الباب السادس

الحسابات الهيدروليكية

obeikandl.com

obeikandl.com

١/٦ ـ المعاملات الخاصة بالمضخات والمحركات الهيدروليكية :

فى الجدول (٦ ـ ١) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة .

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

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالمضخات :

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

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

obeikandl.com

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

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالمحركات الهيدروليكية :

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

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

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

مثال 1 :

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

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

الإجابة :

يتم حساب إزاحة المحرك باستخدام المعادلة 6.6

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

بإعتبار أن ضغط الخزان يساوى ٥ لذا فإن = $\Delta 80 = \frac{V\,(100)\,(0.95)}{62.8}$

$P_m = 100 - 0 = 100$ bar

v = 53 cc / rev

ويتم حساب أقصى خرج للمضخة بمعرفة أقصي تدفق يحتاجه المحرك باستخدام المعادلة 6.4 :

$$Q = \frac{V\,n}{1000\,\eta_V}$$

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

ويتم حساب القدرة المستهلكة فى المضخة باستخدام المعادلة 6.2 :

$$W_i = \frac{Q\,P}{600\,\eta}$$

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

obeikandl.com

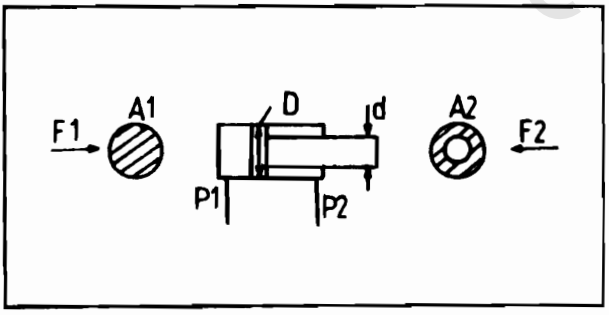
٢/٦ – المعادلات الخاصة بالاسطوانات الهيدروليكية :

فى الجدول (٦ – ٢) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :

الجدول (٦-٢)

الكمية	الوحدة	الرمز
قوة الدفع فى التقدم (الذهاب) .	N	F_1
قوة الدفع فى (العودة) .	N	F_2
الضغط فى غرفة المكبس .	bar	p1
الضغط فى غرفة عمود المكبس .	bar	p2
مساحة المكبس .	cm^2	A1
المساحة الحلقية للمكبس .	cm^2	A2
قطر المكبس .	mm	D
قطر عمود المكبس .	mm	d
معدل التدفق .	L/min	Q
سرعة الاسطوانة فى التقدم .	m/sec	V1
سرعة الاسطوانة فى العودة .	m/sec	V2

والشكل (٦ –١) يعرض الكميات المختلفة المستخدمة فى الاسطوانات



الشكل (٦ ـ ١)

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالاسطوانات :

$$F1 = 9.8 (P1\ A1 - P2\ A2) \quad (N) \qquad 6.7$$

$$F2 = 9.8 (P2\ A2 - P1\ A1) \quad (N) \qquad 6.8$$

$$V\ 1 = \frac{Q}{6\ A1} \quad (M/S) \qquad 6.9$$

$$V\ 2 = \frac{Q}{6\ A2} \quad (M/S) \qquad 6.10$$

$$A\ 1 = \frac{\pi\ D^2}{400} \quad (C\ M^2) \qquad 6.11$$

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

مثال ٢ :

اسطوانة لهـا مكبس قطره 100 mm وضغط التشغيل لهـا 50 bar إحسب قوة الدفع عنـد التقـدم واحسب سرعة الاسطوانة عند التقـدم إذا كـان معدل التدفق 150L / min.

الإجابة :

يتم حساب القوة عند التقدم باستخدام المعادلة : 6.7

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

$$p_2 = 0$$

$$f1 = 9.8 \times 50 \times \frac{\pi\ (100)^2}{400} = \underline{384\ 99.9\ N}$$

يتم حساب سرعة الاسطوانة عند التقدم باستخدام المعادلة 6 . 9

$$V_1 = \frac{I\ Q}{6A\ 1}$$

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

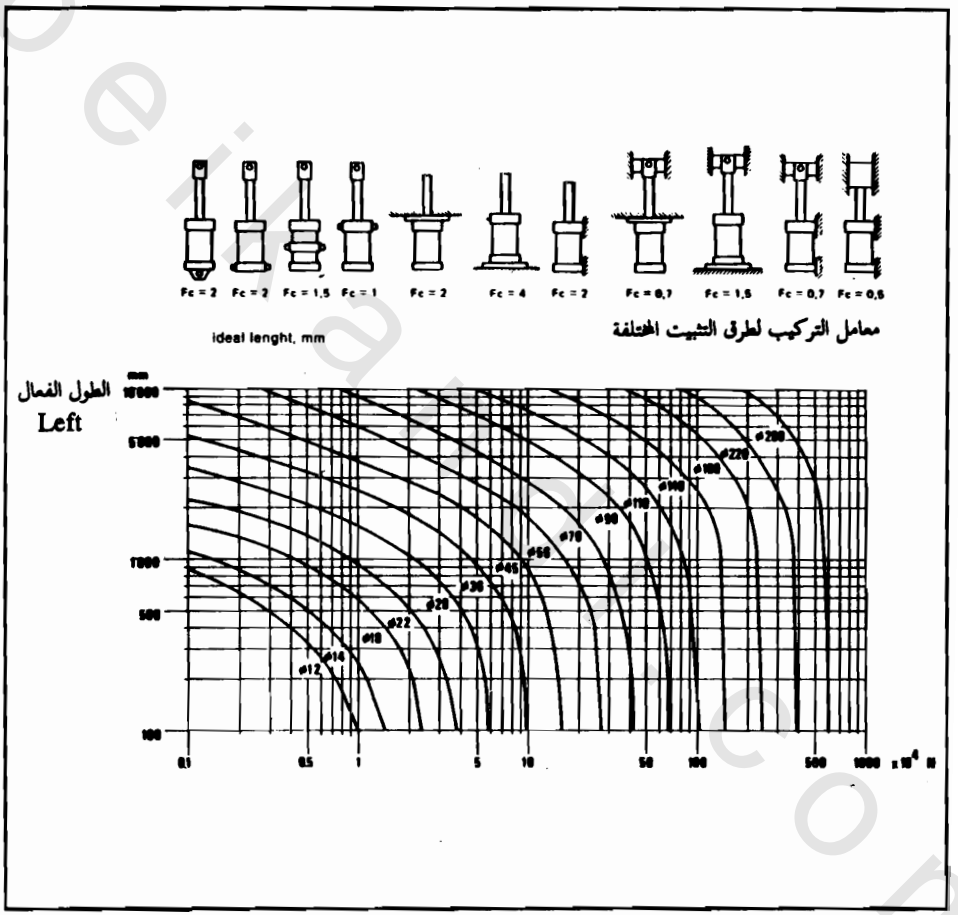
٦/٢/١ - تعيين قطر عمـود الاسطوانة تبـعاً لطوله والحـمل الميكانيكى :

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

طرق التثبيت المختلفة للاسطوانات ومعامل التركيب Fc لكل طريقة ، وفى نفس الشكل علاقة بيانية بين طول العمود الفعال Lef والقوة المؤثرةعليه عند قيم مختلفة لقطر العمود .

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

$$L_{ef} = L_s . F_c \quad (mm) \qquad 6.13$$



الشكل (٦ ـ ٢)

مثال ٣ :

اسطوانة مثبتة بفلانجة 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 للفلانجة الأمامية يساوى 2 وبالتعويض فى المعادلة 6.13 نحصل على الطول الفعال للعمود :

$$Lef = Ls \cdot Fc$$

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

ومن العلاقة البيانية الموضحة بالشكل (٦ – ٢) نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة $5X10^4$ N والخط الأفقى عند طول عمود فعال 1200 mm تكون أعلى المنحنى الخاص بالقطر 36 mm Ø وأسفل المنحنى الخاص بالقطر 45 mm Ø ولذلك نختار قطر 45 mm Ø للعمود علماً بأن القطر الداخلى للاسطوانة عادة يساوى ضعف قطر العمود أى أن قطر الاسطوانة المناسب يساوى 90 mm .

٦/٣- 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 , p3 ثلاثة ضغوط مختلفة و v3 و V2 و V1 ثلاثة أحجام مختلفة لكمية واحدة من الغاز .

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

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

و

وإما بثبوت كمية الحرارة Adiabatic ويحدث ذلك إذا كان التفريغ سريعاً فى زمن أقل من ثلاث دقائق وتكون معادلة المركم كما يلى :

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

مثال ٤ :

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

الإجابة :

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

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

حيث إن :

$p_1 = 100$ bar v1= ?

$p_2 = 130$ bar v2 = v3 + 10

$p_3 = 200$ bar v3 = ?

$p_2v_2 = p_3v_3$

$130 (v_3 + 10) = 200v_3$

$v_3 = 18.6L$

$v_2 = v_3 + 10$

$= 18.6 + 10 = 28.6$ L

$p_1v_1 = p_2v_2$

$100 v_1 = 130 \times 28.6$

$v_1 = \underline{37}$ L

obeikandl.com

٦/٤- مفاقيد الضغط نتيجة للاحتكاك فى المواسير المستقيمة :

فى الجدول (٦ - ٣) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :

الجدول (٦ ـ ٣)

الكمية	الوحدة	الرمز
الكثافة النوعية	-	sg
كثافة الماء	kg/l	ρw
كثافة الزيت	kg/l	ρo
فقد الضغط فى المواسير المستقيمة	bar	Δp
معامل الإحتكاك فى المواسير فى حالة السريان الدقائقى	-	Fs
معامل الإحتكاك فى المواسير فى حالة السريان المضطرب	-	ft
طول الماسورة	m	l
سرعة التدفق للزيت فى المواسير	m/s	v
قطر الماسورة الداخلى	mm	dp
اللزوجة الكينماتيكية للزيت	cs (mm2/s)	γ
اللزوجة المطلقة للزيت	cp سنتى بواز	μ
معدل التدفق للزيت	l/ min	Q
القدرة المستهلكة نتيجة للاحتكاك	kw	WF
رقم رينولد	--	NRe

وفيما يلى المعادلات المستخدمة :

$$Sg = \frac{\rho_O}{\rho_W} = \longrightarrow \quad 6.16$$

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

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

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

$$\mu = \nu \, Sg \quad (cp) \longrightarrow 6.19$$

$$Fs = \frac{64}{NRe} \longrightarrow 6.20$$

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

$$\Delta p = \frac{5 \; fo \; flu2}{dp} \quad (bar) \longrightarrow 6.22$$

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

مثال ٥ :

خط هيدروليكى طوله 10 M وقطره 25 mm يتدفق فيه زيت هيدروليكى بمعدل 225 L/ min فإذا علمت أن الكثافة النوعية للزيت 1.2 ولزوجة الزيت الكينماتيكية 200CS اوجد الفقد فى الضغط نتيجة للاحتكاك .

الاجابة :

باستخدام المعادلة 6.16 نعين كثافة الزيت :

$$Sg = \frac{\rho o}{\rho w}$$

$$1.2 = \frac{\rho o}{1}$$

$$\rho 0 = 1.2 \text{ kg / L}$$

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 رقائقى وبالتالى فإن معامل الاحتكاك سيعين باستخدام المعادلة 6.20 كما يلى :

$$Fs = \frac{64}{NRe}$$

$$= \frac{46}{950} = 0.067$$

وباستخدام المعادلة 6.22 نعين الفقد فى الضغط نتيجة للاحتكاك :

$$\Delta P = \frac{5\ F\ 0\ F_{LV}^2}{dp}$$

$$= \frac{5X1.2X0.067\ X10X(7.6)^2}{25} = 9.3 \text{ Bar}$$

٥/٦ مفاقيد 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 .

والجـدول (٦ – ٤) يعطى المعـامل k لأنواع مختلفة من أدوات التوصيل والصمامات

الجدول (٦ ـ ٤)

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

وفى الجـدول (٦ – ٥) المعـامل k للمنحنيات القائمة للخطوط المستقيمة بمعلومية النسبة بين نصف قطر الانحناء r و قطر الماسورة d.

الجدول (٦ ـ 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 $\left(\frac{Le}{dp}\right)_s$ فى السريان الرقائقى تستخدم المعادلة التالية :

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

وعادة تقوم الشركات المصنعة لصمامات التحكم فى التدفق والصمامات اللارجعية والصمامات اللارجعية الخانقة وصمامات تنظيم التدفق والصمامات الاتجاهية بتزويد كتالوجاتها بعلاقات بيانية تبين معدل التدفق وفرق الضغط على جانبى هذه العناصر وهذه المنحنيات مفيدة لتعيين فقد الضغط فى 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 ومدي 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 اللزوجةله وأقصى درجة تلوث له .

وتزود الكتالوجات بمنحنيات بيانية تعطى فرق الضغط على جانبى الصمام بدلالة معدل التدفق .

ثالثاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعى :

١ – ضغط التشغيل op . pressure بوحدات (bar)

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

٣ – مقاس 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 المعاير عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعى :

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

٢ – تدفق Max. fow بوحدات (L/ min).

٣ ـ مقاس فتحات الصمام .

٤ ـ 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 المعاير عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تقليل الضغط :

١ ـ ضغط التشغيل عند الدخل (Inlet) Op. pressure بوحدات (bar) .

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

٣ ـ أقصى تدفق Max. Flow .

٤ ـ 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 المعاير عليه الصمام .

خامساً : المعلومات الفنية لاختيار وحدات القدرة الهيدروليكية :

١ ـ سعة الخزان Tank Capacity .

٢ ـ قطر خط الضغط وخط الراجع Line Connections .

٣ ـ نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت ومدى اللزوجة له وأقصى درجة تلوث له.

٤ ـ معدل الترشيح Filtration .

٥ ـ جهد المحرك الكهربى المستخدم فى إدارة المضخة Motor Voltage.

٦ ـ نوع المضخة Pump type .

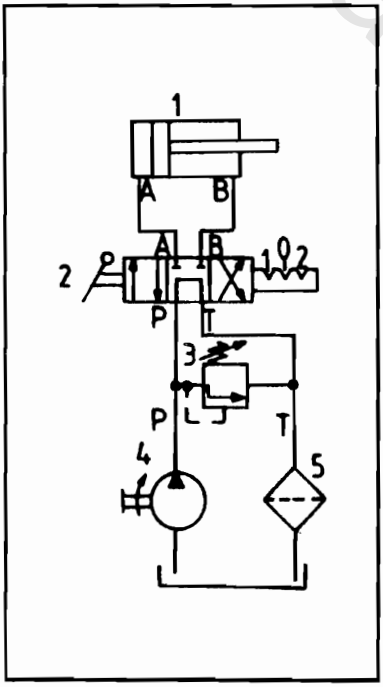
٧ ـ ضغط التشغيل Operating Pressure .

٨ ـ الإزاحة Displacement .

٧/٦ ـ تطبيق على الحسابات الهيدروليكية لأحد الدوائر الهيدروليكية :

المثال ٦ :

فى الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل (٦ ـ 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 أكواع وتيه يعطى تدفقاً متفرعاً وذلك فى خط الضغط للمضخة بفرض أن كثافة الزيت المستخدم تساوى 0.89 Kg/L ولزوجته الكينماتيكية 200 CS .



الشكل (٦ ـ ٣)

الإجابة :

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

$$Lef = Ls.\ Fc$$

$$= 1000 \times 1 = 1000\ mm$$

ومن العلاقة البيانية فى الشكل٦ ـ 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 .

$$D = 2d$$

$$D = 2x28 = 56\ mm$$

ويمكن معرفة الضغط اللازم لتشغيل الاسطوانة من المعادلة 6. 7 :

$$F1 = 9.8\ (P1A1 - P2A2)$$

$$P2 = 0$$

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

$$P1 = 83\ bar$$

وباستخدام المعادلة 6.9 نحصل على التدفق اللازم لتشغيل الاسطوانة .

لذلك فإن $Q = 6\ A1\ Q1$ $\qquad V1 = \dfrac{Q}{6A1}$

وحيث إن سرعة الاسطوانة عند التقدم تساوى

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

وبالتالى فإن التدفق اللازم لتشغيل الاسطوانة

$$Q = 6x \frac{\pi}{4} (5.6)^2 \times 0.5$$

$$= 74\ L/min$$

وبفرض أن الكفاءة الحجمية للمضخة 0.9 لذلك فإن الحجم الهندسى 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 الكهربى 1480RPM

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

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

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

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

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

$$dp = \sqrt{\frac{21.21 \times 74}{4}} = \underline{\quad 20\ mm \quad}$$

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

تعيين فقد الضغط فى الدائرة :

العنصـــر	$\left(\frac{Le}{dp}\right) t$
6 كوع قياس	6 X 30
1 تيه يعطى تدفقاً متفرعاً	1 X 60
	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 رقائقى وبإستخدام المعادلة 6.24 نعين $\left(\frac{Le}{dp}\right) s$ عند السريان الرقائقى

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

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

وبالتالى فإن الطول المكافئ للأدوات يساوى :

$$Le = 96\ dp$$

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

لذلك يصبح الطول الكلى المكافئ للمواسير والأدوات مساوياً :

$$1.92 + 40 = 41.2\ m$$

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 :

$$\Delta p = \frac{5fo\ FsLv^2}{d_p}$$

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

$$= 23.86\ bar$$

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

$$23.86 + 81 = 105\ bar$$

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

57 cc/ rev 110 bar

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.

$$wi = \frac{Q\,p}{6000\,\eta}$$

$$wi = \frac{74 \times 110}{600 \times 0.9 \times 0.9} = 1.67\ k\,w$$

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 130 bar : 0 ، وعادة يضبط صمام التصريف عند ضغط يكافئ 110% من ضغط تشغيل المضخة .

ويختار صمام اتجاهى 4/3 مزود بوضع تعادل تتابعى لإعادة خرج المضخة للخزان وقت الراحة والمواصفات الفنية للصمام الاتجاهى تتشابه مع المواصفات الفنية لصمام التصريف ، أما طريقة تشغيله فتعتمد على التطبيق ، وفى هذه الحالة سنختار صمام 4/3 بذراع تشغيل يدوى .

أما مرشح خط الطرد ، فيختار له معدل تدفق أكبر من مرة ونصف من تدفق المضخة أى أكبر من 110 L/min ، ومعدل ترشيح 20 μ 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 فى كتالوج شركة Mannesmann Rexroth للمضخة الترسية المستخدمة القريبة من المواصفات الفنية المستنتجة كالآتى :

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 ^{o}c .

Viscosity Range 20 : 3000 (mm^2 / sec)