

Práctica B2 – Ensayo de cavitación de una bomba centrífuga

Objetivos:

- Obtener el NPSHr de una bomba en función del caudal.
- Aplicación de leyes de semejanza, tanto como para corregir los valores medidos como para extrapolar los resultados obtenidos.

Realización de la práctica:

Para realizar un ensayo de NPSH de una bomba se necesita medir:

- Caudal
- Presión absoluta a la entrada de la bomba
- Altura útil o efectiva
- Velocidad de rotación
- Temperatura de fluido

Además necesitaremos una instalación que permita variar el caudal y el NPSHd

Disponemos de una instalación detallada y esquematizada en las siguientes figuras:

*cotas en cm

Mediremos la presión de entrada y salida de la bomba con los manómetros dispuestos para ello. El caudal lo mediremos con un diafragma y la presión de vacío con otro manómetro. Todos los puntos de medida cumplen los requisitos necesarios según las normas ISO.

La velocidad de rotación de la bomba se puede regular con el motor eléctrico, y el caudal lo regulamos con las válvulas del circuito. También disponemos de una bomba de vacío que al variar p_v regulará el NPSHd. Los diámetros de las tuberías son $D=104.47\text{mm}$ y $d=67.01\text{mm}$. La entrada de agua al tanque está situada por debajo del nivel de agua de forma que se evite la formación adicional de burbujas que puedan falsear la medida.

Con las medidas que tomamos, el cálculo de las magnitudes necesarias es el siguiente:

$$Q[m^3/h] = 3.7478 \sqrt{\Delta P(\text{mbar})}$$

$$H[m.c.a.] = (p_s(\text{bar}) + |p_e(\text{bar})|)10.2$$

$$NPSH_d[m.c.a.] = (p_{atm}(\text{mmdeHg}) - p_v(\text{mmdeHg}))0.0136 - |p_e(\text{bar})|10.2 + 3.1633 \cdot 10^{-4} Q^2[m^3/h]$$

Para hacer el ensayo de cavitación mediremos el caudal máximo de la bomba girando a 2000rpm. Después tomaremos una serie de medidas al 80%, 50% y 20% del caudal máximo, variando la presión de vacío escalonadamente. Para cada punto mediremos p_v , p_e , y p_s , para hallar el caudal, la altura y el NPSHd.

Cuando la bomba empieza a cavitarse la altura desciende bruscamente. El criterio que elegimos para encontrar el NPSHr, consiste en tomar el NPSHd cuando la altura ha descendido un 3%.

Los datos obtenidos fueron:

Para un caudal del 80%

Pdiaf=883.2mbar

Q=111.38m³/h

pv(cm.c.a)	Pe(kg/cm ²)	Ps(kg/cm ²)	H(m.c.a.)	NPSHd(m.c.a.)
0	0,15	1,5	16,493	12,76
5	0,25	1,4	16,493	11,71
10	0,3	1,35	16,493	11,16
15	0,35	1,25	15,994	10,61
20	0,4	1,2	15,994	10,06
25	0,45	1,15	15,994	9,512
30	0,5	1,1	15,994	8,962
35	0,55	1,05	15,994	8,412
40	0,65	1	16,493	7,363
45	0,7	0,85	15,494	6,813

Para un caudal del 50%

Pdiaf=344.9mbar

Q=69.60m³/h

pv(cm.c.a)	Pe(kg/cm ²)	Ps(kg/cm ²)	H(m.c.a.)	NPSHd(m.c.a.)
0	0,1	1,9	19,992	10,87
5	0,15	1,8	19,492	10,32
10	0,2	1,75	19,492	9,769
15	0,25	1,7	19,492	9,22
20	0,3	1,65	19,492	8,67
25	0,35	1,6	19,492	8,12
30	0,4	1,5	18,992	7,57
35	0,45	1,45	18,992	7,02
40	0,55	1,4	19,492	5,971
45	0,6	1,35	19,492	5,421
50	0,65	1,3	19,492	4,871
55	0,7	1,25	19,492	4,321
60	0,75	1,1	18,493	3,772

Para un caudal del 20%

Pdiaf=55.2mbar

Q=27.4m³/h

pv(cm.c.a)	Pe(kg/cm ²)	Ps(kg/cm ²)	H(m.c.a.)	NPSHd(m.c.a.)
0	0,05	2	20,492	10,08
5	0,1	1,95	20,492	9,532

10	0,15	1,9	20,492	8,982
15	0,2	1,85	20,492	8,432
20	0,25	1,8	20,492	7,882
25	0,3	1,75	20,492	7,332
30	0,35	1,7	20,492	6,783
35	0,45	1,6	20,492	5,733
40	0,45	1,6	20,492	5,683
45	0,55	1,5	20,492	4,633
50	0,6	1,45	20,492	4,084
55	0,65	1,4	20,492	3,534
60	0,65	1,3	19,492	3,484

Tamb=25°C

HR=65%

La segunda medida es de dudosa fiabilidad pues detectamos que la bomba, por el sonido que hacía el agua, empezó a cavitarse antes de que según nuestro criterio cavitara.

Ahora ya sólo nos queda hallar el punto de NPSHr, que será el punto de NPSHd cuando la altura haya disminuido un 3% según nuestro criterio antes expuesto.

Según esto el NPSHr resulta:

Para un caudal del 80%

NPSHr=7 mca

Para un caudal del 50%

NPSHr=4 mca

Para un caudal del 20%

NPSHr=3.5 mca

En la página siguiente ilustramos gráficamente el ensayo de NPSHr, así como una gráfica NPSHr-Q a partir de los resultados en la que podemos ver que el NPSHr es una función del caudal al cuadrado.

Ahora nos interesa saber, cual sería la gráfica NPSH-Q si variamos la velocidad de giro, aumentándola o disminuyéndola un 10%.

Estos valores están dentro de lo tolerado según norma por lo que podemos aplicar las leyes de semejanza y, por tanto, el nuevo NPSHr, que debemos usar es:

$$NPSH_{esp} = NPSHr \frac{n_{exp}^2}{n_r^2}$$

$$Q_{esp}=Q_r \frac{n_{esp}}{n_r}$$

Por tanto las gráficas NPSH-Q para las tres velocidades de giro quedarán:





