

ВЫБОР ЦИЛИНДРА

Цилиндр может быть выбран посредством расчетов и использования ниже приведенных диаграмм.

Давление P Сила F Диаметр \varnothing КПД η	стр.1	
Поток Q Скорость V Диаметр \varnothing	стр.10	
Длина изгиба	стр.1	
Демпфирующая способность	стр.2	

1.Пример: Время хода – 2 сек., коэффициент силы трения – 0,4, полезное давление Pm=100 бар, возвратное давление (обратного хода) Pr=15 бар.

Необходимо определить: диаметры поршня и штока

2.Прямой ход штока поршня:

Абсолютный КПД $\eta = \eta^1 \times \eta^2$

η^1 - КПД цилиндра ≈ 0.9

$$\eta^2 - \text{КПД системы} = \frac{P_m \times S_m - P_r \times S_r}{P_m \times S_m} = \frac{P_m \times S_m - 0,8 P_r \times S_m}{P_m \times S_m} = \frac{P_m - 0,8 P_r}{P_m} = \frac{100 - 0,8 \times 15}{100} = 0,88$$

3. Усилие, необходимое для движения массы:

$$F = 0,4 \times M \times g \times \cos \alpha + M \times g \times \sin \alpha = 0,4 \times 2200 \times 9,81 \times 0,866 + 2200 \times 9,81 \times 0,5 = 18270 \text{ Н} = 18,27 \text{ кН}$$

В соответствии с диаграммой №1: Усилие F= 18,27 кН, $\eta = 0,79$; макс. давление 100 бар; поршень цилиндра $\varnothing 63$.

4. Обратный ход поршневого штока:

$$F = 0,4 \times M \times g \times \cos \alpha - M \times g \times \sin \alpha = 0,4 \times 2200 \times 9,81 \times 0,866 - 2200 \times 9,81 \times 0,5 = -3,3 \text{ кН}$$

5. Контроль длины продольного изгиба:

Согласно таблице 2: для Pm = 100 бар – цилиндр 63x28 in, L=719 мм; для ME 6, K=1,5 (таблица 6).

$$H = \frac{L}{K} = \frac{719}{1,5} = 479 \text{ мм}$$

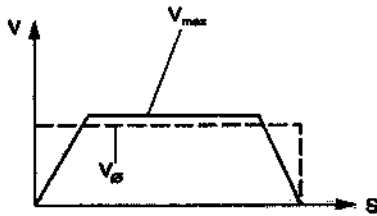
Изгиб цилиндра:

2 варианта: в случае выбора штока $\varnothing 45$

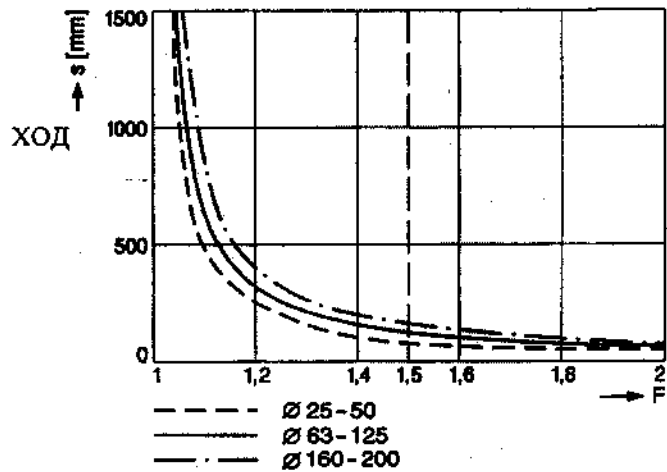
L = устойчивая по отношению к продольному изгибу \Rightarrow необходимо изменить вид крепления. Например, MS2 с коэффициентом 0,7

6. Контроль демпфирования:

Средняя скорость: $0,5/2=0,25$ м/с, поправочный коэффициент F = 1.07



$$V_{max} = v_{ср} \cdot F$$



Максимальная скорость – $1,07 \times 0,25 = 0,267$ м/с

Мощность демпфирования при прямом ходе поршневого штока (диаграмма 3):

$$= \frac{M \times v^2}{2} - M \times g \times La \times \sin \alpha = \frac{2200 \times 0,267^2}{2} - 2200 \times 9,81 \times 0,025 \times 0,5 = -224 \text{ Дж}$$

Мощность при обратном ходе поршневого штока:

$$= \frac{M \times v^2}{2} + M \times g \times La \times \sin \alpha = \frac{2200 \times 0,267^2}{2} + 2200 \times 9,81 \times 0,025 \times 0,5 = 348 \text{ Дж}$$

Согласно диаграмме 4., для $P_m = 100$ бар и 445 Дж – $V_{max} = 0,4$ м/с, таким образом, демпфирование происходит при 0,267 м/с:

$$E_U = E_{max} \times \frac{V_U}{V_{max}} = 445 \times 0,267 / 0,4 = 297 \text{ Дж}$$

Цилиндр не может поглотить полученную энергию \Rightarrow должен быть использован следующий, больший цилиндр с $\varnothing 80 \times 56$.

7. Необходимая мощность подачи:

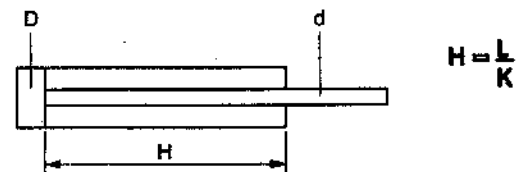
Согласно диаграмме 5: $\varnothing 80 \times 56$ при 0,267 м/с – при прямом ходе = 80 л/мин, при обратном ходе = 41 л/мин.

8. Продольный изгиб:

При механическом сжатии цилиндра существует возможность его продольного изгиба.

Соответственно, длина хода ограничена и зависит от рабочего давления, вида установки и рабочего режима.

Теоретическая величина хода приведена в табл.1. Для определения допустимого значения хода, данную величину необходимо поделить на поправочный коэффициент нагрузки К.



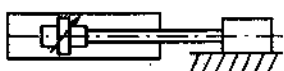
9. Демпфирование:

Использование демпфирования необходимо при скоростях больших 20 мм/с.

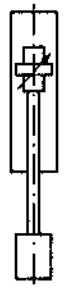
Демпфирующая способность:

При наличии демпфирования в конечных положениях штока важно не превысить предел демпфирующей способности. Для этого необходимо рассчитать энергию, обусловленную инерционностью рабочей массы. Полученное значение нужно сравнить с допустимыми значениями, приведенными в диаграммах в приложении.

10. Расчет энергетических соотношений при работе цилиндра:

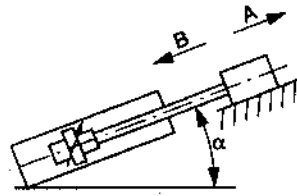


$$E = \frac{1}{2} m \times V^2$$



$$A : E = \frac{1}{2} mV^2 - mg \times l_a$$

$$B : E = \frac{1}{2} mV^2 + mg \times l_a$$



$$A : E = \frac{1}{2} mV^2 - mg \times l_a \times \sin \alpha$$

$$B : E = \frac{1}{2} mV^2 + mg \times l_a \times \sin \alpha$$

E [Дж] – максимальные значения приведены на диаграмме 3.

m [кг] – Общая инерция, вкл. поршень и шток.

V [м/с] – максимальная скорость, поправочные коэффициенты – см. стр. 2

g [м/с²] = 9,81

l_a [м] – длина демпфирования (см. табл. 7)

Длина демпфирования и масса

Таблица 7

Цилиндр Ø	25		32		40		50		63		80		100		125		160		200		
	12	18	14	22	18	28	22	36	28	45	36	56	45	70	56	90	70	110	90	140	
l _a	спереди	15	17	25	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	33	50					
	сзади	16	16	25	25	25	29	28	40	40	56										
m	поршень	0,15	0,2	0,25	0,4	0,6	0,7	0,8	1,2	1,4	2,0	2,6	3,6	4,7	6,3	8,0	11	16	20	30	38
	шток	0,09	0,2	0,12	0,3	0,2	0,5	0,3	0,8	0,5	1,2	0,8	2,0	1,2	3,0	2,0	5,0	3,0	7,5	5,0	12
V _{макс}	м/с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	

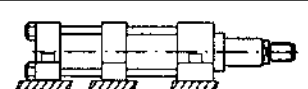
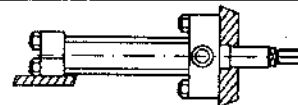
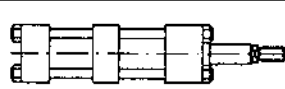
$E_U = E_{макс} \times \frac{V_U}{V_{макс}}$, где E_U – поглощенная энергия, E_{макс} – максимальная энергия (см. график), V_U – эффективная действующая скорость, V_{макс} – макс. скорость для PU.

11. Опора анкерного крепления:

При больших величинах хода для стабилизации анкерного крепления необходима опора. В некоторых случаях возможна эксплуатация цилиндра без анкерного крепления (согласуется с изготовителем).

12. Внешняя опора:

Цилиндры с большой величиной хода имеют тенденцию к прогибанию, что может вызвать большое трение и преждевременный износ. Чтобы избежать этого, следует предусмотреть внешнюю опору.

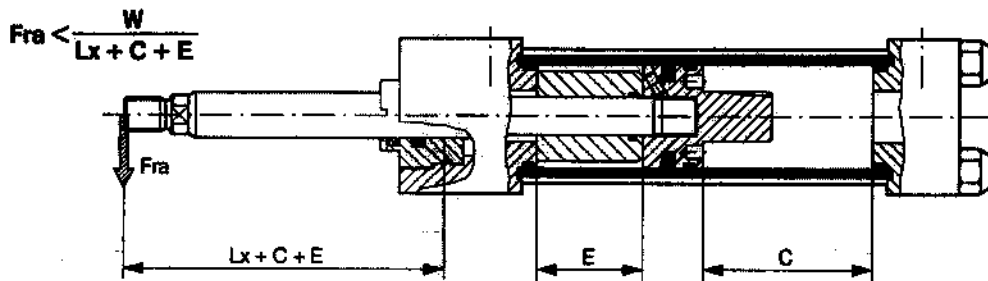


Ø Цилиндра	Ход, мм	Ход, мм	Ход, мм
25	900	800	1000
32	1200	900	1200
40	1500	1000	1500
50	1800	1100	1600
63	2100	1300	1800
80	2400	1500	2000
100	2700	1700	2500
125		2000	
160		2200	
200		2500	

13. Радиальная сила, действующая на шток:

Во избежание преждевременного износа уплотнений, рекомендуется ограничить радиальные усилия на шток. Приведенные ниже величины были согласованы с крупнейшими производителями.

C = ход; E = удлинение пролета



Ø Цилиндра	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
W, Nmm	625	625	1890	2950	4960	7375	14000	22050	43550	6880
Lx, мм	60	70	80	85	90	100	110	120	130	140

14. Ограничительная труба (внутреннее удлинение):

Для цилиндров с большой величиной хода имеет смысл уменьшить нагрузки на опору посредством ограничительной трубы. Этим увеличивается расстояние между поршнем и направляющей втулкой, а значит, повышаются стабильность и долговечность цилиндра и обеспечивается надежность его функционирования. Данные меры предосторожности не требуются в случае жесткой установки цилиндра вертикально и при отсутствии поперечного движения. Длина ограничительной трубы зависит от типа установки (закрепления) и движения нагрузки и изменяется дискретно с шагом 50 мм (2 дюйма) для всех диаметров, кроме 25x12 и 32x14, имеющих ограниченную длину хода. Ввиду действующих радиальных сил предпочтительно использовать PU-уплотнения.

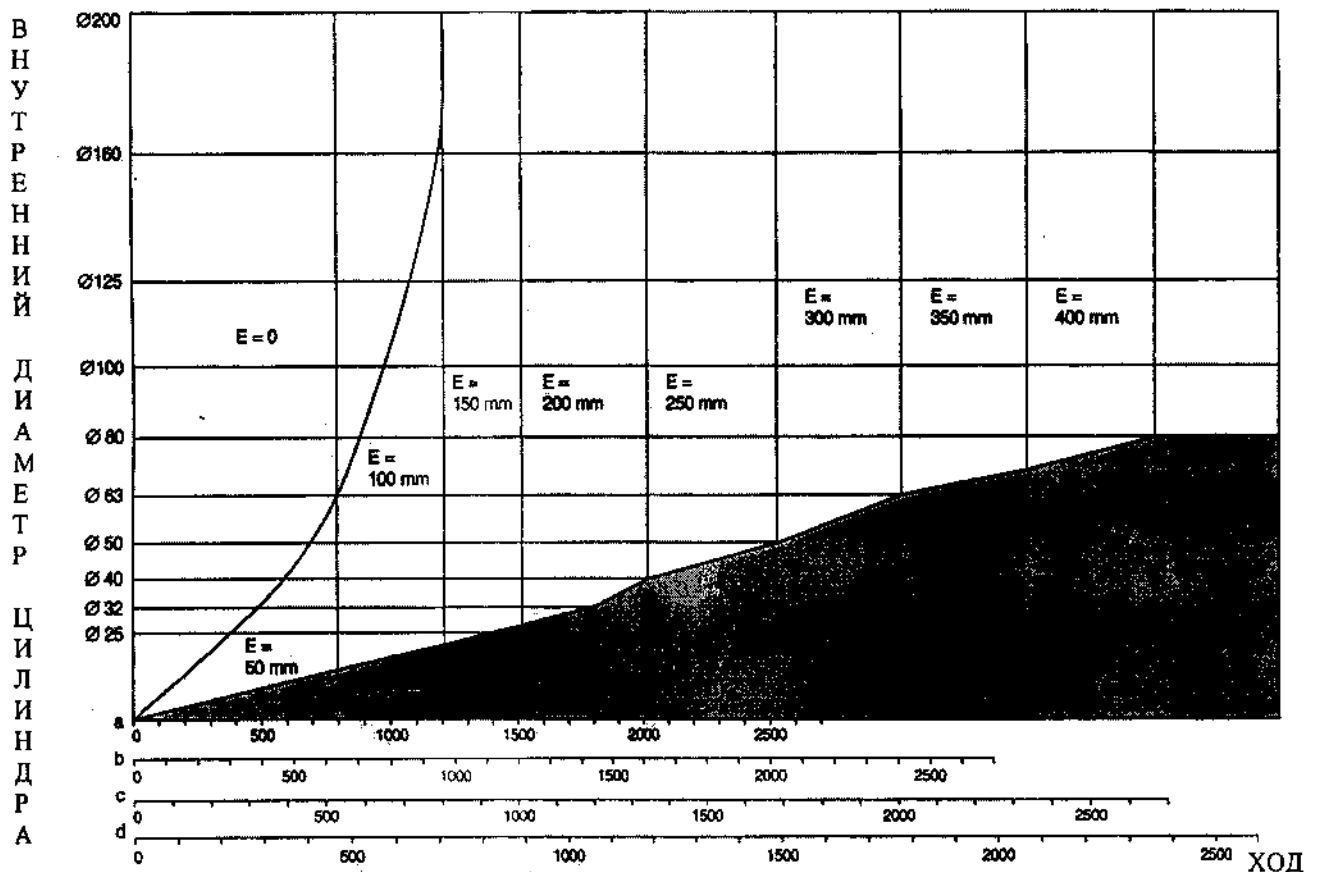
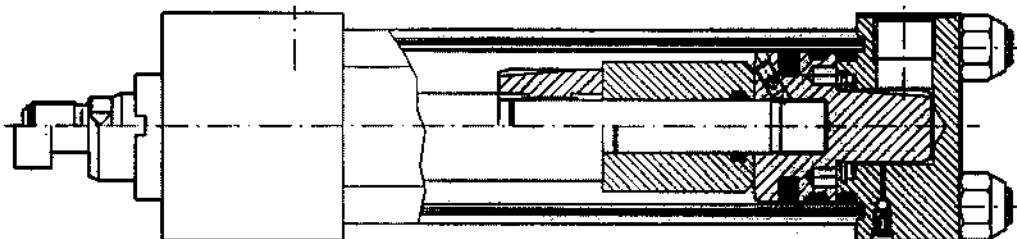


ДИАГРАММА 1

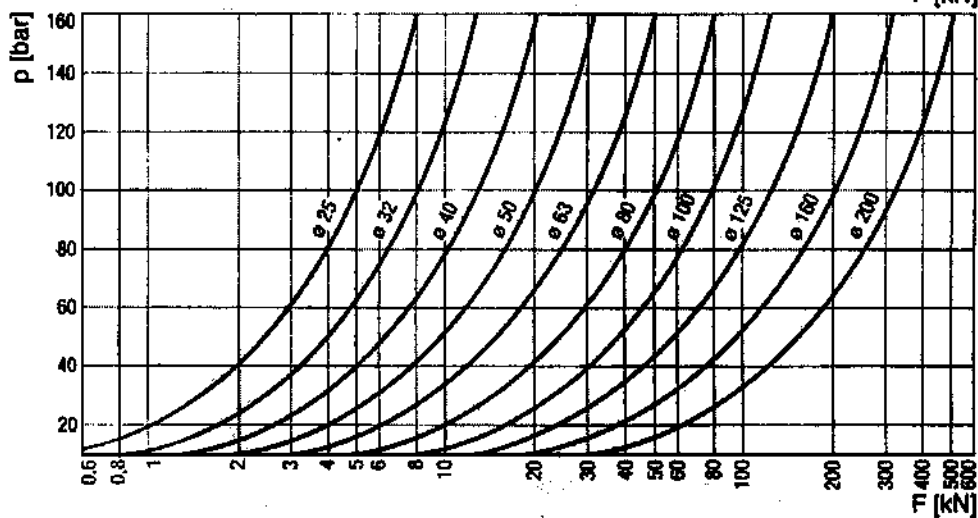
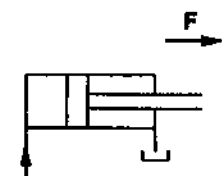
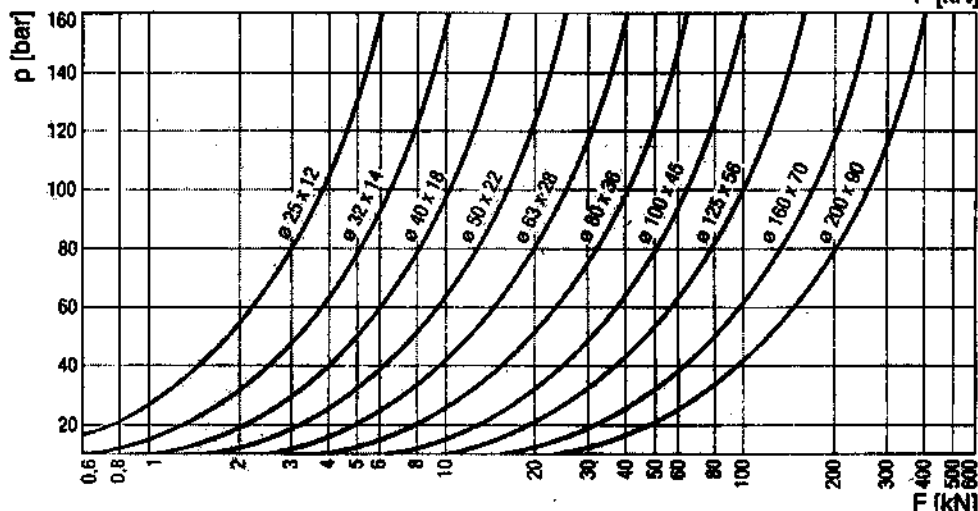
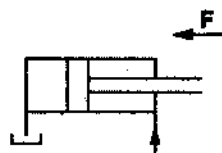
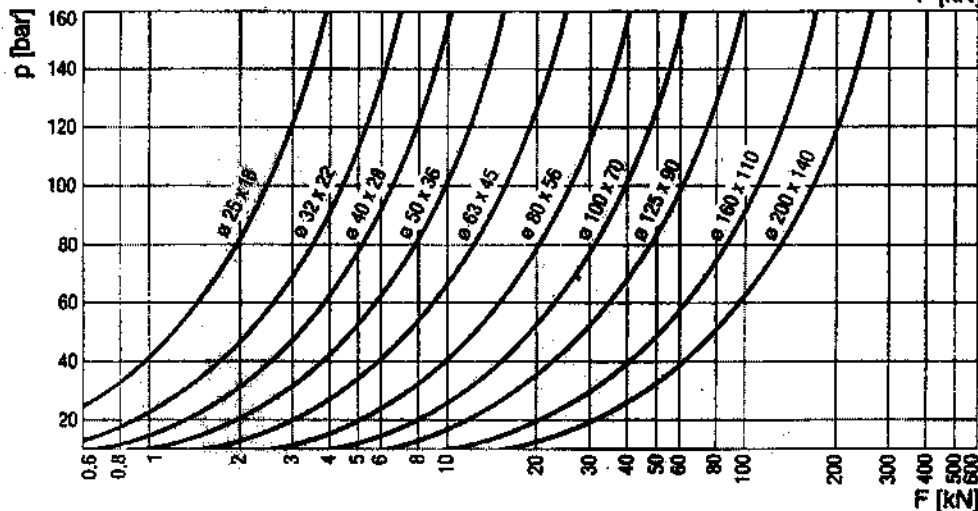
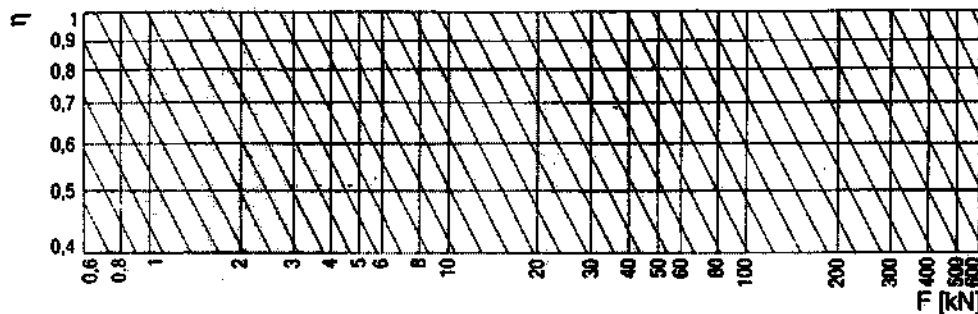
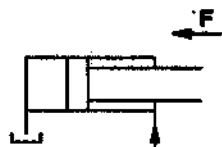
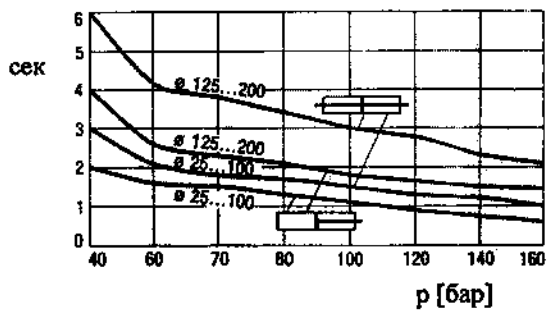


ТАБЛИЦА 2

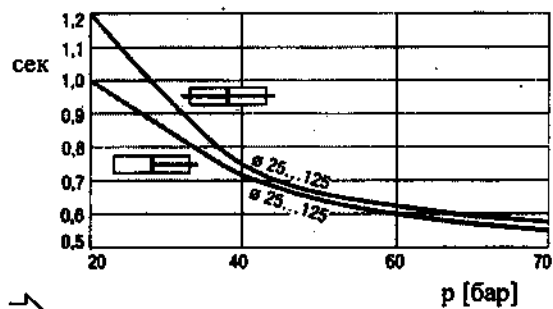
Диаметр цилиндра	Диаметр штока	Давление, [бар]															
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
25	12	1118	787	640	552	491	446	411	382	358	337	319	303	289	275	263	252
	18	2521	1779	1450	1254	1119	1020	942	880	828	784	746	712	683	656	633	611
32	14	1188	836	679	585	520	471	433	402	376	353	333	315	298	283	269	255
	22	2941	2076	1692	1462	1305	1189	1098	1025	964	913	868	829	794	763	735	710
40	18	1571	1106	899	774	688	625	574	533	499	469	443	420	399	379	361	343
	28	3812	2691	2193	1895	1692	1541	1424	1329	1251	1184	1126	1075	1031	991	955	922
50	22	1877	1321	1073	924	822	745	685	636	594	558	527	498	473	449	426	405
	36	5042	3559	2901	2508	2239	2040	1885	1760	1656	1567	1491	1425	1365	1313	1265	1222
63	28	2414	1699	1380	1189	1057	959	881	818	765	719	679	643	610	579	551	524
	45	6252	4413	3597	3109	2776	2529	2337	2182	2052	1943	1848	1766	1692	1627	1568	1514
80	36	3143	2212	1797	1548	1377	1249	1149	1067	998	938	886	839	797	758	721	687
	56	7824	5381	4386	3791	3384	3083	2848	2659	2501	2367	2252	2151	2061	1981	1909	1843
100	45	3928	2765	2246	1935	1721	1561	1436	1333	1247	1173	1108	1049	996	947	902	859
	70	9530	6727	5482	4739	4230	3854	3560	3323	3126	2959	2815	2689	2577	2477	2386	2304
125	56	4867	3425	2783	2397	2132	1934	1778	1651	1544	1452	1371	1298	1233	1172	1115	1061
	90	12604	8897	7552	6269	5597	5100	4712	4399	4139	3918	3728	3561	3414	3282	3163	3055
160	70	5939	4179	3394	2923	2598	2356	2165	2009	1878	1764	1664	1574	1492	1416	1344	1275
	110	14707	10380	8459	7311	6526	5945	5492	5128	4822	4563	4340	4145	3972	3817	3677	3550
200	90	7857	5530	4493	3870	3442	3123	2872	2667	2494	2346	2215	2099	1993	1895	1804	1717
	140	19060	13453	10964	9477	8460	7707	7121	6647	6253	5919	5630	5377	5153	4953	4773	4608

ДИАГРАММА 3

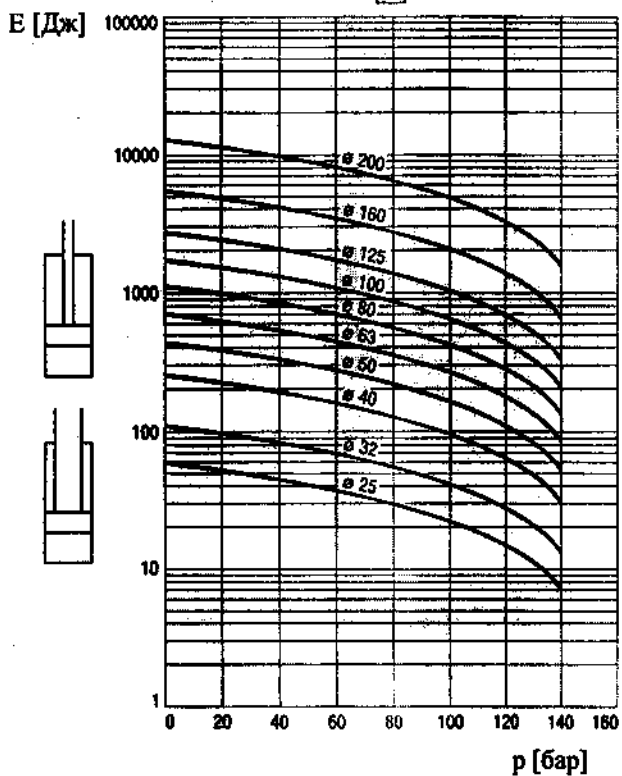
Максимальное время демпфирования



Максимальное время демпфирования



Демпфирование



Демпфирование

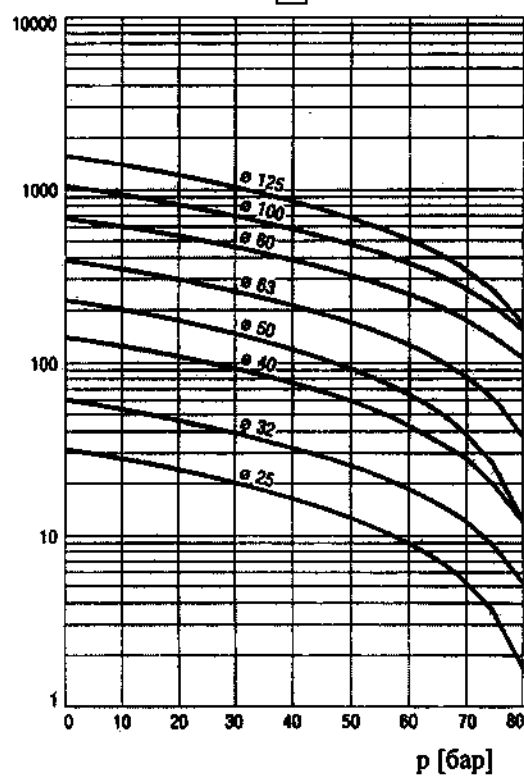
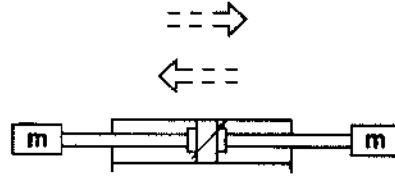


ДИАГРАММА 4



ДЕМПФИРОВАНИЕ

3

ДЕМПФИРОВАНИЕ

4

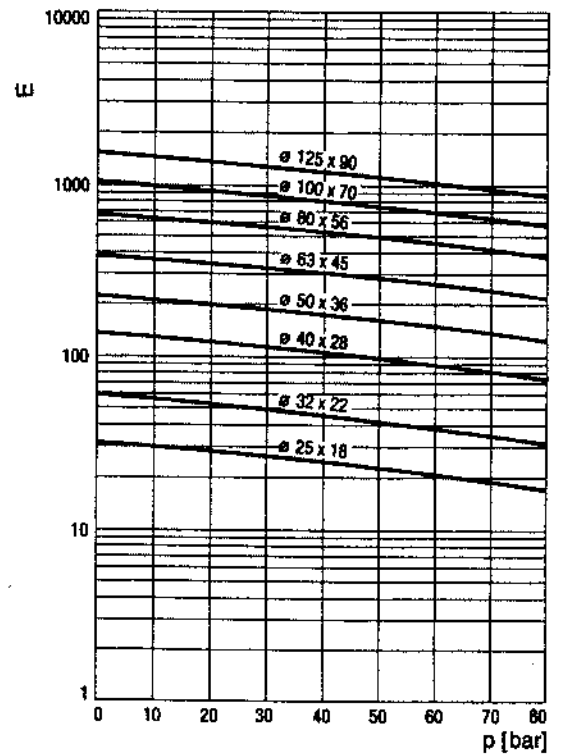
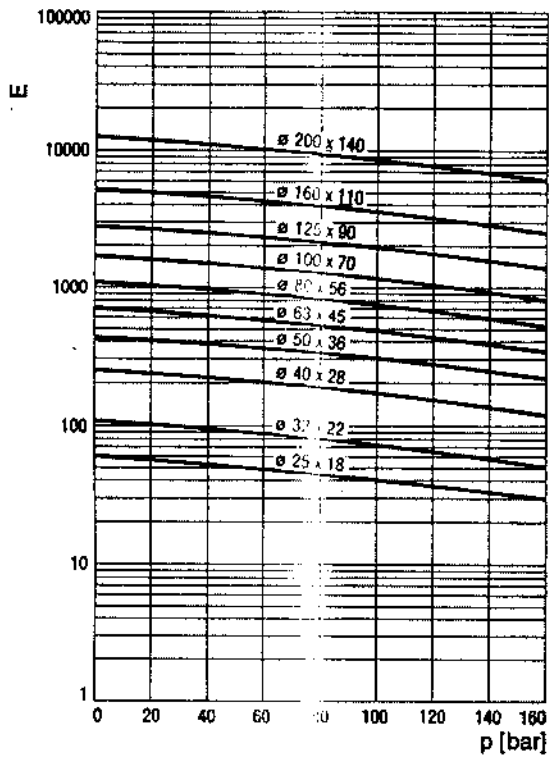
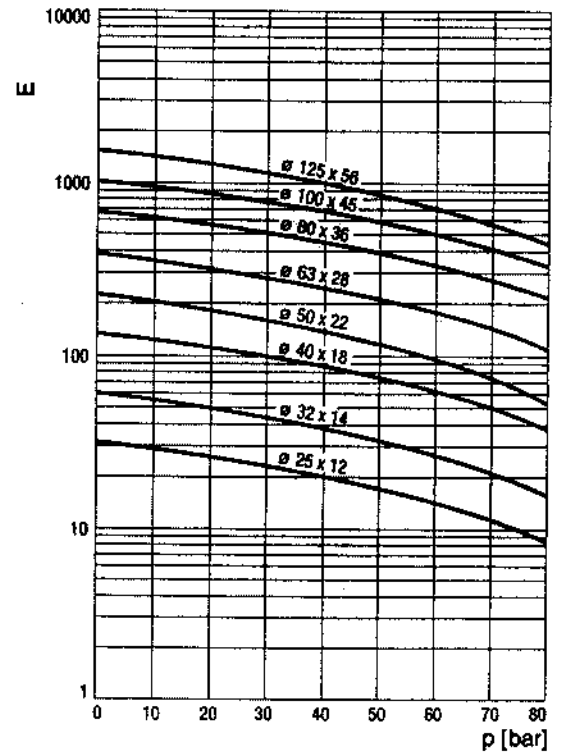
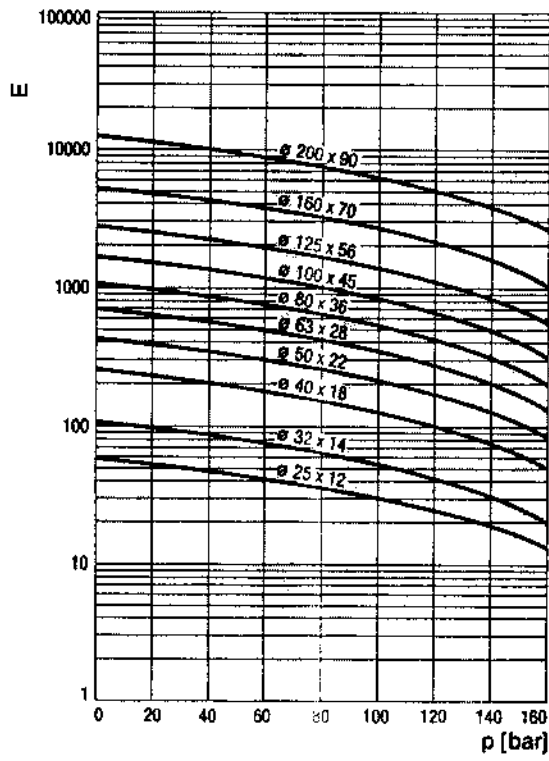
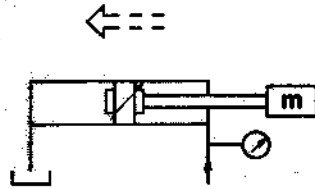


ДИАГРАММА 4.1



ДЕМПФИРОВАНИЕ

3

ДЕМПФИРОВАНИЕ

4

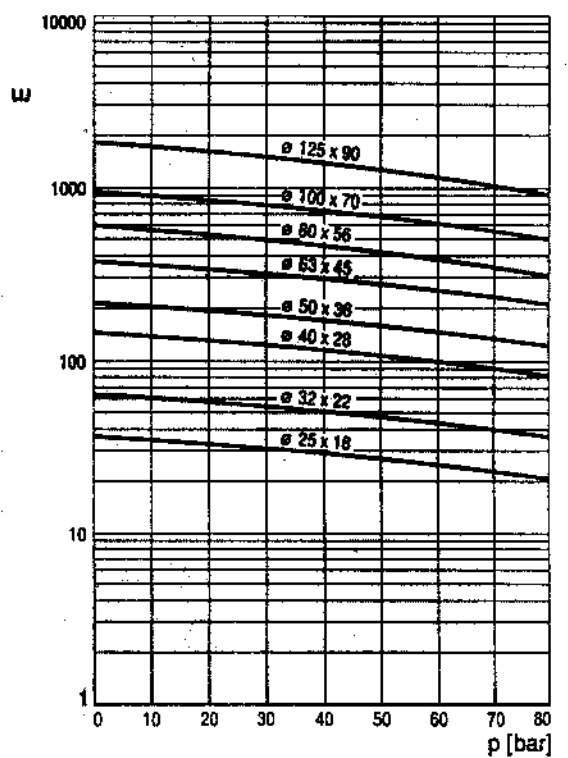
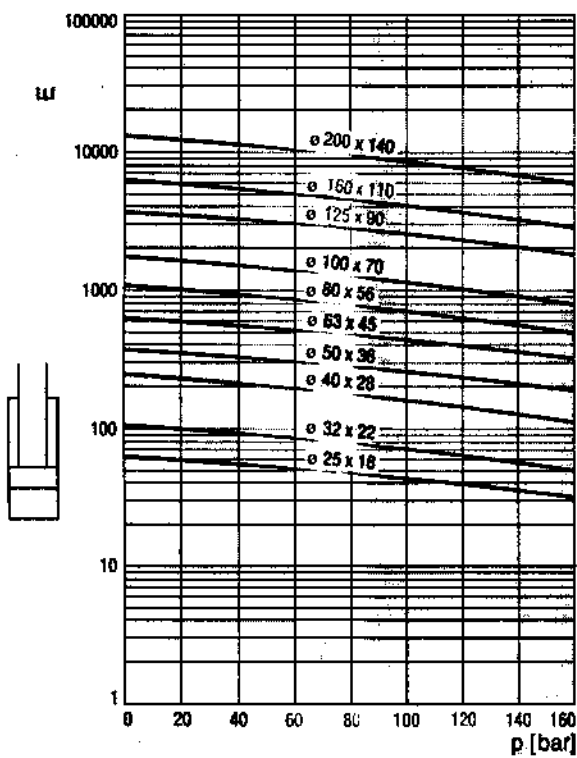
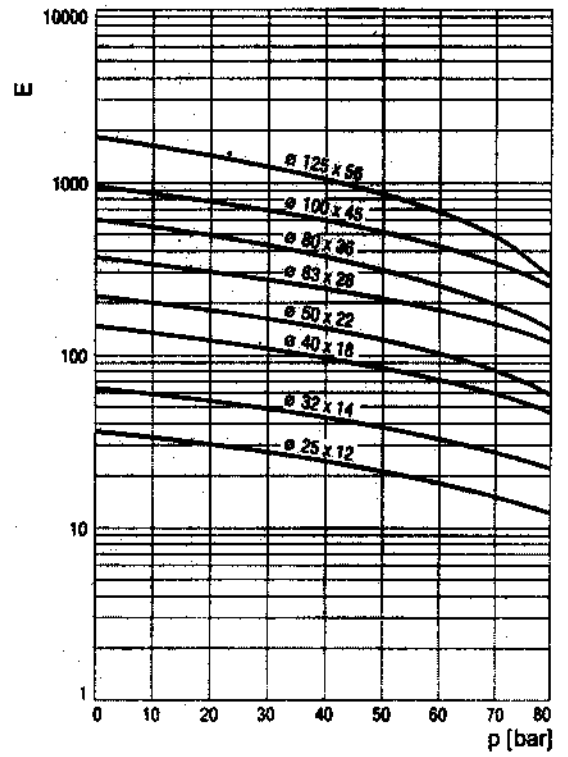
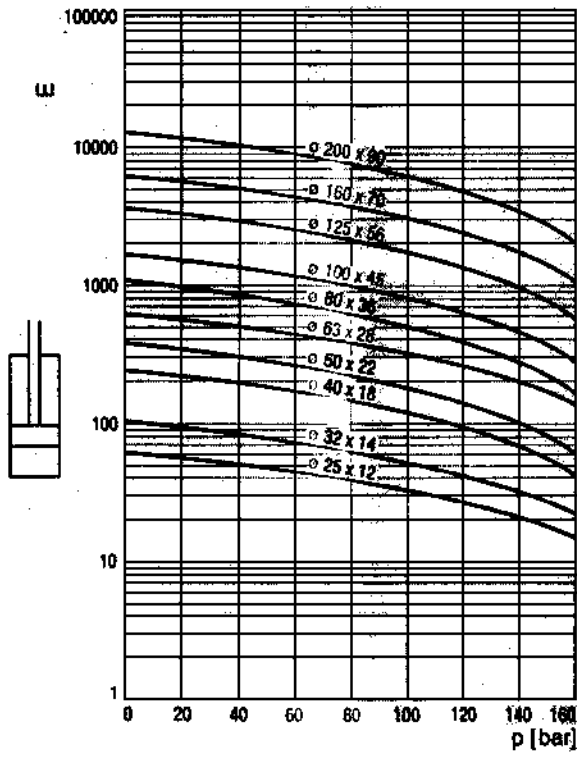


ДИАГРАММА 5

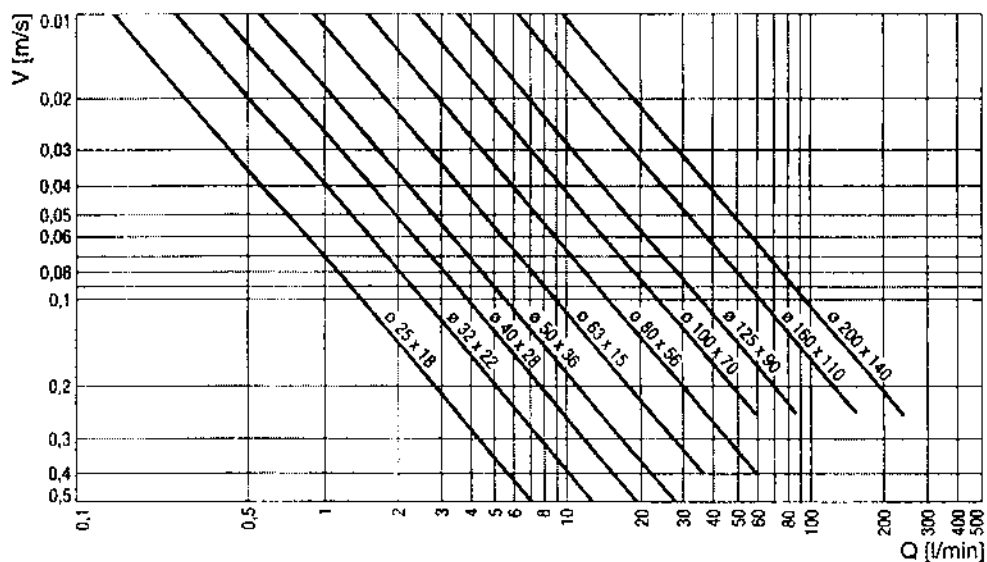
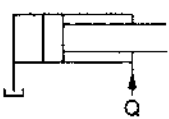
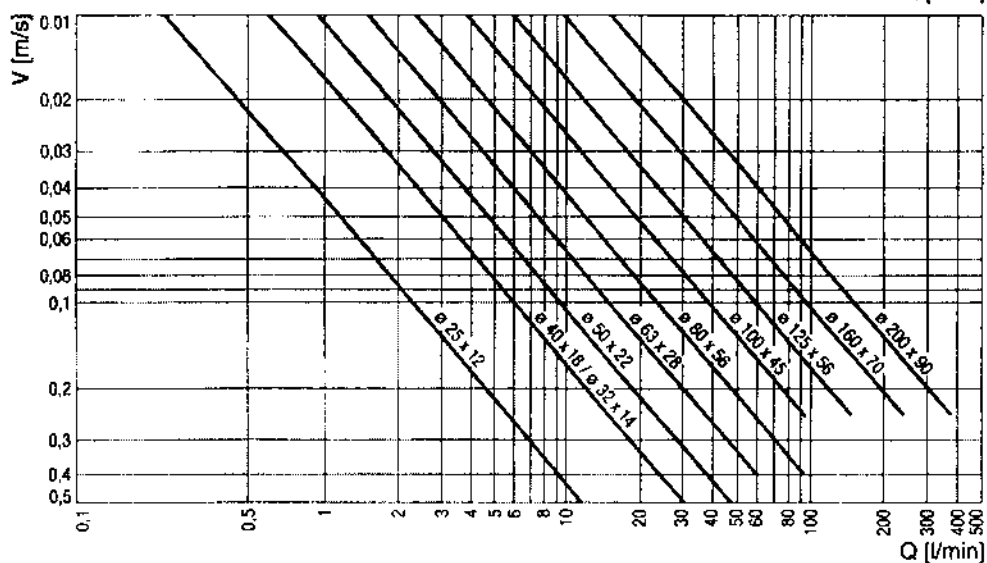
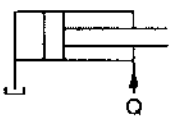
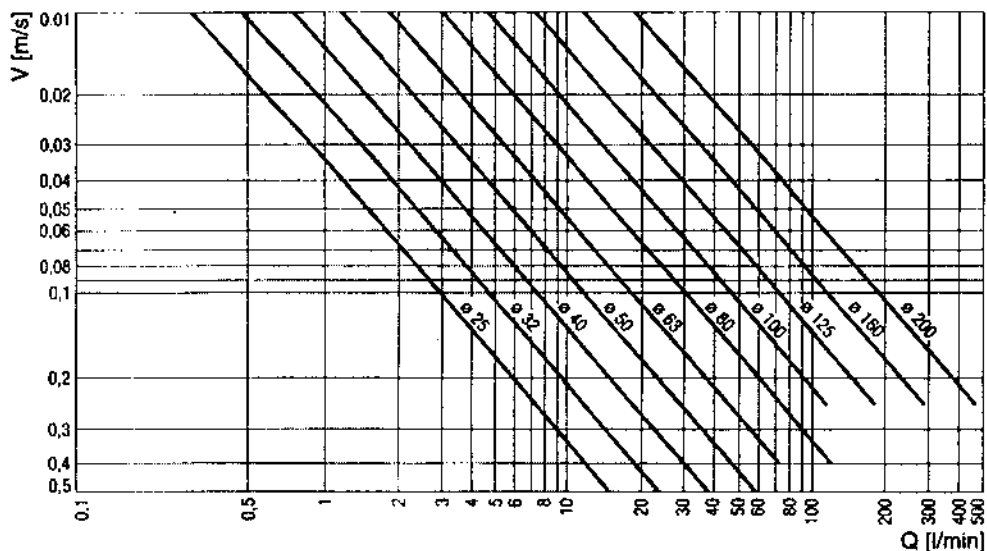
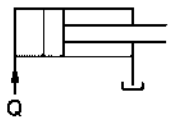
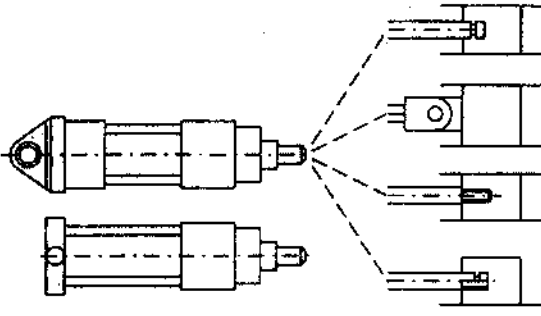
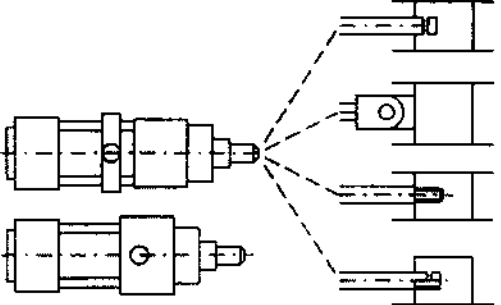
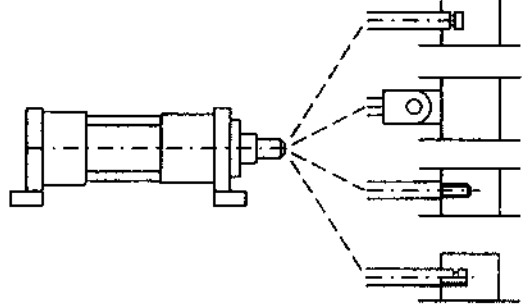
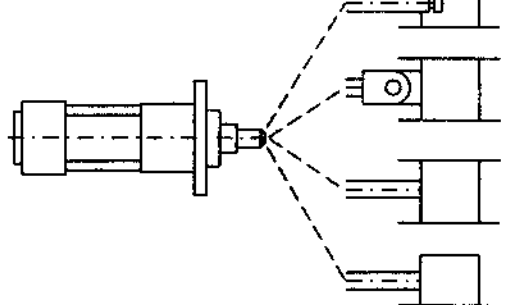
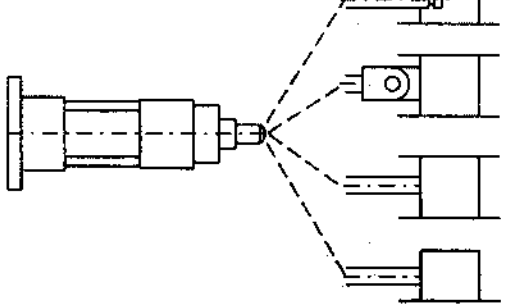


ТАБЛИЦА 6

Тип установки	Тип нагрузки	К	Внутреннее удлинение
MP 1 MP 3 MP 5 MT 2		2	
		2	c
		1,5	
		4	d
MT 4 MT 1		1,5	
		1,5	b
		1	
		3	c
MS 2		0,7	
		0,7	a
		0,5	
		2	b
ME 5 MX 5 MX 1 MX 7		0,7	
		0,7	a
		0,5	
		2	b
ME 6		1,5	
		1,5	b
		1	
		4	d