

## NOVENA CLASE HIDRODINAMICA RAMIRO MEGE

...El otro día veíamos cuales eran las variables que tenían que ver con la hélice y definimos algunos números adimensionales, que vamos a volver a ocupar.

J, que se le suele llamar deslizamiento y es la velocidad de acercamiento del agua a la hélice en relación a n y D

$$J = \frac{V_e}{n D}$$

El coeficiente de empuje, que esta dado por el empuje T partido por la densidad del agua por la velocidad al cuadrado y por el diámetro a la cuarta.

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

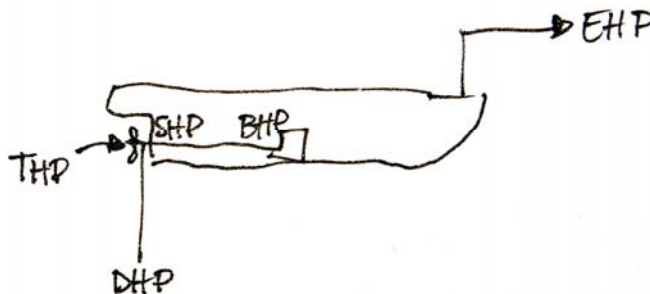
También teníamos un coeficiente de torque

$$K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$$

También teníamos lo que llamábamos un rendimiento que es rendimiento solamente de la hélice sin la intervención del casco.

$$\eta_o = \frac{J}{2\pi} \frac{K_T}{K_Q}$$

Anteriormente habíamos visto un dibujo en que teníamos la embarcación y distintas potencias:



- EHP, potencia efectiva
- BHP, potencia en la salida del motor, potencia al freno
- SHP, potencia justo antes de la salida, antes del codaste
- DHP, en la salida antes de la hélice
- THP, potencia de la hélice, potencia de empuje

Vamos a entrar a una nueva parte, es una manera que nos permitirá después ver cómo se selecciona una hélice.

### El rendimiento propulsivo

Es la relación entre el EHP y SHP, podríamos decir que es la potencia ante de la hélice y antes de pasar a través del casco. En el casco debe haber por lo menos un apoyo del eje además de un sistema de sello que impida que penetre el agua hacia dentro, y ese sistema junto con el apoyo consumen energía.

$$\eta_{PROP} = \frac{EHP}{SHP}$$

El SHP se puede determinar a través del torque, vale decir de Q. en forma general si yo tengo torque y lo multiplico por la velocidad angular (w) obtengo potencia. La velocidad angular es la velocidad rotacional multiplicada por el desarrollo de la circunferencia,  $2\pi n$  partido por 60, vale decir queda expresado en radianes por segundo, y n son revoluciones o vueltas por minuto.

$$Q w = N$$

$$w = \text{vel. angular} = 2\pi n / 60$$

$$N = \text{potencia}$$

### Rendimiento de la Hélice sola

Lo vamos a expresar de una manera distinta

$$\eta_o = \frac{T Ve}{2\pi n Q_o / 60}$$

Queda en función del empuje por la velocidad con que el líquido se acerca a la hélice partido por  $2\pi n Q_o / 60$

El empuje es una fuerza y la velocidad longitud partido por tiempo. Entonces tengo una potencia existente en la hélice dividida por la potencia que se la ha suministrado.

El  $Q_o$  le agregamos un o pues no es el mismo Q anterior, sino el de la hélice sola.

Hacemos la diferencia entre la velocidad del líquido a la hélice ( $V_e$ ) y la velocidad con que el líquido se acerca a la popa ( $V_p$ ), vamos a decir lo siguiente:

$$V_e < V_p$$

$$V_r = V_p - V_e$$

$V_r$  es la velocidad relativa, dado por la diferencia de velocidad gracias a la forma que tiene el casco.

### **Coefficiente de estela**

Este coeficiente tiene que ver con la relación del líquido en la popa menos la velocidad de avance con respecto a la hélice partido por la velocidad del líquido en la popa.

$$W = \frac{V_p - V_e}{V_p} = \frac{V_e}{V_p}$$

Este número va a ser bien importante, pues mas adelante es uno de los datos de entrada para determinar la hélice adecuada.

### **Coefficiente de empuje**

$$T > R_T$$

Tiene que ver con T. El empuje que genera la hélice normalmente es mayor que la resistencia total, uno pensaría que debiesen ser iguales. Se cree que esta diferencia se debe en parte a que la hélice no solo empuja el barco, sino también acelera el líquido, lo cual consume energía.

Otra razón puede ser que la hélice también incide en la formación de olas, lo cual también significa un consumo de energía.

$$t = \frac{T - R_T}{T}$$

### **Rendimiento de casco**

es la relación entre EHP y THP y también se puede expresar como R total multiplicado por la velocidad del líquido acercándose a la popa del barco dividido por el empuje multiplicado por la velocidad de avance de la hélice.

$$\eta_h = \frac{EHP}{THP} = \frac{R_T V_p}{T V_e}$$

### **Rendimiento de la hélice**

Es la fuerza de empuje (THP), que es es la parte efectiva que la hélice produce dividido por la potencia que se le esta suministrando.

$$\begin{aligned} \eta_b &= \frac{THP}{DHP} = \frac{T V_e}{2\pi n Q / 60} \\ &= \frac{T V_e}{2\pi n Q / 60} \cdot \frac{Q_0}{Q} \end{aligned}$$

También se puede escribir dado el THP que es el empuje por la velocidad partido por el DHP que viene a ser el torque, pero ahora el torque efectivo en el eje.

O se puede multiplicar y dividir por  $Q_0$  quedando una relación entre el  $Q_0$  que es el par que exigía la hélice al par que ahora exige la embarcación, entonces, el  $Q_0$  es el toque aislado y el  $Q$  es el torque del "ensayo autopulsado", que es el torque obtenido en el ensayo donde la hélice es la que mueve la embarcación.

En general cuando se habla de rendimiento se trata de la potencia útil partido por la potencia que se esta suministrando

### Rendimiento rotativo-relativo

Es la relación entre Q y Q<sub>o</sub>, Se hace esta operación para tener este valor aislado y hacer uso de este rendimiento. Muchas veces se tienen valores típicos de estos, se sabe que fluctúa entre valores; por decir entre 95 y 99%, lo cual sirve para dimensionar magnitudes durante la etapa de diseño.

$$\eta_{rr} = \frac{Q}{Q_o}$$

### Rendimiento Mecánico

Los rendimientos mecánicos siempre están donde hay roce y por tanto pérdida, entonces, si se tiene un eje y un descanso hay un roce en donde se puede obtener un rendimiento mecánico.

$$\eta_m = \frac{DHP}{SHP}$$

### De todo lo anterior podemos llegar a lo siguiente

$$\begin{aligned} \eta_{PROP} &= \frac{EHP}{THP} \cdot \frac{THP}{DHP} \cdot \frac{DHP}{SHP} \cdot \frac{EHP}{SHP} \\ &= \eta_h \cdot (\eta_b \eta_{rr}) \cdot \eta_m \end{aligned}$$

### Rendimiento Cuasipropulsivo

Es igual al rendimiento del casco multiplicado por el rendimiento de la hélice sola y multiplicado por el rendimiento rotativo-relativo. Es cuasi propulsivo porque no está el rendimiento mecánico

$$QCP = \eta_h \cdot \eta_o \cdot \eta_{rr} = \frac{EHP}{DHP}$$

### Coefficiente de Cavitación

La cavitación es un fenómeno que afecta el funcionamiento y consiste en la formación de burbujas de vapor de agua producidas por la baja presión en el lado de la hélice, no solo es un deterioro físico de la hélice sino también hace que la hélice trabaje mal, vale decir que no alcance a producir el empuje que le corresponde.

Un modo de impedir que se produzca la cavitación es tener la hélice lo suficiente mente sumergida da maneta que la presión no permita que se genere vapor de agua.

$$\sigma = \frac{P - P_v}{q}$$

Este coeficiente tiene que ver con valor P menos P<sub>v</sub> (presión de vapor) dividido por q  
La presión de vapor (P<sub>v</sub>) es una característica del agua según la temperatura que esté

El valor P es la suma de la presión atmosférica más la profundidad que tenga la hélice (h)  
Y q tiene que ver con la velocidad relativa vista anteriormente:

$$q = \frac{1}{2} \rho V r^2$$