سیلندرهای هیدرولیک

در انتخاب سیلندرهای هیدرولیک موارد ذیل باید در نظر گرفته شود:

۱- حداکثر فشار کاری سیستم

رنج فشار کاری استاندارد برای المانهای هیدرولیک به صورت ذیل میباشد:

600bar,500,400,315,250,200,160,100,63,40,25

با اینحال سازنده های مختلف بعضا رنجهای محدودتر یا متنوع تری را انتخاب میکنند. برای مثال رکسروت محدوده فشار کاری سیلندرهای خود را به صورت *350bar,250,105* قرار داده است. فشارهای مذکور حداکثر فشاریست که مصرف کننده مجاز است به سیلندر اعمال نماید.

۲- قطر پیستون و میله پیستون

میزان نیرویی که یک سیلندر هیدرولیکی میتواند تولید کند، تابع فشار کاری و سطح پیستون آن میباشد. هر چه قطر پیستون بزرگتر در نظر گرفته شود نیرویی که سیلندر میتواند تولید کند بزرگتر خواهد بود. این موضوع برای سطح میله پیستون به صورت معکوس است یعنی هر چه قطر میله پیستون بیشتر باشد سطح موثر اعمال نیرو در جلوی سیلندر کاهش میابد و سیلندر در برگشت نیروی کمتری تولید میکند. در جدول(۱) محدوده قطرهای مختلف برای پیستون و میله پیستون نشان داده شده است.

جدول(۱)- محدوده قطر پیستون و قطر میله پیستون (کاربردهای صنعتی و سیار)

D (mm)	d (mm)
25,32	*12,14,22,28*
40,50	*18,20,22,25,28,30*
60,63	*28,30,35,36,40,45*
70,75	*35,36,40,45,50*
80,90	*35,36,40,45,50,56*
100,115	*45,50,56,60,70*
120,125	*56,60,70,80*
140,150	*70,80,90,100*
160	*90,100,110*
200	*90, 110,140*

۳- نیروی سیلندر

جدول(۲)- نیروی فشاری سیلندرهای هیدرولیک در فشارهای استاندارد بر حسب کیلوگرم نیرو

قطر سیلندر mm	F (kgf)=P(bar)XA(cm^2)						
	10 bar	40 bar	63 bar	100 bar	125 bar	160 bar	210 bar
40	130	500	790	1260	1570	2010	2640
50	200	790	1240	1960	2460	3140	4120
63	310	1250	1960	3120	3900	4990	6550
80	500	2010	3170	5030	6280	8040	10560
100	790	3140	4950	7860	9820	12570	16500
125	1230	4910	7730	12270	15340	19640	25770
160	2010	8040	12670	20110	25130	32170	42220
200	3140	12570	19790	31420	39270	50270	65970

٤- حداکثر نیروی سیلندر

اگرچه ظرفیت کاری سیلندرها را معمولا از رابطه $F = P.A_p$ **محاسبه میکنند، با اینحال باید در نظر داشت که تنها عوامل تعیین کننده نیروی سیلندر، فشار و سطح پیستون نمی باشند بلکه فاکتور مهمی که آنرا نیز باید در نظر داشت امکان ایجاد کمانش در سیلندر می باشد. نیرویی که تحت آن در یک سیلندر کمانش رخ می دهد را از رابطه زیر میتوان محاسبه نمود:**

$$K = \frac{\pi^2 .E.I}{L_k^2}$$

که در آن :

K **: نیرویی است که تحت آن کمانش اتفاق می افتد(**N **)**

L_k: طول آزاد تحت کمانش سیلندر (mm)

E: مدول الاستیسیته که برای فولاد $2.1e^5$ میباشد (N/mm^2)

I: ممان اینرسی سطح دایروی میله پیستون که از رابطه $\frac{\pi . d_{st}}{64}$ محاسبه میشود.

با توجه به نیروی کمانش سیلندر، حداکثر بار مجاز که میتوان به یک سیلندر هیدرولیک اعمال نمود از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$F = \frac{K}{S}$$

F: حداکثر بار مجاز اعمالی به سیلندر (N) – K: نیروی کمانش سیلندر (N) – S: ضریب اطمینان (3.5)

۵- طول کورس سیلندر

مهمترین عامل در محدود نمودن طول کورس سیلندر امکان ایجاد کمانش در آن میباشد. یعنی به ازاء قطر پیستون ، قطر میله پیستون و فشار کاری مشخص، مجاز به انتخاب محدوده خاصی از طول کورسها می باشیم. در حالت کلی محدوده طول کورس نزدیک به صفر تا حدود $10m$ را میتوان برگزید. ولی باید توجه داشت که در یک فشار کاری و سایز بخصوص امکان انتخاب هر طول کورسی نخواهد بود و شاید در تعیین قطر سیلندر مجبور به انتخاب سایز بزرگتری باشیم. مثلا در فشار کاری $80bar$ برای داشتن طول کورس $1.5m$ نمی توان سیلندر $63/28$ را انتخاب نمود بلکه باید سیلندر $63/48$ را برگزید که این انتخاب روی نیرو و سرعت برگشت سیلندر تاثیر میگذارد.

۶- حداکثر سرعت سیلندر

در یک سیلندر بدون بالشتک حداکثر سرعت پیستون به صورت طبیعی $8m/min$ میباشد. این مقدار برای سیلندرهای بالشتکی تا $12m/min$ افزایش می یابد. باید توجه داشت که سرعت سیلندر تابع اندازه پورتهای ورود و خروج روغن به آن نیز میباشد.

۷- نحوه نصب سیلندر

سیلندرهای هیدرولیکی را بسته به نوع کاربرد به یکی از صورتهای زیر بر روی فریم نصب مینمایند:

1- Swivel clevis at cylinder cap
2- Fork clevis at cylinder cap
3- Rectangular flange at cylinder head
4- Square flange at cylinder head
5- Rectangular flange at cylinder cap

6- Square flange at cylinder cap
7- Trunion mounting at cylinder head
8- Trunion mounting at center of cylinder
9- Trunion mounting at cylinder cap
10- Foot mounting
11- Threaded holes in cylinder head and cap
12- Extended tie rods at cylinder head
13- Extended tie rods at cylinder cap
14-Plain clevis at cylinder cap

۸- وجود ضربه گیر

چنانچه طول کورس سیلندر طویل و وزنی که با خود همراه میبرد سنگین و سرعت آن بیش از حدود *0.1 m/sec* باشد، وزن موجود در اثر سرعت زیاد باعث تولید انرژی جنبشی شدیدی مینماید. برای آنکه این انرژی باعث خرابی سیلندر نشود بایستی توسط ضربه گیر یا بالشتک در انتهای کورس مانع ایجاد ضربه گردیم.

۹- نوع و کاربرد سیلندر

هیدرو سیلندرها دارای انواع گوناگونی میباشند که بسته به نوع کاربرد باید آنها را انتخاب نمود. انواع سیلندرها به صورت زیر میباشد:

سیلندرهای با حرکت خطی به صورت یککاره (یکطرفه : بدون فنر برگشت، با فنر برگشت، پلانجر وتلسکوپی) و دوکاره(یکطرفه و دو طرفه) میباشند. سیلندرهای با حرکت دورانی به صورت چرخ و دندانه یا پره ای میباشند.

۱۰ – مشکلات اساسی در ارتباط با سیلندرهای هیدرولیک

– بارگذاری غیر محوری
– نصب نامناسب
– کمانش در میل پیستون
– محاسبات نادرست در شتابگیری و کاهش سرعت بار
– بارهای ضربه ای سنگین
– نشتی های داخلی و خارجی
– تقویت فشار ناخواسته
– سرعت و ترتیب حرکت نادرست

فرمولهای محاسباتی مربوط به سیلندرها

$$1) A_K = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$2) A_{St} = \frac{\pi d_2^2}{4}$$

$$3) A_R = A_K - A_{St} = \frac{\pi (d_1^2 - d_2^2)}{4}$$

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

A_{St}: مساحت موثر دسته پیستون (Cm^2)

A_R: مساحت حلقوی پیستون (Cm^2)

d_1: قطر پیستون (Cm)

d_2: قطر دسته پیستون (Cm)

$$4-a) F_E = P.A_K$$

F_E: نیروی فشاری (رفت) (N)

P: فشار کاری (Mpa)

A_K: مساحت موثر پیستون (mm^2)

$$4-b) F_E = 10.P.A_K$$

F_E: نیروی فشاری (رفت) (N)

P: فشار کاری (bar)

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

$$4-c) F_E = P.A_K$$

F_E: نیروی فشاری (رفت) (Kgf)

P: فشار کاری (bar)

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

$$4-d) F_E = \frac{P.A_K}{100}$$

F_E: نیروی فشاری (رفت) (KN)

P: فشار کاری (bar) یا (daN/Cm^2)

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

$$5) F_R = \frac{P(d_1^2 - d_2^2)\pi}{4\times 10^4}$$

F_R: نیروی فشاری (برگشت) (KN)

P: فشار کاری (bar) یا (daN/Cm^2)

d_1: قطر پیستون (mm)

d_2: قطر دسته پیستون (mm)

$$6) V_E = \frac{Q_P.\eta_{cvol}}{6.A_K}$$

$$7) V_R = \frac{Q_P.\eta_{cvol}}{6.A_R}$$

V_E: سرعت رفت جک (m/sec)

V_R: سرعت برگشت جک (m/sec)

Q_P: دبی حجمی پمپ با در نظر گرفتن اتلاف ناشی از نشت (Lit/min)

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

A_R: سطح حلقوی پیستون (Cm^2)

η_{cvol}: راندمان حجمی سیلندر

$$8) t_E = \frac{6.A_K.L}{1000.Q_P}$$

$$9) t_R = \frac{6.A_R.L}{1000.Q_P}$$

t_E: زمان کورس (رفت جک) (Sec)

t_R: زمان برگشت جک (Sec)

A_K: مساحت موثر پیستون (Cm^2)

A_R: سطح حلقوی پیستون (Cm^2)

L: طول کورس جک (mm)

Q_P: دبی حجمی پمپ با در نظر گرفتن اتلاف ناشی از نشت (Lit/min)