-off. High output in small engine room, saving weight and installation costs.

Figure 12-1

إلى 1800bhp (135 kw to 1100 kw) عند عدد من اللفات من
 720 rev per min إلى 1500 rev per min .
 ولقد تم تركيب محركات Stork Werkspoor على لنشات القطر ، الصنادل
 المستخدمة فى النقل الداخلى ، وسفن الصيد والسفن الساحلية الصغيرة .
 والمحركات من طراز TM 410 من الجيل الأول ، والجيل الثانى توجد بطاقة
 تصل من 850 إلى 900 حصان فرملى لكل إسطوانة مع وجود ترينة شحن
 جبرى Turbocharger ، ومبرد هواء Air cooler ويتوفر منها محركات
 أحادية إتجاه الدوران وكذلك محركات ديزل ذات عاكس حركة Reversing
 Gear لكى تتناسب مع الإستخدامات المختلفة ، ومن هذه الطرازات تم إنتاج
 محركات ديزل ذو صف واحد مكون من 6 , 8 , 9 إسطوانات .
 كذلك طرازات أخرى على شكل حرف v مكونة من 10 ، 12 ، 16 ، 18 ، 20
 إسطوانة كما هو موضح بالمواصفات بالجدول رقم 1-12 ، 2-12 ، 3-12 ،
 4. ويوضح شكل رقم 2-12 قطاع لمحرك صف واحد ، 3-12 قطاع لمحرك
 على شكل حرف V .
 12.10- وتتكون أجزاء المحرك :

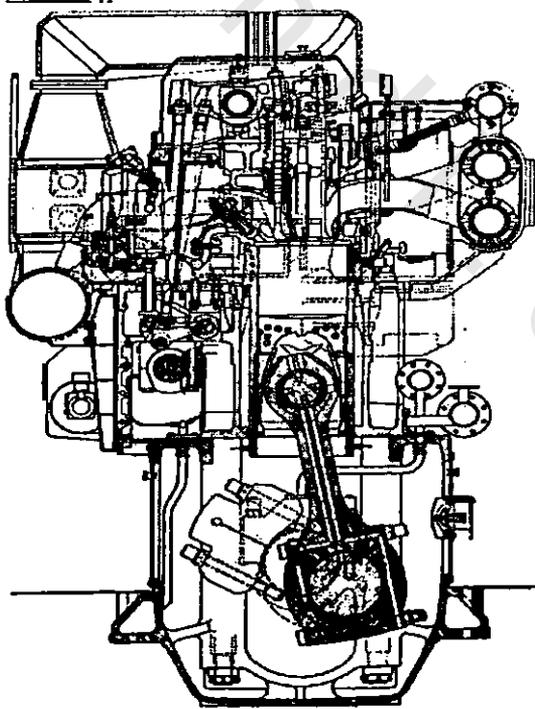


Figure 12-2

12.10a- فرش المحرك والمحمل الرئيسية .

شكل 4-12 يبين فرش المحرك Bed plate مصنوع على شكل حرف U و مصنوع من الحديد الزهر القوى وبداخله يتم تركيب المحامل الرئيسية بغطاء ذو حافة مسننة الشكل وموجود بداخلها لينة من الصلب مبطنة بسبيكة من النحاس وبه شفة - نتوء - فى السطح الخارجى من اللينة الصلب ولها مبيت فى الغطاء لعدم دوران اللينة.

وتتكون سبيكة النحاس من معدن النحاس ، والرصاص ، والقصدير بنسب معينة ويمكن رفعها وتركيبها بسهولة ، وهى مكونة من نصفين علوى وسفلى أنظر شكل رقم 5-12 ويتم الدخول إلى حيز عمود المرفق عن طريق أبواب الكشف الجانبية للمحرك والموجودة على الجانبين ، ويثبت على أحد الجوانب لأبواب الكشف صمامات أمان للتخلص من الضغط داخل حيز عمود المرفق فى حالة حدوث حريق بحيز صندوق الورقق .

Type:	Four-stroke, direct reversible.
Configuration:	6, 8, 9 cyl. in-line, left handed and right handed; 10, 12, 16, 18, 20 cyl. 40° V form.
Aspiration:	Pressure charged and intercooled.
Bore and stroke:	410 × 470 mm.
Swept volume per cylinder:	62 litre.
Fuel specification:	Heavy fuel, diesel oil and gasoil.
Lub. oil specification for heavy fuel:	Crankcase and cylinder: viscosity: SAE 30 quality: detergency/dispersency and oxidation stability at Series 3 level. alkalinity: 20-30 TBN
Lub. oil specification for diesel oil and gas oil:	SAE 30. MIL-L2104A TBN 5-7.
Cooling water specification:	Water treated to prevent hard scale and corrosion

Table 12-1 technical data for in line and V engine

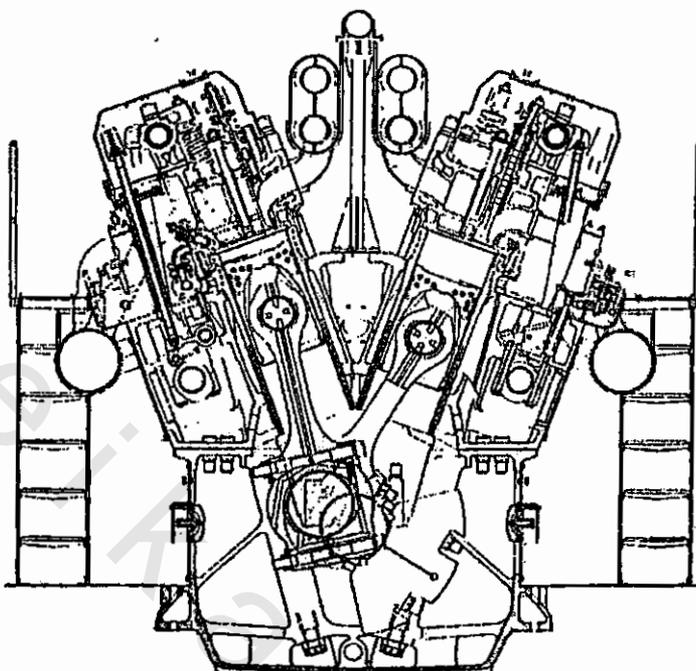


Figure 12-3 Cross of V - type engine

Outputs*	Engine speed (rev/min)	Metric shaft horsepower							Mean effective pressure (kg/cm ²)	
		Number of cylinders								
		6	8	9	10	12	16	18	20	
MAX. CONTINUOUS RATING										
Ship propulsion	550	4000	5100	6000	6500	8000	10500	12000	13000	17.6
One hr per 12 hrs 10% overload according to BS.649 and DIN 6270 A	500	3800	4850	5700	6200	7600	10000	11400	12400	18.4
RECOMMENDED HEAVY CONTINUOUS SERVICE RATING										
	550	3600	4600	5400	5850	7200	9450	10800	11700	15.8
	500	3400	4400	5150	5600	6800	9000	10200	11200	16.4

Ambient conditions: Inlet air 30°C
 Water for charge-air cooler 25°C
 Atmospheric pressure 750 mm Hg
 Exhaust back pressure 300 mm

Derating for tropical climate roughly 5%

Table 12-2 engine power and speed

توزع أعمدة من سبائك الصلب فى حيز فرش المحرك وتسمى أعمدة الرباط Tie rods وذلك لربط الفرش مع كتلة الإسطوانات بقوة لمنع الإجهادات العالية المتولدة من الضغط داخل الإسطوانة من الانتقال إلى الأجزاء المصنوعة من الحديد الزهر - صندوق المرفق - كذلك يوجد فى محركات الديزل v-type عدد من الأعمدة القصيرة على هيئة صفين بطول المحرك لربط كتلة الإسطوانات مع فرش المحرك .

	Number of cylinders							
	6	8	9	10	12	16	18	20
Engine with standard flywheel, kg	52000	68000	76000	85000	95000	125000	140000	155000
Heaviest part for erection, kg	11000	13500	15000	15000	18000	24000	27000	30000
Heaviest part for maintenance, kg	800	800	800	800	800	800	800	800
Engine length from front to coupling flange, mm	6020	7920	8620	5075	5550	8230	8430	9475

Table 12-3 engine weights and lengths

	Number of cylinders								Mean piston speed m/sec
	6	8	9	10	12	16	18	20	
Fuel g/bhp.h at lower calorific value	155	157	157	157	155	156	155	157	8.6
10000 kcal/kg	155	157	157	157	155	156	155	157	7.8
Lubricating oil, litre/h	3.5	4.5	5.3	5.8	7.1	9.3	10.6	11.6	
									Head m
PUMP CAPACITIES									
Fresh water (jacket cooling) m ³ /h	70	90	100	115	140	180	200	230	20
Raw water m ³ /h*	110	140	165	155	160	220	240	280	20
Lubricating oil m ³ /h	55	75	80	90	110	145	160	180	80
Lubricating oil circulating pump m ³ /h	70	90	100	115	140	180	200	225	15
Fuel m ³ /h	2	2.7	3	3.5	4	5.4	6	7	50
Fresh water (injector cooling) m ³ /h	1.2	1.6	1.8	2.0	2.4	3.2	3.6	4.0	20

*For C.S.R. and 32°C seawater, for main engine cooling only.

Table 12-4 consumption and capacities

12.10b - عمود المرفق Crank Shaft :

في الأعمدة الصغيرة من أعمدة المرفق يتم تصنيعها من قطعة واحدة مشكلة بالطرق ، ويزود السطح الدائري لبنز النهايات الكبرى لزراع التوصيل وأيضاً الكراسي الثابتة بتقرب مائل لنقل زيت التزييت من الكراسي الثابت إلى النهايات الكبرى لزراع التوصيل ومن خلاله إلى بنز المكبس ثم إلى المكبس في المكابس المبردة بالزيت .

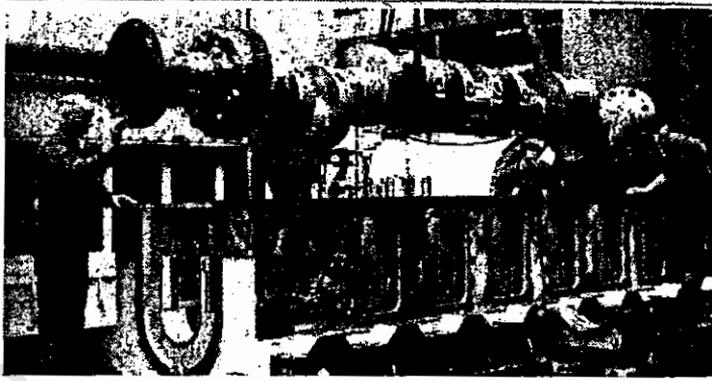


Figure 12.4 Bedplate Crank shaft

وشكل 12-4 يوضح الشكل العام لعمود المرفق وتركيب أقال توازن Balancing weigh على أفاذ عمود المرفق وتثبت بمسامير ربط بواسطة مفتاح هيدروليكي بضغط معين يحدده المصمم وتؤمن بواسطة إثنين من الخوابير على هيئة قطع من الصلب مستطيلة .

12.10c- كتلة الإسطوانات وعمود الكامات

:Cylinder Block and Cam Shaft

تصنع كتلة الإسطوانات من حديد الزهر المسبوك إما كتلة واحدة لجميع الإسطوانات أو كل إسطوانة على حده وتربط مع بعضها بمسامير ربط ، والكتلة المصنعة من قطعة واحدة تعتبر أكثر صلابة وأخف وزناً ، ويوجد فراغ بين الإسطوانة Cylinder liner وبين كتلة الإسطوانات يسمى حيز التبريد Cylinder Jacket ، ويوجد فتحات على بدن كتلة الإسطوانات من الخارج للكشف على حيز التبريد والنظافة من الرواسب والأملاح المترسبة على الأسطح الداخلية ، وتوجد بها أماكن أخرى لتثبيت ظلمبات الوقود وعمود الكامات Cam Shaft ، وللكشف على محامل عمود الكامات والأجزاء المتحركة لظلمبة الوقود يتم وضع أبواب كشف على جانب كتلة الإسطوانات وتوجد ممرات لأعمدة الدفع Bush Rods لتشغيل الروافع المتأرجحة Rocker Arms والتي تعمل على فتح وقفل صمامات العادم والحر ، وأعمدة الدفع موجودة في أماكن معزولة لمنع تسرب الزيت من حيز عمود الكامات ، وقطر عمود الكامات واحد بطول العمود ، وتصنع الكامات من الصلب القوي وتشحط على العمود بواسطة جلبة بطريقة

هيدروليكية وفي بعض الأحيان يكون من الضروري رفع عمود الكامات من موضعة بالمحرك.

وفي محركات Stork-Werkspoor يأخذ عمود الكامات حركته من عمود المرفق بواسطة تروس مصنوعة من الصلب المسبوك ويدور على محامل Bearing من الصلب المبطن بسبيكة بيضاء White-Metal ، وفي المحركات التي يتم فيها عكس الحركة يجد على عمود الكامات إثنين من الكامات بجوار بعض لكل صمام من صمامات الحر والعام. وأيضًا كاما لطلبية حقن الوقود ، وفي هذه المحركات يتم عكس حركتها بتحريك عمود الكامات طوليا .

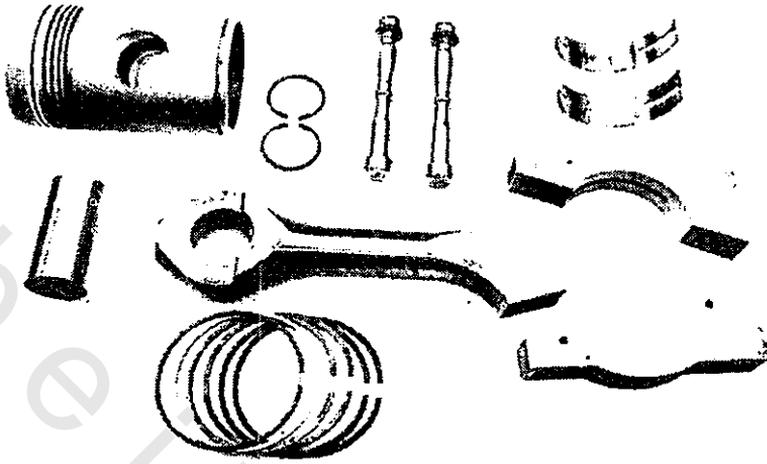
12.10d-المكبس وزراع التوصيل Piston and Connecting rod:

توجد النهاية الكبرى والنهاية الصغرى كما هو مبين في شكل 6-12 في نهايتي ذراع التوصيل ، والنهاية الكبرى Big end Bearing تكون ضخمة ومكونة من نصفين ومركب بداخلها لينة من الصلب مكونة من نصفين مبطنة بسبيكة رقيقة من سبائك البرنز أو السبيكة البيضاء لتتحرك بحرية حول بنز عمود المرفق ، وأحد النصفين علوى والآخر سفلى النصف العلوى توجد به مشقبيبة بها ثقب لزيت التزييت أما السطح السفلى فهو مستوى .

يتم تجميع نصفى النهاية الكبرى وبداخلهما نصفى اللينة بواسطة مسامير رباط بمفتاح هيدروليكي .

يصنع المكبس Piston من سبائك خفيفة من الألومنيوم أو الزهر القوى وقبل نهايته من أعلى بقليل توجد مجارى يوضع بها شنابر الضغط والمجارى الموجودة أسفل المكبس توجد بها شنابر الزيت ويوجد بها أخرام لتوصيل الزيت المكشوط الى صندوق المرفق .

النهاية الصغرى Small end Bearing تتحرك بحرية حول بنز المكبس وهى عبارة عن جلبة من الصلب مبطنة بسبيكة من البرنز ومركبة على بنز المكبس .



figure

12-5 connecting rod and piston components

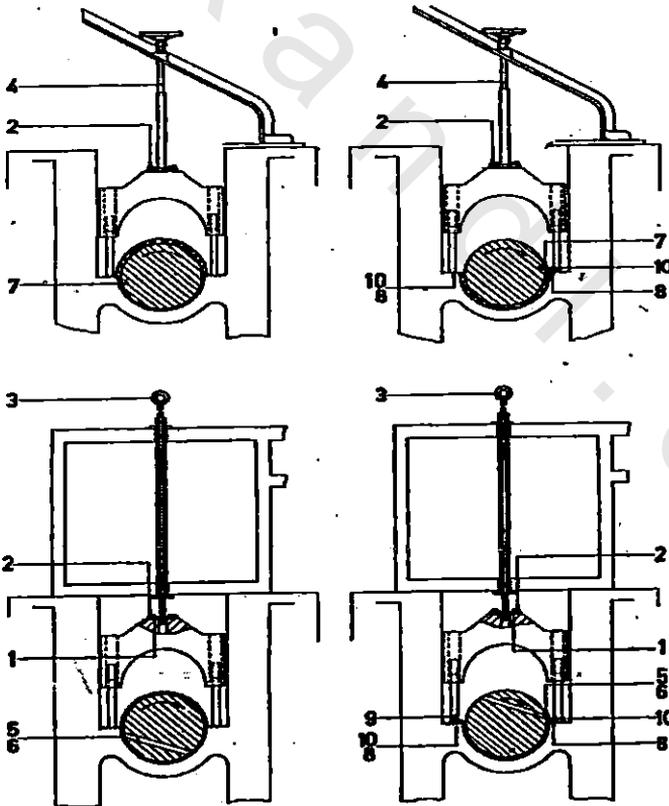


Figure 12-6 main Bearing removal

12.10e - جلبة الإسطوانة Cylinder Liner :

تصنع جلبة الإسطوانة من حديد الزهر ذو خواص معينة ومزودة بمجموعة من الثقوب القطرية في الجزء العلوى منها ، وترتكز على قاعدة دائرية بكفاءة عالية أعلى كتلة الإسطوانات Cylinder Block وترتكز من أسفل على ما تسمى المراية أسفل كتلة الإسطوانة ويتم إحكام هذا الجزء من حيز التبريد بواسطة حلقات كاوتشوك شكل 12-7، 12-8 ويتم تزييت الإسطوانة عن طريق مزيتها خارجية متصلة بمواسير صلب مربوطه بمسامير مجوفة بقطر الإسطوانة من أسفل ويقابلها عدد إثنين من الأخرام الرأسية فى بدن الإسطوانة وتستمر حتى بعد المنتصف بقليل ويقابلها ثقب إلى داخل الإسطوانة متفرع منه مجارى قصيرة وذلك لتزييت الإسطوانة .

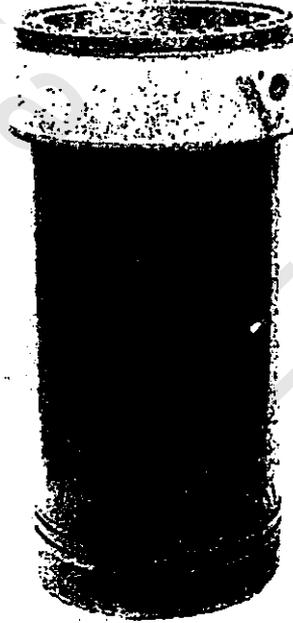


Figure 12-7 cylinder liner

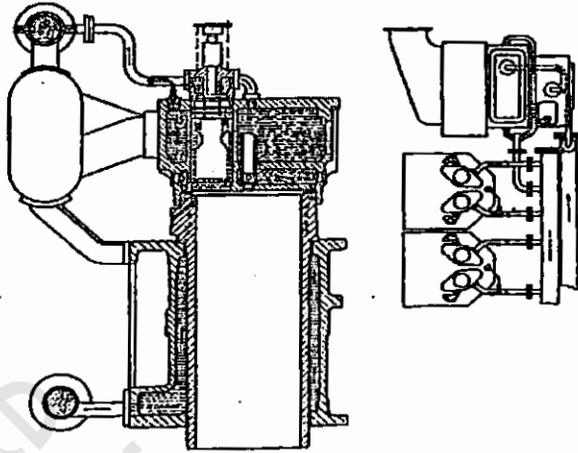


Figure 12-8 cooling water system

12.10f- رأس الإسطوانة وصمامات الحر والعام .

Cylinder Head and Exhaust ,inlet valve :

يوجد تصميمين لرأس الإسطوانة المصنوعة من الحديد الزهر المسبوك التصميم الأول : رأس الإسطوانة المركب عليها ثلاث صمامات والتصميم الثاني رأس الإسطوانة المركب عليه أربعة صمامات كما هو مبين بشكل 12-9، 12-10 ويركب فى رأس الإسطوانة ذو الثلاث صمامات إثنين من صمامات العام بغلافين منفصلين وصمام كبير لدخول الهواء .

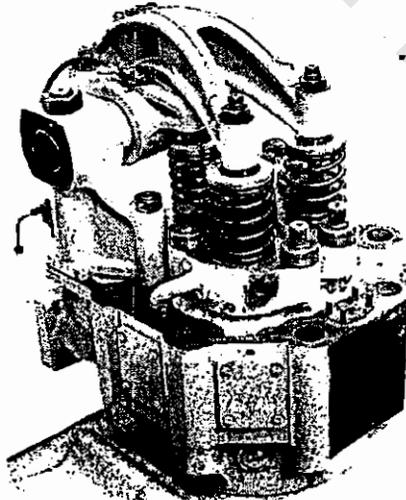


Figure 12.9 three – valve cylinder head

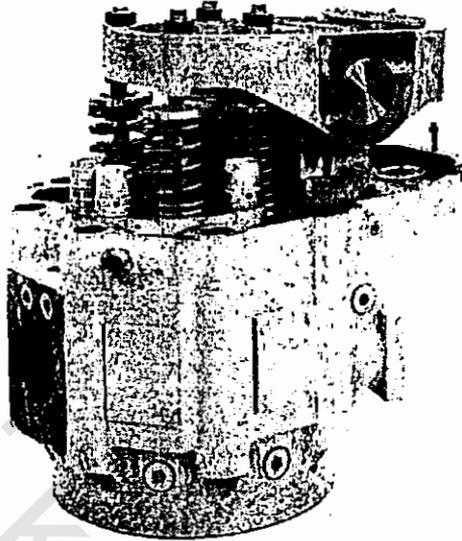


Figure 12.10 four – valve cylinder head

والتصميم الثاني يركب على رأس الإسطوانة أربعة صمامات إثنين من صمامات العادم منفصلين وصمامان كبيران لدخول الهواء ، وتشمل رأس الإسطوانات ذات الأربع صمامات على مجموعة تشغيل للصمامات بالكامل ، ومع كبر مساحة صمامات الحر والعادم تعمل على تحسين كفاءة المحرك .

ومن سمات هذا التصميم زيادة معدل القدرة الحصانية الفرمالية لكل إسطوانة والتي كانت محدودة عند 585 bhp لنظام الثلاث صمامات والتي زادت من 850 to 900 .

ورأس الإسطوانة مجهزة أيضًا برشاش ، وصمام هواء لبدء الحركة مع إعطاء الإهتمام الأكبر لكفاءة دائرة التبريد ، وتدخل مياه التبريد إلى رأس الإسطوانة بواسطة ثقب قطرية تمر في أسفل حافة رأس الإسطوانات .

ويبرد صمامات العادم بوصلات خارجية مستقلة شكل 11-12 وتتدفق كمية مياه التبريد لكل إسطوانة بقوة خلال حيز التبريد ، وفترة فتح صمام العادم الكبيرة تعمل على إنخفاض درجة حرارته ، أيضًا المتطلبات الأولية لزيادة المسافة الزمنية البنينة للصيانة الدورية .

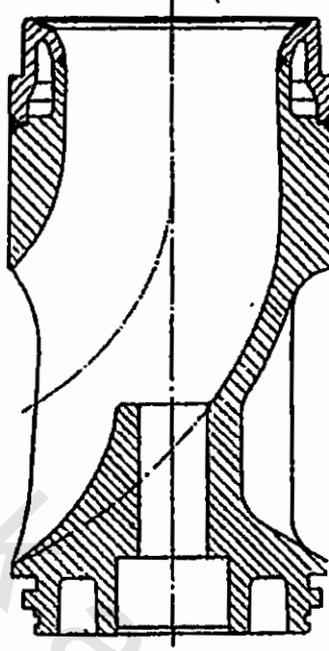


figure 12-11 lower part of exhaust valve cage

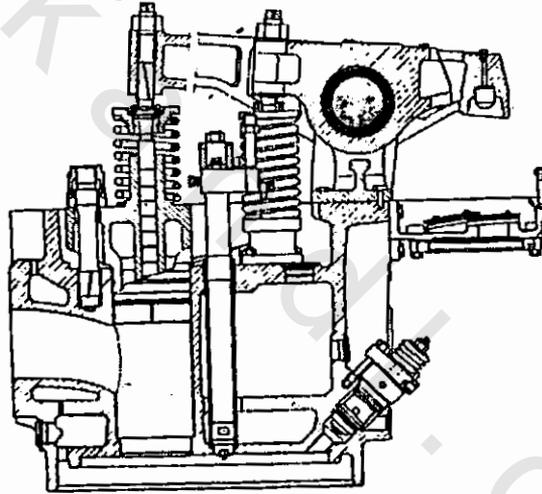
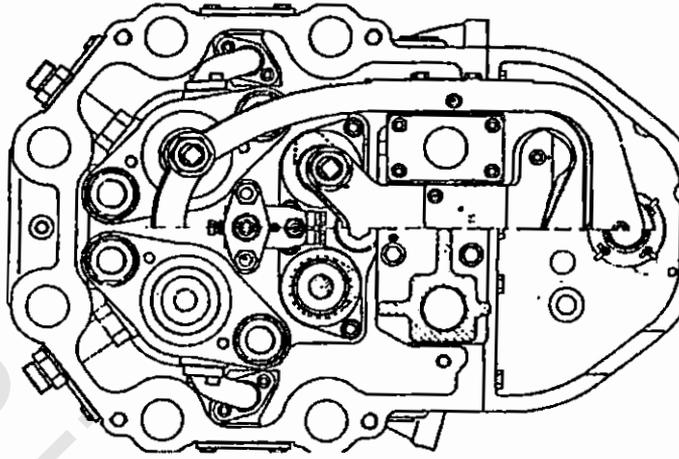
ويمكن التحكم في مياه التبريد لصمامات العادم عن طريق بلوف للتحكم في دخول المياه إليها وأخرى في الخروج منها ، وتركب قاعدة صمام الحر مباشرة في رأس الإسطوانات وهذه القاعدة عالية الصلادة .

12.11 مجموعة تشغيل صمامات الحر والعادم Valve Gears .

وتعتمد مجموعة التشغيل على عاملين .

- الشكل الجانبي للحدبة - الكامة - Cam مصمم على تجنب التغيير للحقن وكذلك لتقليل الضوضاء الناتجة عن الإجهادات الميكانيكية .

الروافع المتأرجحة Rocker Arms تثبت على بنز ومحامل Bearing ويتم تزيت محلل الرافعة المتأرجحة بمواسير تمر بغطاء رأس الإسطوانة عن طريق مزيتة تأخذ حركتها من عمود الكامات وتتكون مجموعة التشغيل في هذا النظام من ثلاثة أو أربع صمامات كما هو موضح في شكل 12-12 وتستخدم ماسورة لتصرف زيت التزيت منفصلة لتجنب تلوث زيت صندوق المرفق بسبب أى وقود متسرب .



Figuer12.12 valve gear on four -valve head

12.12- نظام حقن الوقود Fuel Injection System:

تركب ظلمبة الوقود لكل إسطوانة على حدة للحصول على ضغط عالي للوقود وعلى حريق جيد للوصول إلى ضغط متوسط مؤثر عالي M.e.p ، وفي هذا النوع يمكن حل فونية الرشاش Nozzle بسهولة ، ويتم تبريد الرشاش بواسطة دائرة مياه مستقلة لمنع ترسب الكربون على الفونية عند استخدام الوقود الثقيل Heavy Fuel Oil .

12.13- أجهزة الامان Safety Devices :

وتحتوى على جهاز التحكم فى بدء الحركة بواسطة صمام بادئ الحركة كما انه يستخدم ايضا فى ايقاف المحرك ، وجهاز Over speed Trip وهذا الجهاز يعمل عند زيادة السرعة عن معدلها الطبيعى ويعمل بواسطة ضغط الهواء ويؤثر على وضع ظلمبات حقن الوقود برفعها الى اعلى كما هو موضح بشكل رقم -12 على سحب الجريدة المسننة الى وضع الصفر ، ويلاحظ دائما آلية الحركة لظلمبة الوقود مع حركة صمام بدء الحركة Pilot Valve كما يراعى ايضا الوضع الاعلى لظلمبة الحقن .
ويوجد جهاز امان لنظام تزييت المحرك عند انخفاض ضغط الزيت كذلك عند انخفاض ضغط مياه التبريد العذبة ،

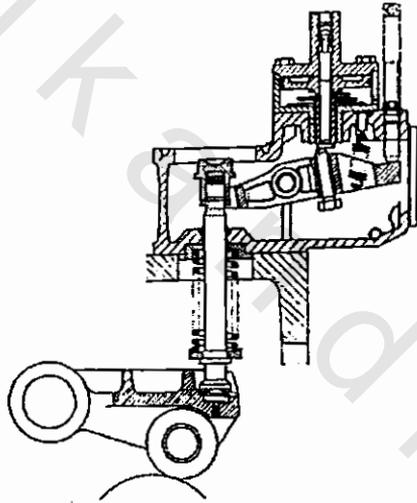


Figure 12- 13 fuel pump drive

ويعتمد هذا النظام على أجهزة كهربائية خارجية مع نظام صوتى وإشارات ضوئية من مصباح كهربائى ، وتركب هذه المكونات على لوحة التشغيل وبمواصفات محددة من جانب هيئات التصنيف Classification Societies .

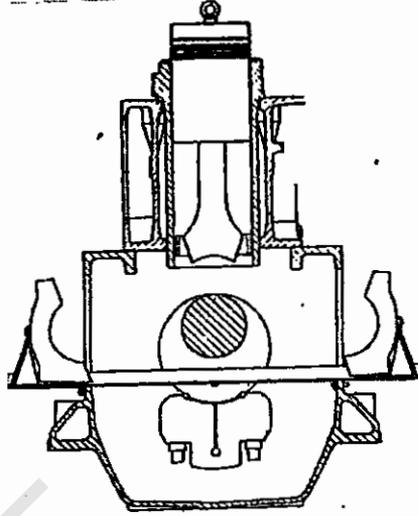


Figure 12 -14 Removal of piston and connecting rod

12-14-التحكم Controls

لا توجد طارة للتحكم الميكانيكي ولكن يوجد ذراع أو أكثر للتحكم بالهواء المضغوط ، يوجد أحدهما بجوار المحرك ، والآخر على لوحة التحكم كما هو مبين في شكل 12-16 ومركب على هذه اللوحة معظم أجهزة التحكم بالهواء وكذلك جميع مبيّنات التشغيل ، ويتم تثبيت صناديق تحكم راسية Remote Control Column في أماكن أخرى من غرفة المحركات أو خارجها كما هو مبين في شكل 12-17 ، كذلك يعمل حاكم منظم السرعة بواسطة الهواء وفي المحركات أحادية الدوران يركب على حاكم منظم السرعة Governor محرك يعمل بالكهرباء ويتم ضبط سرعة المحرك بواسطته عن بعد من اللوحة الرئيسية.

12.15- التحكم عن بعد Remote control :

تجهز محركات الديزل TM410 عند عكس حركتها بنظام تحكم هوائي وبدون استخدام أى تحكم ميكانيكي .

وهذا التحكم يكون أتمتاتي بالكامل وبنيظام ذراع واحد فقط للتحكم ، بمعنى إستطاعة وضعه فى أى وضع (للدوران للأمام أو للخلف أو للسرعة المطلوبة من للمحرك) وإلى أى وضع آخر ، بدون إنتظار أو مراجعة .

وكل هذه المهام من تقليل السرعة أو الإيقاف ، وعكس الحركة ، وبدء حركة المحرك ، وسحب الوقود أو زيادة السرعة تؤدي بتتابع سليم وفي اللحظة المناسبة

ولا يوجد عناء عند تكرار بدء الحركة حتى ولولم يتم الدوران فى أول مرة ومكونات هذا النظام تثبت فى ثلاث أماكن بعيدة عن بعض ، غرفة التحكم الرئيسية بغرفة المحركات ، أو أى صندوق قائم للتحكم عن بعد يتطلب وجوده فى أى مكان آخر مثل غرفة القيادة أو جانبى الممشى شكل 12-15 .
وهذه الأنظمة يتم تركيبها على المحرك وبنودها الرئيسية هى مجموعة تشغيل عمود الكامات ، وهواء تشغيل منظم السرعة ومبين عدد اللفات لمعرفة حركة دوران المحرك .

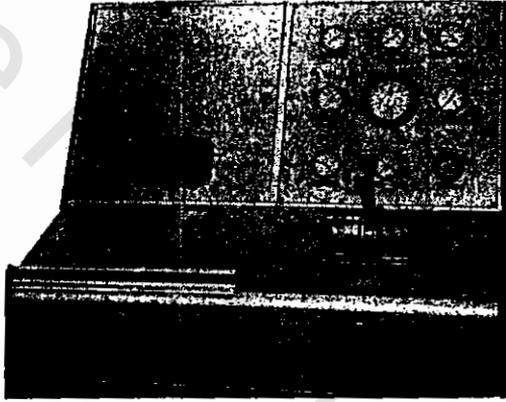


Figure 12-15 main manoeuvring desk

وهذا النظام متعدد المهام الرئيسية للأمان ولا يعتمد على أى وسيلة كهربائية أو أى نظام تحكم آخر، ويكون نظام التحكم بالهواء تكاملى وليس بالنظام التناسبى . ويتحكم هذا النظام فى جهاز تقليب المحرك Turning-gear ، جهاز إيقاف المحرك عندما تتعدى سرعته عن السرعة المطلوبة Over speed Trip والذى يؤثر فى حركة طلبات الوقود أنظر إلى الشكل 12-13 وكذلك مراجعة ضغط زيت التزييت وتدفق مياه التبريد للمحرك ، وعلى لوحة المناورة الرئيسية شكل 12-16 يوجد مابين هواء التحكم بعد تنقيته وجميع بلوفه مع وجود جميع التتكات فى مواضعها من تتكات وقود ، زيت . ومياه ، ومفتاح تحويل يصل غرفة المحركات بنظام التحكم فى غرفة القيادة .

ويوجد بجانب غرفة القيادة " الممشى " وحدتين تحكم فرعيتين أحدهما بالجانب الأيمن والأخرى بالجانب الأيسر مجهزة بذراع تحكم ، وعدد من المبيانات وإنذار للمحرك ، وعداد لفات المحرك وعدد إثنين من مبيانات الهواء شكل 12-17 .



Figure 12-16 Bridge control column

12.16- صيانة محرك الديزل Diesel Engine Maintenance:

يراعى الإهتمام بمتطلبات سرعة وسهولة صيانة المحركات ويوضح الآتى التعامل وطريقة الصيانة .

- (i) وضع علامات على صواميل مسامير ربط ذراع التوصيل بعد ذلك يتم حل صواميل مسامير رباط النهاية الكبرى لذراع التوصيل وذلك للكشف على سبيكة النهاية الكبرى أو لرفع المكبس إذا ما تطلب الأمر أنظر شكل 12-14 .
- (ii) يرفع جوان العادم Exhaust free joint الموجود بين رأس الإسطوانة وماسورة العادم Exhaust Pipe .
- (iii) التربيط الهيدروليكي لجميع الصواميل والمسامير ، والجاويطات Studs . والآتى يوضح الصيانة السريعة وأزمنتها ، ويقوم بهذا العمل فردين من قسم المحركات .

- حل رأس الإسطوانة ، وذراع التوصيل والمكبس $1\frac{1}{2}$ hour .

- حل الكرسى الرئيسى Main Bearing لعمود المرفق one hour .
- حل صمام العادم والحر 20 Minutes .
- حل رشاش الوقود 20 Minutes .

12.17- الفترات البينية للصيانة الوقائية كالاتى :

- 1-k- بعد كل 1500 ساعة تشغيل .
- الكشف على آلية الحركة لصمام الحر والعادم .
- a- حل أبواب الكشف لحيز عمود المرفق وعمل إختبار طرقي لصواميل ومسامير النهايات الكبرى ، وصواميل ربط الكراسى الرئيسية ، ومسامير تثبيت أثقال التوازن Balancing Weight لأفخاذ عمود المرفق ، والكشف النظرى visual inspection لصندوق عمود المرفق ، والتأكد أن زيت التزييت واصل إلى كل الأجزاء الداخلية مع التأكد أن كل الأجزاء المتحركة تتحرك بحرية .
- 2-k- بعد 3000 ساعة تشغيل .
- a- الكشف وإختبار رشاش الوقود .
- b- أخذ عينة زيت من حيز صندوق المرفق للتحليل .
- 3-k- كل 6000 ساعة تشغيل .
- a- الكشف على حالة صمامات العادم وتطبيعها Lapping على قواعدها .
- b- الكشف على صمام حر لإسطوانة واحدة .
- c- حل رأس الإسطوانات ، أذراع التوصيل والمكبس والكشف على جميع البنوز والمحامل .
- d- الكشف على كرسى ثابت واحد .
- e- الكشف على جميع صمامات هواء بدء الحركة .
- f- الكشف على ميعاد توقيت بدء الحقن لطلبة الوقود .
- 4-k- كل 12000 ساعة تشغيل .
- a- أخذ قياسات أقطار الإسطوانات .
- مجموعة الفترات السابقة للصيانة الوقائية تعتبر للأمان ومن الممكن أن يزيد وقت هذه الفترات كلما زادت خبرة التشغيل .
- تصميم وترتيب مكونات غرفة المحركات .
- يبين شكل 12.18 a, b مثال لغرفة محركات لسفينة ركاب (عبارة) حمولة 600 راكب مع متطلبات خاصة للقدرة على المناورة بكفاءة عالية .

ويلاحظ أن غرفة المحركات المساعدة منفصلة عن غرفة المحركات الرئيسية ومزودة بعدد ثلاث محركات ديزل لتوليد الكهرباء قدرة كل منهم 650 kva طراز Stork-Werkspoor والوحدات المساعدة لتوليد الكهرباء مجهزة لتناسب مع متطلبات عم وجود العامل البشرى بالإضافة إلى وحدة قدرة صغيرة إحتياطية مركب عليها ضاغط هواء وموضوعة فى مكان أعلى من خط المياه ، ومع نظام الوقود الثقيل توجد تنكات ترسيب ، وتنكات خدمة يومية ، طلبات لنقل الوقود ، فلاتر التنقية ، ومعدات التسخين الأوتوماتى للمحافظة على لزوجة الوقود المطلوبة ، وطلبية تغذية المحرك بالوقود Booster Pump وكذلك دوائر زيت تزييت المحرك من منقيات Purifiers ويخصص لكل محرك جهاز للتنقية وفلاتر زيت أوتوماتى وعادى ، مبردات الزيت ، وتنك رواسب الزيت لكل منقى طرد مركزى أو الفلاتر ذاتية النظافة .

12.18-دوائر تبريد المياه العذبة :

وتحتوى على مبرد للمياه العذبة ، وطلبية تقليب Circulating Pump لتبريد قمصان المحرك ، جذرات علوية لأخذ الهواء من الدائرة ، وتنك تعويض ونظام لتسخين المياه قبل بدء التشغيل ، ومياه تسخين المحرك الرئيسى تستخدم فى توليد المياه العذبة عن طريق Fresh Water Generation ، ودوائر تبريد الرشاشات تحتوى على تنك مياه عذبة ومبرد وطلبية للتقليب . ومن التجهيزات أيضاً دوائر المياه المالحة والمبردات الخاصة بها ، وفلاتر وطلبية لسحب المياه المالحة من البحر ، ومبردات هواء التكييف والثلاجة وبلوف التحكم فى الدائرة ، مبردات الهواء المشحون الخاص بالترينة ، تبريد زيت تزييت تروس التخفيض ، وتبريد زيت تزييت كراسى عمود الرصاص وتبريد ضواغط الهواء .

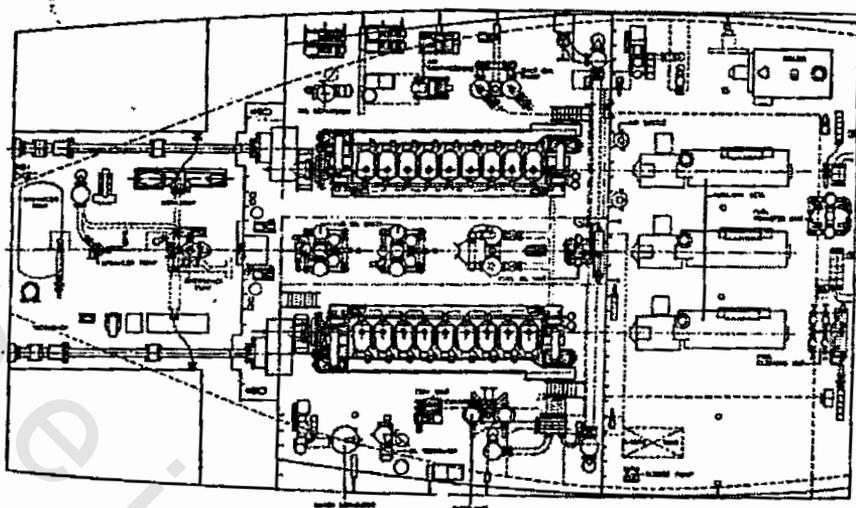


Figure 12-18 a machinery installation

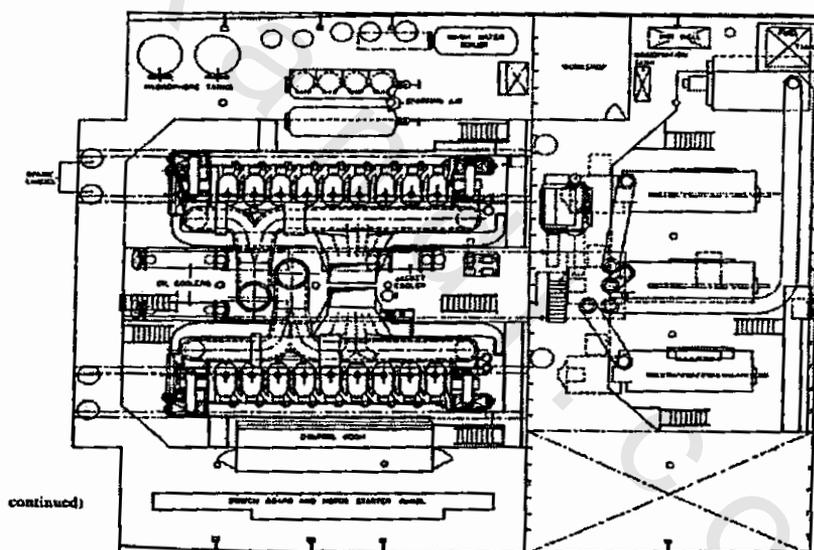


Figure 12-18 b

12.19- منظومة إدارة التشغيل الرئيسية Main Drive Gear :

تركيب محركين على عمود رفاص واحد .

عند تركيب محركين على عمود رفاص واحد يتم وضع صندوق تروس أفقى يحتوى على مجموعة تروس التخفيض وكرسى الدفع ، وتروس التخفيض بسيطة ومتابعة وتشمل على ترس صغير لولبى - القائد - مركب على عمود إدارة كل محرك ويعمل على إدارة ترس لولبى كبير - المنقاد - مركب على عمود الرفاص ، وتركب أعمدة الإدارة فى هذا الصندوق أفقياً ويوجد تصميمين لكرسى الدفع إما أمام أو خلف هذه التروس وهذه المجموعة مرتبطة بعمود الرفاص بواسطة فلنجتين ويوضع صندوق تروس التخفيض خلف المحرك مباشرة فى غرفة المحركات وتزود هذه المجموعة بمتطلبات المرونة لعزم اللي ، والترس الصغير اللولبى يدار من المحرك مباشرة من خلال عمود أجوف مركب عليه وصلة مرنة coupling متحركة ومهمتها فصل أى من المحركات اذا ما تطلب الأمر ، ويركب صندوق التروس على مساحة من 3 إلى 4 قدم وعلى نقط تركيب رئيسية عند كرسى الدفع ونقط أخرى مصممة لتسمح بتمدد نسبي على سطح التناك العلوى . ونظام تركيب عمود الإدارة الأجوف يسمح بالحركة بين المحركات وصندوق التروس بدون التسبب فى تشوية تروس التخفيض . النظام السابق نظام مبسط يتعامل مع المحركين على أنهم وحدة واحدة ، وبتوصيف أكثر فائنة توجد تصميمات أخرى يؤخذ منها حركة لإدارة مولدات الكهرباء الملحقة وكذلك ظلمبات البضاعة ويشترط عدم الإتصال بالمحرك أو عمود إدارة الرفاص ولكن تتم عن طريق القابض Clutch فى أثناء عمل المحرك . وهذا النظام يتناسب مع حاملات خام الوقود الذى يكون مريح عند إستخدام محرك أو محركين للتشغيل الظلمبات فى الموانى ويبين شكل 19-12 النظام البسيط لمحركين .

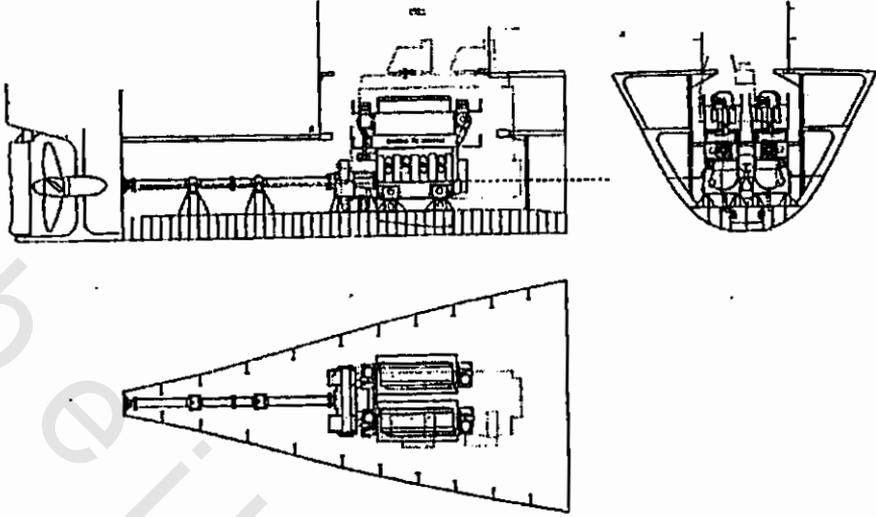


Figure 12-19 Arrangement of two geared engine

والنظام الطبيعي هو تخفيض عدد لفات المحرك إلى الربع ليتناسب مع كفاءة الرفاص ، ويشمل هذا النظام على عدد إثنين من التروس الرئيسية الصغيرة أحدهما للمحرك الأيمن والآخر للمحرك الأيسر .
 أما نظام الأربع محركات فإن المحركات الأمامية تدار في إتجاه عقارب الساعة والخلفية في عكس إتجاه عقارب الساعة والمحركات التي في الإتجاه الأيمن مركب على أعمدهما ترس لولبي صغير وكذلك محركات الجهة اليسرى ويقوم الترسين بإدارة ترس كبير معشق مع عمود الرفاص كما هو مبين في شكل 12-19a ويتم تزييت صندوق التروس بنفس زيت صندوق المرفق للمحركات الرئيسية .

12.20- الأداء Performance :

يزداد الفقد الميكانيكي للمحركات المعشقة عن المحركات المباشرة بطيئة السرعة لسببين لا مفر منهم .
 أولا : في المحركات عالية السرعة يزداد الفقد الميكانيكي نتيجة زيادة الإحتكاك لكراسى عمود المرفق الثابتة والمتحركة .
 ثانيا : عند وجود مروحة مساعده تستهلك حوالى % 3 من خرج المحرك كما أن معظم المحركات متوسطة السرعة يكون الضغط الأقصى والمعدلات العالية

الضغط العالى تعمل على زيادة الضوضاء بالرغم من التصميمات القوية والعنلية الكاملة لأجزاء التشغيل بتخفيض الضوضاء عند مستويات مقبولة مع الصيانة .

12.21- الوصلات المرنة **Elastic Coupling** :

تصنع المحركات المعشقة أحياناً مع حداثة ثقيلة وذلك لإخماد الذبذبة بين المحرك وتروس التخفيض وتعويض الأشواط السالبة مثل شوط السحب والعامم ويتوافق جيد .

وتقع الوصلات المرنة بين المحرك وصندوق التروس ومهمتها الآتى :
a- نعومة الحركة ، ومنع النبضات الضارة لعزم لى المحرك والتي تؤثر على تروس التخفيض .

b- سرعة أداء مهمتى - الفصل والتشويق عند اللزوم فى وقت المناورات c-
يتم تحديد العزم القابل للنقل بنسبة 1.5 إلى 2.5 مرة وتكون هذه قيمة طبيعية .
وشكل 12-19a يبين وحدتين من التعشيقات المرنة .

12.22- أشكال الوصلات المرنة :

(i) وصلات مرنة ميكانيكية .

(ii) وصلات مرنة كهربائية .

(iii) وصلات مرنة هيدروليكية .

(iv) وصلات مرنة هوائية .

ولقد تراجع فى الأونة الأخيرة إنتاج كل من الوصلات المرنة الهوائية والميكانيكية .

(i) الوصلات الميكانيكية : ليس من السهولة إستخدام الوصلات الميكانيكية كقابض أو وصلات مرنة لتكلفتها العالية ، كبر وزنها وكبر المكان المخصص لها .
وتؤخذ هذه العوامل فى الإعتبار مع مقارنتها بالوصلات المرنة الأخرى وذلك للمحافظة على المساحة ومجمل الوصف فإن الوصلات المرنة تكون مقصورة على أشكال الوصلات الكهربائية والهيدروليكية ويبين شكل 12-19b قطاع لوحدات تشويق الوصلة المرنة .

12.23- الوصلات الكهرومغناطيسية Electric magnetic Coupling :

وتعمل على تحويل القدرة الميكانيكية إلى قدرة كهربائية من المولد الرئيسي خلال ثغرة هوائية بين العضو الدوار والمرتبط بالمحرك والعضو المدار والمرتبط بعمود الرفاص ويدور العضوان حول مركزهما وفي نفس الإتجاه والعضو الذى بجانب المحرك الرئيسى يتم إثارته بواسطة التيار المستمر من كهرباء السفينة والعضو الذى بجانب الرفاص يحاث تأثيرياً . وشكل 12-19b يبين الرسم التخطيطى لعضوى الوصلة المرنة .

العضو الإبتدائى متعدد الأقطاب المغناطيسية ويملك عزم قوة قصور ذاتى كبير ومتصل بعمود الرفاص وفى نظام آخر مع محرك الديزل ، والعضو الثانوى مزود بققص سنجابى عليه ملفات ويملك دوائر قصيرة بنهاية حلقتية ، وتعمل الميكانيكا الكهربائية على زيادة التحميص وتحسين قوة إحتمال عزم .

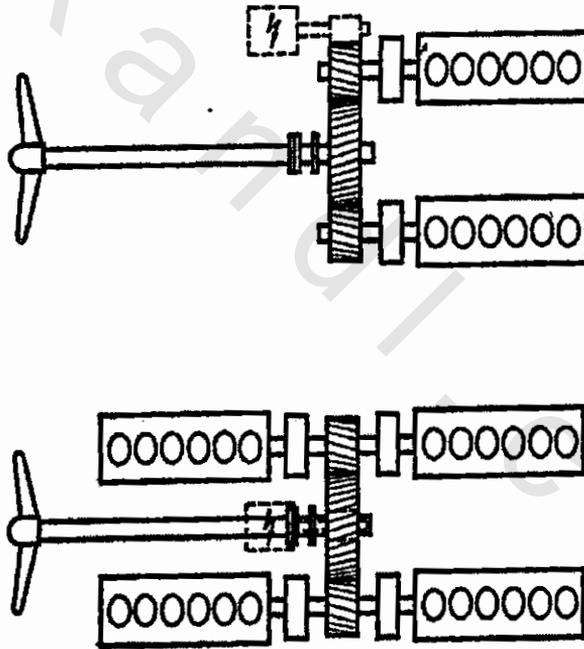


Figure 12-19a geared sets , with two and four engine

الى المتغير عند ملفات الأقطاب البارزة ومتصل بمحرك الديزل وفى نظام آخر مع عمود الرفاص .

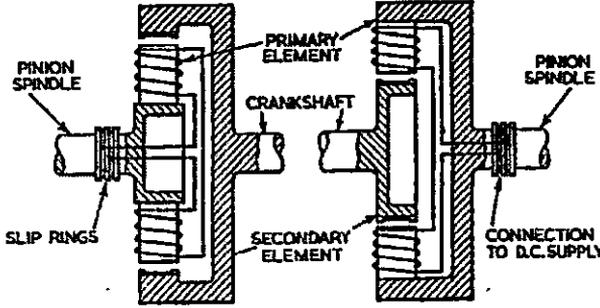


figure 12-19b principle of electromagnetic coupling

وفى أشكال الوصلة المرنة الكهرومغناطيسية العضو الابتدائى يكون بداخل العضو الثانوى وفى تصميم آخر يكون العكس . والشكلين موضحين فى شكل 12. 19 a , b وهذا التغيير ليس له تأثير على خصائص الوصلة المرنة والعضوين مصنوعين من الصلب المسبوك ومركبه على الأعمدة ومنفصلة قطرياً بواسطة ثغرة هوائية والتي تكون سعتها حوالى من 0.5 إلى 10 mm وتوجد فلنجتين أحدهما للوصلة المرنة والأخرى للمحرك وتربط رباطا جيداً بنهاية عمود الرفاص من إتجاه المحرك ويعتمد شكل الوصلة المرنة على مصدر التغذية ، وعند إثارة العضو الابتدائى يتولد مجال مغناطيسى Magnetic Field وتمر خطوط المجال المغناطيسى عبر الثغرة الهوائية قاطعة أسلاك الموصلات للعضو الثانوى وينتج فيها قوة دافعة كهربائية Electric motive force و volt تكفى للإدارة خلال موصل على هيئة قضبان متصلة بنهاية حلقة وكذلك تحتاج إلى كمية من التيار ، وهذا الفعل المتبادل بين التيار والمجال المغناطيسى يتسبب عنه عزم ويسبب حركة الدوران للعضو الثانوى وتحت تأثير هذا العزم وعدد اللفات للعضو الثانوى تزداد القوة الدافعة الكهربائية حتى تصل إلى قيمة تكفى لأقل سرعة لعدد لفات العضو الابتدائى لفعل العزم . والفرق الصغير لعدد اللفات بين العضوين يسمى بالإنزلاق Slip وخلال فعل نقل العزم يلاحظ فقد بعض القوى على شكل حرارة لكل من العضوين وأيضاً اضطراب هوائى وفقد بمقاومة الموصلات .

ومن الضرورى أن يكون العزم عبر ثغرة الهواء مساوى لعزم المحرك والقدرة المفقودة لا تظهر كإختلاف فى العزم .

وتصبح ظاهرة إختلاف سرعة عدد اللفات بين العضو الإبتدائي والثانوي بتأثير التيار ضرورية للمحافظة على توليد قوة دافعة كهربائية ومن المتوقع أن يكون الفقد بنسبة من 1 إلى 2 % من القدرة المنقولة .

وبلا شك فإن هناك إنزلاق مغناطيسى للوصلة المرنة ويسمى فى بعض الأحيان إنزلاق الثغرة الهوائية الكهربائية للوصلة المرنة .

عندما يصل إلى العزم المتوسط يعمل على تخفيض النسب المهمة للصدمات الطبيعية للعزم الغير منتظمة للمحرك .

وعند توقف المحرك فإن الوصلة المرنة تزال قادرة على نقل العزم ، وقدرة نقل العزم تزيد مع زيادة فرق السرعة بين العضوين . وأقصى إنزلاق مسموح به فى التصميم ربما يكون حوالى من 1.5 إلى 5.5 مرة ، وعند الحمل الكامل من الممكن أن يصل من 6 إلى 7 % مع العلم أن الإنزلاق الكبير يسبب فشل لنقل الحركة .

وأقل عدد لفات فى الدقيقة عند أقصى تأثير يكون 50 % من عدد اللفات الطبيعية ، وتقريباً فإن أقصى عزم إستاتيكي عند التأثير الكامل 1.7 مرة من العزم عند الحمل الكامل لكى يتمكن المحرك من عكس حركته عند التشغيل بالسرعة الكاملة ، وتيار التأثير عند 220 فولت volt يكون حوالى 1% من قدرة المحرك الرئيسى ، وقواطع الإتصال والمقاومة ، والمفاتيح وأى أجهزة أخرى يتم تركيبها يجب أن تتناسب مع الحجم الكلى للوصلة عند بداية التصميم للوصلة المرنة ذاتية التبريد بواسطة مروحة تأخذ حركتها من حركة المحرك أو ماسورة هواء من تهوية غرفة الآلات .

12.24- الوصلة المرنة الهيدروليكية Hydraulic Coupling .

الوصلة المرنة الهيدروليكية تعمل على نقل العزم المساوى للعزم الداخلى وتكون النتيجة التى نحصل عليها بواسطة العضوين ، والعضو الإبتدائي يعرف بالريشة أو المروحة أنظر شكل 19c-12 ويدار بواسطة المحرك وبالتالي يؤثر على المانع الموجود فى الوصلة المرنة بطاقة حركة المروحة ويقابله تجويف آخر بالعضو الثانوى ومجهز بريش مقابلة مع مروحة العضو الإبتدائي ويستقبل طاقة الحركة من تدفق المانع فى الإتجاه الخلفى للوصلة المرنة ، وبذلك يتم نقل العزم بوسيلة تغيير طاقة الحركة الدوامية للمانع وينتج عنها تشغيل الدائرة ، ويوجد هناك إنزلاق للحركة الدوامية بين العضو الإبتدائي والثانوى لأى عزم مطلوب ، وعند معدلات القدرة الكاملة فإن السرعة النسبية للمروحة والعضو التابع تكون منخفضة وبالتالي فإن سرعة الدوامات تكون منخفضة . حينئذ يكون الإنزلاق

مساوى من 2 إلى 4 % وسرعة الدوران سوف ترتفع إلى القيمة العليا ويحدث الزيادة فى الإنزلاق عندما يكون هناك مناورة أو توقف مفاجئ للمحركات ودائما ما يكون العزم الداخل مساويا للعزم الخارج .

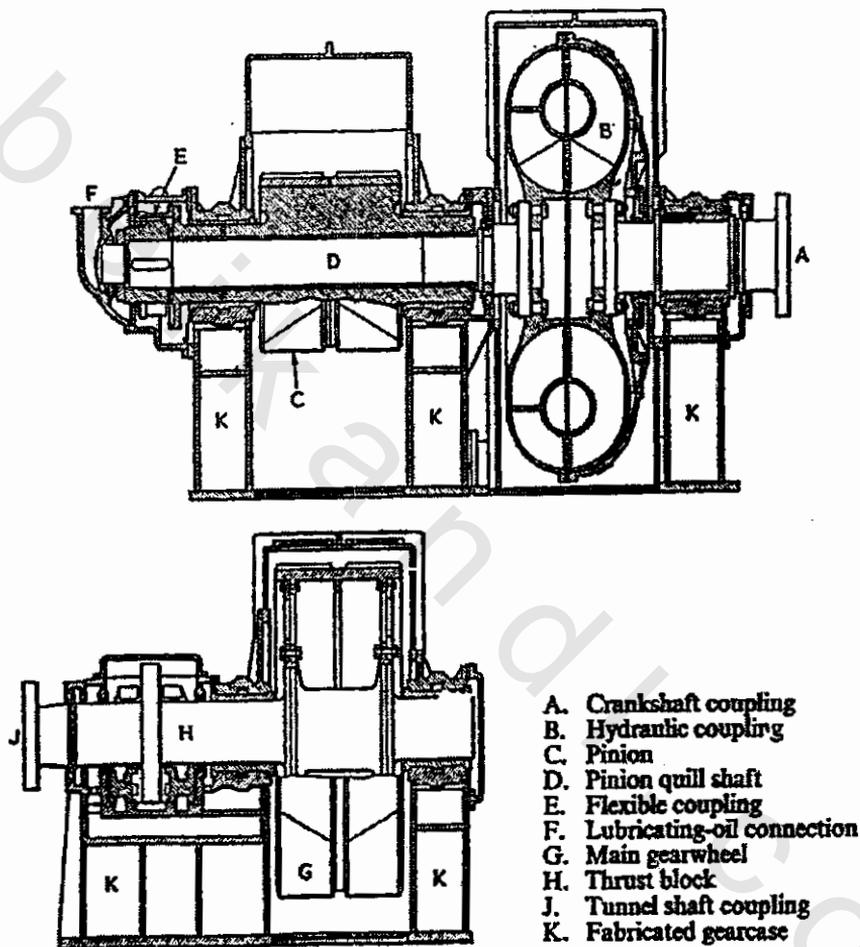


Figure 12-19c gear-drive and hydraulic coupling