xylem

Información técnica

Conceptos y cálculos

Presión atmosférica.

Es la fuerza ejercida por la atmósfera por unidad de superficie.

Presión relativa. Es la presión medida en relación con la presión atmosférica (los manómetros o vacuómetros normales miden presiones relativas).

Presión absoluta. Es la suma de la presión relativa y la presión atmosférica.

Tensión de vapor a una determinada temperatura. Es la presión de un líquido que a esa temperatura se halla en equilibrio con su vapor en un depósito cerrado.

Caudal de impulsión de la bomba. Es el volumen útil suministrado por la bomba en la unidad de tiempo.

Peso específico. Es el peso que corresponde a la unidad de volumen. (kg/dm^3).

Masa específica o densidad absoluta es la masa que corresponden a la unidad de volumen.

ALTURA MANOMÉTRICA.

Es la altura total o presión diferencial (medidas en metros columna de líquido) que debe vencer una bomba y responde a:

$H_m = H_g + P_c + (P_i - P_a)\ 10/\gamma$

Siendo:

H_g = Altura geométrica de elevación o desnivel existente entre el nivel más alto del líquido en la impulsión y el nivel más bajo en la aspiración, medido en metros.

P_c= Pérdidas de carga o rozamiento que oponen al paso del líquido las tuberías de aspiración e impulsión y sus accesorios (válvulas, curvas, codos, etc) medidas en metros.

$(P_i - P_a)\ 10/\gamma$= Presión diferencial existente sobre las superficies del líquido en impulsión y aspiración expresada en Kg/cm^2

Para recipientes abiertos este valor es nulo, ya que se cumple $P_i = P_a$ =Presión atmosférica.

γ = Peso específico del líquido bombeado en Kg/dm^3

ELECCIÓN DE LAS TUBERÍAS.

La selección del diámetro interior de la tubería que ha de emplearse en una instalación es más bien un problema técnico-económico.

Dimensionando en exceso la tubería habremos conseguido reducir las pérdidas de carga, si bien esta reducción puede no compensar el costo de la misma.

Por el contrario, al seleccionar una tubería de poco diámetro, se aumentan considerablemente las pérdidas de carga, y por consiguiente, la altura manométrica y el costo del grupo motobomba.

La elección de una tubería con pérdidas de carga elevadas implica un gasto superior constante de energía que en ocasiones podría amortizar la instalación.

Como norma general, se estima una velocidad de circulación de:

- Tubería de aspiración de 1 a 2 m/s
- Tubería de impulsión de 1,5 a 3 m/s

Velocidades inferiores a 0,5 m/s pueden conducir a sedimentación de sólidos dentro de los tubos; por encima de 5 m/s tiene lugar a abrasión si el líquido es agua residual.

La siguiente fórmula nos permite calcular de forma rápida la velocidad del fluido en las tuberías.

$$V = \frac{353{,}7 \times Q}{D^2}$$

Donde:

V= Velocidad en m/s

Q = Caudal en m^3/h

D = Diámetro en mm

Se establecen ciertas equivalencias en tubería que nos permiten obtener datos sobre otras tuberías.

CAPACIDAD CONSTANTE.

- Las velocidades del líquido están en razón inversa del cuadrado de los diámetros de las tuberías.

$$\frac{V}{V_1} = \frac{D_1^2}{D^2}$$

- Las pérdidas de carga están en razón inversa de la quinta potencia del diámetro de las tuberías.

$$\frac{P}{P_1} = \frac{D_1^5}{D^5}$$

DIÁMETRO CONSTANTE

- La pérdida de carga es proporcional al cuadrado de la capacidad.

$$\frac{P}{P_1} = \frac{Q^2}{Q_1^2}$$

Polígono Industrial O Rebullón s/n. 36416 - Mos - España - rodavigo@rodavigo.com

xylem

NPSH DISPONIBLE - NPSH REQUERIDO

En el Funcionamiento de toda bomba centrífuga existe el peligro de que se presente el fenómeno de cavitación, consistente en la formación de bolsas de vapor dentro de la bomba. Este hecho se produce si en algún punto del rodete impulsor se alcanza una presión inferior a la tensión de vapor del líquido correspondiente a la temperatura de bombeo.

Para que una bomba funcione sin problemas ha de cumplirse la condición:

$$NPSH_{disponible} \geq NPSH_{requerido}$$

Por razones de seguridad y para cubrir condiciones transitorias, se recomienda que exista un exceso de aproximadamente 0,5-1 m

$$NPSH_d \geq NPSH_r + \text{aprox}\ (0{,}5 - 1)\ m$$

NPSH DISPONIBLE.

El NPSH disponible para una bomba en una instalación se deduce aplicando el principio de conservación de la energía entre la superficie libre del líquido y conexión de aspiración de la bomba, según la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \frac{10\,P_a}{\gamma} - H_a - \Delta H_a - \frac{10\,T_v}{\gamma}$$

P_a = Presión atmosférica o presión en el depósito de aspiración en Kg/cm²

H_a = Altura geométrica de aspiración, en metros (lleva signo positivo cuando el nivel de aspiración está por debajo del eje de la bomba y negativo cuando está por encima).

ΔH_a = Pérdidas de carga en la aspiración, en metros

T_v = Tensión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, Kg/cm²

γ = Peso específico del líquido en Kg/dm³

NPSH REQUERIDO.

El NPSH requerido es un dato característico de cada tipo de bomba, el cual debe ser facilitado por el fabricante.

H_z= Presión absoluta mínima necesaria en la zona inmediatamente anterior a los álabes del impulsor en metros.

$$NPSH_r = H_z + \frac{V_a^2}{2g}$$

Carga dinámica correspondiente a la velocidad de entrada del líquido en la boca del rodete en metros, para V_a en m/s.

CÁLCULO DE LA ALTURA MÁXIMA DE ASPIRACIÓN DE UNA BOMBA PARTIENDO EL NPSH REQUERIDO.

$$\frac{V_a^2}{2g} = \qquad NPSH_d \geq NPSH_r$$

H (capacidad de aspiración) =

Como medida preventiva y de seguridad y para cubrir condiciones transitorias, se recomienda añadir al menos 0,5 metros.

$$\frac{10\,P_a}{\gamma} - H_a - \Delta H_a - \frac{10\,T_v}{\gamma}\ NPSH_r$$

$$H_a + \Delta H_a\ \frac{10\,P_a}{\gamma} - \frac{10\,T_v}{\gamma} - NPSH_r$$

FORMULARIO

POTENCIAS ELÉCTRICAS DE LOS MOTORES

MOTOR ELÉCTRICO	POTENCIA ABSORBIDA DE LA RED (P1)	POTENCIA SUMINISTRADA (P2)
MONOFÁSICO	$Kw = \frac{V x I x \cos\varphi}{1000}$	$Kw = \frac{V x I x \cos\varphi x \eta}{1000}$
TRIFÁSICO	$Kw = \sqrt{3}\ x\ \frac{V x I x \cos\varphi x \eta}{1000}$	$Kw = \sqrt{3}\ x\ \frac{V x I x \cos\varphi x \eta}{1000}$

Kw: Potencia en Kw

V: Tensión entre fases en voltios

I: Intensidad de la red en Amperios

Cos φ = Desfase intensidad/tensión

η = Pérdidas en rodamientos, fricción, pérdidas en el entre hierro, pro resistencia y dispersión.

POTENCIA ABSORBIDA POR BOMBA.

$$Kw = \frac{Q x H_m x \gamma}{367 x \eta_h} \qquad CV = \frac{Q x H_m x \gamma}{270 x \eta_h}$$

Q= Caudal en m³/h

H_m=Altura manométrica en m

γ = Peso específico del líquido en Kg/dm³

η = Rendimiento en porcentaje (%)

kW= Potencia en kW

CV= Potencia en CV

09

xylem

Selección del cable para motores sumergibles

Tendremos que tener en cuanta la intensidad máxima admisible en Amperios para servicio permanente en corriente alterna. Los cables serán de cuatro conductores con aislamiento de Policloropreno (H07RN-F) o Etileno-Propileno

Sección (mm²)	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
In. Max. (A)	14	18	24	32	40	57	76	100	125	150	190	230	270	310

Estas tablas están calculadas para temperatura ambiente de 30°C. Los coeficientes de corrección para otras temperaturas son:

Temperatura Ambiente	20	30	35	40	45	50	60
Coeficiente	1,12	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,5

CÁLCULO

La longitud y la sección del cable se calculan para la intensidad máxima admisible y para una pérdida o caída de tensión máxima del 3%, utilizando las siguientes fórmulas:

Corriente monofásica

$$S = \frac{2 x L x I x \cos\varphi}{56 x \Delta V}$$

Corriente trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} x L x I x \cos\varphi}{56 x \Delta V}$$

Arranque directo

$$S = \frac{2 x L x I x \cos\varphi}{\sqrt{3} x 56 x \Delta V}$$

S= Sección del cable en mm² de cada una de las fases

L= Longitud del cable en metros

I= Intensidad Nominal del motor en Amperios

Cos φ = Cos φ a plena carga del motor

Δv= Caída de tensión máxima admitida (3% de V, siendo V la tensión entre fases de la Red Eléctrica)

TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA PARA ACCESORIOS EN FUNDICIÓN

ACCESORIO TIPO	DN											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
	Longitud de tubería equivalente en metros											
Curva a 45°	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	1,1	1,5	1,9	2,4	2,8
Curva a 90° Norma 3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	2,1	2,6	3,0	3,9	4,7	5,8
Curva a 90° Norma 5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	1,9	2,8	3,4	3,9
T o racor 1,1	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	4,3	5,3	6,4	7,5	10,7	12,8	
Válvula de compuerta	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3
Válvula antiretorno	1,1	1,5	1,9	2,4	3,0	3,4	4,7	5,9	7,4	9,6	11,8	13,9

Estos valores tienen que ser multiplicados por:
1,41 para accesorios de acero
1,85 para accesorios de acero inoxidable, cobre o fundición revestida
Cuando hallemos la longitud de tubería equivalente, la pérdida de carga la obtendremos de la tabla de pérdidas de carga.
Estos valores pueden variar dependiendo del modelo, sobre todo para las válvulas de compuerta y antiretorno, siendo adecuado tomar los valores del fabricante.

xylem

Pérdidas de carga para tuberias de PVC

TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC/PE POR CADA 100 m

CAUDAL			DIÁMETRO NOMINAL EN mm y en pulgadas										
m³/hor	l/min		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
0,5	8		8,9	2,1	1,33	0,40	0,13						
1	17			7	1,9								
1,5	25			14,2	3,9	1,2							
2	33				6,4	2							
2,5	42				9,4	2,9	1,3						
3	50				13	4	1,8						
4	67					6,6	2,9						
5	83					9,8	4,3	1,2					
6	100					13,5	6	1,6					
8	133						9,9	2,7	0,9				
10	167						14,6	4	1,3				
12	200						20,1	5,5	1,8				
15	250							8,1	2,7	0,9			
18	300	Pc						11,1	3,7	1,2			
20	333							13,3	4,5	1,4			
25	417							19,7	6,6	2,1	0,7		
30	500								9	2,9	1		
35	583								11,8	3,8	1,3		
40	667								15	4,7	1,7		
50	833									7	2,5	0,9	
60	1000									9,6	3,4	1,2	
70	1167									12,5	4,4	1,5	0,6
80	1333										5,6	1,9	0,8
90	1500										7,3	2,4	1
100	1667										8,9	2,9	1,2
125	2083										12,8	4,5	1,8
150	2500											6,3	2,6
175	2916											8,4	3,5
200	3333											10,7	4,4
250	4167												6,7
300	5000												9,3

xylem

Pérdidas de carga para tuberias de fundición

TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE FUNDICIÓN POR CADA 100 m

(FÓRMULA DE HAZEN WILLIAMS C=100)

CAUDAL			DIÁMETRO NOMINAL EN mm y en pulgadas																
m³/h	l/min		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	14"	16"
0,6	10	v	0,94	0,53	0,34	0,21	0,13												
		Pc	16	3,94	1,33	0,40	0,13												
0,9	15	v	1,42	0,80	0,51	0,31	0,20												
		Pc	33,9	8,35	2,82	0,85	0,29												
1,2	20	v	1,89	1,06	0,68	0,41	0,27	0,17											
		Pc	57,7	14,21	4,79	1,44	0,49	0,16											
1,5	25	v	2,36	1,33	0,85	0,52	0,33	0,21											
		Pc	87,2	21,5	7,24	2,18	0,73	0,25											
1,8	30	v	2,83	1,59	1,02	0,62	0,40	0,25											
		Pc	122	30,1	10,1	3,05	1,03	0,35											
2,1	35	v	3,30	1,86	1,19	0,73	0,46	0,30											
		Pc	162	40,0	13,5	4,06	1,37	0,46											
2,4	40	v		2,12	1,36	0,83	0,53	0,34	0,20										
		Pc		51,2	17,3	5,19	1,75	0,59	0,16										
3	50	v		2,65	1,70	1,04	0,66	0,42	0,25										
		Pc		77,4	26,1	7,85	2,65	0,89	0,25										
3,6	60	v		3,18	2,04	1,24	0,80	0,51	0,30										
		Pc		108	36,6	11,0	3,71	1,25	0,35										
4,2	70	v		3,72	2,38	1,45	0,93	0,59	0,35										
		Pc		144	48,7	14,6	4,93	1,66	0,46										
4,8	80	v		4,25	2,72	1,66	1,06	0,68	0,40										
		Pc		185	62,3	18,7	6,32	2,13	0,59										
5,4	90	v			3,06	1,87	1,19	0,76	0,45	0,30									
		Pc			77,5	23,3	7,85	2,65	0,74	0,27									
6	100	v			3,40	2,07	1,33	0,85	0,50	0,33									
		Pc			94,1	28,3	9,54	3,22	0,90	0,33									
7,5	125	v			4,25	2,59	1,66	1,06	0,63	0,41									
		Pc			142	42,8	14,4	4,86	1,36	0,49									
9	150	v				3,11	1,99	1,27	0,75	0,50	0,32								
		Pc				59,9	20,2	6,82	1,90	0,69	0,23								
10,5	175	v				3,63	2,32	1,49	0,88	0,58	0,37								
		Pc				79,7	26,9	9,07	2,53	0,92	0,31								
12	200	v				4,15	2,65	1,70	1,01	0,66	0,42								
		Pc				102	34,4	11,6	3,23	1,18	0,40								

Los valores de Pc tienen que ser multiplicados por:
0,71 para tubería galvanizada
0,54 para tubería en acero inoxidable
0,47 para tubería de PVC o PE

Polígono Industrial O Rebullón s/n. 36416 - Mos - España - rodavigo@rodavigo.com

xylem

Pérdidas de carga para tuberias de fundición

TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE FUNDICIÓN POR CADA 100 m

CAUDAL			DIÁMETRO NOMINAL EN mm y en pulgadas																
m ³/h	l/min		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	14"	16"
15	250	v				5,18	3,32	2,12	1,26	0,83	0,53	0,34							
		Pc				154	52,0	17,5	4,89	1,78	0,60	0,20							
18	300	v					3,98	2,55	1,51	1,00	0,64	0,41							
		Pc					72,8	24,6	6,85	2,49	0,84	0,28							
24	400	v					5,31	3,40	2,01	1,33	0,85	0,54	0,38						
		Pc					124	41,8	11,66	4,24	1,43	0,48	0,20						
30	500	v					6,63	4,25	2,51	1,66	1,06	0,68	0,47						
		Pc					187	63,2	17,6	6,41	2,16	0,73	0,30						
36	600	v						5,10	3,02	1,99	1,27	0,82	0,57	0,42					
		Pc						88,6	24,7	8,98	3,03	1,02	0,42	0,20					
42	700	v						5,94	3,52	2,32	1,49	0,95	0,66	0,49					
		Pc						118	32,8	11,9	4,03	1,36	0,56	0,26					
48	800	v						6,79	4,02	2,65	1,70	1,09	0,75	0,55					
		Pc						151	42,0	15,3	5,16	1,74	0,72	0,34					
54	900	v						7,64	4,52	2,99	1,91	1,22	0,85	0,62					
		Pc						188	52,3	19,0	6,41	2,16	0,89	0,42					
60	1000	v							5,03	3,32	2,12	1,36	0,94	0,69	0,53				
		Pc							63,5	23,1	7,79	2,63	1,08	0,51	0,27				
75	1250	v							6,28	4,15	2,65	1,70	1,18	0,87	0,66				
		Pc							96,0	34,9	11,8	3,97	1,63	0,77	0,40				
90	1500	v							7,54	4,98	3,18	2,04	1,42	1,04	0,80				
		Pc							134	48,9	16,5	5,57	2,29	1,08	0,56				
105	1750	v							8,79	5,81	3,72	2,38	1,65	1,21	0,93				
		Pc							179	65,1	21,9	7,40	3,05	1,44	0,75				
120	2000	v								6,63	4,25	2,72	1,89	1,39	1,06	0,68			
		Pc								83,3	28,1	9,48	3,90	1,84	0,96	0,32			
150	2500	v								8,29	5,31	3,40	2,36	1,73	1,33	0,85			
		Pc								126	42,5	14,3	5,89	2,78	1,45	0,49			
180	3000	v									6,37	4,08	2,83	2,08	1,59	1,02	0,71		
		Pc									59,5	20,1	8,26	3,90	2,03	0,69	0,28		
210	3500	v									7,43	4,76	3,30	2,43	1,86	1,19	0,83		
		Pc									79,1	26,7	11,0	5,18	2,71	0,91	0,38		
240	4000	v									8,49	5,44	3,77	2,77	2,12	1,36	0,94		
		Pc									101	34,2	14,1	6,64	3,46	1,17	0,48		
300	5000	v										6,79	4,72	3,47	2,65	1,70	1,18		
		Pc										51,6	21,2	10,0	5,23	1,77	0,73		
360	6000	v										8,15	5,66	4,16	3,18	2,04	1,42		
		Pc										72,3	29,8	14,1	7,33	2,47	1,02		
420	7000	v											6,61	4,85	3,72	2,38	1,65	1,21	
		Pc											39,6	18,7	9,75	3,29	1,35	0,64	
480	8000	v											7,55	5,55	4,25	2,72	1,89	1,39	
		Pc											50,7	23,9	12,49	4,21	1,73	0,82	
540	9000	v											8,49	6,24	4,78	3,06	2,12	1,56	1,19
		Pc											63,0	29,8	15,5	5,24	2,16	1,02	0,53
600	10000	v												6,93	5,31	3,40	2,36	1,73	1,33
		Pc												36,2	18,9	6,36	2,62	1,24	0,65

Pc: Pérdida de carga por cada 100 m de tubería recta (m)
V: Velocidad del agua