



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی مکانیک

## طراحی آچار هیدرولیک (Drill Pipe Spinner)

دانشجویان

نیوشا تحصیلی - ۹۹۲۶۱۱۷

علی رزاقی - ۹۹۲۶۰۵۶

استاد

دکتر محمد زارعی نژاد

تدریس یار

مهندس علی میرحقگویی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳

## چکیده

هدف طراحی آچار هیدرولیک Drill Pipe Spinner ارائه راه حلی قوی و کارآمد برای صنعت نفت و گاز با ترکیب ویژگی های نوآورانه مانند موتور هیدرولیک با گشتاور بالا، قاب محکم و سیستم آزادسازی سریع است. این آچار از نیروی هیدرولیک برای تولید گشتاور بالا استفاده می کند و باعث سفت شدن و شل شدن موثر اتصالات لوله مته می شود. با یک قاب بادوام ساخته شده است تا در برابر استفاده های سنگین مقاومت کند و ملاحظات ارگونومیکی را برای جابجایی راحت در خود جای داده است. سیستم آزادسازی سریع امکان اتصال و جداسازی کارآمد لوله را فراهم می کند و خطر لغزش یا آسیب را به حداقل می رساند. به طور کلی، طراحی یک راه حل عملی و کارآمد ارائه می دهد که بهره وری را افزایش می دهد، نیازهای تعمیر و نگهداری را کاهش می دهد و ایمنی را در حین عملیات حمل لوله حفاری در صنعت نفت و گاز بهبود می بخشد.

## فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه .....	۵
۱-۱- تعریف مسئله .....	۷
فصل دوم: داده های مسئله .....	۸
۱-۲- لوله .....	۹
۲-۲- هیدروموتور .....	۹
۳-۲- سیلندر تنظیم ارتفاع .....	۹
۴-۲- سیلندر کلمپ .....	۹
۵-۲- آچار هیدرولیک .....	۹
۶-۲- واحد تامین توان (Power Unit) .....	۱۰
۷-۲- طراحی .....	۱۰
فصل سوم: طراحی اجزا هیدرولیکی .....	۱۱
هیدروموتور: .....	۱۲
معادلات نیرویی: .....	۱۴
سیلندر کلمپ: .....	۱۶
سیلندر تنظیم ارتفاع: .....	۱۷
پاور یونیت: .....	۱۸
پمپ: .....	۱۹
شیر اطمینان: .....	۲۲
شیر یکطرفه: .....	۲۴
شیر کنترل جهت: .....	۲۵
شیر OR (Shuttle Valve): .....	۲۶
شیر کنترل جهت ۲/۳: .....	۲۷
شیر کنترل جهت ۳/۴: .....	۲۹
فصل چهارم: طراحی مدار .....	۳۱
منابع و مراجع .....	۳۹



## فصل اول: مقدمه

آچار هیدرولیک که معمولاً به عنوان چرخنده لوله حفاری نامیده می شود، یک ابزار تخصصی است که در صنعت نفت و گاز در کنار چاه نفت استفاده می شود. این به منظور ارائه یک روش کنترل شده و کارآمد برای سفت کردن یا شل کردن اتصالات لوله مته در حین عملیات حفاری طراحی شده است. آچار از نیروی هیدرولیک برای اعمال گشتاور به اتصالات رزوه شده استفاده می کند و از آب بندی مناسب و اتصال ایمن لوله ها اطمینان حاصل می کند.

در اینجا مقدمه ای بر طراحی و اجزای کلیدی آچار هیدرولیک آورده شده است:

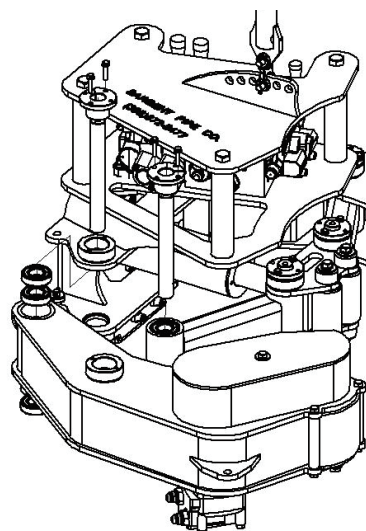
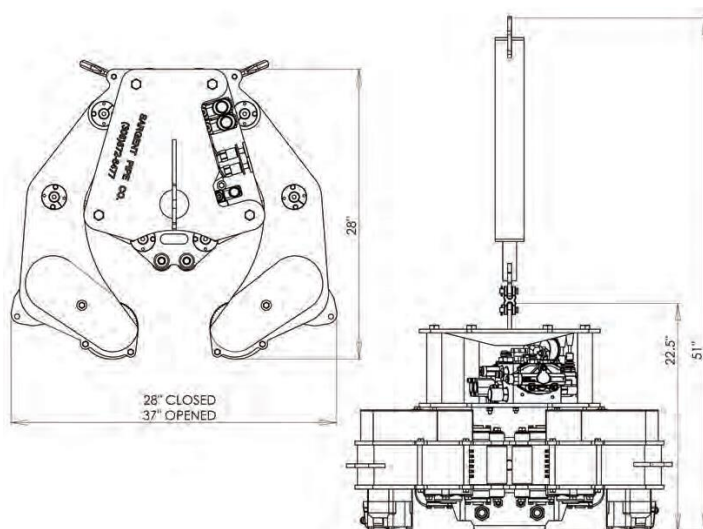
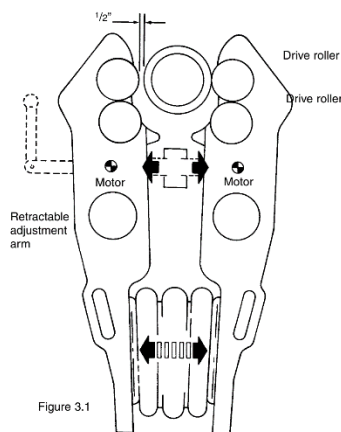
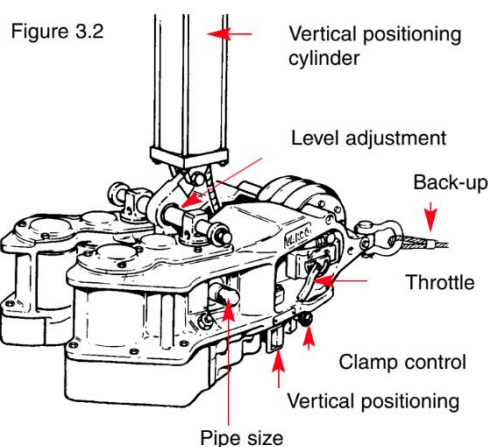
۱. منبع تغذیه: آچار هیدرولیک به طور معمول توسط یک سیستم هیدرولیک که از یک پمپ هیدرولیک، شیلنگ ها و سوپاپ ها تشکیل شده است، تغذیه می شود. پمپ سیال هیدرولیک پرفشار، معمولاً روغن، را برای تولید گشتاور مورد نیاز تامین می کند.
۲. موتور هیدرولیک: آچار دارای یک موتور هیدرولیک است که انرژی هیدرولیک را به چرخش مکانیکی تبدیل می کند. موتور به شفت خروجی متصل است که گشتاور را به اتصال لوله مته منتقل می کند.
۳. گیربکس: برای ارائه سطوح مختلف گشتاور و گزینه های سرعت، یک گیربکس اغلب در طراحی آچار ادغام می شود. این به اپراتور اجازه می دهد تا نسبت دنده مناسب را برای مطابقت با الزامات اتصال خاص انتخاب کند.
۴. سیستم کنترل: آچار دارای یک سیستم کنترل است که به اپراتور اجازه می دهد تا کاربرد گشتاور را به طور دقیق مدیریت کند. معمولاً شامل شیرهای کنترلی و فشارسنج ها برای نظارت و تنظیم فشار هیدرولیک و سرعت جریان است.
۵. بازوی واکنش: بازوی واکنش یک جزء ضروری از طراحی آچار است که پایداری را فراهم می کند و نیروی چرخشی ایجاد شده در طول فرآیند اتصال لوله را خنثی می کند. بازوی واکنش به طور ایمن به یک ساختار ثابت یا کف دکل متصل می شود تا از انتقال مناسب نیروی واکنش اطمینان حاصل شود.
۶. مونتاژ فک: مجموعه فک وظیفه محکم گرفتن اتصال لوله مته را بر عهده دارد. معمولاً از دو مجموعه فک تشکیل شده است که می توانند به طور مستقل حرکت کنند تا اندازه های مختلف لوله و انواع اتصال را در خود جای دهند. فک ها به گونه ای طراحی شده اند که چسبندگی محکمی را بدون آسیب رساندن به رزوه های لوله فراهم کنند.
۷. ویژگی های ایمنی: آچارهای هیدرولیک اغلب دارای ویژگی های ایمنی برای جلوگیری از سفت شدن بیش از حد یا آسیب رساندن به اتصالات هستند. اینها می توانند شامل محدود کننده های گشتاور، دریچه های کاهش فشار و نشانگرهای دیداری یا شنیداری برای سیگنال دادن به هنگام رسیدن به گشتاور مورد نظر باشند.

۸. قابل حمل بودن: آچارهای هیدرولیک به گونه ای طراحی شده اند که نسبتاً فشرده و قابل حمل باشند تا به راحتی در زمین استفاده شوند. آنها اغلب بر روی یک قاب نصب می شوند یا به دسته هایی برای حمل و نقل و مانور آسان مجهز هستند.

آچارهای هیدرولیک ابزارهای حیاتی در عملیات چاه نفت هستند، زیرا یکپارچگی و قابلیت اطمینان اتصالات لوله حفاری را تضمین می کنند. طراحی و عملکرد آنها سفت شدن یا شل شدن موثر و کنترل شده اتصالات را امکان پذیر می کند و به فعالیت های حفاری ایمن و سازنده کمک می کند.

### ۱-۱- تعریف مسئله

آچار هیدرولیک (Drill Pipe Spanner) ابزاری است که برای بستن لوله ها در صنایع مختلف به کار میرود. این ابزار شامل ۳ بخش هیدرولیکی است. یک سیلندر جهت اعمال نیرو عمودی برای کلمپ کردن لوله (Clamping Cylinder)، سیلندر تنظیم ارتفاع (Leveling Cylinder) و یک هیدروموتور (Hydro Motor) به منظور اعمال گشتاور و چرخش لوله. در شکل نمونه هایی از آچار هیدرولیک و اجزای داخل آن نشان داده شده است.



## فصل دوم: داده های مسئله



## مشخصات فنی و فرضیات:

مشخصات فنی مهم این نمونه که در واقع الزامات مورد نیاز هستند عبارتند از:

### ۲-۱- لوله

سایز لوله های مورد استفاده بین ۵ تا ۹ اینچ است.

### ۲-۲- هیدروموتور

سرعت دورانی لوله ۵ اینچ : ۸۰ دور بر دقیقه.

گشتاور اعمالی به لوله ۵ اینچ ۱۰۰۰ نیوتن-متر است.

سرعت و گشتاور مورد نیاز برای دیگر اندازه های لوله بدین صورت است که با همان سرعت دورانی ۱۰۰ دور بر دقیقه ولی با گشتاور متناسب با وزن لوله ( طبقاً لوله قطر بزرگتر گشتاور بیشتری لازم دارد) باشد.

باید از دو هیدروموتور برای چرخش دو غلتک استفاده شود( در شکل ۲ تنها یک غلتک متحرک میباشد؛ منظور از استفاده از دو هیدروموتور این است که غلتک سمت چپ نیز به یک هیدروموتور دیگر دوران کند).

در صورت نیاز هیدروموتور میتواند با گیربکس به غلتک متصل شود.

### ۲-۳- سیلندر تنظیم ارتفاع

سیلندر تنظیم ارتفاع باید قابلیت تنظیم ارتفاع و تنظیم سرعت داشته باشد و کورس آن ۵۰ سانتی متر است.

### ۲-۴- سیلندر کلمپ

ضریب اصطکاک بین لوله و غلتک برای شرط غلتش کامل ۰.۷ است.

### ۲-۵- آچار هیدرولیک

وزن آچار حدود ۳۰۰ کیلوگرم است.

## ۲-۶- واحد تامین توان (Power Unit)

حداکثر توان استفاده شده در پاور یونیت ۳۵ کیلووات است. برای هر ۳ المان هیدرولیکی تنها یک پاور یونیت (یک پمپ دبی ثابت یا پمپ دابل قابل ترکیب) استفاده می شود.

## ۲-۷- طراحی

تمامی محصولات از شرکت Rexroth انتخاب شده. افت فشارها در انتخاب المان ها در نظر گرفته شده. به دلیل استفاده در کنار چاه نفت در مجموعه آچار هیچ المان الکتریکی مورد استفاده قرار نمی گیرد.

طراحی شامل موارد زیر است:

- ۱- طراحی و انتخاب سیلندر کلمپ
- ۲- طراحی و انتخاب سیلندر تنظیم ارتفاع
- ۳- طراحی و انتخاب مکانیزم چرخش و هیدرو و موتورها های مربوطه
- ۴- طراحی مدارهای مربوط به کنترل موقعیت و سرعت سیلندرها و موتور
- ۵- طراحی مدارهای مربوط به تنظیم فشار سیلندرها و موتور
- ۶- طراحی و انتخاب المان های پاور یونیت

## فصل سوم: طراحی اجزا هیدرولیکی

## هیدروموتور:

فرض میکنیم وزن لوله‌ها به صورت خطی با قطر لوله تغییر می‌کند:

$$T_d = T_\delta \times \frac{D}{\delta}$$

$$T_\delta = 1000 \text{ N.m}$$

$$T_\epsilon = 1000 \times \frac{6}{5} = 1200 \text{ N.m}$$

$$T_\gamma = 1000 \times \frac{7}{5} = 1400 \text{ N.m}$$

$$T_\lambda = 1000 \times \frac{8}{5} = 1600 \text{ N.m}$$

$$T_\eta = 1000 \times \frac{9}{5} = 1800 \text{ N.m}$$

با توجه به این محاسبات، هیدروموتور باید گشتاوری معادل گشتاور محاسبه شده برای بزرگترین قطر (یعنی ۱۸۰۰ نیوتن‌متر) را بتواند تولید کند. این به ما این اطمینان را می‌دهد که می‌توان هر کدام از لوله‌ها را بدون مشکل استفاده کنید.

اگر هیدروموتور به تنهایی نتواند گشتاور مورد نیاز را تولید کند، از گیربکس برای افزایش گشتاور استفاده میشود. نسبت گیربکس باید به گونه‌ای انتخاب شود که خروجی گیربکس به گشتاور مورد نیاز برسد. در نتیجه، با استفاده از یک گیربکس با نسبت ۱.۸:۱ می‌توانید گشتاور مورد نیاز را تامین کنید. همچنین می‌توان گیربکس‌های با نسبت ۲:۱ را در نظر گرفت که در بازار به راحتی در دسترس هستند و باعث افزایش اطمینان و عمر مفید سیستم خواهند شد. پس گشتاور مورد نیاز سیستم  $900 \text{ N.m}$  خواهد بود.

با توجه به اینکه سرعت دورانی برای همه اندازه‌های لوله ۸۰ دور بر دقیقه می‌باشد، این سرعت دورانی مورد نیاز برای خروجی گیربکس است. اگر گیربکس استفاده می‌شود، باید سرعت ورودی هیدروموتور را با توجه به نسبت گیربکس تعیین کنیم.

$$80 \times 2 = 160 \text{ rpm}$$

$$\text{Power} = 160 \times \frac{2\pi}{60} \times 900 = 15.08 \text{ kW} + 20\% (\text{اتلاف توان}) = 19 \text{ kW}$$

فشار کاری را در حالت مداوم ۲۵۰ بار در نظر گرفتیم.

$$V_g = \frac{T \times 2\pi \times \eta}{p} = \frac{900 \times 2\pi \times 0.84}{250} = 190 \text{ cm}^3$$

در نهایت با توجه به مقادیر محاسبه شده هیدروموتور زیر انتخاب میشود.

## Radial Piston Hydraulic Motor with Fixed Displacement MR, MRE

**RE 15228**

Issue: 09.2014

Replaces: 08.2012



- Sizes 125 to 2100
- Nominal pressure 250 bar
- Maximum pressure up to 300 bar
- Displacement up to 2090 cm<sup>3</sup>
- Torque up to 8300 Nm

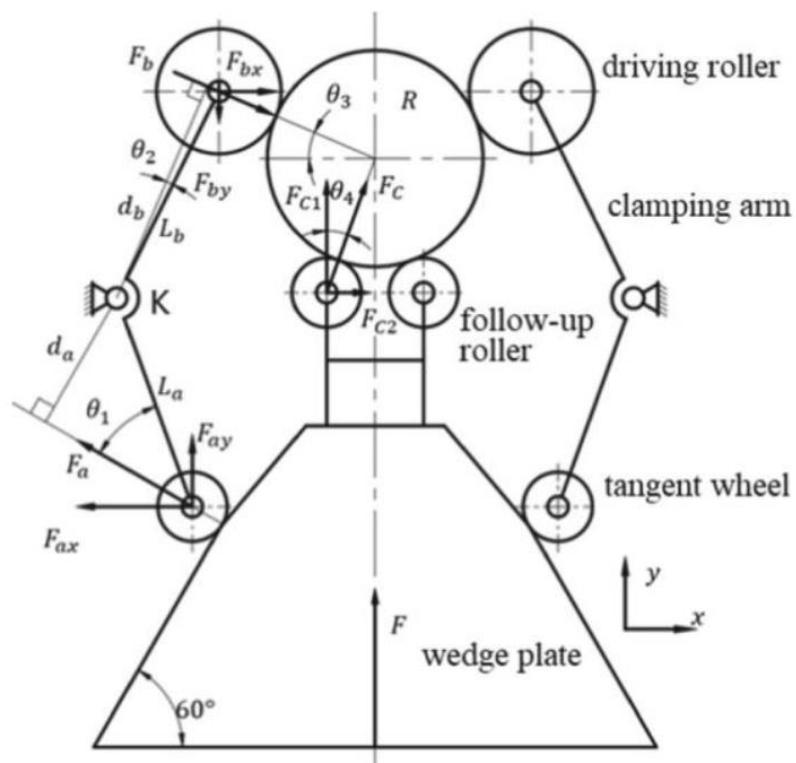
موتورهای هیدرولیکی پیستونی شعاعی، به ویژه سری‌های MR و MRE، اجزای ضروری در بسیاری از سیستم‌های هیدرولیکی هستند. آنها کارایی بالا، گشتاور بالا در سرعت پایین و عملکرد مقاوم ارائه می‌دهند که آنها را برای کاربردهای سخت ایده‌آل می‌سازد. جابجایی ثابت عملکرد پایدار را تضمین می‌کند و ویژگی‌های پیشرفته سری MRE بهبودهایی را نسبت به سری استاندارد MR ارائه می‌دهد.

**Table of values**

Size (MR)		NG	125	160	190	250	300	350
Displacement	<i>V</i>	cm <sup>3</sup>	124.7	159.7	191.6	250.9	304.1	349.5
Moment of inertia	<i>J</i>	kg cm <sup>2</sup>	56.88	57.5	58.2	60.8	65.43	225.9
Specific torque		Nm/bar	2.0	2.54	3.05	4.00	4.80	5.57
Minimum starting torque/ theoretical torque		%	90	90	90	90	90	90
Inlet pressure, maximum	continuous	<i>p</i> bar	250	250	250	250	250	250
	intermittent	<i>p</i> bar	300	300	300	300	300	300
	peak	<i>p</i> bar	420	420	420	420	420	420
Accumulated pressure, maximum in port A + B, intermittent	<i>p</i>	bar	400	400	400	400	400	400
Case drain pressure, maximum	<i>p</i>	bar	5 (15 bar for version ...F...), please refer to page 6					
Speed range	<i>n</i>	rpm	1-900	1-900	1-850	1-800	1-750	1-640
Continuous power, maximum	without flushing	<i>P</i> kW	17	20	24	32	35	41
	with flushing	<i>P</i> kW	25	30	36	48	53	62
Mass	<i>m</i>	kg	46	46	46	50	50	77

### معادلات نیرویی:

ابتدا لازم است تا ابعاد و نیروهای مکانیزم زیر را تعیین کنیم. ماکزیمم حالت را برای لوله ۹ اینچ در نظر میگیریم:



سوارش driving roller : drill pipe  $l_a$   $F_b$   $l_b$   $F_a$

Torque equation  $k \rightarrow F_a d_a = F_b d_b$

$d_a = l_a \sin \theta_1$

$d_b = l_b \cos \theta_2$

$M_{max} = 2 \times F_b R = 2(0.17) F_b (0.12 \text{ m}) = 900$

$\rightarrow F_b = 5.36 \times 10^3$

y- $\rightarrow F_{by} = F_{C1} = 0$  ;  $F_{by} = F_b \sin \theta_3$

$F_{C1} = F_c \cos \theta_4$

$\rightarrow F - 2F'_{C1} - 2F'_{ay} = 0$

$F_c$   $F_{ay} = F_a \cos 60^\circ$   
wedge plate angle

$l_a = 320 \text{ mm}$

$l_b = 330 \text{ mm}$

$\theta_1 = 42^\circ$   $\theta_3 = 26^\circ$

$\theta_2 = 0.9^\circ$   $\theta_4 = 22^\circ$

$\rightarrow F = 20000 \text{ N} = 20 \times 10^3 \text{ N} = 20 \text{ kN}$

## سیلندر کلمپ:

$$l = 50 \text{ cm} \rightarrow l_{eff} = 2l$$

$$E = 210 \text{ Gpa}$$

$$p = 250 \text{ bar}$$

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{kl^2} = p \cdot \left( \frac{\pi}{4} d^2 \right)$$

$$\rightarrow d = 41 \text{ mm}$$

حداکثر نیروی لازم برای بستن یا گیره (clamp) به طور معمول در یک آچار هیدرولیکی بسته به نوع و کاربرد آن می‌تواند متفاوت باشد. با فرض ۲۰ تن (طبق محاسبات نیرویی):

$$F_{max} = 0.9 \times p \times A$$

$$\rightarrow D = 74.5 \text{ mm}$$

Areas, forces, flow

Piston ØAL in mm	Piston rod ØMM in mm	Area ratio φ A1/A3	Areas			Force at 160 bar <sup>1)</sup>			Flow at 0.1 m/s <sup>2)</sup>			Max. stroke length in mm
			Piston A <sub>1</sub> in cm <sup>2</sup>	Rod A <sub>2</sub> in cm <sup>2</sup>	Ring A <sub>3</sub> in cm <sup>2</sup>	Pressure F <sub>1</sub> kN	Diff. F <sub>2</sub> kN	Pulling F <sub>3</sub> kN	OFF q <sub>v1</sub> l/min	Diff. q <sub>v2</sub> l/min	ON q <sub>v3</sub> l/min	
40	28	1.96	12.56	6.16	6.41	20.00	9.82	10.24	7.5	3.7	3.8	2000
50	28	1.46	19.63	6.16	13.47	31.30	9.82	21.55	11.8	3.7	8.1	2000
	36	2.08		10.18	9.46		16.29	15.10		6.1	5.6	
63	36	1.48	31.17	10.18	20.99	49.80	16.29	33.56	18.7	6.1	12.6	2000
	45	2.04		15.90	15.27		25.40	24.41		9.5	9.2	
80	45	1.46	50.26	15.90	34.36	80.30	25.40	54.96	30.2	9.5	20.7	2000
	56	1.96		24.63	25.63		39.30	40.99		14.8	15.4	
100	56	1.46	78.54	24.63	53.91	125.00	39.30	86.22	47.1	14.8	32.3	3000
	70	1.96		38.48	40.06		61.50	64.04		23.1	24.0	
125	70	1.46	122.72	38.48	84.24	196.00	61.50	134.7	73.6	23.1	50.5	3000
	90	2.08		63.62	59.10		101.00	94.49		38.2	35.4	
160	90	1.46	201.06	63.62	137.44	321.00	101.00	219.8	120.6	38.2	82.4	3000
	110	1.90		95.06	106.00		151.00	169.5		57.0	63.6	
200	110	1.43	314.16	95.06	219.09	502.60	152.00	350.6	188.5	57.0	131.5	3000
	140	1.96		153.96	160.20		246.30	256.3		92.4	96.1	



## سیلندر تنظیم ارتفاع:

$$\frac{\pi^r EI}{KL^r} = F_{max} \Rightarrow \frac{\pi^r E \left( \pi \frac{d^r}{64} \right)}{K(r l)^r} = mg \Rightarrow d = \sqrt[r]{\frac{64 mg K (r l)^r}{\pi^r E}}$$

$$d = \sqrt[r]{\frac{64 \times 300 \times 9.81 \times 2.5 \times (1000)^r}{\pi^r \times 210000}} = 16.4 \text{ mm}$$

$$F_{max} \times k = P_{max} \times A \Rightarrow 300 \times 9.81 \times 5 = 25 \times \left( \pi \frac{D^r}{4} \right)$$

$$D = \sqrt{\frac{300 \times 9.81 \times 2.5 \times 4}{25 \times \pi}} = 27.4 \text{ mm}$$

### Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

#### Diameters, areas, forces, flow

Piston ØAL	Piston rod ØMM in mm		Area ratio φ  A <sub>1</sub> /A <sub>3</sub>	Areas		Force generated by pressure <sup>1)</sup> F <sub>1</sub> kN		Traction force <sup>1)</sup> F <sub>3</sub> kN		Volumetric flow at 0.1 m/s <sup>2)</sup>		Available stroke length  in mm
	at a nominal pressure of			Piston A <sub>1</sub>  in cm <sup>2</sup>	Ring A <sub>3</sub>  in cm <sup>2</sup>	at a nominal pressure of		at a nominal pressure of		OFF	ON	
	160 bar	250 bar				160 bar	250 bar	160 bar	250 bar	q <sub>v1</sub> l/min	q <sub>v3</sub> l/min	
in mm	160 bar	250 bar		in cm <sup>2</sup>	in cm <sup>2</sup>	160 bar	250 bar	160 bar	250 bar			
25	14	–	1.46	4.91	3.37	7.85	–	5.39	–	2.94	2.02	600
32	18	–	1.46	8.04	5.50	12.86	–	8.79	–	4.82	3.30	800
40	22	–	1.43	12.56	8.76	20.10	–	14.02	–	7.54	5.26	2000
	–	25	1.64		7.65	–	31.40	–	19.13		4.59	
50	28	–	1.46	19.63	13.47	31.40	–	21.55	–	11.78	8.08	2000
	–	32	1.69		11.59	–	49.06	–	28.97		6.95	
63	36	–	1.49	31.16	20.98	49.85	–	33.57	–	18.69	12.59	2000
	–	40	1.68		18.60	–	77.89	–	46.49		11.16	
80	45	–	1.46	50.24	34.34	80.38	–	54.95	–	30.14	20.61	2000
	–	50	1.64		30.62	–	125.60	–	76.54		18.37	
100	56	–	1.46	78.50	53.88	125.60	–	86.21	–	47.10	32.33	3000
	–	63	1.66		47.34	–	196.25	–	118.36		28.41	
125	70	–	1.46	122.66	84.19	196.25	–	134.71	–	73.59	50.51	3000
	–	80	1.69		72.42	–	306.64	–	181.04		43.45	
160	–	100	1.64	200.96	122.46	–	502.40	–	306.15	120.58	73.48	3000
200	–	125	1.64	314.00	191.34	–	785.00	–	478.36	188.40	114.81	3000

## Rexroth Power Packs

### مشخصات پاور یونیت PV۱۰

Model Code	Pump Model	Motor Frame	Power* hp (kw)	Displacement in <sup>3</sup> /rev (cm <sup>3</sup> /rev)	Max. Flow GPM (L/min)	Max. Pressure PSI (bar)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /5	AA10VSO28	213	5.0 (3.7)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /7.5	AA10VSO28	213	7.5 (5.5)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /10	AA10VSO28	215	10.0 (7.4)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /15	AA10VSO28	254	15.0 (11.1)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /20	AA10VSO28	256	20.0 (14.9)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)
PPV40/ <sup>3</sup> / <sub>4</sub> /25	A10VO28	284	25.0 (18.6)	1.7 (28)	12.0 (45)	3000 (200)

**Note:** Flows and pressures are factory set according to customer specifications

\* – Motors are closed-coupled, 3 phase, 1750, 230/460 volt, 1.15 S.F.

طبق فرمول های کاتالوگ های موجود، میتوانیم دبی مورد نیاز سیستم را محاسبه کنیم:

Determining the operating characteristics			
Inlet flow	$q_v = \frac{V_g \times n}{1000 \times \eta_v}$		[l/min]
Rotational speed	$n = \frac{q_v \times 1000 \times \eta_v}{V_g}$		[rpm]
Torque	$T = \frac{V_g \times \Delta p \times \eta_{hm}}{20 \times \pi}$		[Nm]
Power	$P = \frac{2 \pi \times T \times n}{60000} = \frac{q_v \times \Delta p \times \eta_t}{600}$		[kW]

$$Q = 44.7 \frac{l}{min}$$

$$P = 20 \text{ kW}$$

پمپ:

بر اساس الزامات فنی داده شده:

حداکثر توان استفاده شده در پاور یونیت ۳۵: کیلووات

نیاز به تنظیم ارتفاع سیلندر و تنظیم سرعت: این ویژگی نیاز به پمپی با قابلیت تنظیم دقیق دبی و فشار دارد.

نیاز به یک پمپ یا پمپ دابل قابل ترکیب: برای تامین توان سه المان هیدرولیکی

با توجه به انواع پمپ‌ها:

#### ۱. Axial Piston Pumps پمپ پیستونی محوری:

- این نوع پمپ‌ها برای کاربردهایی با فشار بالا و نیاز به تنظیم دقیق مناسب هستند.
- قابلیت تامین توان بالا و کارکرد در سرعت‌های مختلف.

#### ۲. Radial Piston Pumps پمپ پیستونی شعاعی:

- این پمپ‌ها نیز برای فشارهای بالا مناسب هستند و می‌توانند توان قابل توجهی را تامین کنند.
- اما بیشتر برای کاربردهای خاص و نیاز به دبی پایین‌تر استفاده می‌شوند.

#### ۳. Vane Pumps پمپ‌های پره‌ای:

- این پمپ‌ها برای کاربردهای فشار متوسط و نیاز به دبی ثابت مناسب هستند.
- قابلیت تنظیم دبی و فشار را دارند، اما ممکن است توان کمتری نسبت به پمپ‌های پیستونی داشته باشند.

#### ۴. External Gear Pumps پمپ‌های چرخنده‌ای خارجی:

- این پمپ‌ها برای کاربردهای با فشار متوسط و نیاز به دبی ثابت مناسب هستند.
- کارکرد ساده و قابلیت اطمینان بالا، اما ممکن است توان کمتری داشته باشند.

## ۵. Internal Gear Pumps پمپ‌های چرخنده‌ای داخلی:

- این پمپ‌ها نیز برای فشارهای متوسط مناسب هستند.
- قابلیت تنظیم دبی و فشار.

## ۶. Gerotor Pumps پمپ‌های ژیروتور:

- این پمپ‌ها برای کاربردهای فشار پایین و نیاز به دبی ثابت مناسب هستند.
- بیشتر در کاربردهای کم توان استفاده می‌شوند.

با توجه به نیازهای سیستم به تنظیم دقیق دبی و فشار، توان بالا و کارکرد در سرعت‌های مختلف، پمپ پیستونی محوری (Axial Piston Pumps) بهترین گزینه خواهد بود. این پمپ‌ها قابلیت تامین توان ۳۵ کیلووات را دارند و برای کاربردهای صنعتی با فشار بالا و نیاز به دقت بالا مناسب هستند.

### Axial piston variable pump

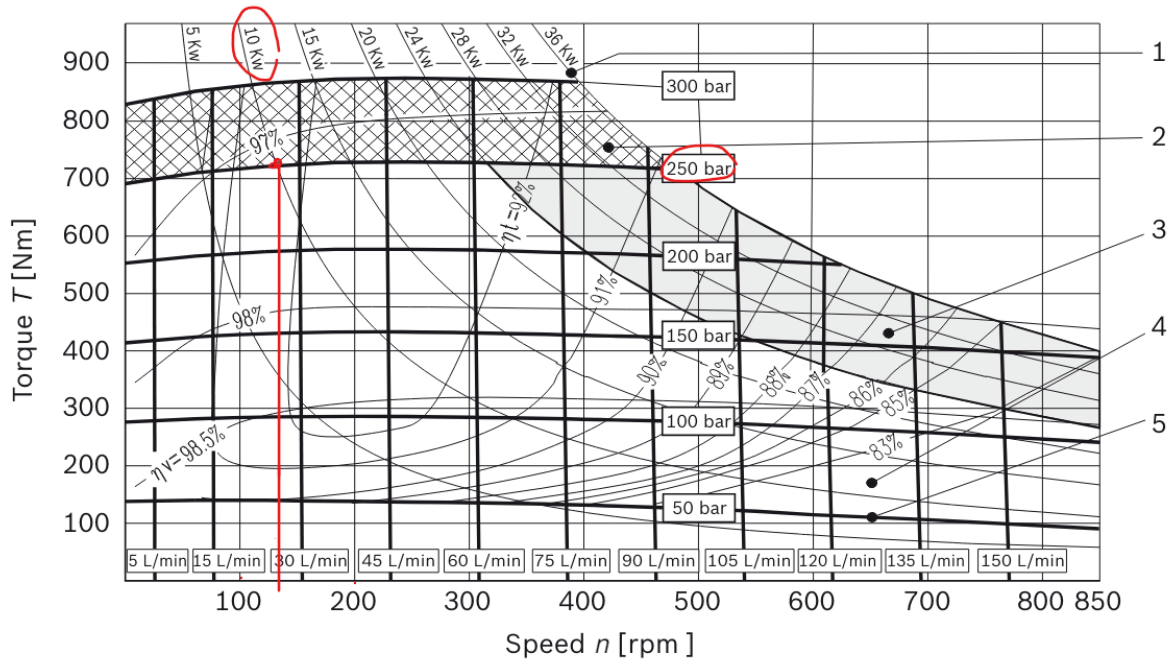
#### ۳۱ VSO series A۱۰

$$۱.۲ * ۴۴.۷ = ۵۳.۶۴ \text{ با نشتی}$$

Size	NG		18	28	45	71	88	100
Geometric displacement, per revolution	$V_{g \max}$	cm <sup>3</sup>	18	28	45	71	88	100
Maximum rotational speed <sup>1)</sup>	at $V_{g \max}$	$n_{nom}$	rpm	3300	3000	2600	2200	2000
	at $V_g < V_{g \max}$ <sup>2)</sup>	$n_{max \text{ perm}}$	rpm	3900	3600	3100	2600	2400
Flow	at $n_{nom}$ and $V_{g \max}$	$q_{v \max}$	l/min	59	84	117	156	200
	at $n_E = 1500 \text{ rpm}$ and $V_{g \max}$	$q_{vE \max}$	l/min	27	42	68	107	150
Power	with $n_{nom}$ , $V_{g \max}$	$P_{max}$	kW	28	39	55	73	93
	at $\Delta p = 280 \text{ bar}$	$P_{E \max}$	kW	12.6	20	32	50	70
Torque	$\Delta p = 280 \text{ bar}$	$M_{max}$	Nm	80	125	200	316	445
	with $V_{g \max}$ and $\Delta p = 100 \text{ bar}$	$M$	Nm	30	45	72	113	159
Rotary stiffness of drive shaft	S	$c$	Nm/rad	11087	22317	37500	71884	121142
	R	$c$	Nm/rad	14850	26360	41025	76545	—
	P	$c$	Nm/rad	13158	25656	41232	80627	132335
Moment of inertia of the rotary group	$J_{TW}$	kgm <sup>2</sup>	0.00093	0.0017	0.0033	0.0083	0.0083	0.0167
Case volume	$V$	l	0.4	0.7	1.0	1.6	1.6	2.2
Weight <b>without</b> through drive (approx.)	$m$	kg	12.9	18	23.5	35.2	35.2	49.5
Weight <b>with</b> through drive (approx.)			14	19.3	25.1	38	38	55.4

و یا اینکه با توجه به نمودار هیدروموتور:

# ▼ MR190



$$Q = 6 \cdot \frac{l}{min} + 20\% = 72 \frac{lit}{min}$$

Size		NG	18	28	45	71	88	100	
Geometric displacement, per revolution		$V_{g \max}$	cm <sup>3</sup>	18	28	45	71	88	100
Maximum rotational speed <sup>1)</sup>	at $V_{g \max}$	$n_{\text{nom}}$	rpm	3300	3000	2600	2200	2100	2000
	at $V_g < V_{g \max}$ <sup>2)</sup>	$n_{\text{max perm}}$	rpm	3900	3600	3100	2600	2500	2400
Flow	at $n_{\text{nom}}$ and $V_{g \max}$	$q_{v \max}$	l/min	59	84	117	156	185	200
	at $n_E = 1500$ rpm and $V_{g \max}$	$q_{vE \max}$	l/min	27	42	68	107	132	150
Power	with $n_{\text{nom}}$ , $V_{g \max}$	$P_{\max}$	kW	28	39	55	73	86	93
at $\Delta p = 280$ bar	at $n_E = 1500$ rpm and $V_{g \max}$	$P_{E \max}$	kW	12.6	20	32	50	62	70
Torque	$\Delta p = 280$ bar	$M_{\max}$	Nm	80	125	200	316	392	445
with $V_{g \max}$ and	$\Delta p = 100$ bar	$M$	Nm	30	45	72	113	140	159
Rotary stiffness of drive shaft	S	$c$	Nm/rad	11087	22317	37500	71884	71884	121142
	R	$c$	Nm/rad	14850	26360	41025	76545	76545	–
	P	$c$	Nm/rad	13158	25656	41232	80627	80627	132335
Moment of inertia of the rotary group		$J_{TW}$	kgm <sup>2</sup>	0.00093	0.0017	0.0033	0.0083	0.0083	0.0167
Case volume		$V$	l	0.4	0.7	1.0	1.6	1.6	2.2
Weight <b>without</b> through drive (approx.)		$m$	kg	12.9	18	23.5	35.2	35.2	49.5
Weight <b>with</b> through drive (approx.)				14	19.3	25.1	38	38	55.4

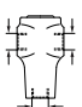

بنابراین هر یک از دو پمپ میتواند برای سیستم قابل استفاده باشد.

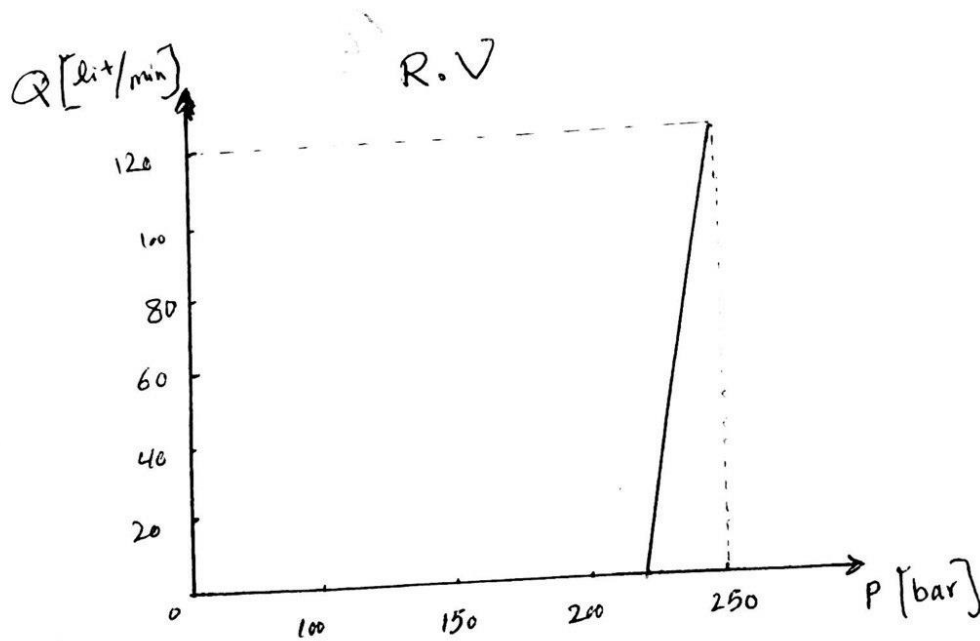
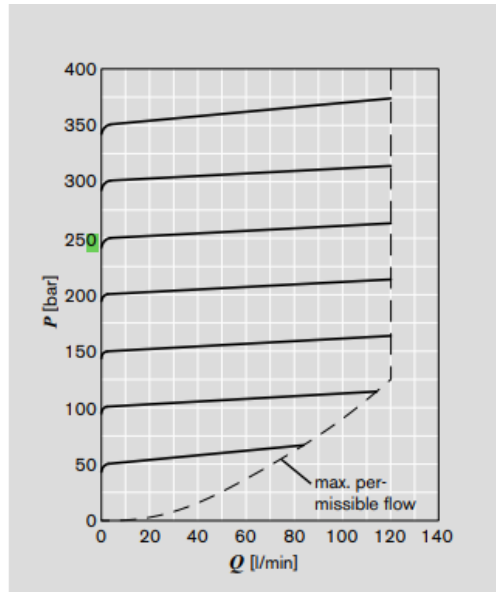
شیر اطمینان:

با توجه به فشار کاری ۲۵۰ بار:

## Pressure relief valves for line installation



Threaded port	Version		Seals	Set pressure* [bar]	Weight [kg]	Material No.
M 18 x 1,5 	Fixed		NBR	10	0.9	0 532 001 031
			FKM	10		0 532 001 115
			NBR	12		0 532 001 156
				15		0 532 001 004
				20		0 532 001 012
				25		0 532 001 011
				30		0 532 001 014
				40		0 532 001 027
				50		0 532 001 020
				60		0 532 001 018
				70		0 532 001 005
				80		0 532 001 006
				90		0 532 001 026
				100		0 532 001 007
				110		0 532 001 024
				140		0 532 001 008
				140		R 917 002 956**
				150		R 917 002 975**
				150		0 532 001 009
				170		0 532 001 028
				180		0 532 001 022
				190		0 532 001 021
				200		0 532 001 023
				210		0 532 001 013
				210		0 532 001 154
				210		R 917 002 960**
				230		0 532 001 019
				250		0 532 001 016
				300		0 532 001 030
	Fixed, with nonreturn valve					
	Fixed					



## شیر یکطرفه:

با استفاده از RE ۲۱۴۶۰ شیر یک طرفه مدل زیر را انتخاب می کنیم. با توجه به نمودار ۴ شیر یک طرفه در دبی  $Q = 3 \text{ lit/min}$  اختلاف فشار  $\Delta P = 12 - 16 \text{ bar}$  را ایجاد می کند.

## Check valve, pilot operated

RE 21460/09.11  
Replaces: 08.11

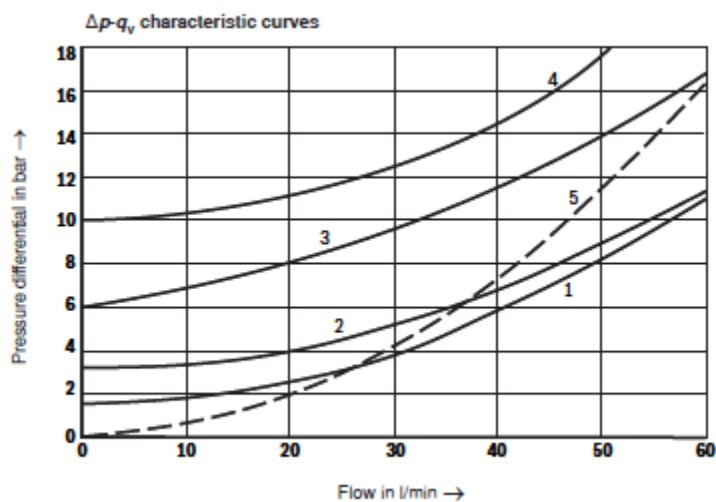
1/8

Type SV and SL

Size 6  
Component series 6X  
Maximum operating pressure 315 bar  
Maximum flow 60 l/min



H6090



A to B

B to A

Cracking pressure:

- 1 1.5 bar
- 2 3 bar
- 3 6 bar
- 4 10 bar
- 5 Check valve controlled open via control spool



شیر کنترل جهت:

از کاتالوگ RE ۲۲۰۶۹ شیر کنترل جهت ۲/۴ مدل  $M - Z4SEH$  را انتخاب می کنیم. که اختلاف فشار

$\Delta P = ۸ \text{ bar}$  را ایجاد می کند.

## 4/2 directional seat valve, pilot operated

RE 22069/05.11

1/12

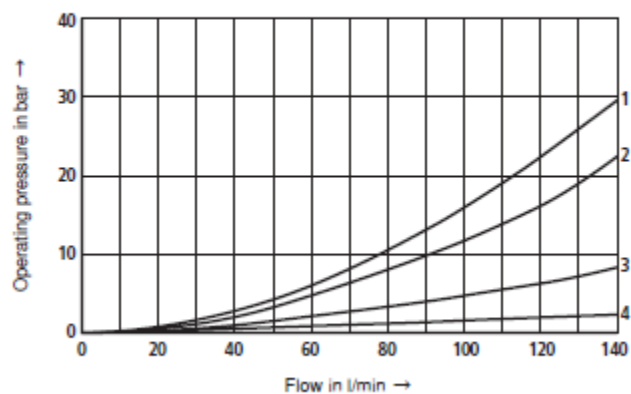
Type M-Z4SEH

Size 10 and 16  
Component series 2X  
Maximum operating pressure 315 bar  
Maximum flow 300 l/min



H7761+7762

$\Delta p - q_v$  characteristic curves  
Size 10



## شیر (Shuttle Valve) OR:

با استفاده از کاتالوگ RE ۱۸۳۰۹ شیر منطقی or مدل VFC را انتخاب می کنیم. حداکثر دبی عبوری از این شیر  $Q = 50 \text{ lit/min}$  می باشد و با توجه به افت فشارهایی که در سیستم ما وجود دارد، مناسب می باشد.

### Shuttle valve

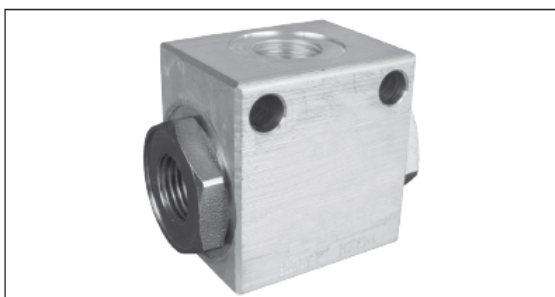
VFC

05.99.05.00 - Y

**RE 18309-98**

Edition: 05.2022

Replaces: 03.2016



#### Description

Single ball shuttle valve with 3 ports for in-line plumbing: when the ports V1 and V2 are connected to 2 work lines, the valve delivers the highest of the 2 pressures to the common port C. The single ball allows for the decay of the pressure signal when both work ports drop to a lower pressure level.

#### Technical data

Operating pressure	up to 210 bar (3000 psi)
Max. flow	50 l/min. (13 gpm)
Weight	0.17 kg (0.38 lbs)
Manifold material	Aluminium
Note: aluminium bodies are often strong enough for operating pressures exceeding 210 bar (3000 psi), depending from the fatigue life expected in the specific application. If in doubt, consult our Service Network.	
Fluid	Mineral oil (HL, HLP) according DIN 51524
Fluid temperature range	-30 °C to 100 (-22 to 212 °F)
Viscosity range	5 to 800 mm <sup>2</sup> /s (cSt)
Recommended degree of fluid contamination	Class 19/17/14 according to ISO 4406
MTTFD	150 years see RE 18350-51
Other technical data	see data sheet 18350-50

Note: for applications outside these parameters, please consult us.

## شیر کنترل جهت ۲/۳:

با استفاده از کاتالوگ RE ۲۲۲۹۰ شیر کنترل جهت مدل زیر را انتخاب می کنیم. که اختلاف فشار

$\Delta P = 3 \text{ bar}$  را ایجاد می کند.

1/24

## Directional control valves with mechanical, manual and hydraulic actuation

RE 22290-B/09.10  
Mat.-Nr. R901134641  
Replaces: 04.08

Types WHD, WMM, WMR  
(SO207)



Type 4WMM



Type 4WHD



Type 4WMR

Nominal size (NG) 10

Unit series 3X

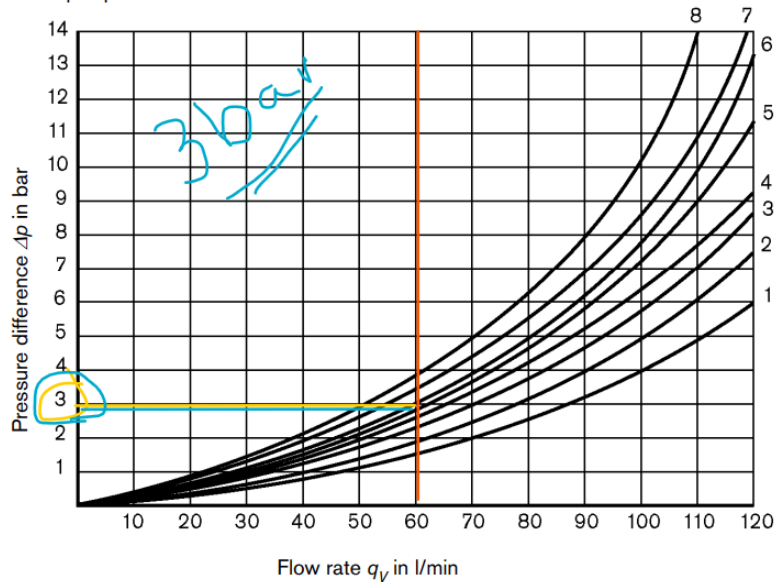
Maximum operating pressure 315 bar

Ordering details		Valve types	
Piston symbols	Detent	WMR (Roller plunger)	WMM (Hand lever)
A, C, D	—/F—		
B, Y	—/F—		
E, F, G, H, J, L, M, P, Q, R, T, U, V, W	Switch position "a" 1) = .A		
	Switch position "b" 1) = .B		
	—/F—		

Ordering details			Valve types
Piston symbols	Detent		WHD
A, C, D			
	../O..		
	../OF..		
<b>B, Y</b>			✓
E, F, G, H, J, L, M, P, Q, R, T, U, V, W	Switch position "a" <sup>1)</sup> = .A		
	Switch position "b" <sup>1)</sup> = .B		

The characteristic curves were determined with test oil HLP46 at an oil temperature of  $40 \pm 5^\circ\text{C}$ .

$\Delta p - q_V$  – characteristic curves



Piston symbols	Flow direction			
	P-A	P-B	A-T	B-T
A	4	3	–	–
B	3	4	–	–
C	3	3	4	4
D	3	3	5	5
Y	4	4	6	6
E	2	2	4	4
F	1	2	3	4
G, T	4	4	7	7
H	1	1	5	5
J	2	2	3	3
L	3	3	2	4
M	1	1	4	4
P	3	1	5	5
Q	2	2	2	2
R	3	4	3	–
U	3	3	5	2
V	2	2	3	3
W	3	3	3	3

8 Symbol "R" in switching position b (B→A)

8 Symbols "G" and "T" in centre position (P→T)

## شیر کنترل جهت ۳/۴:

از کاتالوگ RE ۱۸۳۰۱ شیر کنترل جهت ۳/۴ مدل L8\_L1 را انتخاب می کنیم. که اختلاف فشار ایجاد شده باتوجه به نوع اتصال ۴ یا ۱۵ بار خواهد بود.

4/3 Directional valve elements  
with manual lever operated control  
and with or without LS connections

L8\_L1... (ED-LV)

**RE 18301-08**

Edition: 02.2016

Replaces: 07.2012



Size 6

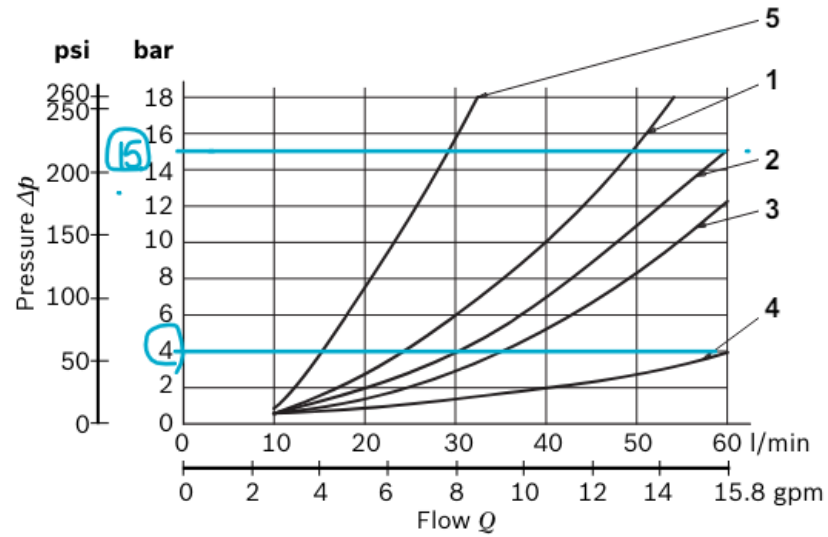
Series 00

Maximum operating pressure 310 bar (4500 psi)

Maximum flow 60 l/min (15.8 gpm)

Port connections G 3/8 - G 1/2 - SAE8

## Characteristic curves



Spool Variant	Curve no.				
	P>A	P>B	A>T	B>T	P>T
B2S8, E2S8	2	2	4	4	-
A2S8	3	3	3	3	1
B2S4, E2S4	1	1	5	5	-

## فصل چهارم: طراحی مدار

مدار هیدرولیکی و فرمان و کنترل در آچار هیدرولیکی به طور کامل با استفاده از المان های هیدرولیکی طراحی میشود و برای کارکرد آن نیز تنها نیاز به یک اپراتور برای فشار دادن کلید ها داخل مدار هیدرولیکی است.

برای این آچار هیدرولیکی، به دلیل سادگی و نیاز تقریباً مداوم به یک جریان ثابت در مکانیزمها، از یک پمپ با جریان ثابت استفاده می‌کنیم که نسبت به استفاده از دو پمپ جریان ثابت یا یک پمپ با جریان متغیر، هزینه و پیچیدگی بسیار کمتری دارد. در کنار این پمپ، یک شیر فشارشکن قابل تنظیم پیلوت‌دار قرار می‌دهیم که فشار پیلوت از قبل شیر تامین می‌شود تا از افزایش بیش از حد فشار به سیستم جلوگیری کند.

یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت با تحریک دستی دیتنت نیز در مسیر پمپ قرار می‌دهیم. این شیر به صورت دستی عمل کرده و بعد از فشار دادن، به صورت خودکار به حالت اول خود باز نمی‌گردد و باید به صورت دستی آن را بازگرداند. این شیر به منظور روشن و خاموش کردن کل سیستم آچار هیدرولیکی، یا به عبارتی به عنوان کلید قطع اضطراری مدار، استفاده می‌شود.

در حالت خاموش (Off) و اولیه این کلید، پمپ و تمامی مکانیزم‌های دیگر آچار به تانک متصل می‌شوند، یعنی هد مکانیزم توانایی حرکت آزادانه با نیروی بسیار کم را دارد و همچنین پمپ بی‌بار می‌شود و توان خیلی کمی مصرف می‌کند. در حالت روشن (On)، پمپ به صورت جدا به هر یک از مکانیزم‌های مدار متصل می‌شود..

برای تنظیم ارتفاع سیلندر از یک پیستون یک‌طرفه با یک ورودی و خروجی استفاده می‌کنیم. فرض می‌کنیم که این مکانیزم می‌تواند در صورت پاسخگویی فشار و دبی موتور، در هر حالتی کار کند. این فرض منطقی به نظر می‌رسد، زیرا ممکن است هنگام تغییر وضعیت سیلندر کلمپ، نیاز به تغییر ارتفاع داشته باشیم. یا مهم‌تر از آن، هنگام استفاده از هیدروموتور و باز یا بسته کردن لوله‌ها از یکدیگر، منطقی است که نیاز به تغییر ارتفاع آچار و لوله متصل به آن به کمک این مکانیزم داشته باشیم.



ابتدا، در این مکانیزم یک شیر کنترل جهت با ۴ دهانه و ۳ موقعیت با تحریک دستی فشاری به همراه فنر در هر دو سمت قرار می‌دهیم. این شیر به صورت خودکار به حالت اول خود باز می‌گردد و کاربرد آن برای بالا و پایین کردن (Up-Down) آچار هیدرولیکی است. در حالت اولیه این کلید، مسیرهای متصل به پمپ به یکدیگر و تانک متصل می‌شوند. در حالت پایین (Down)، دبی و فشار پمپ به سمت پشت سیلندر هدایت می‌شود و در حالت بالا (Up)، دبی و فشار پمپ به سمت جلو سیلندر هدایت می‌شود.

برای ثابت ماندن ارتفاع در یک موقعیت خاص، از یک شیر یک‌طرفه نرمال بسته پیلوت‌دار در جلو سیلندر استفاده می‌کنیم که فشار پیلوت خود را از پشت سیلندر می‌گیرد. در این حالت، اگر فشاری به پشت سیلندر برای پایین آوردن آچار هیدرولیکی اعمال نشود، این شیر بسته خواهد ماند و از کاهش دبی در جلو سیلندر و در نتیجه کاهش فشار و ارتفاع آچار جلوگیری می‌کند. طبیعی است که نیرویی در جهت بالا بردن آچار در حالت عادی اعمال نشود، به همین دلیل شیر یک‌طرفه دیگری در پشت سیلندر قرار نمی‌دهیم و تنها از پایین آمدن ناگهانی آچار جلوگیری می‌کنیم.

برای حرکت با سرعت ثابت و کنترل‌شده سیلندر، از المان‌های دیگری در طراحی مدار استفاده شده است که آنها را نیز توضیح خواهیم داد.

در حالت بالا بردن، باید فشاری در جلو سیلندر اعمال کنیم تا بتوانیم بر وزن آچار هیدرولیکی و لوله متصل به آن غلبه کنیم و آچار را بالا ببریم. برای این منظور، تنها نیاز به یک مسیر داریم تا دبی را از پمپ به جلو سیلندر انتقال دهد. با این حال، برای جلوگیری از تخلیه دبی از جلو سیلندر، یک شیر یک‌طرفه قرار می‌دهیم که تنها اجازه عبور دبی در جهت حرکت به جلو سیلندر را می‌دهد. همچنین، شیر یک‌طرفه پیلوت‌دار نیز وجود دارد که دبی را در جهت حرکت به جلو سیلندر عبور می‌دهد.

در حالت پایین آوردن آچار هیدرولیک و لوله متصل به آن، باید به نکته‌ای توجه کنیم. به دلیل وزن زیاد آچار هیدرولیک و احتمال اتصال لوله‌ای به آن، نیروی زیادی برای پایین آوردن سیلندر به آن وارد می‌شود. در این

حالت، سرعت حرکت بار ممکن است آنقدر زیاد شود که ورود سیال به محفظه بالای سیلندر به مکش سیال تبدیل شود. این وضعیت به عنوان پیش افتادگی بار یا فرار بار شناخته می‌شود.

برای کنترل این وضعیت، ابتدا باید فشاری معادل فشار مورد نیاز برای جلوگیری از سقوط آزاد بار در جلو سیلندر ایجاد شود. سپس با ورود روغن به پشت سیلندر، بار با سرعت کنترل شده حرکت می‌کند. به این منظور، از یک شیر فشارشکن قابل تنظیم پیلوت‌دار استفاده می‌کنیم که فشار پیلوت از قبل شیر تامین می‌شود. در این حالت، زمانی که می‌خواهیم سیلندر را پایین بیاوریم، ابتدا فشار قبل از شیر فشارشکن کمتر از فشار تنظیمی آن است و شیر بسته می‌ماند. فشار در جلو سیلندر نیز بالا می‌رود تا نیرویی که از وزن آچار هیدرولیک و لوله به آن وارد می‌شود را خنثی کند. پس از رسیدن فشار جلو سیلندر به فشار مورد نظر، شیر فشارشکن باز شده و با سرعت ثابت دبی را تخلیه می‌کند.

همچنین، شیر یک‌طرفه که در بخش قبل به آن اشاره شد به این دلیل به صورت موازی با شیر فشارشکن استفاده می‌شود که هنگام پایین آوردن، دبی تنها از شیر فشارشکن عبور کند و هنگام بالا بردن، دبی به طور کامل از شیر یک‌طرفه عبور کند. به این مجموعه شیر فشارشکن موازی با شیر یک‌طرفه، شیر متعادل‌کننده (Counterbalance Valve) می‌گویند.

برای سیلندر کلمپ، از یک پیستون یک‌طرفه با یک ورودی و خروجی استفاده می‌کنیم. در این مکانیزم، یک شیر کنترل جهت با ۴ دهانه و ۲ موقعیت پیلوت‌دار در هر دو سمت قرار می‌دهیم که کاربرد آن باز و بسته کردن (Open-Close) آچار هیدرولیکی است. برای کنترل عملکرد این مکانیزم، از ۳ کلید استفاده می‌کنیم:

۱. کلید اول (Clamp Stop):

- یک شیر کنترل جهت با ۴ دهانه و ۲ موقعیت، پیلوت‌دار در یک سمت و تحریک دستی در سمت

دیگر.

- کاربرد: قطع کردن مکانیزم کلمپ.

- در حالت اولیه (تحریک دستی)، جلو پمپ مسدود است و مسیر جلو و پشت سیلندر به یکدیگر راه دارند، به این معنا که سیلندر می‌تواند با نیروی کم بدون مقاومت حرکت کند.

- اگر این شیر توسط پیلوت خود تحریک شود، مسیر مقابل پمپ باز می‌شود و به سمت شیر کنترل جهت باز و بسته کردن حرکت می‌کند.

## ۲. کلید دوم (Open):

- یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت، تحریک دستی فشاری به همراه فنر.

- کاربرد: باز کردن مکانیزم کلمپ.

- در صورت تحریک این کلید، مسیر پمپ از یک سمت با عبور از شیر منطقی یا به پیلوت شیر قطع مکانیزم می‌رود و آن را فعال می‌کند و از سمت دیگر به پیلوت باز کردن شیر کنترل جهت باز و بسته کردن می‌رود و سیلندر را باز می‌کند.

## ۳. کلید سوم (Close):

- یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت، تحریک دستی فشاری به همراه فنر.

- کاربرد: بسته کردن مکانیزم کلمپ.

- در صورت تحریک این کلید، مسیر پمپ از یک سمت با عبور از شیر منطقی یا به پیلوت شیر قطع مکانیزم می‌رود و آن را فعال می‌کند و از سمت دیگر به پیلوت بسته کردن شیر کنترل جهت باز و بسته کردن می‌رود و سیلندر را می‌بندد.

همچنین، همان‌طور که اشاره شد، هر دو کلید دستی باز و بسته توسط یک شیر منطقی یا به پیلوت شیر کنترل جهت قطع مکانیزم متصل هستند و با تحریک هر یک از آنها این شیر باز می‌شود. این طراحی به ما امکان می‌دهد تا عملکرد سیلندر کلمپ را به طور دقیق و مؤثر کنترل کنیم.

برای هیدروموتور، از دو هیدروموتور جابجایی ثابت استفاده می‌کنیم که قابلیت چرخش در هر دو جهت را دارد. تغییر سرعت مورد نیاز نیست و فقط تغییر گشتاور کافی است. هدف ما این است که بتوانیم لوله‌ها را در هر دو جهت باز و بسته کنیم.

## • اجزای مکانیزم

### ۱. شیر کنترل جهت (Left-Right):

- دارای ۴ دهانه و ۲ موقعیت پیلوت‌دار در هر دو سمت.

- کاربرد: تغییر جهت چرخش هیدروموتور به چپ (چپ گرد) و راست (راست گرد).

### ۲. کلیدهای کنترل:

- کلید اول (Hydromotor Stop):

- یک شیر کنترل جهت با ۴ دهانه و ۲ موقعیت پیلوت‌دار در دو سمت و تحریک دستی در یک سمت.

- کاربرد: قطع کردن مکانیزم هیدروموتور.

- در حالت اولیه، جلو پمپ مسدود است و مسیر جلو و پشت هیدروموتور به یکدیگر راه دارند، یعنی هیدروموتور می‌تواند با نیروی کم بدون مقاومت بچرخد.

- اگر شیر توسط پیلوت باز کننده خود تحریک شود، مسیر مقابل پمپ باز می‌شود و به سمت شیر کنترل جهت چپ و راست کردن حرکت می‌کند.

- کلید دوم (Left):

- یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت، تحریک دستی فشاری به همراه فنر.

- کاربرد: چپ گرد کردن هیدروموتور.

- در صورت تحریک این کلید، مسیر پمپ از یک سمت با عبور از شیر منطقی یا به پیلوت باز شیر قطع مکانیزم می‌رود و آن را فعال می‌کند و از سمت دیگر به پیلوت چپ کردن شیر کنترل جهت چپ و راست کردن می‌رود و هیدروموتور را چپ گرد می‌کند.

- کلید سوم (Right):

- یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت، تحریک دستی فشاری به همراه فنر.

- کاربرد: راست گرد کردن هیدروموتور.

- در صورت تحریک این کلید، مسیر پمپ از یک سمت با عبور از شیر منطقی یا به پیلوت باز شیر قطع مکانیزم می‌رود و آن را فعال می‌کند و از سمت دیگر به پیلوت راست کردن شیر کنترل جهت چپ و راست کردن می‌رود و هیدروموتور را راست گرد می‌کند.

#### • مکانیزم فعال سازی هیدروموتور

برای اطمینان از اینکه مکانیزم کلمپ فعال است تا مکانیزم هیدروموتور بتواند فعال شود، از یک شیر کنترل جهت با ۳ دهانه و ۲ موقعیت پیلوت‌دار با فنر استفاده می‌کنیم. این شیر کنترل جهت در ابتدا مکانیزم قرار می‌گیرد.

- فعال سازی مکانیزم هیدروموتور:

- در حالت کلی، این شیر کنترل جهت بسته است و دبی و فشاری از سمت پمپ به مکانیزم هیدروموتور وارد نمی‌شود.

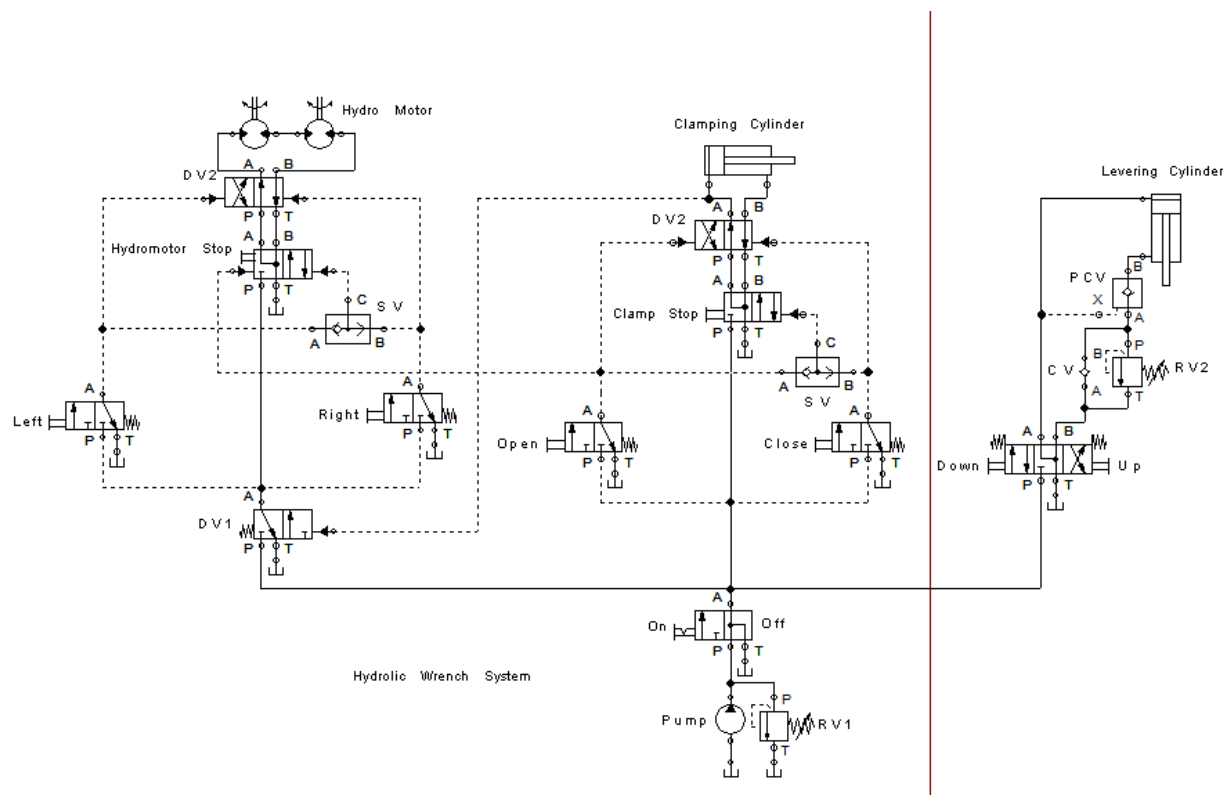
- اگر یک پیلوت که فشار آن به پشت سیلندر کلمپ متصل است فعال شود (یعنی اگر مکانیزم کلمپ لوله‌ای را گرفته و در حال اعمال نیرو به آن باشد)، این شیر باز می‌شود و دبی و فشار پمپ به مکانیزم هیدروموتور می‌رود.

## • قطع خودکار هیدروموتور در صورت باز شدن آچار هیدرولیک

برای اطمینان از قطع خودکار مکانیزم هیدروموتور در صورت فشار دادن کلید باز کردن آچار هیدرولیک در مکانیزم کلمپ، از یک شیر منطقی یا پیلوت باز شیر قطع مکانیزم استفاده می‌کنیم. با فعال شدن کلید باز کردن، فشار به پیلوت قطع شیر کنترل جهت هیدروموتور می‌رسد و مکانیزم هیدروموتور قطع می‌شود.

این طراحی به ما اطمینان می‌دهد که هیدروموتور تنها زمانی فعال می‌شود که مکانیزم کلمپ فعال باشد و همچنین امکان قطع خودکار هیدروموتور در صورت نیاز به باز کردن آچار هیدرولیک وجود دارد. این مکانیزم باعث می‌شود عملیات باز و بسته کردن لوله‌ها به صورت ایمن و کنترل شده انجام شود.

در نهایت مدار هیدرولیکی برای کل سیستم آچار هیدرولیکی طراحی می‌شود



## منابع و مراجع

[۱] کاتالوگ ها ضمیمه فایل شده اند.