

## الباب السابع

### آداء المحرك Engine performance

7- عام .

مهمة عمل المهندس البحرى على ظهر السفينة هو المحافظة على الأداء الجيد للمحرك وينحصر عمله فى الأداء الناجح للمحركات والتي من أجلها تم تصميمها وتركيبها داخل غرفة المحركات .

وبناءً على ذلك لا يكون تصميم الرفاصات وتحديد شكل البدن ولا قدرة المحركات من قرارهم بل هو من قرار إناس آخرون - وتكون مهمة المحرك البحرى الدفع المؤثر لتيسير السفينة ويكون من الضرورى عمل المهندس البحرى على الأقل إستخدام الطرق المعروفة بناءً على معلوماته وخبراته للمقارنة بين عدد من كميات لقيم متغيرة parameters وكل ما يتعلق بأداء المحرك .

وفى هذا الباب سوف نستعرض حالات موجزة مثل قانون الرفاص ، والإنزلاق الظاهرى ، وعوامل أداء المحرك ، وإستهلاك الوقود ، وعوامل الدفع وبناء القدرة إلخ . وطبعاً يقوم مصمموا المحركات بوضع أجهزة القياس اللازمة لقياس الكميات متغيرة القيمة مثل عدد اللفات ، درجات الحرارة ، والضغط ، والكثافة المراد معرفتها بواسطة المهندس البحرى والتشغيل للإلتزام بالمقادير الصحيحة منها .

وبذلك يجب أن تتصف هذه الأجهزة بالدقة والقدرة على الإحتمال والحساسية فى ظروف التشغيل لفترات طويلة .

أما بالنسبة لعمليات التحكم فإن أجهزة القياس تلعب دوراً كبيراً فى قياس متغيرات منظومة التحكم وتحويل الكمية المقاسة إلى حركة ميكانيكية أو نبضات كهربائية أو تغيير فى ضغط الهواء حيث تستخدم هذه الإشارات بعد ذلك فى البيان والتسجيل والإتزان إلخ .

ومن المتغيرات الهامة التى يتم التحكم فى قياسها الضغوط ، ومستويات السوائل ، ودرجات الحرارة ، والكثافة ، واللزوجة ، ونسبة الرطوبة، والتغيير فى السرعات ، ومعدلات التدفق ، ومن الممكن أيضاً قياس قدرة المحرك بجهاز torsion meter وأحياناً ما يكون هناك جهاز لقياس الدفع thrust meter .

#### 7.1-الضغط المتوسط للإسطوانة

##### Cylinder mean pressures

ويطلق عليه إصطلاح ( brake mean effective pressure ) bmep الضغط المتوسط المؤثر الفعال .

وعلى الرغم من أنه مفيد جدًا لمحركات المصانع والمحركات المساعدة إلا أنه في بعض الأحيان لا تجهز بأماكن لأخذ الكروت البيانية بواسطة جهاز مبين الضغط البياني ولا ينطبق هذا على المحركات البحرية للدفع الرئيسي .  
 وحيث أنه من الممكن قياس الضغط المتوسط البياني للمحرك بسهولة ويسر ، فإنه من الممكن حساب القدرة البيانية ومنها يمكن الحصول على حسابات إستهلاك الوقود الذي يؤثر على المصاريف المتغير للسفينة .  
 وكذلك على كفاءة المحرك ، وعيوب الرشاشات injectors ، وميعاد الحقن ، وكفاءة صمامات العادم والحر ، وعمل التربينه إلخ .

## 7.2-العلاقة بين القدرة الحصانية وحجم حيز الكسح - Relation between horse power and swept volume

توجد قياسات جاهزة تسمى القياس المعياري وهذا يبين العلاقة بين القدرة وحجم حيز الكسح scavenging volume ، ويعتبر هذا مفيد جدًا لبعض المفتشين الهندسيين . والآتي يبين متوسطات الأرقام لمحرك ثنائي الأشواط يعمل بشاحن جبرى turbocharger .  
 ومن هذه الأرقام نلاحظ أن حجم حيز الكسح يحتوى على الأقل من 14.5 إلى 15 متر مكعب هواء لكل حصان فرملى وهذا المعدل يعمل على حفظ القدرة الكاملة .

## 7.3 - مستويات التقنية للمحرك .

كما أن تكاليف الصيانة للمحرك البحرى نتيجة البرى والنحر wear & tear والتي لا مفور منها فإن مهمة المهندس البحرى وخبرته ومعرفته لأماكن البرى والنحر ويختلف هذا من محرك لآخر .

ويوجد ثلاث مستويات تقنية لتحديد عمل المحرك البحرى وهى كالاتى :

a - معدل الخدمة البحرية الطبيعية المستمرة .

b- معدل الخدمة البحرية المستمرة القصوى .

c- معدل الخدمة البحرية فى رحلة التجربة .

وهذه المعدلات تحتوى على قيم لكل من القدرة الحصانية الفرملية ، والضغط المتوسط المؤثر البيانى ، وعدد لفات المحرك فى الدقيقة .

ويمكن رؤية التحسن فى القدرة الحصانية البيانية لكل إسطوانة من خلال الضغط المتوسط ، وعدد اللفات فى الدقيقة ، وثابت الإسطوانة ، والحالة العامة للمحرك ويجب معرفة أن التوصيات والمواصفات للمعدلات التقنية لكل من القدرة والسرعة من إختصاص مصممي المحرك فقط .

#### 7.4- إنزلاق الرفاص *propeller slip*.

تفيد نسبة إنزلاق الرفاص في مكان ثابت بدفتر أحوال المحرك وذلك لمعرفة المؤشرات والنتائج التي تدل على السرعة الحقيقية للسفينة وربما يشير إلى الحالة الصحيحة لكمية الإنزلاق الظاهري لعدم وجود دليل على كفاءة الدفع عند التصميم .

وتوجد علاقة بين تصميم شكل السفينة والإنزلاق الكبير للرفاص كما أنه يوجد اختلاف كبير في كمية الإنزلاق من يوم لآخر لعوامل عدة منها التيارات البحرية ، الطقس السيئ ، وترسبات الأحياء البحرية على السطح الملامس للمياه وإصطلاح كلمة إنزلاق ليست متداولة بين المهندسين البحريين ولكن يعرف بالإنزلاق الظاهري .

#### 7.5- تعريف الإنزلاق الظاهري .

الإنزلاق الظاهري هو السرعة النظرية للسفينة مطروح منها السرعة الحقيقية للسفينة على السرعة النظرية للسفينة % .

السرعة النظرية للسفينة = عدد اللفات في الدقيقة × خطوة الرفاص بالمتر .  
الخطوة : هي مقدار تقدم السفينة بالمتر عند دوران الرفاص بمقدار لفة واحدة .  
وبما أن السفينة تبحر في المياه فإن التقدم الحقيقي يقل عن التقدم النظري بمقدار الإنزلاق الظاهري .

وهي نسبة تزيد كلما زادت سرعة التيار والمؤثرات الخارجية بالمسالب أو الموجب إذا كانت في اتجاه أو عكس سير السفينة .

$$Propeller\ slip = \frac{theoretical\ speed - actual\ speed}{theoretical\ speed} \times 100$$

وفي الجو المعتدل ونتيجة لتيارات المياه مع اتجاه حركة السفينة فإن سرعة السفينة تزيد من 2% إلى 2.5% فأكثر ولكن مع حركة التيار المعاكس والطقس السيئ ربما يؤثر أكثر من ضعف هذا الرقم .

#### 7.6- قانون الرفاص *propeller law*

عند حساب القدرة لسفينة ما بواسطة المصممين يتم الوضع في الإعتبار عوامل عدة منها .

a - الضغط المتوسط المؤثر .

b - عدد اللفات في الدقيقة للمحرك المراد تركيبه .

هذا في الحدود والخبرة العملية لتصميم المحرك .

ويخضع المحرك المركب معه الرفاص لقانون تشغيل الرفاص ويؤثر هذا على القدرة الحصانية ، والضغط المتوسط المؤثر ، وعدد اللفات .  
 والمعادلات الآتية توضح العلاقة بين القدرة الحصانية لعمود الرفاص والسرعة ، والمقاومة ، وعزم المحرك مع المقاومة ، والضغط المتوسط المؤثر مع المقاومة .

$$\text{Shp varies as } V^3 \quad 7-1$$

$$\text{Shp varies as } R^3 \quad 7-2$$

$$\text{Torque varies as } R^2 \quad 7-3$$

$$P \text{ varies as } R^2 \quad 7-4$$

Where shp = aggregate shaft horse-power of engine metric or Imperial British.

V = speed of ship in knots ;

R = revolution per minute of engines ;

T = torque in kg meters ;

P = brake mean pressure  $\text{kgf} / \text{cm}^2$ .

R = radius of crank , meters .

Propeller slip assumed to be constant that is ;

$$\text{Shp} = k V^3 . \quad 7-5$$

where k = constant, determinable from shp and V for a set of conditions .

But R is proportional to V for constant slip ,

$$\therefore \text{shp} = k_1 R^3 . \quad 7-6$$

where  $k_1$  constant determinable from shp and R from a set of conditions .

$$\text{But shp} = \frac{P \times A \times C \times r \times 2 \pi \times R}{33000} = k_1 R^3 .$$

where A = aggregate area of pistons  $\text{cm}^2$  .

C = 0.5 for two stroke engine , 0.25 for four stroke engine .

r = radius of crankshaft by meters .

$$\text{Or } T = PAcr = \frac{33000}{2 \pi \times R} \times k_1 R^3 = k_2 R^2 \text{ ( British ) .}$$

$$\text{Or } T = PAcr = \frac{4500}{2 \pi \times R} \times k_1 R^3 = k_2 R^2 \text{ ( metric ) .}$$

$$\text{ie. } T = k_2 R^2 . \quad 7-7$$

Where  $k_2 = \text{constant}$ , determinable from T and R for a set of conditions .

$$P_{Acr} = T \text{ or } P = \frac{T}{A x c x r} = \frac{k_2}{A x c x r} \times R^2 .$$

$$\text{ie. } P = k_3 R^2 \quad 7-8$$

where  $k_3 = \text{constant}$ , determinable from P and R for a set of conditions .

وفى المعادلة رقم 1-7 ، 2-7 من قانون الرصاص لا يكون الأس دائما 3 ويكون ثابتاً دائماً فى السرعات العالية للسفينة .  
وربما يكون أكثر من 3 لفترة قصيرة . مثل سفن عابرات القنوت .  
وربما يصل إلى 4 ولكن الأس 3 هو الموصى به دائماً .  
وفى جميع الحسابات فإن أس المقاومة R عندما يتناسب مع الضغط المتوسط P يكون أقل بواحد من أس السرعة V .

#### 7.7- معامل الوقود The fuel coefficient

من الممكن تطبيقه بسهولة لقياس أداء المحرك . ولقد تم إعداده سابقاً .

$$C = \frac{D^{\frac{2}{3}} \times v^3}{f}$$

where C = fuel coefficient .

D = Displacement of ship in tons .

V = speed in knots .

F = fuel burned per 24 hours in tons .

وبدقة فإن هذه الطريقة للمقارنة يمكن تطبيقها فقط إذا ما كانت السفن متشابهة ، وتسير بسرعات متطابقة أى نفس السرعة ، وتعمل تحت علم واحد لشركة بحرية واحدة بمعنى أنها تعمل عند نفس حالات التشغيل ، ونفس الخط الملاحى ، ونفس نوع الوقود .

ويستشهد بالأرقام المذكورة أدناه لمتوسطات العوامل الموجود فى سجلات كثيرة من السفن .

Cargo vessels	70000 - 95000
Tankers	70000 - 95000
Cargo liner	80000 - 100000
Large passenger vessel	90000 - 110000

the admiralty constant  $C = \frac{D^{\frac{2}{3}} \times v^3}{shp}$  ثابت الإمبرالية

حيث أن الثابت C يساوى ثابت الإمبرالية ويعتمد على شكل السفينة والتشطيب النهائي وعوامل أخرى وبنفس قيم القدرة التي إستخدمة فى التجربة الأولية وهذا الثابت لسفن حاملات الوقود Tankers يساوى من 500 إلى 530 ، وسفن البضائع 450 ، وسفن البضائع ذات الخط الملاحي المنتظم 400 .

### 7.8- الإنزلاق الظاهرى للرفاص **Apparent propeller slip**

$$\text{Apparent slip per cent} = \frac{P \times R - 101.33 \times V}{P \times R} \times 100$$

Where P = propeller pitch in ft.

R = rev / min .

V = speed of ship in knots .

101.33 = one knot، in ft / min .

والإنزلاق الحقيقى للرفاص هو علاقة نسبية بين الإنزلاق وأثر تيار المياه واحتكاكه ببند السفينة وأحياناً يختلف كثيراً ، وعادة ما يهتم المهندسين البحريين بالإنزلاق الظاهرى للسفينة .

### 7.9- الإختبارات المقبولة للسفينة والمحرك **Acceptance of ship and machinery**

توجد متغيرات كثيرة تؤثر على أداء المحرك البحرى أثناء رحلتة البحرية الأولية وكذلك متطلبات الخدمة البحرية الفعلية .

بمعنى : أن هناك تفاوت بين الحالتين .حالة السرعة ، وحالة الحمل ، ويجب التأكد أن المحرك عنده القدرة لتحمل هذا الحمل عند هذه السرعة . وهذه العلاقة من أهم العوامل المؤثرة على المحرك .

وأيضاً سطح الرفاص من أحد العوامل التى تمد الرفاص بمعظم الكفاءة عند أداء التجربة الأولية المقبولة .

وفى الأعوام السابقة كان هناك إتجاه لتخفيض مساحة سطح الرفاص وكانت النتائج عند التجربة وتحت الحالات الصعبة مثل زيادة قوة الرياح المعاكسة لآ تمكن السفينة من السير بالدفع المطلوب وتسبب الزيادة فى الإنزلاق الظاهرى ويكون الأداء الطبيعى للرفاص معتدل ، وبناءً عليه فإن كثيراً من الرفاصات تم زيادة مساحة سطحها بأكثر من 30% ، وهذا مهم جداً لدفع المحرك . ويجب أن يكون قادراً على توفير العزم الكبير المطلوب ، وتحمل القدرة المبنولة منه

والضغط المتوسط عندما يصل إلى الحد النهائي للدفع ، وعند وجود رياح معاكس  
لا يمكن بعد ذلك الزيادة في عدد اللفات .  
والآتى معلومات معطاء عن نتائج وتقرير تجربة النموذج في التنك .

### 7.10 - معامل الكويسى *Quasi-propulsive coefficient*

$$Q = \frac{\text{MODEL RESISTANCE} \times \text{SPEED}}{2\pi \times \text{TPRQUE} \times \text{rev} / \text{min}} = \frac{\text{worke got out per min}}{\text{worke put in per min}}$$

Total shaft horse – power at propeller (Ehp )

$$\text{Ehp} = \frac{\text{ehp} + P}{Q}$$

Where ehp = effective hors –power for naked , model, as determined by tank experiments ,

P = increase for appendages and air resistance = 10 to 12 per cent of the naked model Ehp ; this is for smooth – water conditions .

القدرة الحصانية لعمود الرفاص shp فى الرحلة البحرية وفى مياه هادئة تزيد حوالى 10 % عن ناتج تجربة النموذج داخل التنك وتقرن مع القدرة الناتجة من تجربة التنك ، ومن الضرورى أن تكون التجربة فى جنوب الأطلنطى وتصل الزيادة من 11 % إلى 12 % ، وتزيد من 20 % إلى 25 % فى شمال الأطلنطى علاوة على ذلك يدخل حجم السفينة فى هذا السماح .

وفى السفن الصغيرة نحتاج إلى زيادة أكبر مثلا 15 % أكثر من حدود التجربة وتصل إلى 26 % زيادة عن حدود تجربة النموذج فى التنك .

### 11.7 - جهاز قياس عزم اللي *Torsion meter*

يوضع الجهاز فى مؤخر كرسى الدفع لقياس قدرة shp وتزيد عن مجموع القدرة الحصانية عند عمود الرفاص Ehp بقيمة الفقد بسبب الفقد فى قدرة الإحتكاك عند صندوق التروس ، وأمبوية المؤخر ، وعادة ما تقدر من 5 % إلى 6 % . وعادة ما يكون الخطأ فى حساب جهاز اللي لا يزيد عن 0.5% ± ولكن لأسباب معروفة فإن الفقد فى القدرة أحيانا يرتفع إلى 6.8 % ومن الممكن أن يصل إلى 10 % .

ومع الفهم الجيد لشكل السفينة يصبح الخطأ ظاهرا ، وتبين النسبة المئوية الغير متوقعة لقوة دفع الرفاص ، والأداء الغير مفهوم الذى يبين الزيادة فى إستهلاك الوقود والغير متوقع .

القدرة الحصانية الفرملية تزيد عن القدرة الحصانية لعمود الرفاص والمحسوية بواسطة جهاز اللي نتيجة القدرة المفقودة بالإحتكاك عند كرسى الدفع . ويمكن حساب القدرة الحصانية الفرملية على ظهر السفينة بحاصل ضرب القدرة الحصانية البيانية فى الكفاءة الميكانيكية المدونة بواسطة المصممين .

## 7.12- الخلاصة :

القدرة الحصانية الفرملية  $bhp$  المطلوبة عند الرفاص =  $Ehp$  + القدرة الحصانية المفقودة عند أمبوية المؤخر وحوامل عمود الرفاص + القدرة المفقودة عند صندوق تروس التخفيض + القدرة المفقودة عند كرسى الدفع .  
والقيم الفعلية لسفن حاملات الوقود الخام tanker من 0.67 إلى 0.72 ، وسفن البضائع بطيئة السرعة من 0.72 إلى 0.75 ، وسفن البضائع السريعة ذات الخطوط الملاحية المنتظمة 0.70 إلى 0.73 ، وسفن عابرات القنوات 0.58 إلى 0.62 ، سفن الركاب 0.65 إلى 0.70 .

## بناء القدرة $power$ Build up

يوضح شكل 7-1 ، 7-2 المنحنيات المثالية لبيان قدرة الدفع لسفينة تعمل بعدد إثنين من الرفاصات ، وشكل 7-1 يوضح المنحنى A مجموع القدرة الحصانية عند عمود الرفاص  $Ehp$  .  
والمنحنى B يوضح القيم الصحيحة لمجموع القدرة الحصانية عند عمود الرفاص  $Ehp$  وعند الغاطس الموجود بالعقد .  
والمنحنى C يوضح  $shp$  عند المرور من بوغاز الميناء وعند غاطس التجربة .

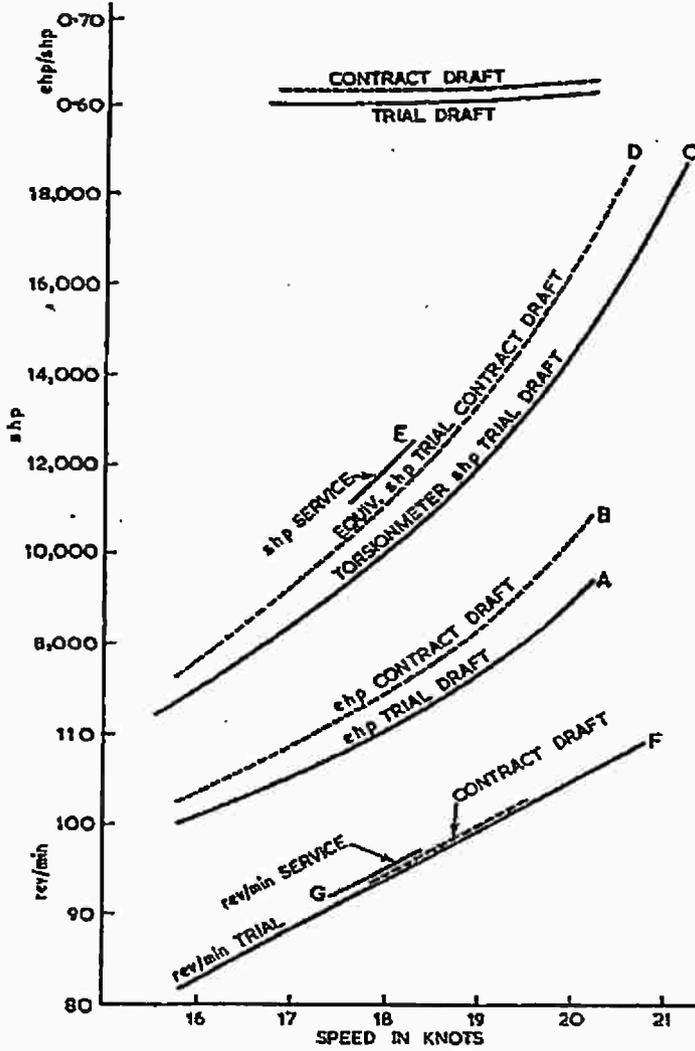


Figure 7-1 Propulsion data

ويوضح المنحنى المنقوط D القيم الصحيحة لمجموع القدرة الحصانية shp عند الغاطس الموجود بعقد السفينة .  
 والمنحنى E يوضح القدرة الحصانية لنتائج الرحلة في الخدمة الفعلية .  
 ويوضح المنحنى F العلاقة بين كل من سرعة السفينة وعدد اللفات للمحرك في رحلة التجربة .  
 ويوضح المنحنى G عدد اللفات الطبيعية نتيجة الخدمة الفعلية البحرية .

ويكون معدل القدرة الكلية للمحرك في دفع الرفاص 18000 bhp قدرة حصانية  
 فرملية مع معدل خدمة مستمرة 15000 قدرة حصانية فرملية .  
 وفي شكل 7-1 توضح المنحنيات من A إلى D العلاقة بين القدرة الحصانية  
 لعمود الرفاص shp متمثلة بالإحداثي الرأسي ، وسرعة السفينة متمثلة بالإحداثي  
 السيني ويوضح المنحنى F عدد لفات المحرك في الدقيقة - عند الغاطس الموجود  
 بعقد السفينة والخدمة البحرية الفعلية والتجربة الأولية - والعلاقة بينها وبين  
 سرعة السفينة بالميل / ساعة والقدرة الحصانية لعمود الرفاص shp .  
 ويوضح شكل 7-2 العلاقة بين عدد لفات المحرك متمثلة بالإحداثي السيني مع  
 القدرة الحصانية shp والمتمثلة بالإحداثي الرأسي ومنه نجد كلما زادت عدد  
 اللفات زادت القدرة الحصانية shp وعزم اللي عند غاطس التجربة الموجودة  
 بالعقد .

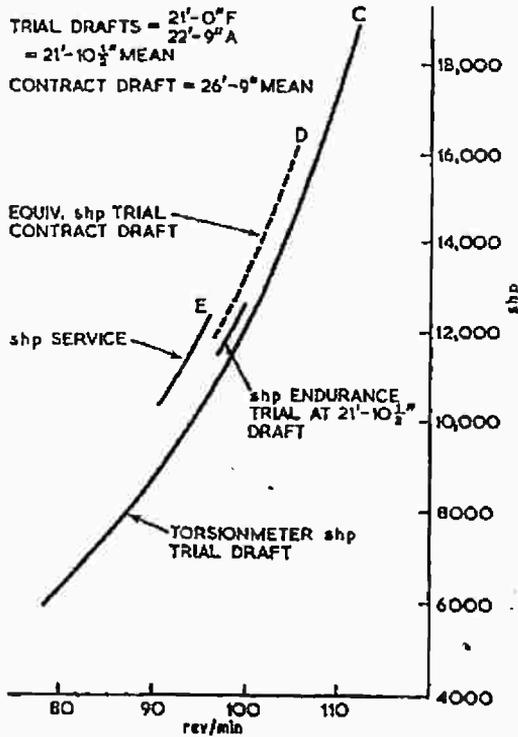


Figure 7-2 Propulsion data

ويوضح شكل 7-3 العلاقة بين مجموعة من الأرقام لعدد لفات المحرك في الدقيقة ، والقدرة الحصانية shp ، والضغط المتوسط المؤثر الفرملى لحالات موجزة في الأشكال 7-1 ، 7-2 .

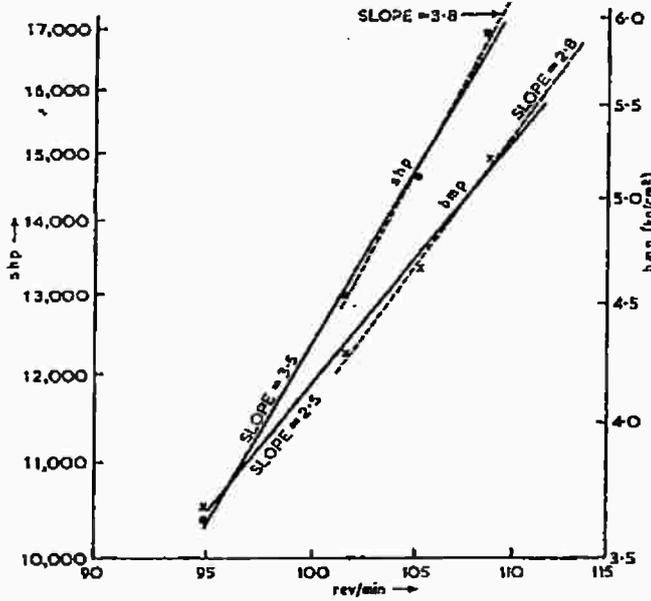


Figure 7-3 Engine Trials , revolutions and mean pressure

وفي شكل 7-3 يوضح أيضًا الخطوط المرسومة من خلال النقط ، ويوضح تقريبًا زيادة القدرة الحصانية shp مع مكعب عدد اللفات  $shp \propto R^3$  ، ومربع عدد اللفات مع الضغط المتوسط المؤثر الفرمل  $P \propto R^2$  وفي المدى من 95 rev / min إلى 109 rev / min يلاحظ زيادة أس عدد اللفات إلى 3.5 مع القدرة الحصانية shp ، مع 2.5 بين عدد اللفات من 109 rev / min إلى 110 rev / min وتكون المنحنيات المرسومة أكثر تقاربًا ويوضح زيادة الأس لعدد اللفات إلى 3.8 مع القدرة الحصانية shp ، مع 2.8 مع bmep . والإحداثيان الرأسى والسينى مرسومان على أساس لوغاريتمى لتسهيل الحسابات .

### 7.13- تعطل أحد الرفاصات عند السير .

يوضح شكل 7-4 المنحنى الطبيعى للسرعة والقدرة الحصانية الفرملية لمحرك سفينة مركب عليه إثنين من الرفاصات وجهاز لقياس عدد الأميال ، والمراد مدى التأثير على السرعة والقدرة عند توقف أحد الرفاصات لأسباب فنية مع حرية دورانه مبين بالرسم التخطيطى . وكذلك يبين التأثير على أرفاص المعاق عن الحركة ، ويبين شكل 7-5 منحنيات السرعة والقدرة الحصانية الفرملية لسفينة تعمل بأربعة رفاصات ، عندما تعمل جميع الرفاصات . وعندما تعمل بعدد إثنين من الرفاصات الموجودة بالوسط والرفاصات الخارجية فى حالة إعاقة .

عندما تعمل بعدد إثنين من الرفاصات الخارجية والرفاصات الداخلية فى حالة إعاقة.

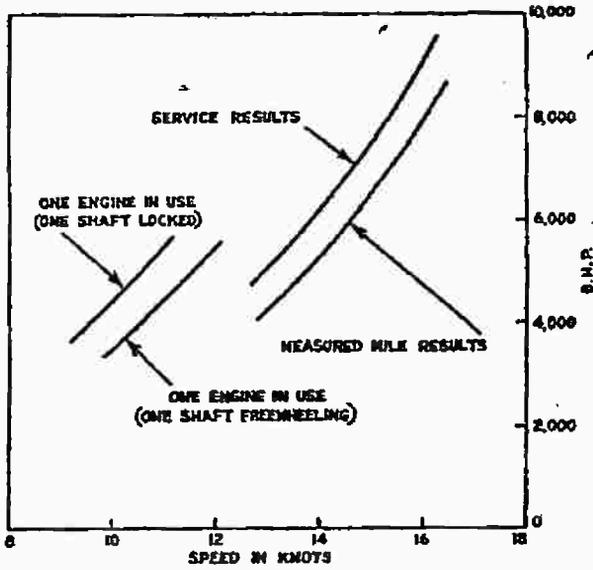


Figure 7-4 speed /power curves, twin screw vessel

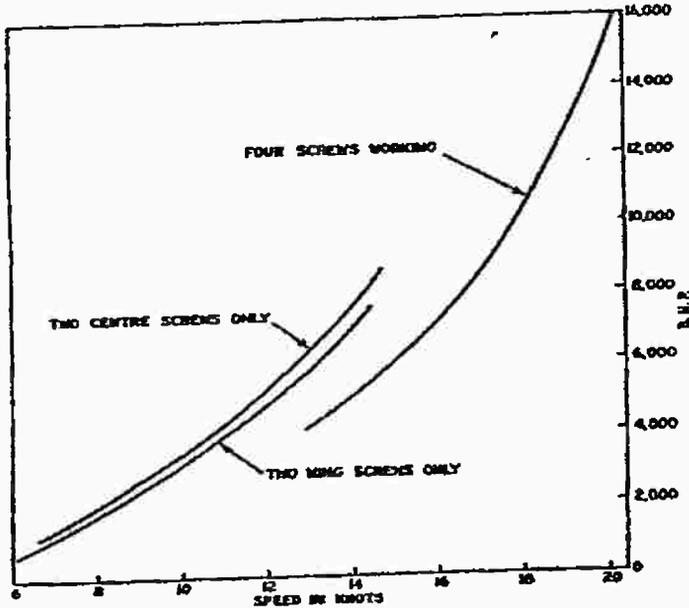


Figure 7-5 speed /power curves quadruple-screw ship

### 7.14- السير للخلف Astern Running .

يوضح شكل 7-6 ملخص لسلسلة إختبارات لسفينة ركاب تملك عدد إثنين من الرفاصات عند السير للخلف في التجربة الأولية .

وكان طول السفينة 916 ft وعرضها 6 83 ft ، وغطس التجربة أمام 21 ft ، 26 ft خلف ، وإزاحتها 26000t. كما هو مخطط في شكل 7-6 والإختبارات من I إلى VI تبين المسافات والأزمنة .

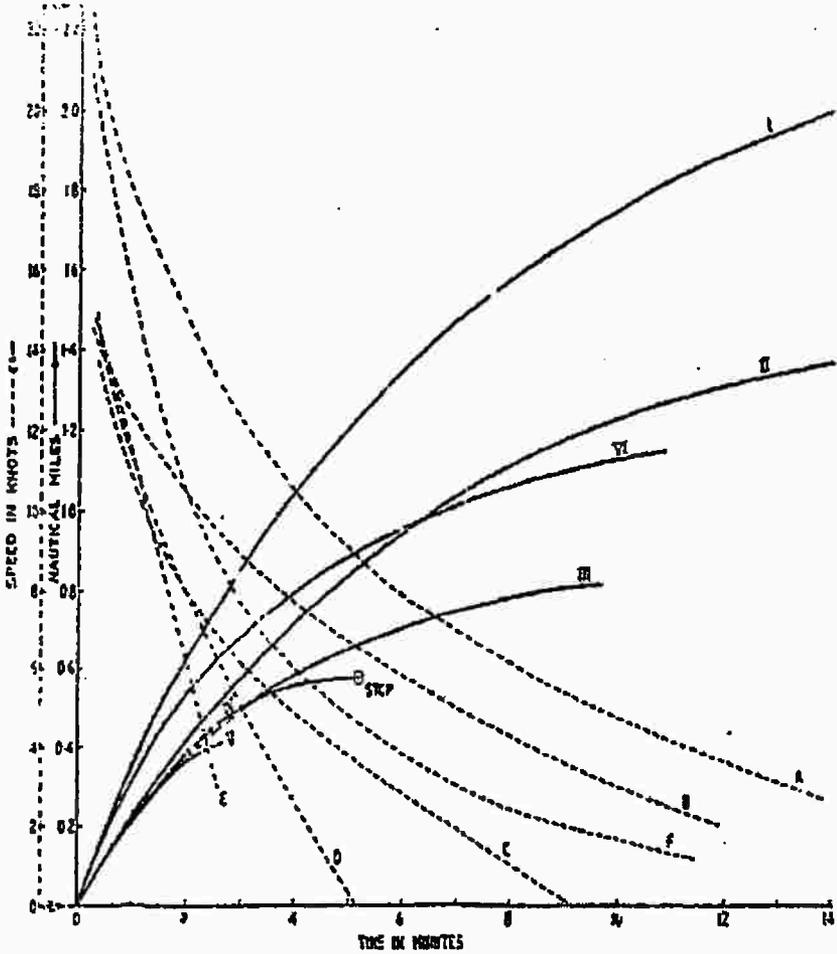


Figure 7-6 ship stopping trails

وفي الجدول رقم 7-1 وفي العمود رقم 2 يوضح حالة كل إختبار للسرعة التي وصلت إليها السفينة .

Test No.	Ahead speed of approach knots (rev/min)	3 Propellers	4 Propellers stopped (min)		5 Ship stopped (min)	6 Distance travelled (nautical miles)
			P.	S.		
I	23.0 (119)	Trailing; unlocked	16.4	14.9	—	2.0
II	14.5 (75)	Trailing; unlocked	12.5	12.1	17.0	1.4
III	13.5 (75)	Trailing; locked	1.5	1.5	13.0	0.8
IV	15.0 (75)	Ahead running checked; no additional astern power	1.3	1.3	5.2	0.5
V	14.8 (75)	Engine stopped; astern as quickly as possible	0.7	0.8	3.1	0.4
VI	22.4 (116)	Trailing; locked	1.5	1.6	15.0	1.1

Table 7-1 ship stopping trail

وتبين المنحنيات المنقوطة من A to f بالترتيب التتابع مع المنحنيات I إلى VI في الإختبار I بعد مغادرة السفينة اليابسة وعلى بعد 2 miles ( الميل البحرى 1852 m ) وعند إنتهاء الإختبار الأول وبداية الإختبار التالى نجد فى الجدول 2- 7 مجموعة نموذجية لعوامل واضحة للعلاقة بين المحرك والسير

Ship	Engine type	Ahead (rev/ min)	Time for Engine		Astern running		Ship stopped	
			stopping (sec)	moving astern (sec)	Rev/min	sec	min	sec
Large passenger	D.A. 2C. (twin)	65	—	30	—	—	4	2
Small fast passenger	S.A. 2C. tr. (twin)	217	53	63.5	160	72.5	2	15
		195	35	45	160	60	1	54
		220	45	59	170	81	2	5
Passenger	Diesel-electric (twin)	92	110	—	80	225	5	0
Cargo	S.A. 2C. (twin)	112	127.5	136	100	141	—	—
Cargo	D.A. 2C. (single)	90	24	26	90	115	2	26
		88	12	14	82	35	3	25
		116	35	40	95	50	—	—
Cargo	S.A. 2C. (single)	95	31	33	75	45	—	—
		110	12	21	110	53	3	21
		115	10	55	110	110	4	6

Figure 7-2 Engine Reversing And Ship stopping

للخلف ، حيث أنه توجد مجموعتين أو ثلاثة تكون لقرارات مذكورة ومدونة لسفن ومحركات مختلفة الأحجام. وتمثل تجربة السير الأولية لمسفينة بضائع ذات خط ملاحى منتظم مركب عليها محرك 6 إسطوانات ثنائية التأثير ثنائية الأشواط ، وبين أن هذه السفينة وصلت سرعتها إلى 20 عقدة ( ميل / ساعة ) وتوقفت في 65 ثانية ، وسفينة بضائع أخرى ذات خط ملاحى منتظم تسير بسرعة 16 عقدة من محرك ثمانى إسطوانات توقفت في نفس الفترة . والمحرك الذى يعمل بكامل طاقته للأمام يمكن عكس حركته إلى الخلف عند عدد لفات 80 rev / min فى 32 ثانية . وتستقر سرعته للخلف للسرعة الكاملة فى 50 ثانية .

### 7.15- تأثير الحشف الكامل على بدن السفينة Effect of hull fouling

التأثير السيئ على أداء السفينة الجديدة هو نمو الطحالب البحرية على بدن السفينة مسببة سطح خشن ( يسمى الحشف ) ويبدأ نمو الطحالب بسرعة إذا كانت السفينة تعمل بالمناطق الحارة .

ولقد تمت مقارنات كثيرة وجيدة مع الحالات المتغيرة للغطاس trim وهى قراءة الفرق بين غاطس السفينة عند المقدم وغطاسها عند المؤخر ، وعند سرعة ثابتة وكانت النتائج زيادة استهلاك الوقود بنسبة % 25 للسفينة وذلك بسبب عدم دخول السفينة الحوض فى الأوقات المناسبة والمواعيد المحددة ، والسماح لها بالإستمرار لرحلات إضافية وأثر هذا على سرعة السفينة .  
فمثلا سفينة تسير بسرعة 17 عقدة مع بدن نظيف وبسبب الحشف تنخفض سرعتها إلى 14.3 عقدة وتقل كفاءتها عن السابق نتيجة تدهور حالة البدن بنسبة من % 8 إلى % 10 عند الدفع .

### 7.16- بعض التطبيقات الموجزة .

من الضروري أن يفكر بناؤا السفن جدياً فى سرعة السفينة فى فترة أداء التجربة الأولية وفى الجو الهادئ. ولكن أصحاب السفن تعتبر أن سرعة السفينة تخضع لعلاقة حتمية لبرنامج أداء دقيق للخط الملاحى ، ولعوامل عدة مشتركة مع نتائج جدول عمل التجربة الأولية وتقريباً تختلف السرعة مع الحمولة الساكنة المحددة بالتكتكات مثل كمية الوقود ، المياه العذبة ، الزيوت ، ومياه الصابورة - المياه المالحة المستخدمة فى الإتران - والإختلاف بين غاطس الحمولة الفعلى وغطاس التجربة .

ومن الممكن أن تكون مقاومة البدن فى حدود من % 30 to % 25 وأكثر لنفس السرعة وهذا التأثير ناتج عن العلاقة بين عزم المحرك وقدرته ، ورد الفعل على الرفض . ولقد ساعد هذا على تقليل السرعة الفعلية كل من نمو الطحالب على البدن ، الريح المعاكس ، وكفاءة المحرك المتدنية .

ويجب ألا نتمسك بالسرعة الفعلية للمحرك عند وجود بعض البرى والنحر لأجزاء المحرك لأن هذا يؤدى إلى إنخفاض قدرة المحرك بنسبة من 10% إلى 15% وفقد فى السرعة الفعلية أكثر من واحد عقدة وعند إختبار عزم المحرك لدفع السفينة لإعطائها القدرة المناسبة .