انزلاق المضخة Slip of the Pump : وهو الفرق بين تصريف المضخة النظري والحقيقي على التصريف النظري :

$$Slip\ \% = \frac{Q_{th} - Q_{ac}}{Q_{th}}$$ النسبة المؤية للأنزلاق

وهذا الفرق (الانزلاق) ناتج من وجود أحد الأسباب التالية:

١- وجود التسرب الذي يحدث عبر صمامي السحب والدفع وعبر المكبس نتيجة تأثير الضغط.

٢- عندما تعمل المضخة بسرعة عالية جدا مما يسبب فتح صمام الدفع قبل إكمال شوط السحب وفي هذه الحالة يندفع بعض السائل إلى أنبوب الدفع قبل ان يبدأ المكبس شوط الدفع.

يكون الانزلاق في معظم الأحيان موجبا ، وفي بعض الأحيان يكون سالبا ويحدث ذلك عندما يكون أنبوب السحب طويلا وأنبوب الدفع قصير.

$$C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$$ معامل التصريف

2- المضخات الايجابية الدوارة:

١- تتكون من عدد من الغرف الأسطوانية أو متعددة الأشكال وهي تملأ وتفرغ عند دورانها وبذلك تتعدد الغرف التي تتصل بأنبوب التصريف أو السحب في خلال دورة واحدة مما يجعل تصريف المضخة أكثر انتظاما.

٢- ويمكن لهذه المضخات ان تدور بسرعات عالية قد تصل الى ٤٠٠٠ دورة / دقيقة 4000 rpm

٣- تكون أصغر حجما وأخف وزنا

٤- رخيصة الثمن

٥- ذات كفاءة جيدة

٦- تستعمل مع السوائل اللزجة حيث يقل التسرب بازدياد اللزوجة

ومن أهم هذه المضخات المضخة ذات التروس Gear pumps: تستخدم هذه المضخة مع نظم التزييت الجيري ذات اللزوجة العالية وتتكون من ترسين متشابهين احدهما قائد والآخر مقاد يدوران داخل غلاف باتجاهين متعاكسين حيث يدخل السائل من فتحة السحب في اتجاه محور الدوران حيث يملأ القنوات (الغرف) الموجودة بين أسنان الترسين القائد والمقاد والغلاف ثم يندفع خارجا داخل أنبوب الدفع أي ان الغرف تملأ وتفرغ في كل دورة ويمكن حساب تصريف المضخة كما يلي :

حجم السائل المنقول من ناحية السحب الى ناحية الدفع في كل دورة يساوي ضعف حجم الغرفة الواحدة في عدد الأسنان بالترس الواحد اي ان :

$$Q = \frac{2ALNR}{60} \times \eta_v$$

A : المساحة المحصورة بين سنين من أسنان الترس والغلاف

L : طول الترس ، R : عدد أسنان الترس الواحد

N : عدد الدورات بالدقيقة ، η_v : الكفاءة الحجمية

الشحنة المانومترية (H_m) manometric Head :

هي الشحنة الحقيقية التي يجب على المضخة التغلب عليها ويمكن حسابها بثلاث طرق :

$$H_m = H_s + H_d + \frac{v_d^2}{2g} + H_{fs} + H_{fd} \quad ---(1)$$

H_s: الشحنة الستاتية ، H_d: شحنة التصريف او الدفع

H_{fs}: خسارة الشحنة بالاحتكاك

H_{fd}: خسارة الشحنة بالاحتكاك في انبوب الدفع

$\frac{v_d^2}{2g}$: شحنة السرعة أو الحركة ، في انبوب الدفع

v_d : السرعة عند انبوب الدفع

$$H_m = \frac{v_{w1} \times v_1}{g} - impller\ losses - - - (2)$$

الشغل المنجز لكل كغم ماء (الشحنة الحقيقية المتولدة

الخسارة في الشحنة خلال الدفاعة في الدفاعة)

$$H_m = \left(\frac{P_d}{\gamma} + Z_d + \frac{v_d^2}{2g}\right) + \left(\left(\frac{P_s}{\gamma} + Z_s + \frac{v_s^2}{2g}\right)\right) - - - (3)$$

الطاقة لكل كغم عند مخرج الدفاعة (الطاقة عند انبوب الدفع)

الطاقة لكل كغم عند مدخل الدفاعة (الطاقة عند انبوب السحب)

الضغط المانومتري: $P_m = H_m \times \rho = \left(\frac{kg}{m^2}\right)$

تمارين ومسائل على المضخات

Exam.1 : اذا كان القطر الخارجي والداخلي لدفاعة مضخة طاردة مركزية 30 cm , 15 cm على التوالي وزوايا ريش الدفاعة 30^o , 25^o عند مخرجها ومدخلها وان سرعة الدفاعة 1450 rpm فاذا كانت سرعة جريان الماء خلال الدفاعة ثابتة ، أوجد الشغل المنجز بواسطة الدفاعة ؟

Solution:

زاوية ريش الدفاعة عند المدخل $\theta = 30^o$ ، قطر الدفاعة الداخلي $d = 15cm = 0.15m$ ،

زاوية ريش الدفاعة عند المخرج $\varphi = 25^o$ قطر الدفاعة الخارجي $d_1 = 30cm = 0.3m$

السرعة الدورانية N = 1450 rpm ، سرعة الجريان ثابتة $V_{f1} = V_f$

الشغل المنجز بواسطة الدفاعة W = ?

$$W = \frac{V_{W1} \times v_1}{g} \quad , \quad v_1 = \frac{\pi d_1 N}{60} = \frac{\pi \times 0.3 \times 1450}{60} = 22.78\ m/s \quad , \quad V_{W1} = v_1 - \frac{V_{f1}}{\tan\varphi}$$

$$V_f = V_{f1} = v \tan\theta \quad , v = \frac{d}{d_1} \times v_1 = \frac{0.15}{0.3} \times 22.78 = 11.39 m/s$$

V_f = 11.39 tan 30 = 6.58 m/s

V_{w1}= 22.78 – 6.58 / tan 25 =8.67 m/s

W = 8.67 x 22.78 / 9.8 = 20.13 Kg . m

OR W = V_{W1} X V_1= 8.67 X 22.78 = 197.5 N.m

مثال: مضخة طاردة مركزية ذات دفاعة قطرها الداخلي والخارجي 15 cm , 25 cm على التوالي وتصريف هذه المضخة 50 L/s عند سرعة 1500 rpm وسرعة الجريان ثابتة خلال الدفاعة عن سرعة 2.5 m/s وريش المروحة مقوسة نحو الخلف بزاوية 30^0 عند المخرج ، أقطار انابيب السحب والدفع 15 cm , 10 cm على التوالي وشحنة الضغط عند السحب 4m تحت الضغط الجوي وعند الدفع 18 m فوق الضغط الجوي فأذا كانت القدرة اللازمة لادارة المضخة 25 h_p أوجد ما يلي :

١- زاوية الريشة عند مدخل الدفاعة
٢- الشحنة المانومترية
٣- الكفاءة الكلية
٤- الكفاءة المانومترية

Solution:

$$d = 15cm = 0.15m \ , \ d_1 = 25cm = 0.25m \ , \ N = 1500\,rpm \ , \ H_m = 22m \ , \ \varphi = 30^0 \ ,$$

$$V_{f1} = V_f = 2.5m/s \ , \ Q = 50L/s = \frac{50}{1000} = 0.05\,m^3/s \ , \ P = 25\,h_p$$

$$d_s = 15cm = 0.15m \ , \ d_d = 10cm = 0.10m$$

عمود ضغط الماء الذي يكافئ الضغط الجوي هو

$$p = \rho\, g\, h \Rightarrow h_{atmos} = \frac{p}{\rho\, g} = \frac{101.3 \times 10^3}{1000 \times 9.8} = 10.33m$$

$\frac{p}{\gamma} = h_{atmos} - 4 = 10.3 - 4 = 6.3m$ شحنة الضغط عند السحب (المدخل)

$\frac{p}{\gamma} = h_{atmos} - 4 = 10.3 - 18 = 28.3m$ شحنة الضغط عند الدفع (المخرج)

$\theta = ?\ ,\ H_m = ?\ ,\ \eta_o = ?\ ,\ \eta_{man} = ?$

(1).

$\tan\theta = \frac{V_f}{V}$ $\qquad V = \frac{\pi d N}{60} = \frac{\pi \times 0.15 \times 1500}{60} = 11.78 m/s$

$\tan\theta = \frac{2.5}{11.78} = 0.2122 \ \Rightarrow \ \theta = 11^o$

(2).

$$H_m = (\frac{p_b}{\gamma} + \frac{v_d^{\,2}}{2g} + Z_b) - (\frac{p_a}{\gamma} + \frac{v_s^{\,2}}{2g} + Z_a)$$

$Q = AV_s \ \Rightarrow \ 0.05 = \frac{\pi}{4}(0.15)^2 \times V_S \ \Rightarrow V_S = \frac{0.05 \times 4}{\pi \times (0.15)^2} = 2.82 m/s$

$Q = AV_d \ \Rightarrow \ 0.05 = \frac{\pi}{4}(0.1)^2 \times V_d \ \Rightarrow V_d = \frac{0.05 \times 4}{\pi \times (0.1)^2} = 6.36 m/s$

$$H_m = (28.3 + \frac{(6.36)^2}{2 \times 9.8}) - (6.3 + \frac{(2.82)^2}{2 \times 9.8}) = 23.66m$$

(3).

$$\eta_o = \frac{\frac{M.H_m}{75}}{P(h_p)\ of\ prime mover} = \frac{M \times H_m}{75 h_p}$$

$$M = \rho Q = 1000 \times 0.05 = 50\,Kg/s$$

$$\eta_o = \frac{50 \times 23.66}{75 \times 25} = 0.6309 = 63.09\%$$

(4).

$$V_{W_1} = v_1 - \frac{V_{f_1}}{\tan\varphi}$$

$$\eta_{man} = \frac{H_m}{\frac{V_{w1} \times v_1}{g}} = \frac{H_m \times g}{V_{W1} \times V_1}$$

$$v_1 = \frac{\pi d_1 N}{60} = \frac{\pi \times 0.25 \times 1500}{60} = 19.64 m/s$$

$$V_{W_1} = 19.64 - \frac{2.5}{\tan 30} = 15.31 m/s$$

$$\eta_{man} = \frac{23.66 \times 9.8}{15.31 \times 19.64} = 0.772 = 77.2\%$$