

الباب السادس

الحسابات الهيدروليكية

الحسابات الهيدروليكية

١/٦ - المعاملات الخاصة بالمضخات والمحركات الهيدروليكية :
في الجدول (٦ - ١) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة .

الرمز	الوحدة	الكمية
V	cc/rev	الإزاحة (الحجم الهندسى)
n	rpm	السرعة الدورانية .
p	bar	ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية .
Δp_m	bar	فرق الضغط بين مدخل ومخرج المحرك .
Q	L / min	معدل التدفق .
T	N. m	العزم .
w _o	KW	القدرة المعطاة بواسطة المحرك .
w _i	Kw	القدرة المستهلكة بواسطة المضخة .
η_v	-	الكفاءة الحجمية .
η_m	-	الكفاءة الميكانيكية .
η	-	الكفاءة الكلية .

وفيما يلي المعادلات الخاصة بالمضخات :

$$Q = \frac{Vn \eta_v}{1000} \quad (L / \text{min}) \rightarrow 6.1$$

$$w_i = \frac{Q P}{600 \eta_m} \quad (\text{kw}) \rightarrow 6.2$$

$$\eta = \eta_v \eta_m \rightarrow 6.3$$

وفيما يلي المعادلات الخاصة بالمحركات الهيدروليكية :

$$Q = \frac{Vn}{1000 \eta_v} \text{ (L / min)} \rightarrow 6.4$$

$$w_o = \frac{Q \Delta P_m \eta}{600} \text{ (kw)} \rightarrow 6.5$$

$$T = \frac{V \Delta p_m \eta_m}{62.8} \text{ (N. m)} \rightarrow 6.6$$

مثال 1 :

وحدة إدارة هيدروستاتيكية تتراوح سرعة محركها ما بين 2000 rpm : 0 ، وكان أقصى عزم لمحركها 80 Nm يدور المحرك في الاتجاهين وضغط التشغيل للمحرك . 100 bar

والمطلوب تعيين إزاحة المحرك وأقصى تدفق للمضخة والقدرة المستهلكة في المضخة إذا كانت الكفاءة الحجمية للمحرك والمضخة 0.9 ، وكفاءة وصلة المحرك والمضخة 0.95

الإجابة :

يتم حساب إزاحة المحرك باستخدام المعادلة 6.6

$$T = \frac{V \Delta P_m \eta}{62.8}$$

$$\Delta 80 = \frac{V (100) (0.95)}{62.8} = \text{لذا فإن } \omega$$

$$P_m = 100 - 0 = 100 \text{ bar}$$

$$v = 53 \text{ cc / rev}$$

ويتم حساب أقصى خرج للمضخة بمعرفة أقصى تدفق يحتاجه المحرك باستخدام

$$Q = \frac{V n}{1000 \eta_v} \quad \text{المعادلة 6.4}$$

$$= \frac{(53)(2000)}{(1000)(0.9)} = \frac{118 \text{ L/MIN}}{0.9}$$

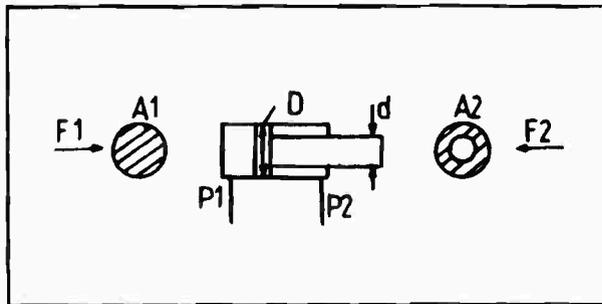
ويتم حساب القدرة المستهلكة في المضخة باستخدام المعادلة 6.2 :

$$W_i = \frac{600 \eta}{(118)(100)} = \frac{23 \text{ KW}}{(600)(0.9)(0.95)}$$

٢/٦ - المعادلات الخاصة بالاسطوانات الهيدروليكية :
 في الجدول (٦ - ٢) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :
 الجدول (٦ - ٢)

الرمز	الوحدة	الكمية
F_1	N	قوة الدفع في التقدم (الذهاب) .
F_2	N	قوة الدفع في (العودة) .
p_1	bar	الضغط في غرفة المكبس .
p_2	bar	الضغط في غرفة عمود المكبس .
A_1	cm^2	مساحة المكبس .
A_2	cm^2	المساحة الحلقية للمكبس .
D	mm	قطر المكبس .
d	mm	قطر عمود المكبس .
Q	L/min	معدل التدفق .
V_1	m/sec	سرعة الاسطوانة في التقدم .
V_2	m/sec	سرعة الاسطوانة في العودة .

والشكل (٦ - ١) يعرض الكميات المختلفة المستخدمة في الاسطوانات



الشكل (٦ - ١)

وفيما يلي المعادلات الخاصة بالاسطوانات :

$$F_1 = 9.8 (P_1 A_1 - P_2 A_2) \quad (N) \quad 6.7$$

$$F_2 = 9.8 (P_2 A_2 - P_1 A_1) \quad (N) \quad 6.8$$

$$V_1 = \frac{Q}{6 A_1} \quad (M/S) \quad 6.9$$

$$V_2 = \frac{Q}{6 A_2} \quad (M/S) \quad 6.10$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{400} \quad (CM^2) \quad 6.11$$

$$A_2 = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{400} \quad (CM^2) \quad 6.12$$

مثال ٢ :

اسطوانة لها مكبس قطره 100 mm وضغط التشغيل لها 50 bar إحسب قوة الدفع عند التقدم واحسب سرعة الاسطوانة عند التقدم إذا كان معدل التدفق 150L / min .

الإجابة :

يتم حساب القوة عند التقدم باستخدام المعادلة : 6.7

$$F_1 = 9.8 (p_1 A_1 - p_2 A_2)$$

$$p_2 = 0$$

$$f_1 = 9.8 \times 50 \times \frac{\pi (100)^2}{400} = \underline{38499.9 N}$$

يتم حساب سرعة الاسطوانة عند التقدم باستخدام المعادلة 6.9

$$V_1 = \frac{Q}{6 A_1}$$

$$V_1 = \frac{150}{6 \times \frac{\pi (100)^2}{400}} = \underline{0.32 M/S}$$

١/٢/٦ - تعيين قطر عمود الاسطوانة تبعاً لطوله والحمل

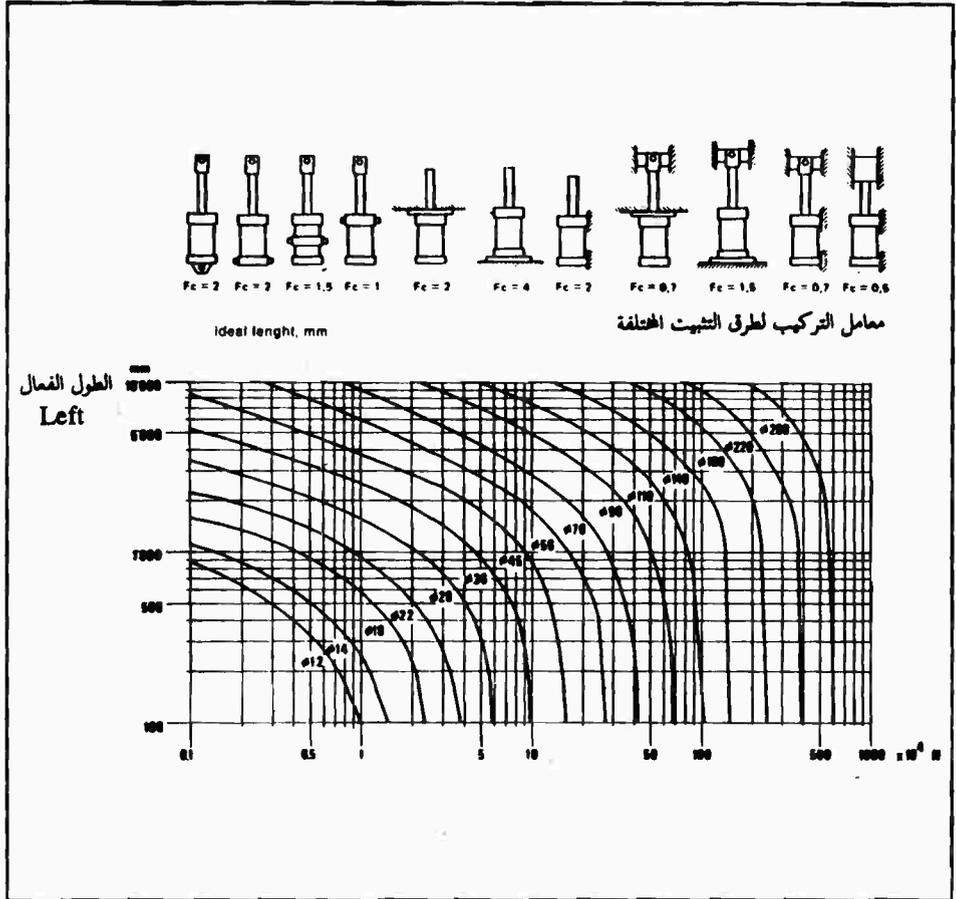
الميكانيكى :

لمنع حدوث انحناء لعمود الاسطوانة يجب أن يختار قطر العمود بما يتناسب مع طوله والحمل المؤثر عليه ، وطريقة تثبيت الاسطوانة والشكل (٦ - ٢) يوضح

طرق التثبيت المختلفة للاسطوانات ومعامل التركيب F_C لكل طريقة ، وفي نفس الشكل علاقة بيانية بين طول العمود الفعال L_{ef} والقوة المؤثرة عليه عند قيم مختلفة لقطر العمود .

مع العلم بأن العلاقة بين الطول الفعال للعمود وطول شوط الاسطوانة L_S ومعامل التركيب F_C نحصل عليها من المعادلة التالية :

$$L_{ef} = L_S \cdot F_C \quad (6.13)$$



الشكل (٦ - ٢)

مثال ٣ :

اسطوانة مثبتة بفلايحة أمامية وكان طول مشوارها 600 mm احسب قطر العمود المناسب إذا علمت أن الحمل المعرض له العمود يساوى 50000 N .

الإجابة :

من الشكل (٦ - ٢) نجد أن معامل التركيب للفلايحة الأمامية يساوى 2 وبالتعويض فى المعادلة 6.13 نحصل على الطول الفعال للعمود :

$$L_{ef} = L_s \cdot F_c$$

$$= 600 \times 2 = 1200 \text{ mm}$$

ومن العلاقة البيانية الموضحة بالشكل (٦ - ٢) نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة $5 \times 10^4 \text{ N}$ والخط الأفقى عند طول عمود فعال 1200 mm تكون أعلى المنحنى الخاص بالقطر $\varnothing 36 \text{ mm}$ وأسفل المنحنى الخاص بالقطر $\varnothing 45 \text{ mm}$ ولذلك نختار قطر 45 mm للعمود علماً بأن القطر الداخلى للاسطوانة عادة يساوى ضعف قطر العمود أى أن قطر الاسطوانة المناسب يساوى 90 mm .

٣/٦ - المعادلات الخاصة بالمراكم الهيدروليكية ذات الكبس

الغشائى :

إن مبدأ التشغيل للمراكم الهيدروليكية ذات الكبس الغشائى يعتمد على قانون « بويل » للغازات ، والذى ينص على أن حجم الغاز يتناسب عكسياً مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة أى أن :

$$\frac{p_1}{v_1} = \frac{p_2}{v_2} = \frac{p_3}{v_3}$$

حيث إن :

p_1, p_2, p_3 ثلاثة ضغوط مختلفة و v_1 و v_2 و v_3 ثلاثة أحجام مختلفة لكمية واحدة من الغاز .

وعادة يتم تفريغ المرمك من شحنته إما بثبوت درجة الحرارة Isothermal وذلك إذا كان زمن تفريغ المرمك أكبر من ثلاث دقائق وتكون معادلة المرمك فى هذه الحالة كما يلي :

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \longrightarrow 6.14$$

و إما بثبوت كمية الحرارة Adiabatic ويحدث ذلك إذا كان التفريغ سريعاً فى زمن أقل من ثلاث دقائق وتكون معادلة المرمك كما يلي :

$$p_1 v_1^{1.4} = p_2 v_2^{1.4} \longrightarrow 6.15$$

مثال ٤ :

احسب حجم المرمك اللازم لتغذية اسطوانة بزيث هيدروليكي حجمه 10L فى زمن مقداره 5min مع انخفاض فى الضغط من 200 bar إلى 130 bar علماً بأن ضغط المرمك وهو فارغ يساوى 100 bar (ملاحظة : يستخدم الضغط المطلق عند التعامل مع الغازات) .

الإجابة :

إن عملية تفريغ المرمك تتم بثبوت درجة الحرارة لأن زمن التفريغ أكثر من ثلاث دقائق . لذلك تستخدم المعادلة 6.14 لتعيين حجم المرمك ، والذي يساوى حجم الكيس الغشائى عندما يكون المرمك فارغاً .

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = p_3 v_3$$

حيث إن :

$$p_1 = 100 \text{ bar} \quad v_1 = ?$$

$$p_2 = 130 \text{ bar} \quad v_2 = v_3 + 10$$

$$p_3 = 200 \text{ bar} \quad v_3 = ?$$

$$p_2 v_2 = p_3 v_3$$

$$130 (v_3 + 10) = 200 v_3$$

$$v_3 = 18.6 \text{ L}$$

$$v_2 = v_3 + 10$$

$$= 18.6 + 10 = 28.6 \text{ L}$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$100 v_1 = 130 \times 28.6$$

$$v_1 = \underline{37} \text{ L}$$

٤/٦ - مفايد الضغط نتيجة للاحتكاك في المواسير المستقيمة:
 في الجدول (٦ - ٣) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :
 الجدول (٦ - ٣)

الرمز	الوحدة	الكمية
sg	-	الكثافة النوعية
pw	kg/l	كثافة الماء
po	kg/l	كثافة الزيت
Δp	bar	فقد الضغط في المواسير المستقيمة
F_s	-	معامل الإحتكاك في المواسير في حالة السريان الدائقي
ft	-	معامل الإحتكاك في المواسير في حالة السريان المضطرب
l	m	طول الماسورة
v	m/s	سرعة التدفق للزيت في المواسير
dp	mm	قطر الماسورة الداخلى
γ	cs (mm ² /s)	اللزوجة الكينماتيكية للزيت
μ	ستى بواز cp	اللزوجة المطلقة للزيت
Q	l/ min	معدل التدفق للزيت
WF	kw	القدرة المستهلكة نتيجة للاحتكاك
NRe	--	رقم رينولد

وفيما يلى المعادلات المستخدمة :

$$Sg = \frac{\rho_o}{\rho_w} = \longrightarrow 6.16$$

$$V = \frac{21.21 Q}{dp^2} \quad (M/S) \quad 6.17$$

$$NRE = \frac{1000 V dp}{\gamma} \quad 6.18$$

فإذا كان NRe أصغر من 2000 كان السريان رقائقي وإذا كان أكبر من 2000 كان السريان مضطرباً

$$\mu = \nu Sg \quad (\text{cp}) \quad \longrightarrow \quad 6.19$$

$$F_s = \frac{64}{NRe} \quad \longrightarrow \quad 6.20$$

$$F_t = 4 \frac{0.3164}{\sqrt{NRe}} \quad \longrightarrow \quad 6.21$$

$$\Delta p = \frac{5 f_o f_l u^2}{d_p} \quad (\text{bar}) \quad \longrightarrow \quad 6.22$$

$$w_f = \frac{Q \Delta P}{600} \quad (\text{kw}) \quad \longrightarrow \quad 6.23$$

مثال ٥ :

خط هيدروليكي طوله 10 M وقطره 25 mm يتدفق فيه زيت هيدروليكي بمعدل 225 L/min فإذا علمت أن الكثافة النوعية للزيت 1.2 ولزوجته الزيت الكيناميتيكية 200CS اوجد الفقد في الضغط نتيجة للاحتكاك .

الاجابة :

باستخدام المعادلة 6.16 نعين كثافة الزيت :

$$Sg = \frac{\rho_o}{\rho_w}$$

$$1.2 = \frac{\rho_o}{1}$$

$$\rho_o = 1.2 \text{ kg / L}$$

باستخدام المعادلة 6.17 نعين سرعة تدفق الزيت :

$$V = \frac{21.21 Q}{DP^2}$$
$$= \frac{21.21 \times 225}{(25)^2} = 7.6 \text{ m/S}$$

باستخدام المعادلة 6.18 نعين رقم رينولد :

$$NRe = \frac{1000 V dp}{\nu}$$

$$NRe = \frac{1000 * 7.6 * 25}{200} = 950$$

وحيث إن NRe أصغر من 2000 لذلك فإن السريان رقائقي وبالتالي فإن معامل الاحتكاك سيعين باستخدام المعادلة 6.20 كما يلي :

$$F_s = \frac{64}{NRe}$$
$$= \frac{46}{950} = 0.067$$

وباستخدام المعادلة 6.22 نعين الفقد في الضغط نتيجة للاحتكاك :

$$\Delta P = \frac{5 F_0 F_L V^2}{dp}$$
$$= \frac{5 \times 1.2 \times 0.067 \times 10 \times (7.6)^2}{25} = 9.3 \text{ Bar}$$

٥/٦ مفايد الضغط فى أدوات التوصيل وصمامات التحكم :

يوجد جداول تعطى المعامل k ويساوى $(\frac{Le}{dp})$ حيث إن Le هو الطول المكافئ لأداة التوصيل أو صمام التحكم من المواسير المستقيمة ، dp هو قطر أداة التوصيل أو الصمام مستخدماً نفس وحدات Le علماً بأن المعامل k يكون فى حالة السريان المضطرب .

والجدول (٦ - ٤) يعطى المعامل k لأنواع مختلفة من أدوات التوصيل والصمامات

الجدول (٦ - ٤)

(Le / dp) t	أدوات التوصيل أو الصمامات
340	صمام كروى بساق عمودى مفتوح كاملاً
160	صمام كروى على شكل Y مفتوح كاملاً
145	صمام زاوى مفتوح كاملاً
13	صمام بوابى مفتوح كاملاً
35	صمام بوابى 3/4 فتح
160	صمام بوابى 1/2 فتح
900	صمام بوابى 1/4 فتح
135	صمام لارجمى دوار مفتوح كاملاً
150	صمام لارجمى كروى مفتوح كاملاً
30	كوع 90 قياسى
20	كوع 45 قياسى
57	كوع 90 بركن مربع
20	تية قياسى يعطى تدفقاً خطياً
60	تية قياسى يعطى تدفقاً متفرعاً

وفي الجدول (٦ - ٥) المعامل k للمنحنيات القائمة للخطوط المستقيمة بمعلومية النسبة بين نصف قطر الانحناء r وقطر الماسورة d.

الجدول (٦ - ٥)

r/d	Le/d	r/d	Le/d	r/d	Le/d	r/d	Le/d
1	20	5	16	9	27	13	37
2	12	6	18	10	30	14	39
3	12	7	21	11	32	15	41
4	14	8	24	12	34.5	16	43

ولتعيين $\left(\frac{L_e}{d_p}\right)_s$ في السريان الرقاقي تستخدم المعادلة التالية :

$$\left(\frac{L_e}{d_p}\right)_s = \left(\frac{L_e}{d_p}\right)_t \left(\frac{NRe}{1000}\right) \rightarrow 6.24$$

وعادة تقوم الشركات المصنعة لصمامات التحكم في التدفق والصمامات اللارجعية والصمامات اللارجعية الخانقة وصمامات تنظيم التدفق والصمامات الاتجاهية بتزويد كتالوجاتها بعلاقات بيانية تبين معدل التدفق وفرق الضغط على جانبي هذه العناصر وهذه المنحنيات مفيدة لتعيين فقد الضغط في هذه العناصر نتيجة للاحتكاك .

٦/٦ - المعلومات الفنية اللازمة لاختيار العناصر الهيدروليكية :

أولاً : المعلومات الفنية لاختيار المضخة المناسبة :

١ - نوع المضخة (ترسية - ريشية - مكبسية الخ)

٢ - الإزاحة displacement بوحدات (cc/rev)

٣ - ضغط التشغيل الأقصى Max . pressure بوحدات (bar)

٤ - السرعة القصوى والصغرى عند ضغط التشغيل بوحدات (r . p . m)

٥ - مقاس فتحات السحب والضغط

٦ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة له ومدى اللزوجة وأقصى درجة تلوث

له .

وتزود الكتالوجات بمنحنيات بيانية تعطى قدرة الآلة المديرة بدلالة السرعة وكذلك التدفق بدلالة ضغط التشغيل .

ثانياً : المعلومات الفنية لاختيار صمامات التحكم فى التدفق والصمامات اللارجعية والصمامات للارجعية الخانقة وصمامات تنظيم التدفق والصمامات الاتجاهية :

١ - أقصى تدفق Max . flow بوحدات (L / min)

٢ - أقصى ضغط max . Pressure بوحدات (bar)

٣ - مقاس فتحات الصمام .

٤ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجة له

وأقصى درجة تلوث له .

وتزود الكتالوجات بمنحنيات بيانية تعطى فرق الضغط على جانبي الصمام

بدلالة معدل التدفق .

ثالثاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعي :

١ - ضغط التشغيل op . pressure بوحدات (bar)

٢ - أقصى تدفق Max . flow بوحدات (L/min)

٣ - مقياس فتحات الصمام

٤ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجة له وأقصى درجات تلوث له .

وتزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين ضغط التشغيل للصمام عند أى تدفق بدلالة الضغط المعابر عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعي :

١ - ضغط التشغيل عند المدخل op . pressure بوحدات (bar)

٢ - تدفق Max . flow بوحدات (L/ min) .

٣ - مقياس فتحات الصمام .

٤ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجة له وأقصى درجات تلوث له .

تزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين ضغط التشغيل للصمام عند أى تدفق بدلالة الضغط المعابر عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تقليل الضغط :

١ - ضغط التشغيل عند الدخـل (Inlet) Op . pressure بوحدات (bar) .

٢ - ضغط التشغيل عند المخرج (Outlet) Op . pressure بوحدات (bar) .

٣ - أقصى تدفق Max . Flow .

٤ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت ، ومدى اللزوجة له وأقصى درجة تلوث له .

تزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين الضغط الثانوى (الضغط عند المخرج عند أى قيمة للتدفق بدلالة الضغط المعابر عليه الصمام .

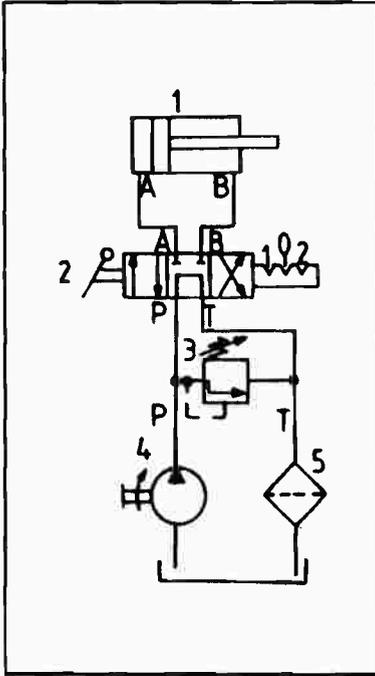
خامساً : المعلومات الفنية لاختيار وحدات القدرة الهيدروليكية :

- ١ - سعة الخزان Tank Capacity .
- ٢ - قطر خط الضغط وخط الرجوع Line Connections .
- ٣ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت ومدى اللزوجة له وأقصى درجة تلوث له .
- ٤ - معدل الترشيح Filtration .
- ٥ - جهد المحرك الكهربى المستخدم فى إدارة المضخة Motor Voltage .
- ٦ - نوع المضخة Pump type .
- ٧ - ضغط التشغيل Operating Pressure .
- ٨ - الإزاحة Displacement .

٧/٦ - تطبيق على الحسابات

الهيدروليكية لأحد الدوائر الهيدروليكية :

المثال ٦ :



الشكل (٦ - ٣)

فى الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل (٦ - ٣) الاسطوانة 1 مثبتة بمفصل ارتكاز أمامى وطول مشوارها 1000 m m فإذا كان الحمل المعرض له عمود الاسطوانة 20000 N وكان زمن تقدم الاسطوانة 2 S . المطلوب المواصفات الفنية لجميع عناصر الدائرة الهيدروليكية إذا علمت أن الطول الكلى للمواسير المستخدمة 40 m ويوجد ستة أنواع وتية يعطى تدفقاً متفرعاً وذلك فى خط الضغط للمضخة بفرض أن كثافة الزيت المستخدم تساوى 0.89 Kg/L ولزوجته الكيناميتيكية 200 CS .

الإجابة :

من الشكل (٦ - ٢) نجد أن معامل التركيب F_c للمفصل الأمامى يساوى 1، لذلك فإنه بالتعويض فى المعادلة 6.13 نحصل على الطول الفعال لعمود الاسطوانة:

$$L_{ef} = L_s \cdot F_c$$

$$= 1000 \times 1 = 1000 \text{ mm}$$

ومن العلاقة البيانية فى الشكل ٦ - ٢ نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة 20000 N والخط الأفقى عند طول عمود فعال 1000mm تكون على المنحنى الخاص بقطر عمود 28 mm وعادة فإن قطر الاسطوانة الداخلى يساوى ضعف قطر العمود أى أن قطر الاسطوانة يساوى .

$$D = 2d$$

$$D = 2 \times 28 = 56 \text{ mm}$$

ويمكن معرفة الضغط اللازم لتشغيل الاسطوانة من المعادلة 6.7:

$$F_1 = 9.8 (P_1 A_1 - P_2 A_2)$$

$$P_2 = 0$$

$$20000 \text{ N} = 9.8 \times p_1 \times \frac{\pi \times (5.6)^2}{400}$$

$$P_1 = 83 \text{ bar}$$

وباستخدام المعادلة 6.9 نحصل على التدفق اللازم لتشغيل الاسطوانة .

$$V_1 = \frac{Q}{6A_1} \quad Q = 6 A_1 Q_1 \quad \text{لذلك فإن}$$

وحيث إن سرعة الاسطوانة عند التقدم تساوى

$$V_1 = \frac{L}{T} = \frac{1000}{1000 \times 2} = 0.5 \text{ m/s}$$

وبالتالى فإن التدفق اللازم لتشغيل الاسطوانة

$$Q = 6 \times \frac{\pi}{4} (5.6)^2 \times 0.5$$
$$= 74 \text{ L/min}$$

وبفرض أن الكفاءة الحجمية للمضخة 0.9 لذلك فإن الحجم الهندسي للمضخة
نحصل عليه من المعادلة 6.1

$$Q = \frac{V_n \eta_n}{1000}$$

$$V = \frac{1000 Q}{N \eta_v}$$

وبفرض أن سرعة المحرك الكهربائي 1480RPM

$$V = \frac{1000 \times 74}{140 \times 0.9} = \underline{\underline{57 \text{ CC/rev}}}$$

وتختار حجم مواسير مدخل المضخة بحيث إن سرعة الزيت عند المدخل تتراوح
بين 1:1.5 m/s فلو فرضنا أن سرعة الزيت في خط السحب للمضخة يساوى 1m/s
فإن قطر السحب نحصل عليه من المعادلة 6.17

$$V = \frac{21.21 Q}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{21.21 Q}{V}} \quad d = \sqrt{\frac{21.21 \times 74}{1}} = \underline{\underline{40 \text{ MM}}}$$

وتختار مواسير خط الضغط للمضخة بحيث إن سرعة الزيت تتراوح بين 4:8 m/s
s فلو فرضنا أن سرعة الزيت في خط الضغط 4m/s فإن قطر خط السحب يساوى

$$d_p = \sqrt{\frac{21.21 \times 74}{4}} = \underline{\underline{20 \text{ mm}}}$$

وتختار مواسير خط الراجع بحيث إن سرعة الزيت تتراوح ما بين 1.5 : 4 m/s وبأخذ
السرعة 4m/s يصبح قطر مواسير الراجع مساوياً لقطر مواسير الضغط أى: 20mm
أيضاً. وعادة يختار حجم الخزان مساوياً ثلاثة أضعاف تدفق المضخة أى يساوى
(222L)

تعيين فقد الضغط في الدائرة :

$\left(\frac{Le}{dp}\right) t$	العنصر
6 X 30 1 X 60	6 كوع قياس 1 تيه يعطى تدفقاً متفرعاً

240

وباستخدام المعادلة 6.18 نعين رقم رينولد

$$NRe = \frac{1000 v dp}{\nu}$$

$$= \frac{1000 \times 4 \times 20}{200} = 400$$

وحيث إن رقم رينولد أصغر من 2000 لذلك فإن السريان رقائقي وباستخدام المعادلة 6.24 نعين $\left(\frac{Le}{dp}\right) s$ عند السريان الرقائقي

$$\left(\frac{Le}{dp}\right) s = \left(\frac{Le}{dp}\right) t \left(\frac{NRe}{1000}\right)$$

$$= 240 \times \frac{400}{1000} \times 96$$

وبالتالي فإن الطول المكافئ للأدوات يساوي :

$$Le = 96 dp$$

$$= \frac{96 \times 20}{1000} = 1.92 \text{ m}$$

لذلك يصبح الطول الكلي المكافئ للمواسير والأدوات مساوياً :

$$1.92 + 40 = 41.2 \text{ m}$$

وباستخدام المعادلة 6.20 نعين معامل الاحتكاك :

$$F_s = \frac{64}{NRe} = \frac{64}{400} = 0.16$$

وباستخدام المعادلة 6.22 نعين فقد الضغط الناتج عن الاحتكاك :

$$\Delta p = \frac{5f_o F_s L v^2}{d_p}$$

$$= \frac{5 = 0.89 \times 0.16 \times 41.9 \times (4)^2}{20}$$

$$= 23.86 \text{ bar}$$

وبإهمال فقد الضغط في الصمام الإتجاهى فإن الضغط عند مخرج المضخة يساوى

$$23.86 + 81 = 105 \text{ bar}$$

لذلك نختار مضخة هيدوليكية لها ضغط تشغيل أكبر من 105 bar وليكن 110 bar وبالتالي فإن المواصفات الفنية للمضخة كالآتى :

$$\frac{57 \text{ cc/rev}}{\quad} \quad \frac{110 \text{ bar}}{\quad}$$

ونظراً للمميزات المتعددة للمضخات الترسية فإنه يفضل استخدام مضخة ترسية اذا كانت تفى بالغرض . وبالرجوع للمضخات الترسية الفقرة (١ / ٤ / ١) نجد أنها تحقق هذه المواصفات لذلك نختار مضخة ترسية لانها بسيطة فى التركيب ورخيصة وتتراوح كفاءة هذه المضخات فى العادة 0.9 : 0.85 وبفرض أن الكفاءة الميكانيكية للوصلة بين المحرك الكهربى والمضخة 0.9 لذلك فإن قدرة المحرك الكهربى نحصل عليها بالمعادلة 6.2.

$$w_i = \frac{Q p}{6000 \eta}$$

$$w_i = \frac{74 \times 110}{600 \times 0.9 \times 0.9} = 1.67 \text{ kW}$$

لذلك نختار محركاً كهربياً قدرته أكبر من 16.7 kw ، وليكن 18.5 kw ، ويختار صمام تصريف ضغط مباشر له معدل تدفقه أكبر من 741/min وضغطه يتراوح ما بين 0 : 130 bar ، وعادة يضبط صمام التصريف عند ضغط يكافئ 110% من ضغط تشغيل المضخة .

ويختار صمام الاتجاهي 4/3 مزود بوضع تعادل تتابعي لإعادة خرج المضخة للخرزان وقت الراحة والمواصفات الفنية للصمام الاتجاهي تتشابه مع المواصفات الفنية لصمام التصريف ، أما طريقة تشغيله فتعتمد على التطبيق ، وفي هذه الحالة سنختار صمام 4/3 بذراع تشغيل يدوي .

أما مرشح خط الطرد ، فيختار له معدل تدفق أكبر من مرة ونصف من تدفق المضخة أي أكبر من 110 L/min ، ومعدل ترشيح $20 \mu m$.

ملاحظة :

عند اختيار العناصر الهيدروليكية من الكتالوجات نختار العناصر ذات المواصفات الفنية المساوية أو الأكبر من المطلوبة ، وذلك من أجل السلامة .

على سبيل المثال عند اختيار المضخة المناسبة نجد أن المواصفات الفنية الموجودة في كتالوج شركة Mannesmann Rexroth للمضخة الترسية المستخدمة القريبة من المواصفات الفنية المستتجة كالاتي :

displacement 63.8cc/rev

flow 80 l/min

Pressure 10 : 210 bar

power 21.1 kw at 1450 r . p . m

Mineral oil (Hfd - u)

fluid temp range - 10 : + 70 ° c .

Viscosity Range 20 : 3000 (mm² / sec)