

مرکز آموزش هیدرولیک ایران فلوئید پاور

(ماها فلوئید پاور)



ما تجربیات و دانش هیدرولیک خود را با شما به اشتراک میگذاریم

تعیین افت فشار در لوله ها

شرکت بنیان تدبیر پارس

www.iranfluidpower.com

تهیه و تنظیم: مهندس امیر هوشنگ وهابزاده

مهر ماه ۱۳۹۲

(کلیه حقوق این اثر برای مولف و شرکت بنیان تدبیر پارس محفوظ میباشد)

استفاده آموزشی از این اثر برای مدرسین و کاربران هیدرولیک مجاز میباشد

1) Fluid Power with Applications
&
2) Fluid Power Engineering

دو عنوان از کتابهایی است که مباحث مربوط به محاسبه افت فشار در لوله ها را به صورت کامل توضیح داده است. توصیه میکنم برای مباحث تکمیلی به این کتابها مراجعه نمائید.



امیر هوشنگ وهابزاده

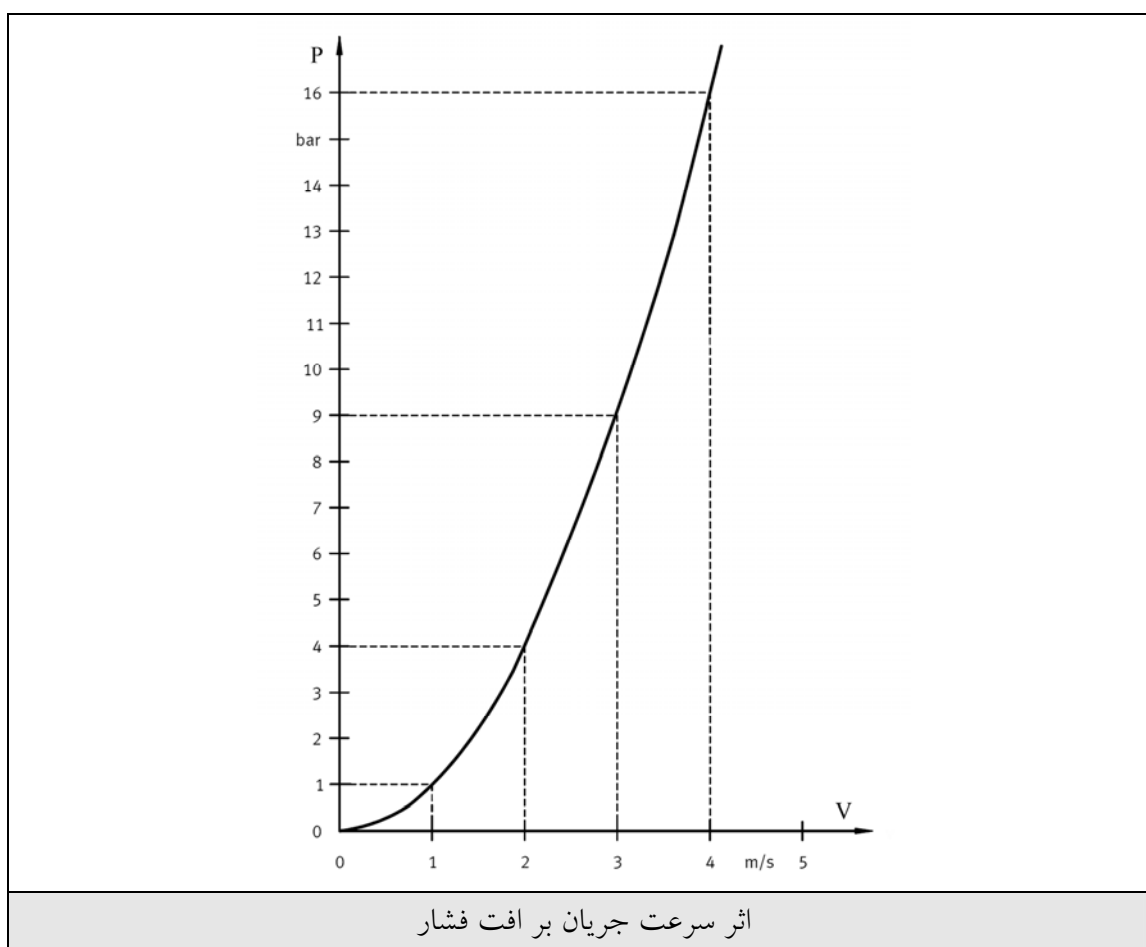
۹۲/۷/۲۵

تعیین افت فشار

هنگام عبور جریان در خطوط انتقال، اصطکاک ایجاد می‌گردد. اصطکاک خارجی در دیواره‌های خطوط انتقال و اصطکاک داخلی بین لایه‌های جریان روغن بوجود می‌آید. میزان افت فشار تابع مجموع مقاومت‌های سیستم هیدرولیک می‌باشد. این مقاومتها خود تابع موارد زیر است :

- طول خطوط	- سرعت جریان
- صافی سطوح	- نوع جریان (آرام یا مغشوش)
- چیدمان خطوط	- تعداد و نوع اتصالات در بین خطوط انتقال
	- ویسکوزیته روغن (دما و فشار)

سرعت جریان بیشترین اثر را بر مقاومت دارد به نحوی که مقاومت داخلی با مربع جریان متناسب است.



اصطکاک بین لایه‌های جریان و چسبندگی آن به جداره لوله باعث ایجاد مقاومتی می‌شود که آنرا به صورت افت فشار می‌توان محاسبه نمود. از آنجا که سرعت جریان با مقاومت به صورت توان دو رابطه دارد، لازم است محدوده سرعت‌های استاندارد کاملاً رعایت گردد. با استفاده از جدول (۱) میتوان مقدار افت فشار در لوله به ازاء هر متر طول را بدون محاسبه تعیین نمود.

جدول (۱): افت فشار در لوله به ازاء هر متر طول (FESTO)

میزان افت فشار ΔP بر حسب bar برای هر متر طول، برای روغن هیدرولیک با $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ در دو حالت K و W K: شرایط سرد ($T = 15^\circ \text{C}$, $\nu = 100 \text{ mm}^2/\text{sec}$) و W: شرایط گرم ($T = 60^\circ \text{C}$, $\nu = 20 \text{ mm}^2/\text{sec}$)											
V (m/sec)		0.5		1		2		4		6	
d (mm)		K	W	K	W	K	W	K	W	K	W
6	Re	30	150	60	300	120	600	240	1200	360	1800
	λ	2.5	0.5	2.25	0.25	0.625	0.125	0.312	0.0625	0.21	0.04
	ΔP	0.44	0.09	0.88	0.177	1.77	0.35	3.54	0.7	5.3	1.02
10	Re	50	250	100	500	200	1000	400	2000	600	3000
	λ	1.5	0.3	0.75	0.15	0.375	0.075	0.187	0.037	0.125	0.043
	ΔP	0.16	0.03	0.32	0.064	0.64	0.13	1.27	0.25	1.9	0.65
20	Re	100	500	200	1000	400	2000	800	4000	1200	6000
	λ	0.75	0.15	0.375	0.075	0.187	0.037	0.093	0.04	0.062	0.036
	ΔP	0.04	0.008	0.32	0.016	0.16	0.03	0.32	0.136	0.47	0.275
30	Re	150	750	300	1500	600	3000	1200	6000	1800	9000
	λ	0.5	0.1	0.25	0.05	0.125	0.043	0.062	0.036	0.042	0.032
	ΔP	0.017	0.003	0.035	0.007	0.07	0.024	0.14	0.082	0.214	0.163
40	Re	200	1000	400	2000	800	4000	1600	8000	2400	12000
	λ	0.375	0.075	0.187	0.037	0.093	0.04	0.047	0.033	0.045	0.03
	ΔP	0.01	0.002	0.02	0.004	0.04	0.017	0.08	0.056	0.172	0.114
50	Re	250	1250	500	2500	1000	5000	2000	10000	3000	15000
	λ	0.3	0.06	0.15	0.045	0.075	0.037	0.037	0.031	0.043	0.028
	ΔP	0.006	0.001	0.013	0.004	0.025	0.012	0.05	0.042	0.13	0.085
60	Re	300	1500	600	3000	1200	6000	2400	12000	3600	18000
	λ	0.25	0.05	0.125	0.043	0.062	0.036	0.045	0.03	0.04	0.027
	ΔP	0.004	0.0008	0.009	0.003	0.017	0.01	0.05	0.034	0.1	0.007

در مثال زیر افت فشار طبق فرمولهای مربوطه محاسبه و با مقادیر تعیین شده طبق جدول (۱) مقایسه میشود.

جریانی با سرعت $V = 0.5 \text{ m/sec}$ از لوله‌ای با قطر 6 mm عبور می‌نماید. با فرض $v = 100 \text{ mm}^2/\text{sec}$ در دمای 15°C و $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ مطلوبست تعیین افت فشار برای 1 m طول لوله.

برای تعیین افت فشار از روابط $\Delta P = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2$ و $\lambda = \frac{75}{\text{Re}}$ استفاده می‌گردد. برای محاسبه λ لازم است ابتدا عدد رینولدز تعیین شود.

$$\text{Re} = \frac{V \cdot d}{v} = \frac{0.5 \times 0.006}{1 \times 10^{-4}} = 30$$

$$\lambda = \frac{75}{\text{Re}} = \frac{75}{30} = 2.5$$

نهایتاً مقدار افت فشار به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2 = 2.5 \times \frac{1}{0.006} \times \frac{850}{2} \times 0.5^2 = 44270 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{Sec}^2} = 44270 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.4427 \text{ bar}$$

مقدار محاسبه شده برای افت فشار با مقدار مندرج در جدول (۱) تطابق دارد.

افت فشار در شلنگها

شلنگها اغلب جهت اتصال بیشتر قطعات در هیدرولیک صنعتی بکار می‌روند. بنابراین لازم است افت فشار ایجاد شده در آنها هنگام تعیین سایز در نظر گرفته شود. با استفاده از جدول (۱) می‌توان مقدار افت فشار به ازاء هر متر طول شلنگ را نیز تخمین زد.

افت فشار در اتصالات (زانوئی و ...)




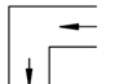
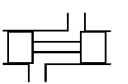
در لوله‌های خمیده برگشت جریان باعث ایجاد افت فشار قابل توجهی می‌گردد. مقاومتهای ایجاد شده بیشتر تابع شکل هندسی قطعات و مقدار جریانی است که از آن عبور می‌نماید. افت فشار ΔP با استفاده از ضریب شکل K که از روابط تجربی محاسبه می‌گردد و رابطه $\Delta P = K \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$ تعیین می‌شود. از آنجا که ضریب شکل K کاملاً تابع عدد رینولدز است، از ضریب اصلاح b که تابع عدد Re می‌باشد در این رابطه استفاده می‌گردد و مقدار افت فشار از رابطه $\Delta P = K \cdot b \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$ تعیین می‌شود.

برای جریان آرام مقدار ضرائب اصلاح b و ضریب شکل K از جداول (۲) و (۳) قابل دستیابی میباشد.

جدول (۲): ضریب اصلاح b

Re	25	50	100	250	500	1000	1500	2300
b	30	15	7.5	3	1.5	1.25	1.15	1.0

جدول (۳): ضریب شکل K

نوع اتصال	سه راهی	زانوی گرد	زانوی دو طرفه	زانوی تیز	شیرها
ضریب K	1.3	0.5...1	2	1.2	5...15
شکل ظاهری					

در مثال زیر مقدار افت فشار در یک زانوئی محاسبه میگردد.

مطلوبست تعیین افت فشار در یک زانوئی تیز به قطر 10mm در صورتیکه سرعت جریان $V = 5 \text{ m/sec}$ ، دانسیته روغن $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ و ویسکوزیته آن $\nu = 100 \text{ mm}^2/\text{sec}$ در دمای 15°C باشد. ابتدا لازم است عدد رینولدز محاسبه گردد:

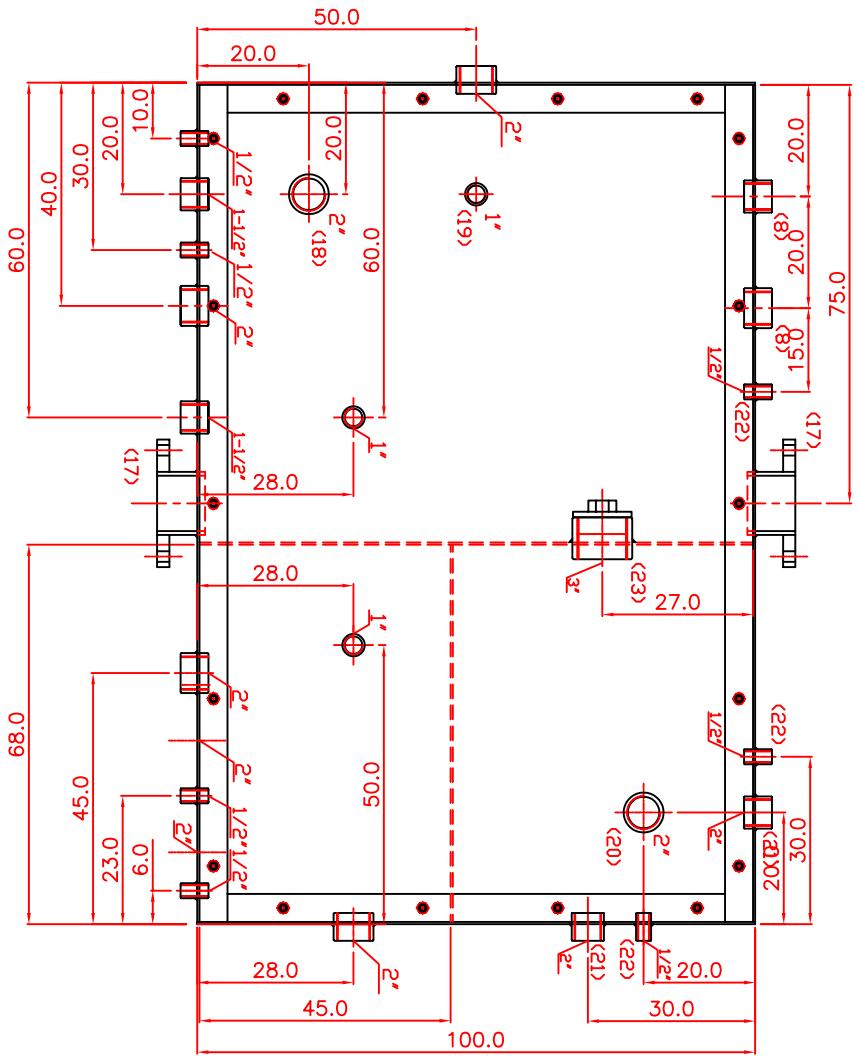
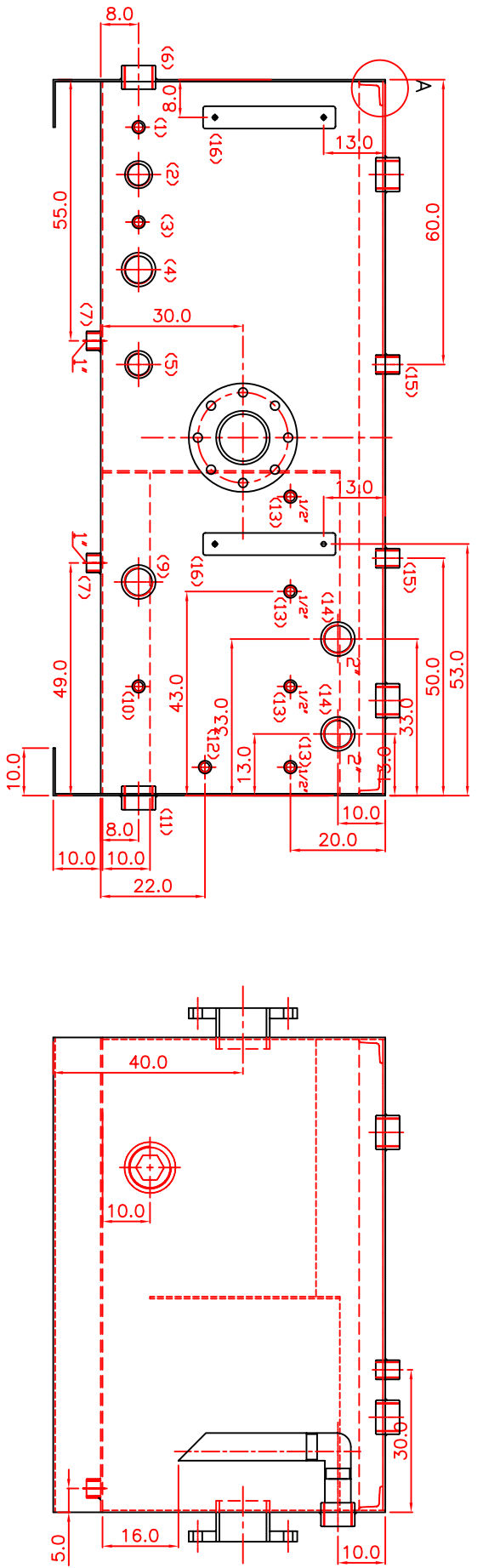
$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{5 \times 0.01}{1 \times 10^{-4}} = 500$$

با استفاده از جداول (۲) و (۳) ضریب $b = 1.5$ و $K = 1.2$ میباشد. لذا مقدار افت فشار به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\Delta P = K \cdot b \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} = 1.2 \times 1.5 \times \frac{850 \times 5^2}{2} = 19125 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.19 \text{ bar}$$

نمونه پروژه شرکت بنیان تدبیر پارس (مهرماه ۹۲)

ساخت ۴ مجموعه مخزن ۸۰۰ لیتری روغن مربوط به کارخانه سیمان داراب شامل ۱۵ عدد اتصال سایز 1/2 اینچ، ۵ عدد اتصال سایز 1 اینچ، ۳ عدد اتصال سایز 1-1/2 اینچ، ۱۳ عدد اتصال سایز 2 اینچ، ۱ عدد اتصال سایز 3 اینچ و ۲ عدد اتصال سایز 4 اینچ روی هر مخزن.



Dimensions in cm

- (23) connection port
- (22) extra port
- (21) extra port
- (20) extra port
- (19) air breather
- (18) oil filling port
- (17) 4inch- oil return port
- (16) oil indicator
- (15) level switch
- (14) filter return
- (13) relief valve return
- (12) thermocouple
- (11) extra port
- (10) thermo meter
- (9) L&H pump suction
- (8) extra port
- (7) oil drainage
- (6) extra port
- (5) heater
- (4) suction of oil cooler
- (3) thermo meter
- (2) heater
- (1) thermocouple



تیم مهندسی شرکت بنیان تدبیر پارس
پاسخگوی سئوالات فنی شما جهت طراحی و ساخت انواع سیستمهای هیدرولیک میباشد

ایمیل : info@btpco.com	فکس : ۸۸۴۰۷۲۷۵	تلفن : ۸۸۴۵۲۵۸۶ - ۸۸۴۵۲۵۸۷
------------------------	----------------	----------------------------

www.iranfluidpower.com