

Пневматика

ВЪВЕДЕНИЕ В ПНЕВМАТИКАТА

Учебник

Учебник на
FESTO
DIDACTIC

СЪДЪРЖАНИЕ

© by FESTO DIDACTIC	1.	Увод	9
	1.1.	Развитие на техниката със сгъстен въздух	9
	1.2.	Свойства на сгъстения въздух	9
	1.3.	Икономичност на елементите за сгъстен въздух	10
	1.4.	Физически основи	14
	1.4.1.	Въздухът е свиваем	16
	1.4.2.	Изменение на обема под въздействието на температурата	17
	1.4.3.	Уравнение за състоянието на газа	19
	2.	Производство на сгъстен въздух	20
	2.1.	Уредби за производство	20
	2.2.	Видове компресори	20
	2.2.1.	Бутални компресори	21
	2.2.2.	Турбокомпресори	23
	2.3.	Критерии при избора на компресора	25
	2.3.1.	Дебит на въздуха	25
	2.3.2.	Налягане	25
	2.3.3.	Задвижване	26
	2.3.4.	Регулиране	26
	2.3.5.	Охлаждане	29
	2.3.6.	Място за разполагане	29
	2.3.7.	Акумулатори за сгъстен въздух	29
	3.	Разпределение на сгъстения въздух	32
	3.1.	Оразмеряване на тръбопроводите	32
	3.2.	Разполагане на тръбопроводната мрежа	35
	3.3.	Материали за тръбопроводите	36
	3.3.1.	Главни тръбопроводи	36
	3.3.2.	Тръбопроводи на системата	36
	3.4.	Свързване на тръбопроводите	37
	3.4.1.	Тръбопроводни съединения	37
	3.4.2.	Бързосменни съединители	37
	3.4.3.	Съединения за гъвкави пластмасови тръбопроводи	38
	4.	Подготовка на сгъстения въздух	39
	4.1.	Пречистване	39
	4.2.	Филтри за сгъстен въздух с регулатор на налягане (редукционни клапани)	44
	4.2.1.	Фини филтри за сгъстен въздух	46
	4.3.	Регулатори на налягане	47
	4.3.1.	Регулатори на налягане с отвор за вентилиране	47
	4.3.2.	Регулатори на налягане без отвор за вентилиране	47
	4.4.	Омаслител за сгъстен въздух	48
	4.4.1.	Функциониране на омаслителя	48
	4.5.	Пневмоподготвяща група	49
	4.5.1.	Поддържане на пневмоподготвящата група	51
	4.5.2.	Пропускна способност на пневмоподготвящата група	51
	5.	Пневматични изпълнителни елементи	52
	5.1.	Праволинейни силови пневматични елементи (пневм. цилиндри)	52
	5.1.1.	Еднодействащи цилиндри	52
	5.1.2.	Двойнодействащи цилиндри	54
	5.1.3.	Двойнодействащи специални цилиндри	55
	5.1.4.	Специални изпълнения на цилиндри	59
	5.2.	Видове закрепвания	60
	5.3.	Конструкция на цилиндрите	61
	5.4.	Оразмеряване на цилиндрите	63

5.4.1.	Сила на буталото	63
5.4.2.	Ход на цилиндриите	69
5.4.3.	Скорост на буталото	69
5.4.4.	Разход на въздух	69
5.5.	Ротационни изпълнителни пневматични елементи	71
6.	Пневматични модули	73
6.1.	Цилиндри с вграден разпределителен блок	73
6.2.	Пневмохидравлични системи	73
6.2.1.	Пневмохидравличен трансформатор	73
6.2.2.	Мултипликатор на налягане	74
6.2.3.	Пневмохидравлични модули за подаване	75
6.2.4.	Пневмохидравлични модули за подаване с въртливо движение	76
6.2.5.	Модули за управление на стружкоотнемането	77
6.3.	Тактови подаващи устройства	77
6.4.	Въртяща стъпкова маса	78
6.5.	Пневматична цанга	81
6.6.	Шейна на въздушна възглавница	81
7.	Клапани	82
7.1.	Общи положения	82
7.2.	Разпределители	82
7.2.1.	Графично представяне на разпределителите	82
7.2.2.	Видове управления на разпределителите	85
7.2.3.	Конструктивни особености на разпределителите	87
7.2.4.	Клапани разпределители	87
7.2.5.	Шибърни разпределители	94
7.2.6.	Пропускна способност на разпределителите	99
7.3.	Затварящи клапани	102
7.3.1.	Обратни клапани	102
7.3.2.	Клапани тип ИЛИ	102
7.3.3.	Дросел с обратен клапан	103
7.3.4.	Бързоизпускащи клапани	106
7.3.5.	Клапани тип И	107
7.4.	Клапани за налягане	108
7.4.1.	Регулатори на налягането	108
7.4.2.	Клапани за ограничаване на налягането	108
7.4.3.	Включващи клапани	109
7.5.	Клапани за дебит	110
7.6.	Спирателни клапани	110
7.7.	Комбинация от клапани	111
7.8.	Програмно включващо устройство	121
8.	Безконтактни сигнализатори (сензори)	122
8.1.	Сигнализатор с прекъсване на струята сгъстен въздух	122
8.2.	Отражателно око (сигнализатор с отразяване на струята)	124
8.3.	Дюза-преграда	128
8.4.	Усилвател на налягане (едностъпален)	130
9.	Пневно-електрическо преобразуване на сигнали	131
9.1.	Преобразуватели на сигнали	131
9.2.	Контактор с пневматично управление	132
10.	Условни графични означения	133
11.	Основни схеми на свързване	145
11.1.	Управление на еднодействащ цилиндър	145
11.2.	Управление на двойнодействащ цилиндър	145

11.3.	Управление с ИЛИ клапан	146
11.4.	Регулиране на скоростта при еднодействащи цилиндри	146
11.5.	Регулиране на скоростта при двойнодействащи цилиндри	147
11.6.	Повишаване на скоростта при едно- и двойнодействащи цилиндри	148
11.7.	Управление с И клапан	148
11.8.	Индиректно управление на еднодействащи цилиндри	149
12.	Примери от практиката	150
12.1.	Задача: Затягане на детайли	150
12.2.	Задача: Сортиране на кашони	150
12.3.	Задача: Задействуване на дозировъчен шибър	151
12.4.	Задача: Управление на топилна пещ	151
12.5.	Задача: Нитоване на плочи	152
12.6.	Задача: Разпределяне на сачми от гравитационен магазин	152
12.7.	Задача: Приспособление за залепване на пластмасови детайли	153
12.8.	Задача: Разграфяване на сметачни линейки	155
12.9.	Задача: Контрол на затварящи капачки на чаши за извара	156
12.10.	Задача: Подаваща станция за дървесинни плоскости	157
	Ползувана литература	158

1. Увод

1.1. Развитие на техниката със сгъстен въздух

Доказано е, че сгъстеният въздух е една от най-старите известни на човека форми на енергия, използвана за подпомагане на физическата му сила.

Използваемостта на въздуха е позната от хилядолетия.

Първата форма, която познаваме със сигурност, е „пневматика“, при която сгъстеният въздух се използва като работен медиум. За първи път се прилага в практиката от гърка Ктесибос. Преди повече от 2000 години той е конструирал един катапулт (изхвъргач) със сгъстен въздух. Една от най-старите книги за използване на сгъстения въздух като носител на енергия датира от първото столетие след новата ера и описва устройствата, задвижвани чрез загрят въздух.

От древните гърци е произлязла думата „Пнеума“, която означава „дишане“, „вятър“, както и „душа“ във философията.

Като производна на думата „Пнеума“ е възникнало и понятието „Пневматика“, с което са назовавали науката за движението на въздуха и процесите в него.

Макар че основните понятия на пневматиката принадлежат към най-старите познания на човечеството, изследването на поведението и основните положения в тази наука продължава до миналия век. Едва от 1950 година може да се говори за едно действително промишлено внедряване на пневматиката.

Вярно е, че и по-рано е имало някои области на внедряване, например в мините, в строителната промишленост, при железопътния транспорт (спирачки със сгъстен въздух), но истинското настъпление на пневматиката в промишлеността в световен мащаб започва поради непрекъснато растящата необходимост от автоматизация на производствените процеси.

След първоначалното отказване от тази техника, което в повечето случаи се дължи на непознаването и и на липсата на квалификация, сега обхватът на нейното приложение става все по-голям.

Днес сгъстеният въздух не може повече да бъде пренебрегван. Той е един от най-съвременните промишлени енергоносители. Пневматичните елементи се използват широко в различни клонове на промишлеността.

© by FESTO DIDACTIC

1.2. Свойства на сгъстения въздух

Може да се стори учудващо, че в сравнително кратко време пневматиката намери широко приложение. Това се дължи и на факта, че при някои проблеми на автоматизацията никакви други работни средства не могат да бъдат приложени по-просто и по-икономично.

Кои свойства правят сгъстения въздух така известен?

Количество	Въздух за сгъстяване се намира практически навсякъде в неограничени количества.
Транспорт	Сгъстеният въздух е лесен за транспортиране чрез тръбопроводи на големи разстояния, като отпада връщането му (както в хидравликата).
Акумулиране	Един компресор не трябва да се експлоатира непрекъснато. Сгъстен въздух може да се акумулира в резервоар и да бъде взет оттам. В този случай е възможно и транспортирането му (в бутилка).
Температура	Сгъстеният въздух е нечувствителен към колебанията на температурата.
Взривобезопасност	Не съществува никаква експлозивна и пожарна опасност и се спестяват скъпи устройства за обезопасяване.
Чистота	Сгъстеният въздух е чист, затова при нехерметични тръбопроводи или елементи не се получава замърсяване. Тази чистота е необходима в хранително-вкусовата, дървообработващата, текстилната и кожарската промишленост.

Конструкция	Градивните елементи са прости по своята конструкция и поради това - евтини.
Скорост	Сгъстеният въздух е много бърз работен флуид, като се достигат високи работни скорости. (Работната скорост при пневматичните цилиндри е от 1 до 2 m/s).
Възможност за регулиране	При елементите за сгъстен въздух скоростите и силите са безстепенно регулируеми.
Претоварване	Инструментите със сгъстен въздух и градивните елементи са натоварени при състояние на покой и затова са сигурни при претоварване.
За да може обхватът на внедряване на пневматиката да бъде правилно определен, трябва да се познават и отрицателните свойства на сгъстения въздух.	
Подготовка	Сгъстеният въздух се нуждае от добра подготовка - не трябва да съдържа примеси и влага. (Износване на пневматичните елементи).
Свиваемост	Със сгъстения въздух не е възможно да се постигне равномерна и постоянна скорост на буталото.
Силоотдаване	Използването на сгъстения въздух е икономически целесъобразно до определено силоотдаване. При обичайните налягания при експлоатация - нормално 700 kPa (7 bar), границата, зависеща още от пътя и скоростта, е около 20 000 - 30 000 N (2000 - 3000 kp).
Вентилиране (изпускане в атмосферата)	Изпускането е шумно. Чрез усъвършенстване на материалите за шумозаглушаване този проблем днес е вече до голяма степен решен.
Разходи	Сгъстеният въздух е сравнително скъп енергоносител. Високите енергийни разходи обаче се компенсират до голяма степен от евтините елементи и високата ефективност (брой на циклите).

1.3. Икономичност на елементите за сгъстен въздух

В резултат на автоматизирането на производствените процеси физическият труд се замества от други форми на енергия, една от които често пъти е сгъстеният въздух.

Пример: Залагане на пакети, задействане на лостове, транспорт на детайли и т.н.

Сгъстеният въздух е носител на енергия и предлага, без съмнение, значителни предимства. Производството на сгъстен въздух и акумулирането му, както и разпределянето на въздуха при машините и приспособленията изисква значителни разходи. Това често води до мнението, че употребата на елементи за сгъстен въздух е свързана с особено високи разходи. Сравнени с разходите за заплати, доставка и инсталиране, разходите за енергия са толкова малки, че не играят съществена роля.

Пример, който показва колко е скъп сгъстеният въздух

Ще бъде изградена компресорна станция с два компресора, с резервоар, охладителна кула, охлаждаща водна помпа, вентилатор, тръбопроводи за охлаждащата вода, електрическо оборудване и тръбопроводи за сгъстения въздух за предприятие с около 600 работника.

Разходите за това възлизат на около 200 000 западногерм. марки.

Периодът за пресмятане е една година.

Пресмятане на разходите за инсталацията; западногерм. марки:

Отчисления	26 000,-
Разноски за терена	10 000,-
Постоянни разходи за година	36 000,-

За една година са регистрирани 3003 часа експлоатация. При това 2231 часа са чисто време за сгъстяване, а 772 часа - празен ход. (Компресорите са експлоатирани ежедневно по 12 часа).

Изчисляване на текущите разходи за година; западногерм. марки:

Разходи на въздух - чисто време за сгъстяване 2231 часа	13 400,-
Разходи за въздух - празен ход на компресора 772 часа	1 090,-
Разход на масло (170 l)	270,-
Вода за охлаждане (303 m ³)	170,-
Поддържане	6 750,-
Ремонти	1 000,-
Всичко:	22 680,-

Общо разходи; западногерм. марки:

Постоянни разходи за година	36 000,-
Текущи разходи за година	22 680,-
Всичко:	58 680,-

Мощност за напompване:

За 1 час се засмукват 1040 m³.

При 2231 часа за напompване се получава за пресмятаната продължителност от време:

2231 часа . 1040 m³ $\approx$ 2 320 000 m³

Цена за 1 m³:

58 680 западногерм. марки : 2 320 000 m³ $\approx$ 0,025 западногерм. марки за m³.

Тогава се получава: за 12-часова експлоатация и при продължително 75% натоварване на компресора, цената за 1 m³ засмукан въздух е 0,025 западногерм. марки.

Ако компресорната станция е в 24-часова експлоатация (сменна експлоатация, продължителни изпитвания, компенсация на обемните загуби) при натоварване 75% за една година се получават: 6000 часа експлоатация, от които 4500 часа са чисто време за сгъстяване и 1500 часа - празен ход.

Изчисляване на разходите; западногерм. марки:

Постоянни разходи за година	36 000,-
Разходи за сгъстен въздух - чисто време за напompване 4500 часа	26 800,-
Разходи за сгъстен въздух - празен ход на компресора	2 180,-
Разход на масло (340 l)	540,-
Охлаждаща вода (606 m³)	340,-
Поддържане	6 750,-
Ремонти	2 000,-
Всичко:	74 610,-

Мощност за напompване:

За 1 час се засмукват 1040 m³.

При 4500 часа за сгъстяване се получава за пресмятаната продължителност от време:

$$4500 \text{ часа} \cdot 1040 \text{ m}^3 = 4\,680\,000 \text{ m}^3$$

Цена (стойност) за 1 m³

$$74\,610,- \text{ западногерм. марки} : 4\,680\,000 \text{ m}^3 = 0,016 \text{ западногерм. марки за m}^3$$

За 24-часова експлоатация и при 75% натоварване на компресора, цената на 1 m³ нагнетен въздух е 0,016 западногерм. марки.

В заключение разходите са между 0,01 и 0,03 западногерм. марки за сгъстяване на 1 m³ въздух до 600 kPa (6 bar).

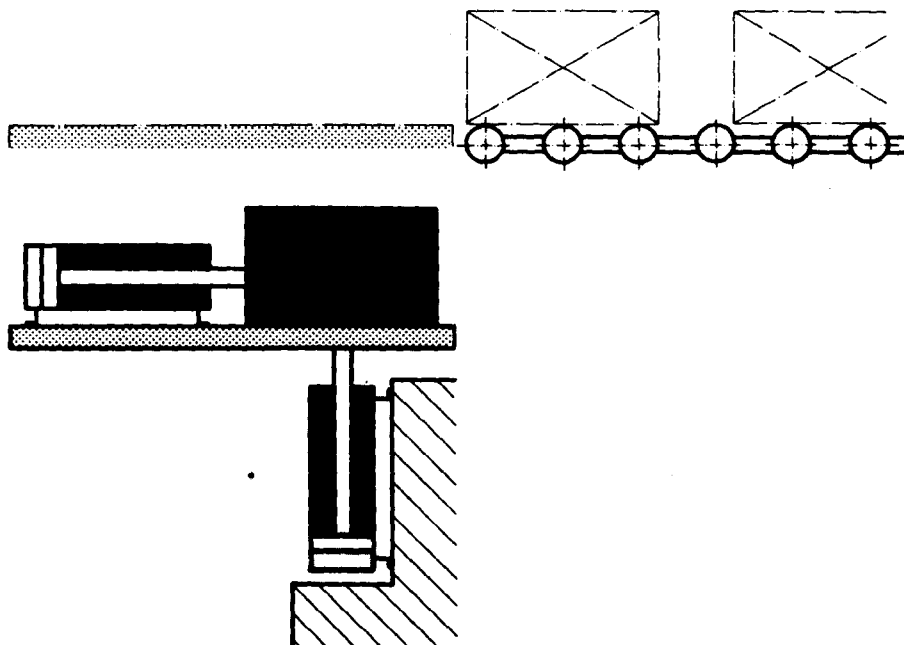
Каква работа може да извърши 1 m³ сгъстен въздух?

С един пример ще илюстрираме ефективността от използването на сгъстения въздух

Пример:

Цилиндър с диаметър 35 mm повдига пакети с тегло 200 N (20кр). Друг цилиндър, също с диаметър 35 mm, избутва пакетите върху транспортна лента.

Фиг. 1: Пример за приложение



Натисковата сила при 600 kPa (6 bar) възлиза на 520 N (52 kp).

Ход на цилиндър 1 = 400 mm

Ход на цилиндър 2 = 200 mm

За двата цилиндъра са необходими 8 l въздух за двоен ход (напред/назад). Следователно с 1 m³ могат да се обработят 125 броя пакети (повдигнати и избутани върху транспортната лента) - вж. диаграмата на фиг. 72.

Този пример показва, че при употребата на сгъстен въздух във всички области на промишлеността може да се спестява ценна човешка физическа сила. Преди всичко със сгъстения въздух може да бъде премахнат тежък физически и монотонен ръчен труд.

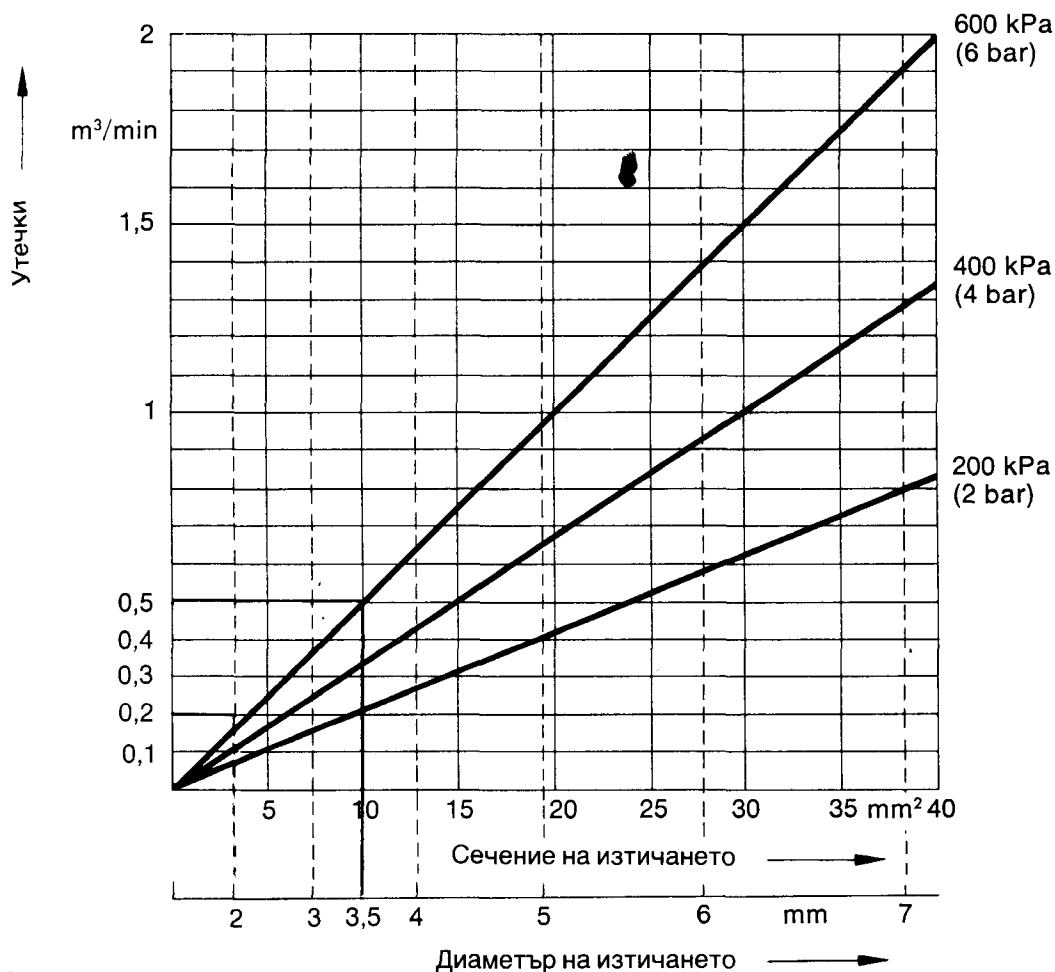
Разходите за сгъстен въздух могат възходящо да се повишат, ако не се наблюдават местата върху тръбната мрежа, където се изпуска сгъстен въздух (утечки). Дори незначителни неуплътнения водят до по-голямо изразходване на сгъстен въздух.

С помощта на диаграмата на фиг. 2 се определят загубите от изтичане в зависимост от сечението на изтичане и налягането.

Пример а:

Един отвор с диаметър 3,5 mm дава при 600 kPa (6 bar) утечки от 0,5 m³/min. За един час изтичат 30 m³ въздух.

Фиг. 2: Диаграма „въздух - изтичане“



Пример б:

Разхлабеното салниково пакетно уплътнение, разположено по цялата повърхнина на вретеното на клапа-на (диаметър 20 mm) има пръстеновиден процеп от 0,06 mm, който отговаря на място за утечки с диаметър 2 mm и на загуба на въздух от около 0,2 m³/min. При налягане от 600 kPa (6 bar) това прави 12 m³/h. Въздухът протича също и през паузите, като се получава дневна загуба от 288 m³. Ако направим изчисления при цена от 2 пфенига на 1 m³, това място на утечки струва ежедневно 5,76 западногерм. марки.

Този пример показва, че отстраняването на местата на утечките значително повишава икономията на сгъстен въздух.

1.4. Физически основи

Външната повърхнина на земното кълбо е обгърната навсякъде от въздушна обвивка. Това е необходима за живота газова смес (биогазова смес), която съдържа около 78 обемни процента азот, около 21 обемни процента кислород, части от въглероден двуокис, аргон, водород, неон, хелий, криптон и ксенон.

За по-добро разбиране на закономерностите, както и на поведението на въздуха, най-напред ще бъдат показани употребяваните физически величини и тяхното място в мерните системи.

„Международната мерна система“, означавана накратко със „СИ“ (SI) е създадена, за да се уеднаквят всички мерни системи.

В таблицата са подредени и ясно се различават зависимостите между употребяваната досега при нас техническа мерна система и новата система „SI“:

Основни единици

Величина	Означение във формулите	Единици и означенията им	
		Техническа мерна система	Единна мерна система „SI“
Дължина	<i>l</i>	метър (m)	метър (m)
Маса	<i>m</i>	$\frac{\text{кр} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$	килограм (kg)
Време	<i>t</i>	секунда (s)	секунда (s)
Температура	<i>T</i>	градус Целзий (°C)	Келвин (K)
Сила на тока	<i>I</i>	ампер (A)	ампер (A)
Сила на осветлението	<i>I</i>		кандела (cd)
Количество вещество	<i>n</i>		мол (mol)

Производни единици

Величина	Означение във формулите	Производни единици и означенията им	
		Техническа мерна система	Единна мерна система „SI“
Сила	<i>F</i>	килопонд (кр)	Нютон (N)
Площ	<i>A</i>	квадратен метър (m²)	квадратен метър (m²)
Обем	<i>V</i>	кубически метър (m³)	кубически метър (m³)
Дебит	$\dot{V} \text{ (Q)}$	(m³/s)	(m³/s)
Налягане	<i>p</i>	Атмосфера, at (кр/cm²)	Паскал (Pa) $1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2}$ Bar (1 bar) $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} (10^2 \text{ kPa})$

Връзката между единната мерна система и техническата мерна система се извежда от

уравнението на Нютон Силата = масата · ускорението,
 $F = m \cdot a$, където за "a" е заместено
земното ускорение $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

За изведените величини важат следните (преизчислени) стойности между мерните системи:

Маса $1 \text{ kg} = \frac{1}{9,81} \frac{\text{kp} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$

Сила $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$

За приблизителни пресмятания може да се положи

$1 \text{ kp} \approx 10 \text{ N}$

Температура Температурна разлика $1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$ (Келвин)
 Нулева точка - $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$ (Келвин).

Налягане Освен единиците за налягане, които бяха изведени в подреждането (at в техническата мерна система, както и bar и Pa в SI-системата) често се срещат следните означения, употребявани за налягане:

1. Атмосфера, at
 (абсолютно налягане в техническата мерна система)
 $1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar} (98,1 \text{ kPa})$
2. Паскал, Pa
 Бар, bar
 (абсолютно налягане в единната мерна система)

$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar}$

$1 \text{ bar} = \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ at}$

3. Физическа атмосфера, atm
 (абсолютно налягане в физическата мерна система)
 $1 \text{ atm} = 1,033 \text{ at} = 1,013 \text{ bar} (101,3 \text{ kPa})$
4. mm воден стълб
 $10\,000 \text{ mm H}_2\text{O} = 1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar} (98,1 \text{ kPa})$
5. mm живачен стълб, mm Hg
 (отговаря на единица за налягане Torr)
 $1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ Torr}$
 $1 \text{ at} = 736 \text{ Torr}, 100 \text{ kPa} (1 \text{ bar}) = 750 \text{ Torr}$

Тъй като всичко на земята е под въздействието на атмосферното налягане, то не е осезаемо. Затова атмосферното налягане p_{amb} се третира като за дадена точка и всяко отклонение се означава като надналягане p_e .

Това е онагледено на фиг. 3



Налягането на въздуха не винаги е еднакво. То се изменя според географската ширина и времето. Областта на абсолютната нулева линия до линията на променливото налягане се нарича област на подналягането ($-p_e$), а тази над нея - област на надналягането ($+p_e$).

Абсолютното налягане p_{abs} се намира между налягането $-p_e$ и налягането $+p_e$. Налягането p_{abs} е по-високо от регистрираната стойност с около 100 kPa (1 bar).

С помощта на току-що обяснените основни величини могат да бъдат изяснени и най-важните физични закономерности на въздуха.

1.4.1. Въздухът е свиваем

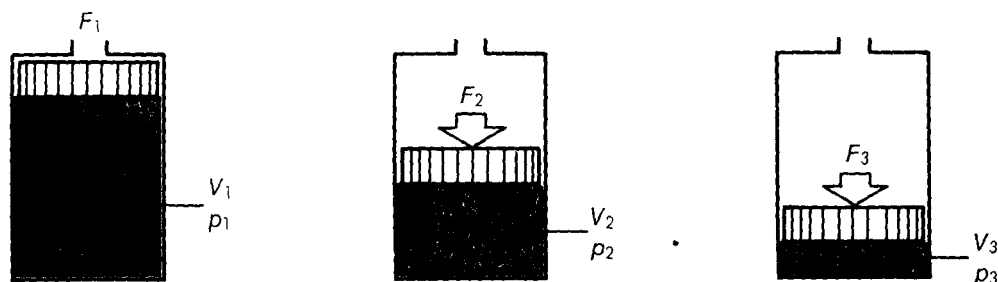
Както всички газове и той няма определен обем. Променя своята форма при незначително съпротивление, което означава, че заема формата на обкръжението. Въздухът може да се свива и има стремеж да се разширява. Тази закономерност, идваща от ред зависимости, се изразява със закона на Бойл-Мариот.

Обемът на едно изолирано количество газ е обратно пропорционален при постоянна температура на абсолютното налягане, или произведението от абсолютното налягане и обема е постоянно за определено количество газ:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{конст.}$$

Следният пример изяснява това твърдение.

Фиг. 4



Пример:

Ако се съгъсти намирацията се под действието на атмосферното налягане $p_1 = 100 \text{ kPa}$ (1 bar) обем $V_1 = 1 \text{ m}^3$ посредством силата F_2 до обема $V_2 = 0,5 \text{ m}^3$ при постоянна температура, се получава:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2}$$

$$p_2 = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^3} = 200 \text{ kPa (2 bar)}$$

Ако се съгъсти още повече обемът V_1 посредством силата F_3 на $V_3 = 0,05 \text{ m}^3$ се получава налягане

$$p_3 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_3}$$

$$p_3 = \frac{100 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}^3} = 2000 \text{ kPa (20 bar)}$$

1.4.2. Изменение на обема под въздействието на температурата

Въздухът се разширява при постоянно налягане, при температура от 273 К и загряване от 1 К с $\frac{1}{273}$ от неговия обем.

Това показва законът на Гей-Люсак:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

V_1 = обем при T_1
 V_2 = обем при T_2

От това следва:

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Изменението на обема ΔV е:

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} - V_1$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

Съответно това е валидно за V_2 :

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{T_1} (T_2 - T_1)$$

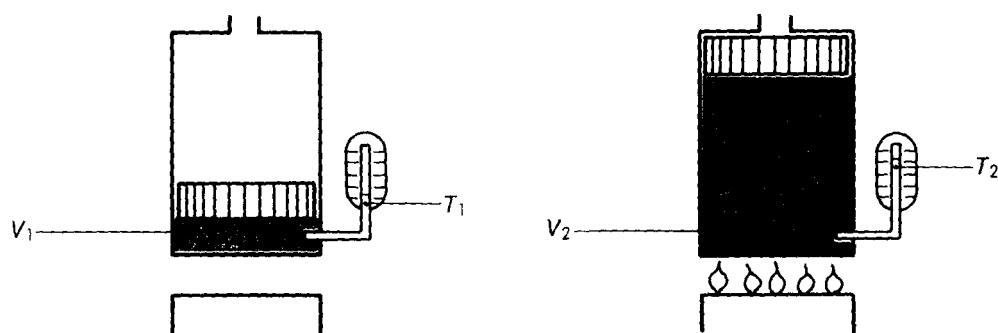
Горните уравнения са валидни само ако температурите са изразени в К, което означава, че стойностите на температурите, дадени в $^{\circ}\text{C}$, трябва да бъдат преизчислени. Предлагаме едно уравнение, с което веднага да може да се пресмята температурата в $^{\circ}\text{C}$, като се заместят само температурните стойности с 273°C :

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273^{\circ}\text{C} + T_1} [(273^{\circ}\text{C} + T_2) - (273^{\circ}\text{C} + T_1)]$$

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273^{\circ}\text{C} + T_1} (T_2 - T_1)$$

104/92

Фиг. 5



Пример:

0,8 m³ въздух с температура $T_1 = 293 \text{ K}$ (20 °C) се загрева до температура $T_2 = 344 \text{ K}$ (71 °C). Колко се разширява въздухът?

Съгласно горното уравнение, ако се пресмята в K, е:

$$V_2 = 0,8 \text{ m}^3 + \frac{0,8 \text{ m}^3}{293 \text{ K}} (344 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$V_2 = 0,8 \text{ m}^3 + 0,14 \text{ m}^3 = 0,94 \text{ m}^3$$

Обемът на въздуха е нараснал от 0,8 m³ до 0,94 m³.

Обикновено в пневматиката отделните данни за количеството на въздуха се задават по така нареченото нормално състояние.

Обяснение

Нормално състояние съгласно DIN 1343 е установеното състояние на твърда, течна или газообразна материя.

Техническото нормално състояние е определено посредством

нормалната температура $T_n = 293,15 \text{ K}$; $t_n = 20 \text{ °C}$,

а нормалното налягане $p_n = 98\,066,5 \text{ Pa} = 98\,066,5 \text{ N/m}^2 = 0,980\,665 \text{ bar}$.

Физическото нормално състояние е определено посредством

нормалната температура $T_n = 273,15 \text{ K}$; $t_n = 0 \text{ °C}$,

а нормалното налягане $p_n = 101\,325 \text{ Pa} = 101\,325 \text{ N/m}^2 = 1,01325 \text{ bar}$.

Пример:

В един резервоар за сгъстен въздух с обем 2 m³ се намира сгъстен въздух с налягане 700 kPa (7 bar) при температура от 298 K (25 °C). Какво количество въздух се намира в резервоара?

Първи етап:

Пресмятаме на едно налягане от 101 325 Pa (1,013 bar) $\approx 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$ (1 bar)

Съгласно уравнението на Бойл-Мариот

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

V_1 = обем при налягане p_1

$p_1 = 100 \text{ kPa}$ (1 bar) (нормално налягане)

$V_2 = 2 \text{ m}^3$

$p_2 = 700 \text{ kPa}$ (7 bar) (обемното налягане)

$$V_1 = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1} = \frac{700 \text{ kPa} \cdot 2 \text{ m}^3}{100 \text{ kPa}} = 14 \text{ m}^3$$

Втори етап:

Пресмятане на температурата от 273 K (0°C).

За разширението на обема се използва следното уравнение:

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{T_1} (T_2 - T_1)$$

и ако $T_1 > T_2$, за V_2 се получава по-малък обем.

Затова при понижението на температурата се прилага уравнението:

$$V_2 = V_1 - \frac{V_1}{T_1} (T_1 - T_2)$$

Ако $T_2 = 273$ K (0°C), тогава вместо T_2 се използва само T_0 и вместо V_2 само V_0 .

В този случай е валидно следното уравнение:

$$V_0 = V_1 - \frac{V_1}{T_1} (T_1 - T_0)$$

Ако температурата се пресмята в °C, тогава се прилага уравнението:

$$V_0 = V_1 - \frac{V_1}{273^\circ\text{C} + T_1} (T_1 - 0^\circ\text{C})$$

$$V_0 = V_1 - \frac{V_1}{273^\circ\text{C} + T_1} \cdot T_1$$

Това уравнение е в сила само ако V_0 се определя при температура от 0°C.

При тези условия се използва следното уравнение:

$$V_0 = V_1 - \frac{V_1}{T_1} (T_1 - T_0)$$

$$V_0 = 14 \text{ m}^3 - \frac{14 \text{ m}^3}{298 \text{ K}} (298 \text{ K} - 273 \text{ K})$$

$$V_0 = 14 \text{ m}^3 - 1,17 \text{ m}^3 = 12,83 \text{ m}^3$$

В резервоара се намират 12.83 m³ въздух при 0°C и 100 kPa (1 bar).

1.4.3. Уравнение за състоянието на газа

Всички изведени закономерности се удовлетворяват с „общото уравнение за състоянието на газа“:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{const.}$$

2. Производство на сгъстен въздух

2.1. Уредба за производство

За производството на сгъстен въздух са необходими уредби (компресори), които сгъстяват въздуха до желаното налягане. При пневматичните задвижвания и управления се употребява най-вече централно захранване със сгъстен въздух. Тогава преобразуването и пренасянето на енергията трябва да не се изчислява и планира поотделно за всеки консуматор. Сгъстеният въздух се довежда от компресорната станция до уредбата посредством въздухопроводи.

Мобилни (преносими) уредби за производство на сгъстен въздух се прилагат в строителната промишленост или при машини, местостоеенето на които се променя често.

При планирането трябва да се има предвид завишаване на потребностите поради следващо проектиране на нови уредби за производство на сгъстен въздух. Във всички случаи е по-добре да се предвиди по-голяма и по-мощна уредба, отколкото по-късно да бъде установено, че съществуващата е претоварена. Едно по-късно нейно разширение е свързано винаги с по-големи инвестиции.

Чистотата на въздуха е много важна. Чистият въздух осигурява по-дълга експлоатация на производственото съоръжение. Във всички случаи трябва да се внимава за правилния избор на различните конструкции компресори.

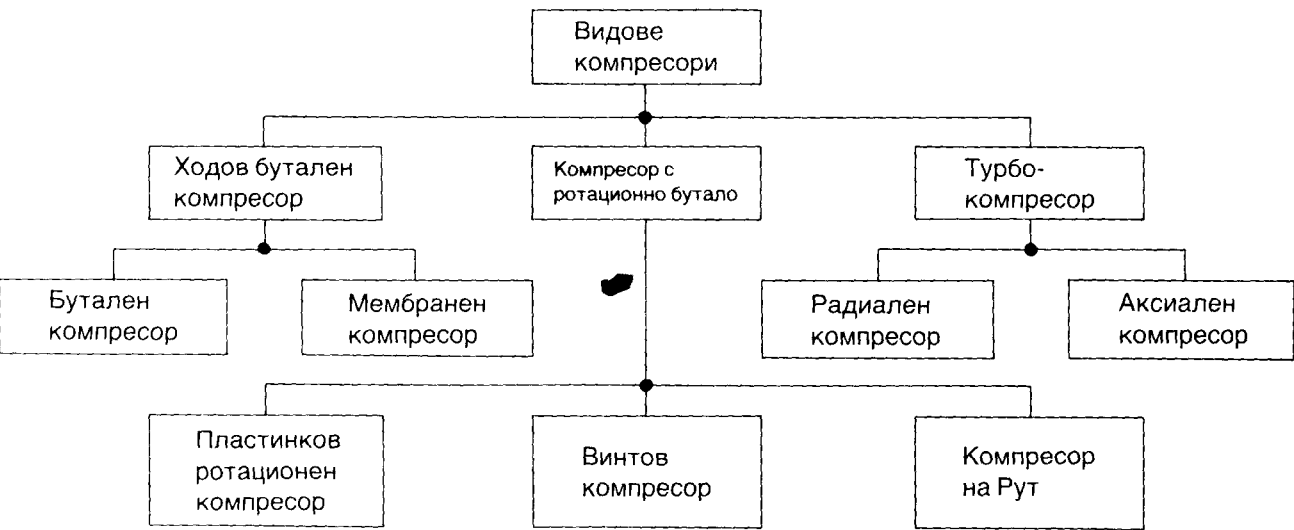
2.2. Видове компресори

Според експлоатационните изисквания относно работното налягане и количеството подаван въздух се употребяват различни по конструкция видове компресори.

Различават се главно два вида конструкции:

При първия вид принципът на работа е обемен. Нагнетяването в компресора се постига посредством затваряне на въздуха в дадено пространство и намаляването му. Този конструктивен вид се нарича бутален компресор (ходов бутален, ротационно бутален).

Другият конструктивен вид работи на турбинен принцип - засмукване на въздуха от едната страна и сгъстяването му посредством ускоряването на масата.



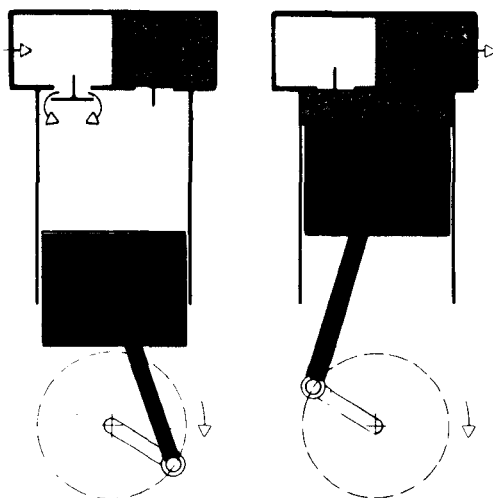
2.2.1. Бутални компресори

Ходови бутални компресори

Ходовият бутален компресор е най-употребяваният вид. Той е подходящ за нагнетяване както на ниски, така и на средни и високи налягания.

Обхватът на налягане се простира от 100 kPa (1 bar) до няколко хиляди kPa (bar).

Фиг. 6. Ходов бутален компресор



За сгъстяването на въздуха до високо налягане са необходими многостъпални компресори. Засмуканият въздух се сгъстява от първото бутало, охлажда се междинно, след което се сгъстява от следващото бутало. Обемът на второто пространство за сгъстяване е по-малък в съответствие с по-голямото сгъстяване. Възникналата топлина се отвежда с охлаждане.

Компресорите от този тип се произвеждат както с въздушни, така и с водни охладители.

Ходовите бутални компресори могат да бъдат:

- до 400 kPa (4 bar) – едностъпални;
- до 1500 kPa (15 bar) – двустъпални;
- над 1500 kPa (15 bar) – тристъпални или многостъпални.

Възможни са и други, но не винаги икономични изпълнения:

- до 1200 kPa (12 bar) – едностъпални;
- до 3000 kPa (30 bar) – двустъпални;
- до 22 000 kPa (220 bar) – тристъпални.

За дебитите вижте фиг. 14 (диаграмата)

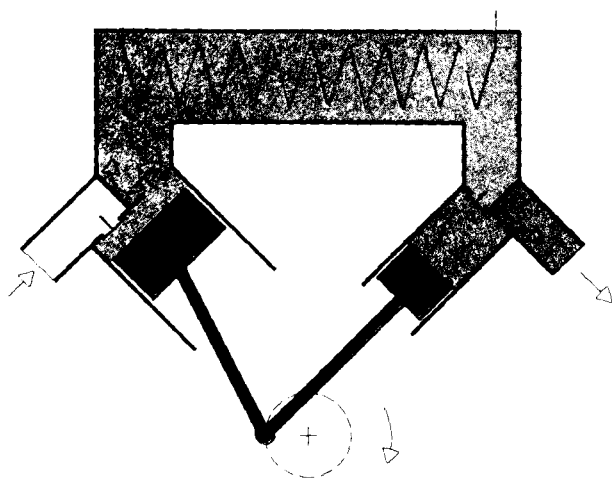
Мембранни компресори

Този вид компресори е към групата на буталните. Буталото се отделя от смукателното пространство посредством мембрана, което означава, че въздухът не попада в съприкосновение с триещите се детайли. В резултат сгъстеният въздух във всички случаи остава обезмаслен. Затова този вид мембранни компресори се използват предимно в хранително-вкусовата, фармацевтичната и химическата промишленост.

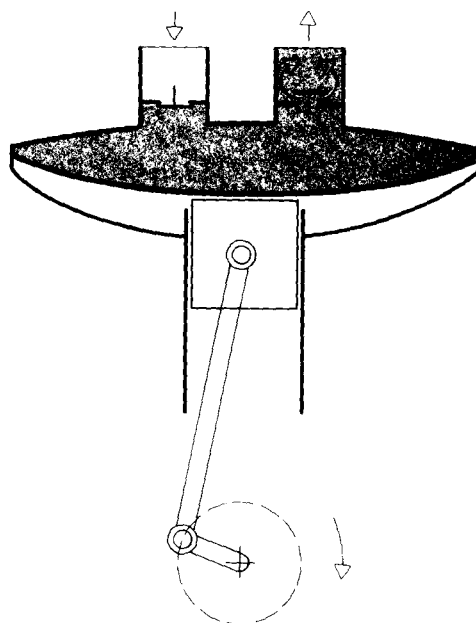
Компресори с ротационни бутала.

Тези компресори са с въртящи се бутала. При тях пространството се стеснява и въздухът в него се сгъстява.

Фиг. 7 Двустъпален компресор
с междинно охлаждане



Фиг. 8. Мембранен компресор

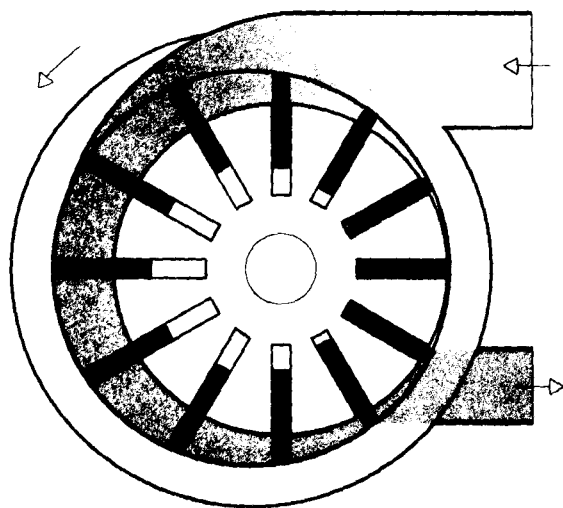


Пластинкови ротационни компресори

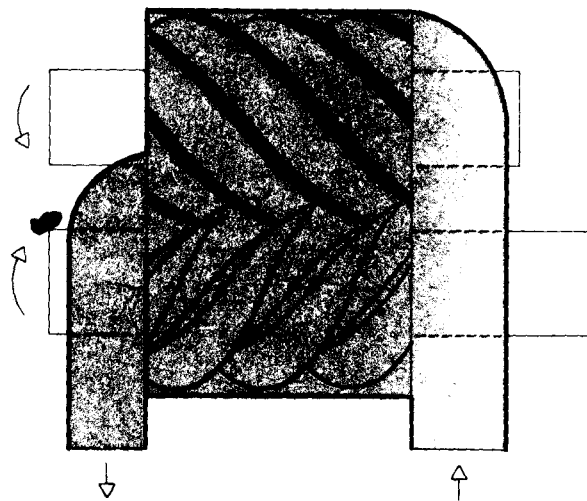
В цилиндрично тяло с входящ и изходящ канал се върти ексцентрично лагериран ротор. Предимствата на тези компресори са: компактна конструкция, безшумна работа и практически безударно и равномерно подаване на въздуха. (За дебита вижте диаграмата на фиг. 14).

Роторът носи в каналите си пластинки, които заедно с цилиндричната стена образуват камери. При въртенето пластинките се притискат към стената от центробежната сила и камерите се разширяват, респективно намаляват при въртенето.

Фиг. 9. Пластинков ротационен компресор



Фиг. 10. Винтов компресор



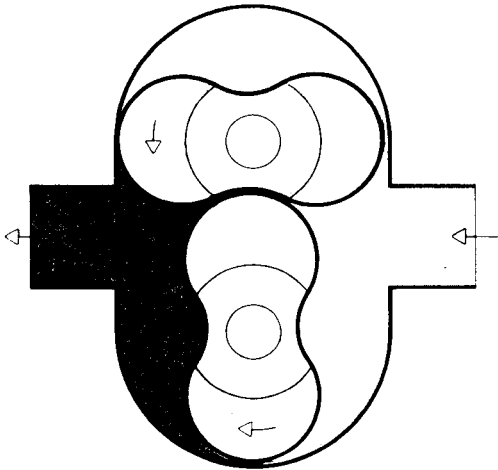
Двувалов шнеков компресор

Два т.н. ротора, които са зацепени посредством вдлъбнати и изпъкнали винтови зъби, сгъстяват осово постъпващия въздух към изхода на компресора. За дебита вижте фиг. 14 (диаграмата).

Компресор на Рут

При този вид компресори въздухът без изменение на обема се прокачва от едната страна на компресора към другата. Уплътняването се извършва от налягането чрез притискане на буталата едно към друго.

Фиг. 11. Компресор на Рут



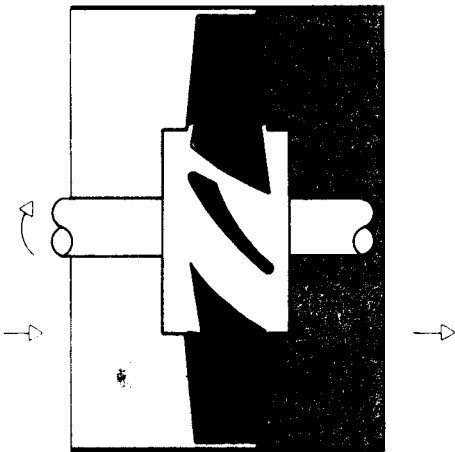
2.2.2. Турбокомпресори

Те работят на турбинен принцип и са особено подходящи за големи дебити. Произвеждат се в аксиални и радиални турбоизпълнения.

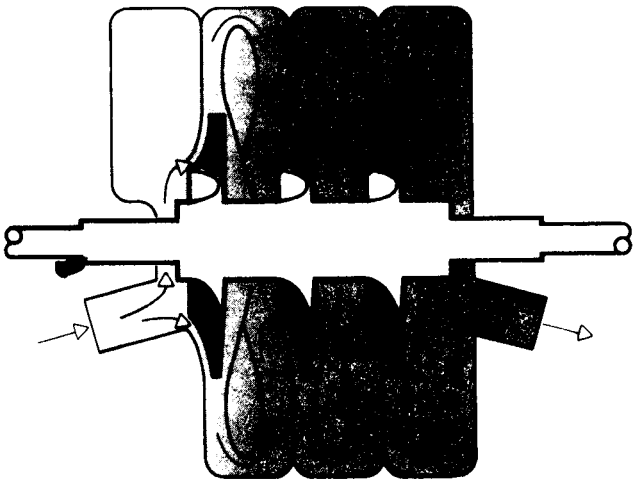
Въздухът протича през едно или няколко турбинни колела. Тази енергия на движението се преобразува в енергия на налягането. За дебита вижте фиг. 14 (диаграмата).

Фиг. 12. Осов компресор

Фиг. 13. Радиален компресор



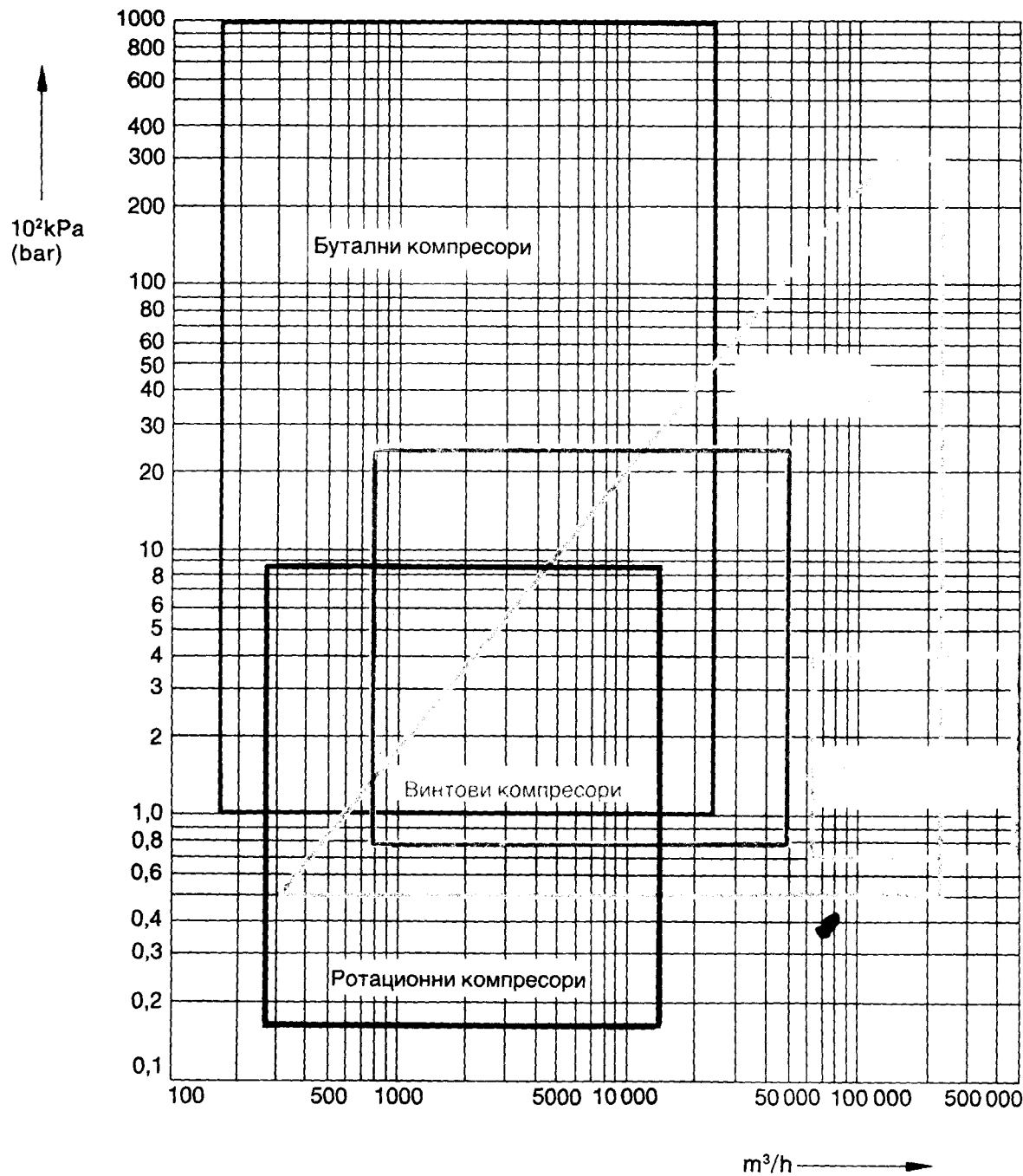
Ускоряване на въздуха става посредством лопатки в осова посока на протичане.



Ускоряване от камера в камера радиално навън. Завъртане на протичащия въздух и отново насочване към вала. Оттам отново ускоряване навън.

Фиг. 14. Диаграма за производителност

В тази диаграма са показани областите от дебита и налягането на всеки конструктивен вид.



© by FESTO DIDACTIC

2.3. Критерии при избора на компресор

2.3.1. Подадено количество въздух под налягане

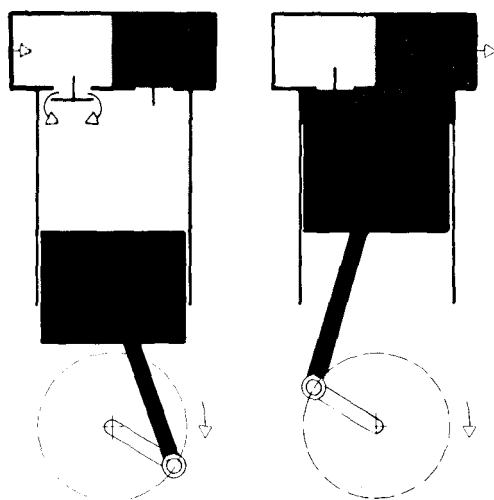
Това е количеството въздух, което компресорът доставя. Известни са две различни стойности за производителността (нагнетените количества):

1. Теоретична производителност.
2. Ефективна (действителна) производителност.

Произведението **ходов обем** · **обороти** изразява теоретичната производителност при ходовите бутални компресори.

Ефективната производителност зависи от конструкцията на компресора и от налягането. Тук играе роля обемният коефициент.

Фиг. 15



Интерес представлява само ефективната производителност, тъй като само това количество въздух се намира на разположение за задвижване и управление на елементи.

Според нормативите на DIN данните за ефективните стойности са посочени в DIN 1945 и DIN 1962.

Производителността се дава в m^3/min или m^3/h . Въпреки това понякога производителите на компресори задават техните данни за теоретичната производителност.

2.3.2. Налягане

Различаваме два вида:

Експлоатационно налягане. Това е подаденото от компресора налягане, респективно налягането в резервоара и в тръбопроводите към потребителите.

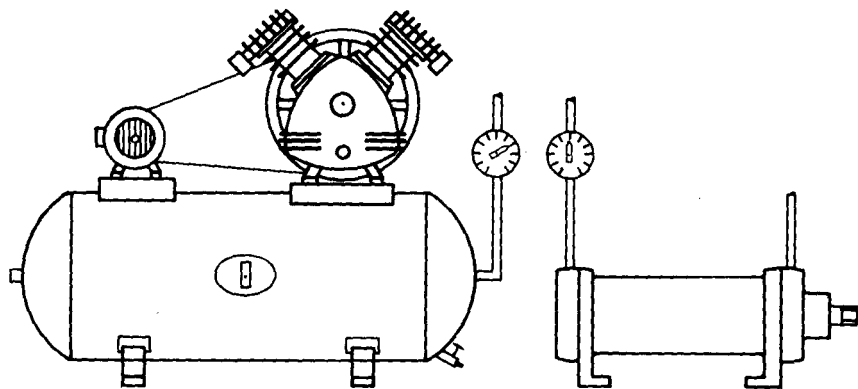
Работно налягане. Това е необходимото на дадено работно място налягане. В повечето случаи то е 600 kPa (6 bar).

ВАЖНО:

Постоянното налягане е предпоставка за надеждна и точна работа. От постоянното налягане зависи:

- скоростта;
- силата;
- навременното тръгване на изпълнителните работни елементи.

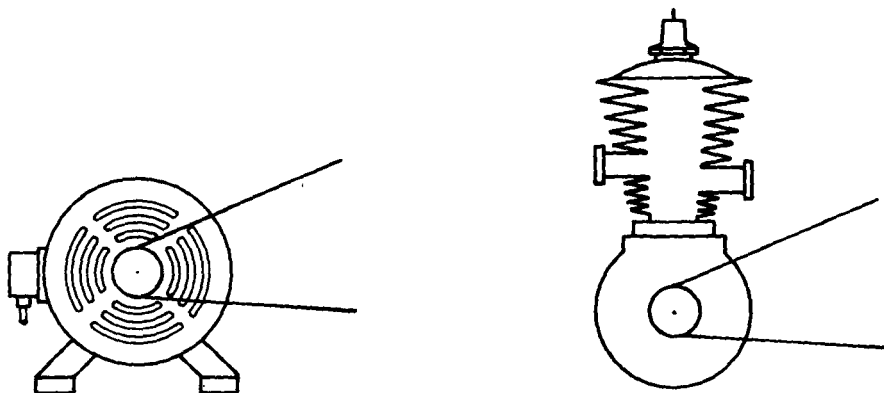
Фиг. 16



2.3.3. Задвижване

Задвижването на компресорите става според експлоатационните изисквания с електромотор или с двигател с вътрешно горене. При промишлена експлоатация по-голямата част от задвижванията се осъществяват чрез електромотори, а при мобилни (транспортни) компресорни уредби - посредством двигател с вътрешно горене (бензинов или дизелов).

Фиг. 17



2.3.4. Регулиране

За да се пригоди производителността на компресора към непрекъснато променящите се потребности, е необходимо регулиране. Съществуват различни видове регулирания.

Регулирането на дебита се извършва в интервала на настройваемите гранични стойности на максималното и минималното налягане.

Известни са различни начини на регулиране :

Регулиране на празен ход	Регулиране чрез натоварване	Регулиране чрез изключване на двигателя
а) регулиране чрез вентилиране	а) регулиране чрез оборотите	
б) регулиране чрез затваряне	б) регулиране чрез дроселиране на засмукването	
в) регулиране чрез декомпресор		

Регулиране на празен ход

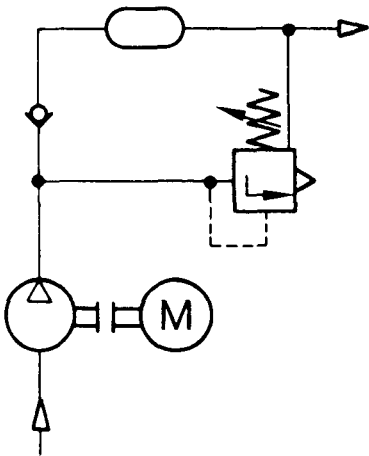
а) Регулиране чрез вентилиране

Това е опростен вид регулиране, при което компресорът работи с един предпазен клапан. Когато в резервоара се достигне зададеното налягане, предпазният клапан се отваря и изпуска излишния въздух. Обратен клапан възпрепятства изпразването на резервоара (използва се само при съвсем малки уредби).

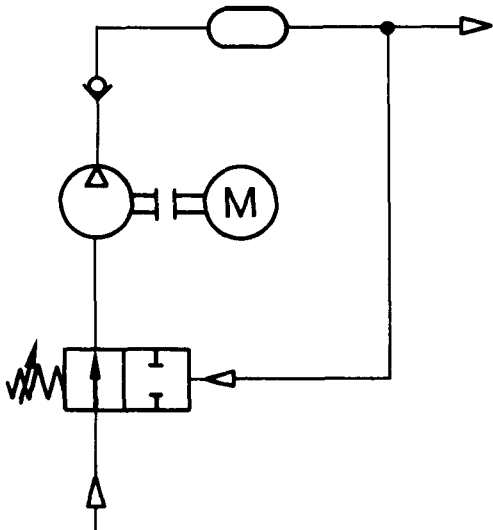
б) Регулиране чрез затваряне

При този вид регулиране смукателната страна е затворена. Смукателният щуцер (смукателно присъединително отверстие) на компресора също е затворен. Компресорът не може да засмуква и продължава да работи с обхват на подналягане. Това регулиране се среща предимно при ротационните бутални компресори и по-рядко при ходовите бутални компресори.

Фиг. 18. Регулиране чрез вентилиране



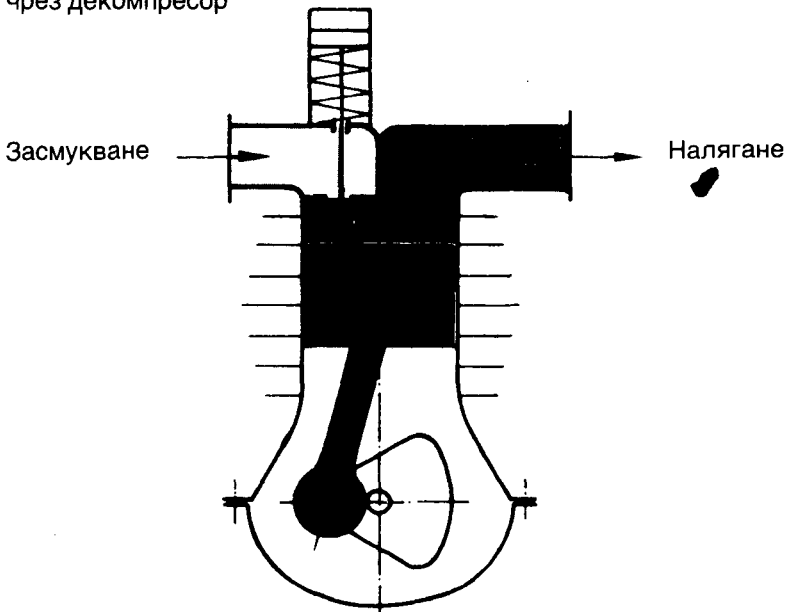
Фиг. 19. Регулиране чрез затваряне



в) Регулиране чрез декомпресор

Намира приложение при по-големи бутални компресори. Чрез декомпресор се поддържа отворен смукателният клапан и компресорът не може да нагнетява въздух. Този вид регулиране е много просто.

Фиг. 20. Регулиране чрез декомпресор



Регулиране в режим на частично натоварване

а) Регулиране чрез оборотите

При задвижване на компресора чрез двигател с вътрешно горене, регулаторът на оборотите му се управлява с регулиращ елемент. Промяната на оборотите може да се извършва ръчно или автоматично в зависимост от налягането при експлоатация.

При електрозадвижване се извършва стъпално регулиране на оборотите чрез мотори с превключваеми полюси. Но това се използва рядко.

б) Регулиране чрез дроселиране на засмукването

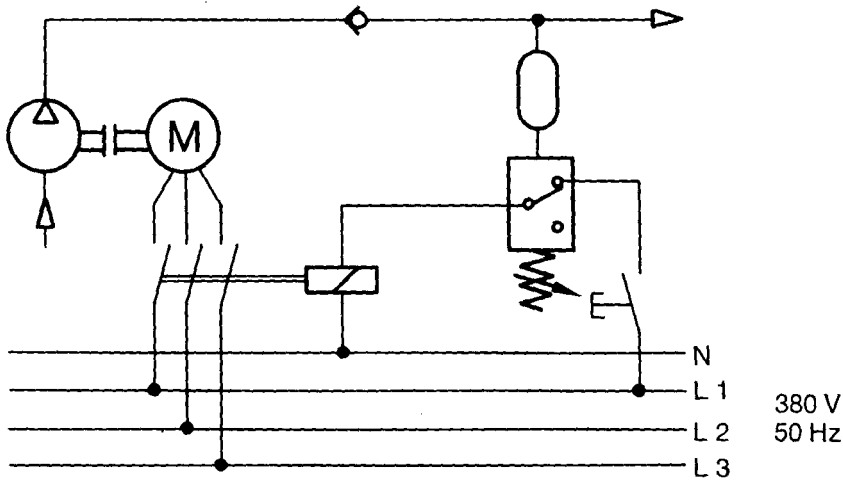
Регулирането се осъществява чрез дроселиране в смукателния щуцер, като по този начин могат да бъдат настройвани определени обхвати на частично натоварване. Този вид регулиране се среща при ротационните бутални компресори и при турбокомпресорите.

Регулиране чрез спиране на двигателя

При това регулиране в процеса на експлоатация компресорът има две работни състояния: пълен товар или покой. Задвижващият му мотор се изключва при достигане на p_{max} и се включва при понижаване на налягането до p_{min} .

Стойностите на минималното и максималното налягане се настройват посредством регулатор. За да могат периодите на включване да се ограничат до една допустима величина е необходим по-голям резервоар.

Фиг. 21. Регулиране чрез спиране на двигателя.

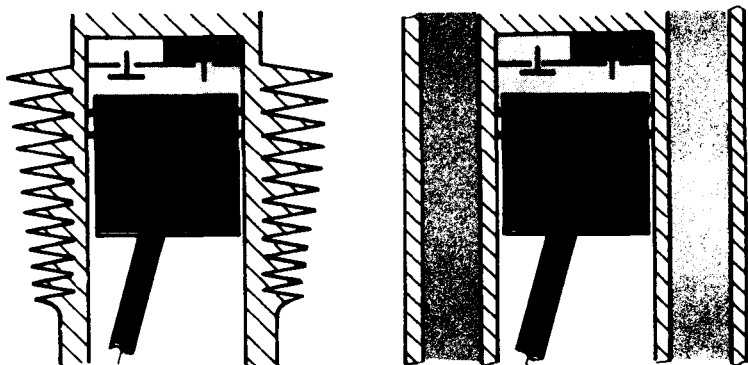


2.3.5. Охлаждане

Поради сгъстяване на въздуха в компресора възниква топлина, която трябва да бъде отделена. Според количеството на отделяната от компресора топлина се избира и целесъобразното охлаждане.

При малките компресори за тази цел служат ребрата, като топлината се излъчва чрез тях. По-големите компресори са снабдени с вентилатор, с който чрез обдухване също се отвежда топлина.

Фиг. 22.



Ако се касае за компресорна станция с мощност за задвижване над 30 kW, въздушното охлаждане не е достатъчно. В тези случаи се използва водно циркуляционно охлаждане или протичащо охлаждане със студена вода. Често разходите по създаването на по-голямо охлаждащо съоръжение се оправдават от една охлаждаща кула. Доброто охлаждане удължава периода на експлоатация на компресора и гарантира почист и по-хладен въздух. Според обстоятелствата допълнителното охлаждане на въздуха може да се спести или да се извърши с незначителна мощност.

2.3.6. Разполагане на компресора

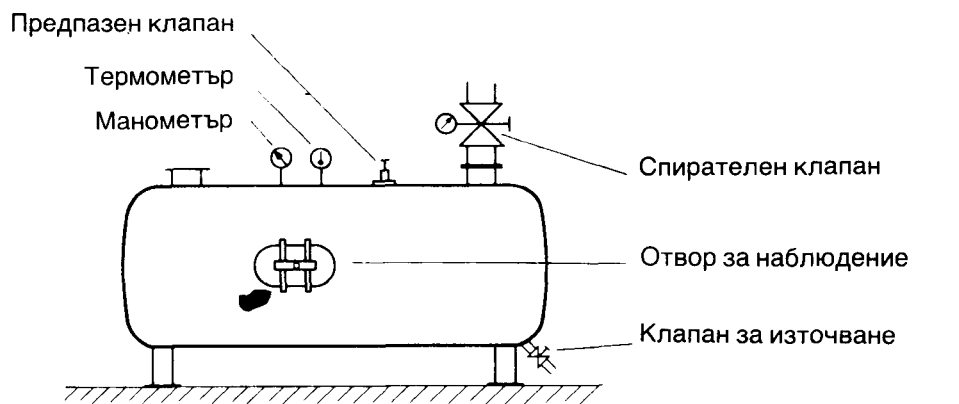
Компресорната станция трябва да бъде разположена в изолирано и защитено от шум пространство, добре наситено с въздух, по възможност хладен, безпрашен и сух.

2.3.7. Акумулатори за сгъстен въздух

Тези акумулатори служат за стабилизиране на захранването със сгъстен въздух. Те изравняват колебанията на налягането в мрежата при консумацията на въздух.

Голямата околна повърхнина на резервоара допълнително охлажда въздуха. Затова една част от влагата в резервоара се отделя като вода (кондензат).

Фиг. 23. Акумулатор за сгъстен въздух



Обемът на един резервоар за сгъстен въздух зависи от:

- производителността на компресора;
- консумацията на сгъстен въздух;
- тръбопроводната мрежа като допълнителен обем;
- вида на регулирането;
- допустимата разлика на налягането в мрежата.

Определяне обема на резервоара при регулиране с изключване на двигателя

Обемът на резервоара може да се определи от диаграмата на фиг. 24.

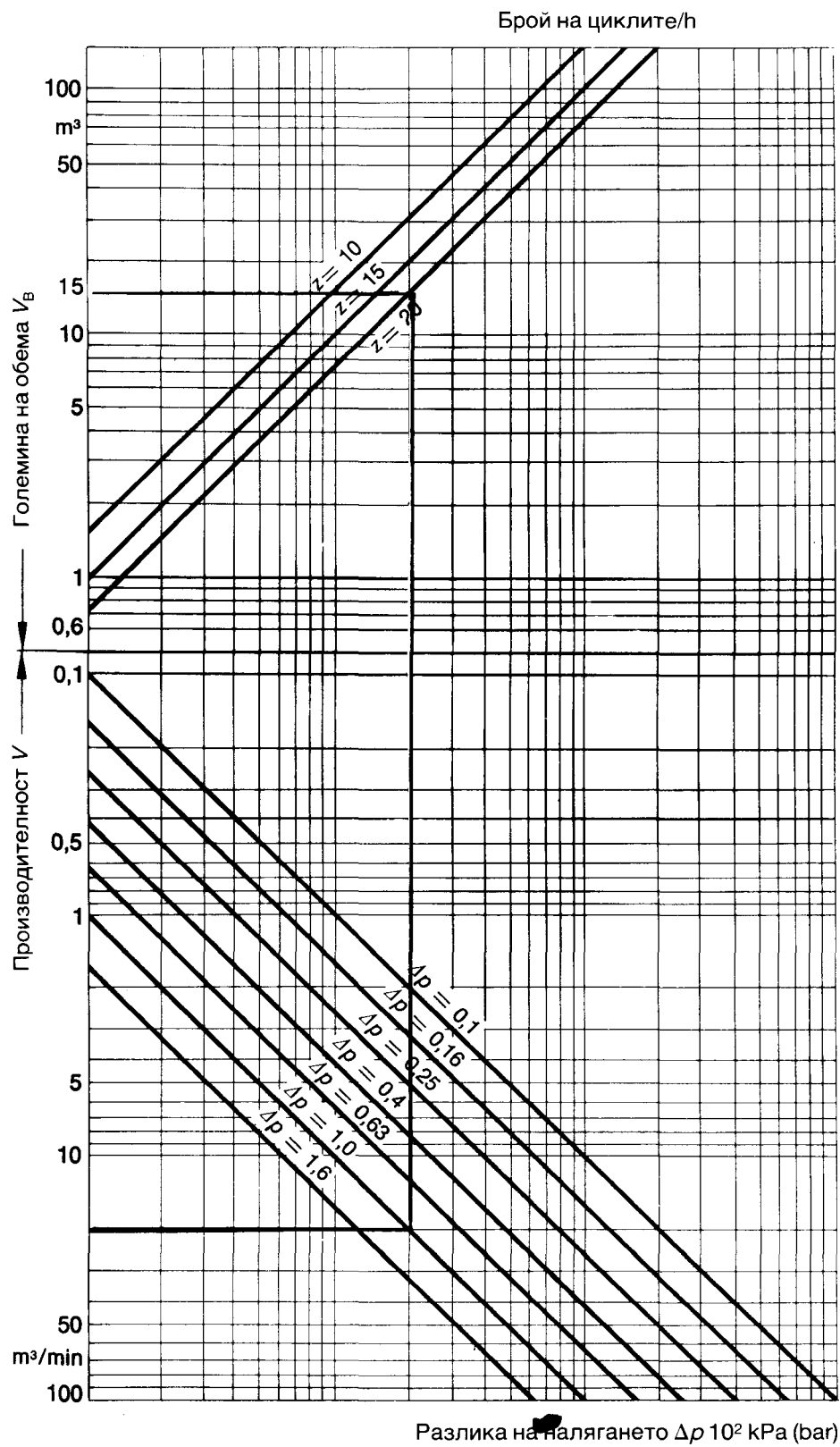
Пример:

Производителност	$V = 20 \text{ m}^3/\text{min}$
Брой на циклите в час, n	$z = 20$
Разлика на налягането	$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$
Големина на обема	$V_B = ?$

Резултат:

Големината на обема: $V_B = 15 \text{ m}^3$ (вж. номограмата).

Фиг. 24. Диаграма



3. Разпределение на сгъстения въздух

Поради изключителното рационализиране и автоматизиране на труда чрез производствени приспособления, потребностите от въздух в предприятията нарастват извънредно много. Всяка машина, всяко приспособление се нуждае от определено количество въздух и се захранва от компресора чрез тръбна мрежа. За целта диаметърът на тръбопроводите трябва да се избере така, че загубите от налягането от напорни резервоар до консуматора (потребителя) да не надминават 10 kPa (0,1 bar). По-високият пад на налягането оскъпява системата и намалява значително мощността. За едно по-късно предполагаемо разширяване на компресорната станция (което значи по-голяма консумация на въздух) би следвало при ново проектиране това да се има предвид и тръбопроводът да се преоразмери. Едно допълнително изграждане на по-голяма тръбопроводна мрежа често е свързано със значителни разходи.

3.1. Оразмеряване на тръбопроводите

Изборът на диаметъра на тръбите не трябва да се определя от наличните тръби, а от:

- дебита;
- дължината на тръбопровода;
- допустимите загуби на налягане;
- налягането при експлоатация;
- броя на местата на дроселиране в тръбопровода.

В практиката се държи на стойностите от опита. Затова номограмата (фиг. 25) може да помогне при бързото и лесно определяне на диаметъра на тръбите.

Изграждане на един тръбопровод:

Консумацията на въздух в едно предприятие възлиза на **4 m³/min (240 m³/h)**. Повишаването на разхода за 3 години възлиза на 300%. Получават се **12 m³/min (720 m³/h)**.

Цялото употребено количество (дебит) достига **16 m³/min (960 m³/h)**. В тръбопровод с дължина **280 m** са включени 6 тройници, 5 колена (стандартни) и един спирателен кран. Допустимият пад на налягането е **$\Delta p = 10 \text{ kPa (0,1 bar)}$** . Налягането при експлоатацията е **800 kPa (8 bar)**.

Търси се диаметърът на тръбите.

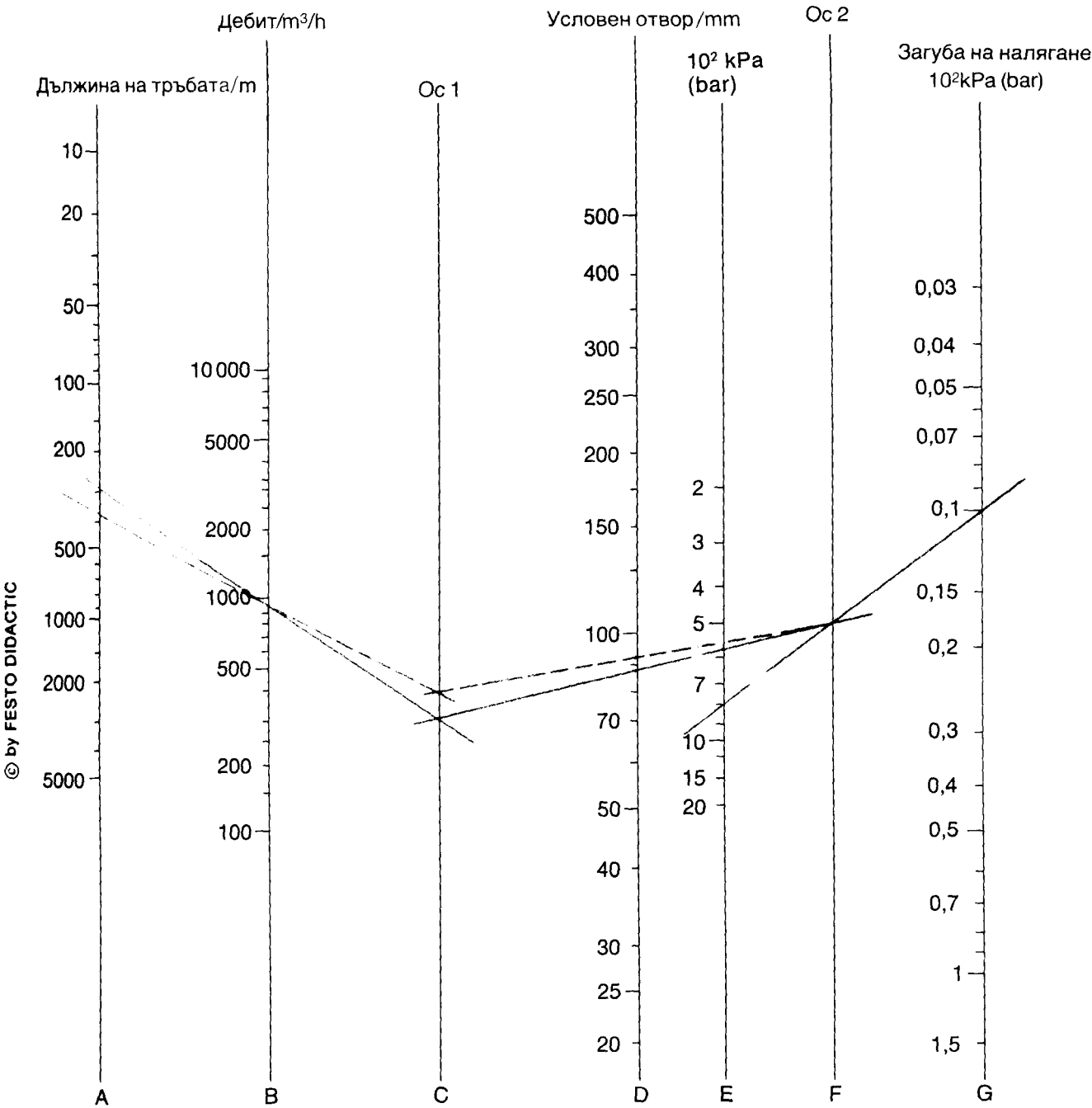
С наличните данни се определя предварителният диаметър на тръбите, като се използва номограмата на фиг. 25.

Решение:

На номограмата се съединява линията А (дължината на тръбата) с В (дебита) и се продължава до С (оста 1). Линията Е (налягане при експлоатацията) се съединява с G (загубите на налягане), при което се получава една пресечна точка на F (оста 2). Пресечните точки на оста 1 и оста 2 се съединяват една с друга. Върху линията D (условния отвор на тръбата) се получава пресечната точка, определяща диаметъра на тръбата.

Диаметърът на тръбата в този случай е приблизително **90 mm**.

Фиг. 25. Номограма (диаметър на тръбата)

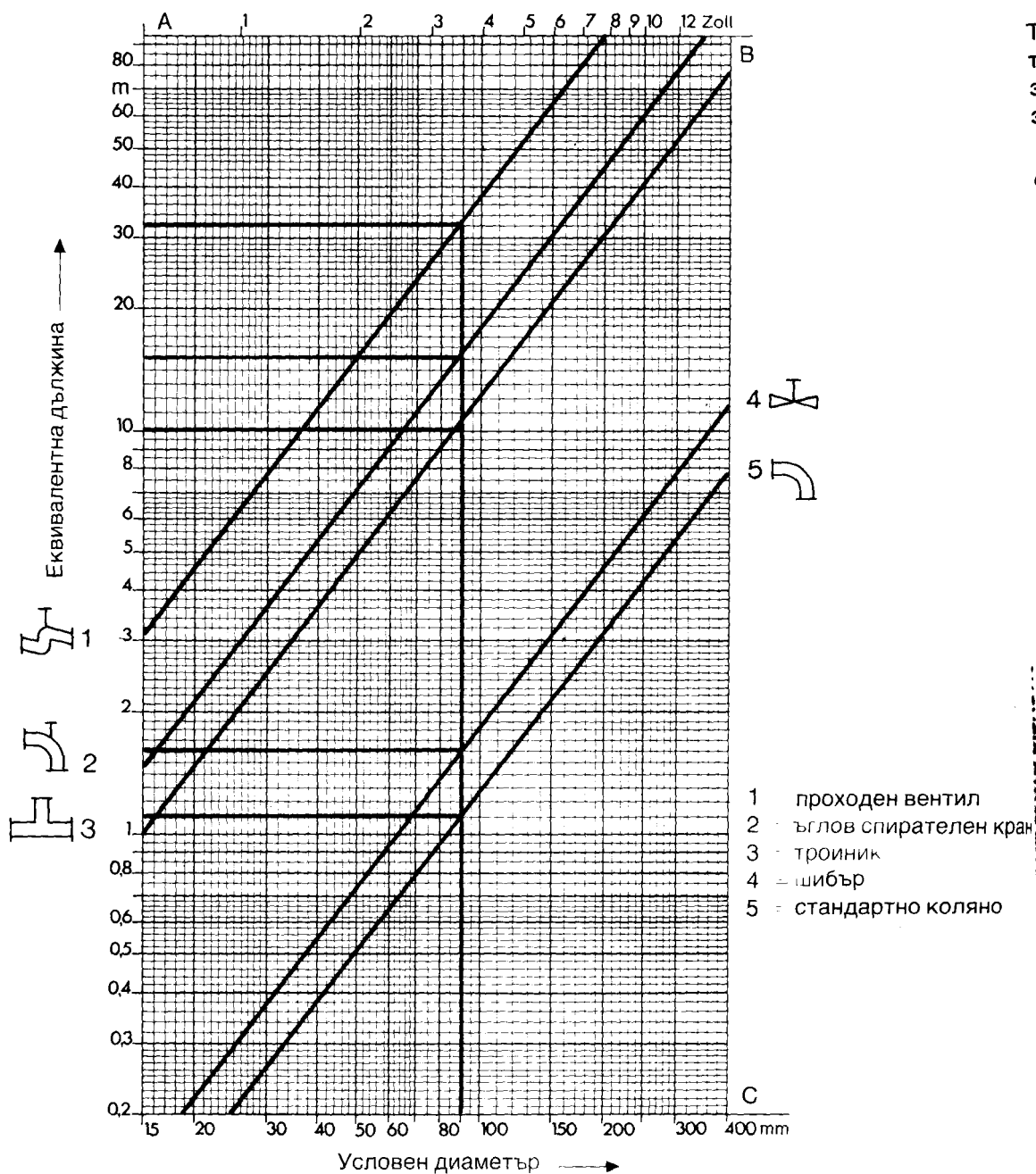


От наръчника за работа със сгъстен въздух на ФМА Покорни, Франкфурт.

За дроселните елементи (спирателен кран, ъглов кран, тройник, разпределител, нормализирано коляно) са предвидени съпротивления със заместена дължина. Под заместена (еквивалентна) дължина се разбира дължината на права тръба с хидравлично съпротивление, еднакво с това в дроселния елемент или мястото на дроселиране. Сечението на протичане на еквивалентната дължина отговаря на тази на тръбопровода.

Еквивалентната дължина се определя бързо посредством втора номограма (фиг. 26).

Фиг. 26. Номограма (еквивалентни дължини)



Еквивалентни дължини съгласно фиг. 26

6 тройника (90 mm)	= 6 · 10,5 m	= 63 m
1 проходен вентил (90 mm)		= 32 m
5 стандартни колена (90 mm)	= 5 · 1 m	= 5 m
ОБЩО		100 m

Дължина на тръбата	280 m
Еквивалентна дължина	100 m
Обща дължина на тръбопровода	380 m

Окончателният диаметър на тръбите се определя по описания начин от общата дължина 380 m на тръбите, необходимия въздух, загубите на налягане и налягането при експлоатация с помощта на номограмата на фиг. 25.

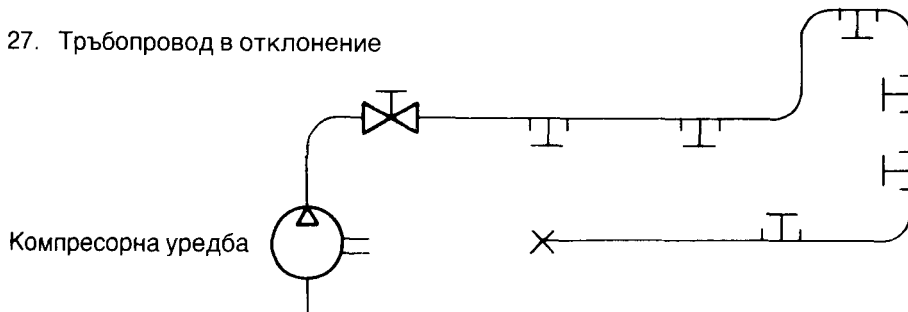
При този пример диаметърът на тръбата възлиза на 95 mm.

3.2. Разполагане на тръбопроводната мрежа

От значение е както правилното оразмеряване на тръбопроводите, така и разположението на тръбите.

Тръбопроводите за сгъстен въздух се нуждаят от редовно поддържане и контрол и затова по възможност те не трябва да се вграждат в зидове или да се разполагат в тесни тръбопроводни шахти. В тези случаи се затруднява контролирането на херметичността, а и най-малките пропуски в това отношение предизвикват забележими загуби на налягане.

Фиг. 27. Тръбопровод в отклонение

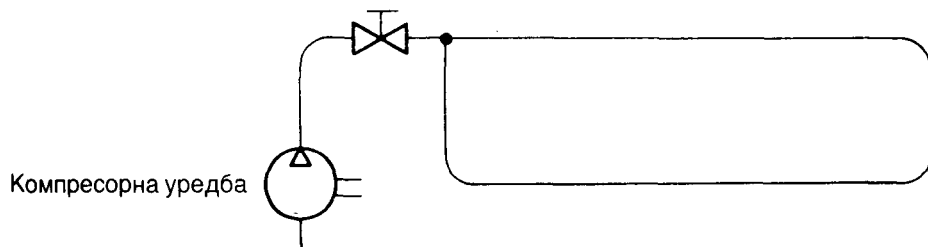


При разполагането на тръбопроводите (специално при отклоненията) е необходимо да има денивелация от 1 до 2 % в посоката на протичане.

При хоризонтално разположение на тръбопровода поради кондензата отклоненията в местата за отвеждане на въздух трябва да се монтират върху горната страна на тръбите.

Трябва да се избягва навлизането на евентуално намиращата се в главния тръбопровод кондензирана вода през отклоненията в местата за отвеждане на въздух. За събирането и отделянето на тази вода се прикачват специални тръбопроводи към долната страна на главния тръбопровод.

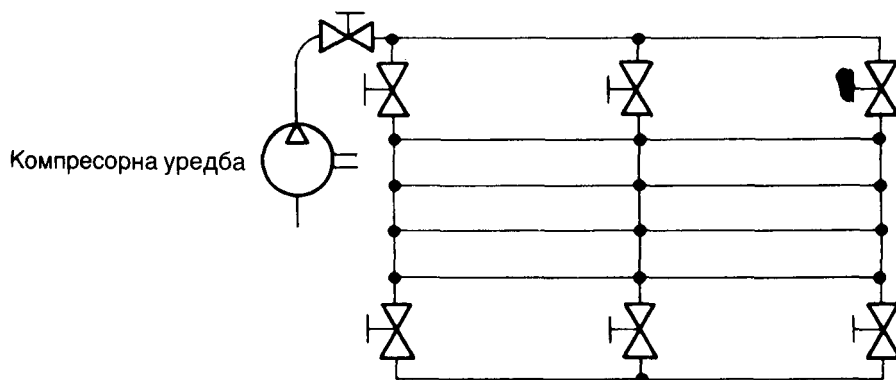
Фиг. 28. Кръгов (пръстеновиден) тръбопровод



Най-често кръговите (пръстеновидните) тръбопроводи са главни. Отклоненията се инсталират към главните тръбопроводи.

При интензивна консумация този вид разполагане на тръбопровода за сгъстен въздух гарантира равномерно захранване. Сгъстеният въздух може да се подава от двете посоки.

Фиг. 29. Свързваща мрежа



При свързващата мрежа се използва също кръгов (пръстеновиден) тръбопровод, който чрез надлъжни и напречни съединения дава възможност да се ползва сгъстен въздух на всяко място.

Посредством затварящи кранове е възможно определени тръбопроводи да се изолират, когато не са необходими или се ремонтират, както и да се проверява херметичността на всяко отклонение.

3.3. Материали за тръбопроводите

3.3.1. Главни тръбопроводи

При избора на материал за тръбите имаме повече възможности:

мед	стоманени тръби черни
месинг	стоманени тръби поцинковани
неръждаема стомана	пластмаси

Тръбопроводите трябва да се монтират лесно, да бъдат корозионноустойчиви и евтини.

Монтираните за продължително време тръбопроводи се изработват предимно със заварени съединения, които са херметични и евтини. Недостатък на този вид съединяване е, че възникват пръски, които трябва да бъдат отстранени.

Заваръчният шев е подложен на корозия, затова е добре и необходимо да се вгради една пневмоподготвяща група. При тръбопроводи от поцинковани стоманени тръби съединението с резба не винаги е съвсем плътно. Корозионноустойчивостта при стоманени тръби не е по-добра, отколкото при черните тръби. Уязвимите места (резбите) ръждясват, затова е важно да се употребяват филтри. При специални случаи се използват тръбопроводи от мед или пластмаса.

3.3.2. Тръбопроводи на системата

Гумените гъвкави тръбопроводи трябва да се употребяват само там, където е необходимо гъвкавост на тръбопровода и където гъвкав (шлаухов) пластмасов въздухопровод не може да бъде вграден поради повишени механични натоварвания. Те са по-скъпи и неудобни, отколкото пластмасовите (шлауховите) въздухопроводи.

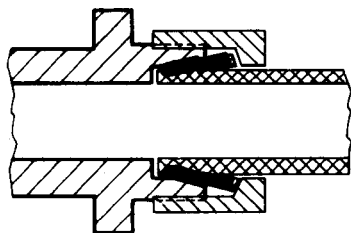
Пластмасовите въздухопроводи от полиетилен и полиамид се използват все по-често за свързване на пневматични елементи. Монтирането на този вид тръбопроводи в съчетание с бързосвързващи елементи се извършва просто, бързо и евтино.

3.4. Свързване на тръбопроводите

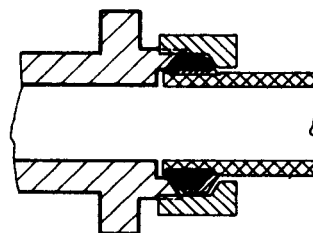
3.4.1. Тръбопроводни съединения

Отнася се за стоманени и медни тръби

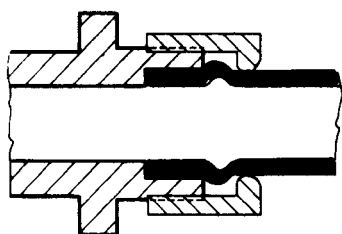
Фиг. 30. Резбов врязващ пръстен
Съединението позволява
многократно разединяване
и съединяване



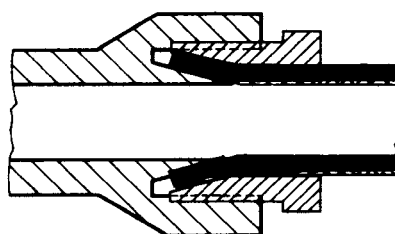
Фиг. 31 Резбови съединения с притискащ
пръстен за стоманени и медни тръби
със специален вътрешен пръстен,
също и за пластмасови тръби



Фиг. 32. Резбови съединения
с развалцован накрайник

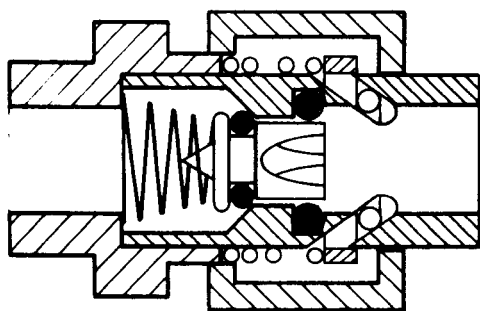


Фиг. 33. Съединения с конусен нипел

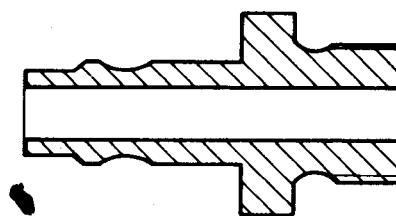


3.4.2. Бързосменни съединители

Фиг. 34 Бързосменен съединител

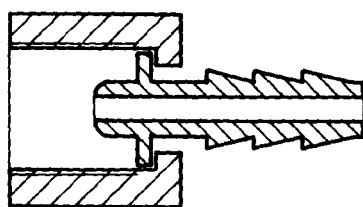


Фиг. 35. Съединителен щуцер

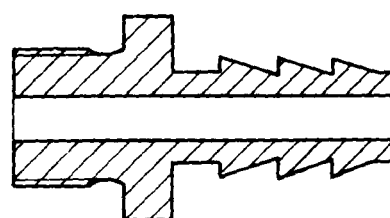


3.4.3. Съединения за гъвкави пластмасови тръбопроводи (шлаухи)

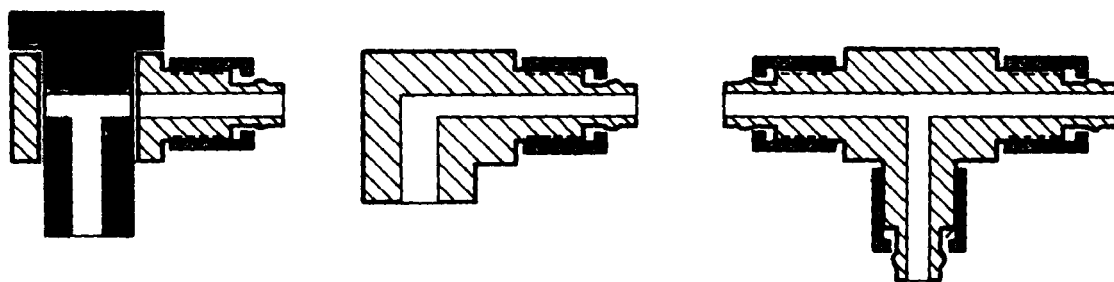
Фиг. 36. Гайка с щуцер



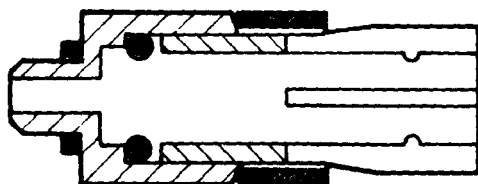
Фиг. 37. Щуцер



Фиг. 38. Бързосменни резбови съединения за шлаухи



Цангово съединение



4. Подготовка на сгъстения въздух

4.1. Замърсяване

В практиката се срещат случаи, при които за качеството на сгъстения въздух се изразходват много средства.

Замърсяването под формата на утайки или оксидни частици, остатъци от смазочни течности и влага довежда в редица случаи до повреди в пневматичните устройства и до разрушаване на пневматичните елементи.

След грубото отделяне на кондензата, което става във водоотделителя зад охладителя, финото влагоотделяне, филтрирането и специално следващото третиране на сгъстения въздух се извършва на мястото на консумацията.

Намиращата се в сгъстения въздух влага трябва внимателно да се отделя. Тя достига до въздухопроводната мрежа чрез засмукания от компресора въздух. Получаването на влага зависи преди всичко от относителната влажност на въздуха, която пък от своя страна зависи от температурата на въздуха и от състоянието на времето в даден момент.

Абсолютната влажност е количеството вода, което се съдържа в един кубически метър (1 m^3) въздух.

Количеството на насищане е количеството вода, което може да се поеме от 1 m^3 въздух при дадена температура. Тогава относителната влажност възлиза на максимум 100% (температурата на точката на оросяване).

От фиг. 39 се вижда количеството на насищане на въздуха при съответната температура.

$$\text{Относителна влажност} = \frac{\text{абсолютна влажност}}{\text{количество на насищане}} \cdot 100\%$$

Пример:

При точка на оросяване от 293 K (20°C) съдържанието на вода в един m^3 въздух е 17,3 g.

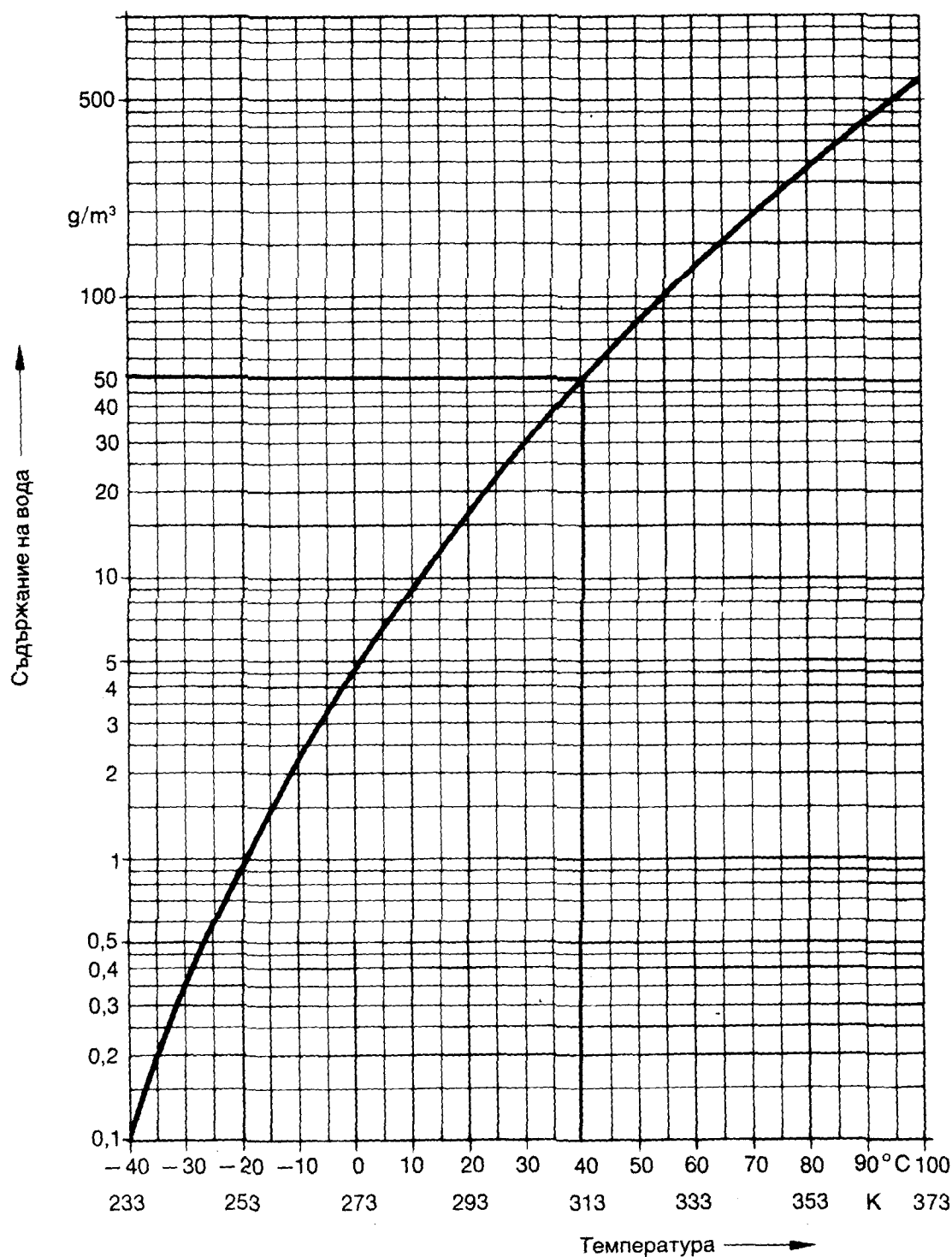
Решение:

Филтриране на засмукания от компресора въздух. Използване на безмаслени компресори. В случай на появяване на влага сгъстеният въздух трябва да бъде подложен на изсушаване.

Затова се прилагат следните методи:

- абсорбционно изсушаване;
- адсорбционно изсушаване;
- студено изсушаване.

Фиг. 39. Крива на оросяване



Пример:

При една тона на оросяване при 313 K (40 °C) съдържанието на вода в 1 m³ въздух е около на 50 g

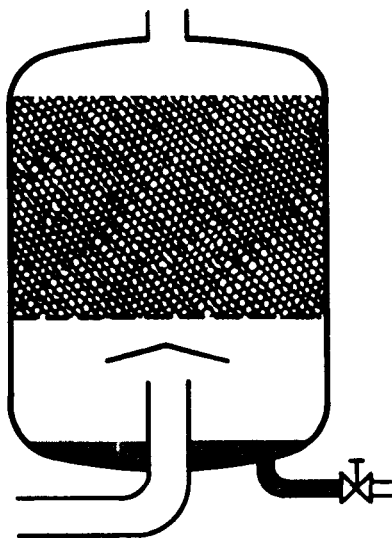
Абсорбционно изсушаване

Абсорбционното изсушаване е химически способ. При него сгъстеният въздух се подава към вибриращо легло с изсушаващо вещество. Водата и водната пара се съединяват с изсушаващото вещество и съединението изтича.

Това съединение трябва редовно да се отстранява ръчно или автоматично от абсорбера. С времето средството за изсушаване намалява и през определени периоди трябва да бъде допълвано (два или три пъти годишно).

Същевременно в абсорбционния изсушител се отделят маслени изпарения и капки. Следователно по-големите количества масло влияят на действието на изсушителя. Затова е добре да се вгради пред изсушителя фин филтър.

Фиг. 40. Абсорбционно изсушаване



Абсорбционният способ се отличава с:

- просто инсталиране на устройството;
- незначителни механични износвания, тъй като в изсушителя няма подвижни части;
- не е нужна външна енергия.

Адсорбционно изсушаване

Адсорбционното изсушаване е физически процес. Адсорбция значи закрепване на материали (вещества) върху повърхността на твърди тела.

Като средство за изсушаване се използва зърнест материал с ръбеста форма или във вид на гранули. Състои се почти 100% от силициев двуокис.

Най-общо се употребява терминът "гел".

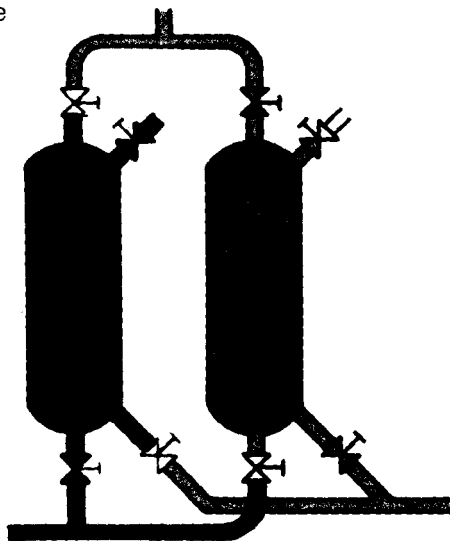
Гелът адсорбира водата и водната пара. Влажният сгъстен въздух се подава през леглото на гела и влагата от сгъстения въздух се свързва с изсушаващото вещество.

Акумулиращата способност на такова "гелово" легло е естествено ограничена. При насищане на изсушаващото вещество възстановяването му става по прост начин. През "геловото" легло се вдухва топъл въздух, който отнема влагата.

За топлинна енергия в случая може да се използва електричество или горещ въздух.

При паралелен монтаж на две адсорбционни устройства, едното може да бъде включено за изсушаване, докато второто устройство се продухва с горещ въздух (възстановяване).

Фиг. 41. Адсорбционно изсушаване



Изушаване чрез охлаждане

Изушаването на сгъстения въздух чрез охлаждане се извършва посредством понижаване температурата на точката на оросяване.

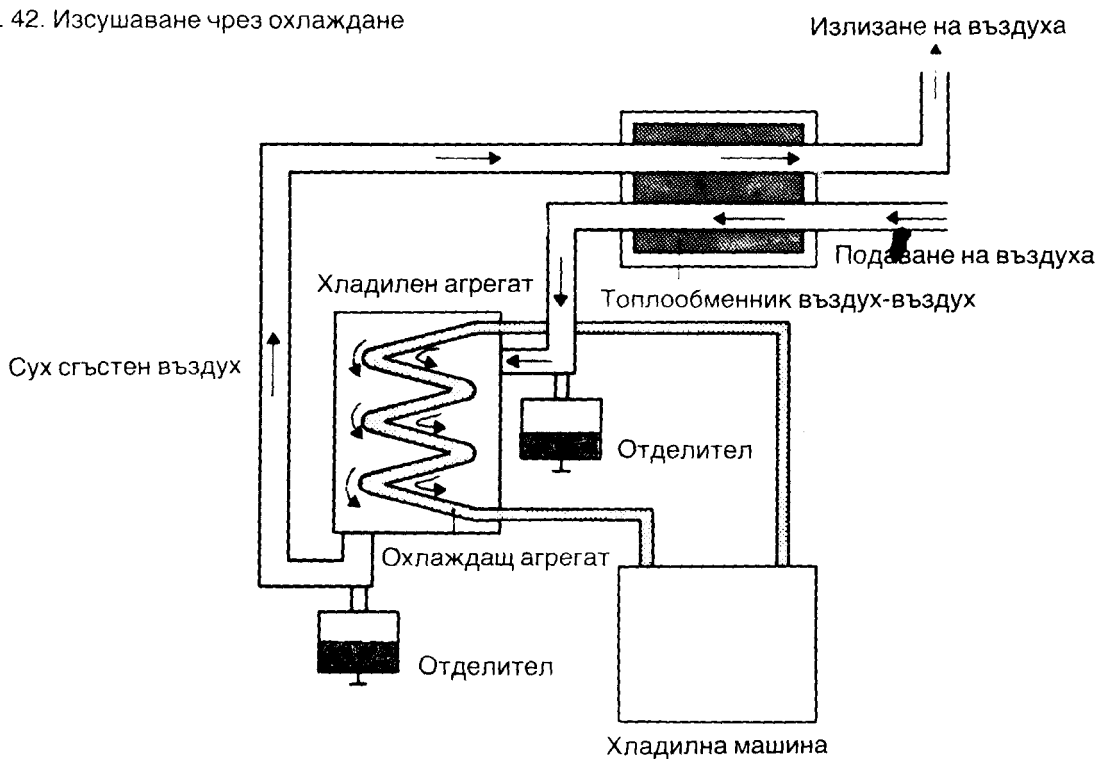
Температурата на точката на оросяване е тази, до която даден газ трябва да бъде охладен, за да може съдържащата се в него водна пара да се кондензира. Сгъстеният въздух се подава за изсушаване в изсушител, и то първо в т. нар. топлообменник въздух-въздух.

Тук горещият въздух се охлажда от навлизащ студен и сух въздух. Отпадналият кондензат от масло и вода се отвежда през отделител.

Този веднъж охладен въздух протича през охлаждащия агрегат (изпарителя) и се охлажда още един път до температура от около $274,7\text{ K}$ ($1,7^\circ\text{C}$), след което от него за втори път се извлича кондензат от масло и вода.

При нужда сгъстеният въздух може да бъде преведен през фин филтър, за да бъдат още веднъж отстранени замърсяващите частици.

Фиг. 42. Изсушаване чрез охлаждане



Пример:

Получавано количество вода при:

- засмукано количество: $\dot{V} = 400 \text{ m}^3/\text{h}$
- налягане: $p = 800 \text{ kPa (8 bar)}$
- температура: $T = 323 \text{ K (50}^\circ\text{C)}$
- относителна влажност на въздуха: 60%
- абсолютна влажност на въздуха: ?

$$\text{Относителна влажност} = \frac{\text{абсолютна влажност на въздуха}}{\text{количество на насищане}} \cdot 100\%$$

В примера се търси абсолютната влажност на въздуха.

Преобразуваме уравнението:

$$\text{Абсолютната влажност на въздуха} = \frac{\text{относителната влажност на въздуха} \cdot \text{количеството на насищане}}{100\%}$$

От номограмата на кривата за точката на оросяване (фиг. 39) се получава при температура от 323 K (50°C) водно съдържание от 80 g/m³.

$$\text{Абсолютната влажност на въздуха} = \frac{60\% \cdot 80 \text{ g/m}^3}{100\%} = 48 \text{ g/m}^3$$

При едно засмукано количество от 400 m³/h се получава вода:

$$\begin{aligned} 48 \text{ g/m}^3 \cdot 400 \text{ m}^3/\text{h} &= 19\,200 \text{ g/h} \\ &= 19,2 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

4.2. Филтри за сгъстен въздух с регулатор на налягането (редукционни клапани)

Филтрите за сгъстен въздух отделят от протичащия флуид всички замърсявания, в т.ч. кондензираната вода.

След навлизане в чашата на филтъра 1 сгъстеният въздух преминава през направляващия апарат 2 и се привежда в ротация. Поради центробежната сила течните съставни части и по-големите онечистващи частици се центрофугират и събират в долната част на чашата на филтъра .

Посредством синтерфилтъра 4 (среден размер на микропората 40 μm) сгъстеният въздух се очиства и онечистващите частици се отделят.

Според степента на замърсяване синтерфилтърът трябва периодично да се подменя или да бъде почистван.

Очистеният сгъстен въздух протича през регулатора на налягането към омаслителя и оттам към консуматора.

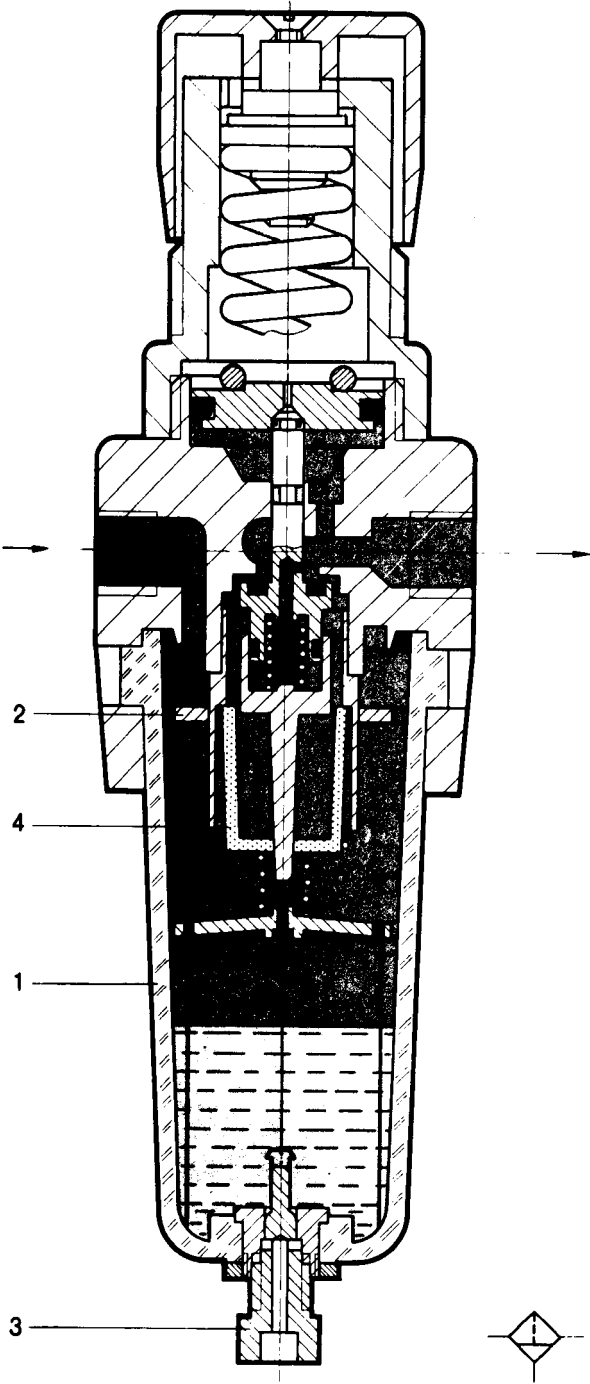
При достигането на максималното му ниво, събраният в долната част на чашата на филтъра 1 кондензат се отвежда през отточната пробка 3. Ако се отделя значително количество, е изгодно да се вгради автоматичен водоотделител.

Функциониране на автоматичния водоотделител

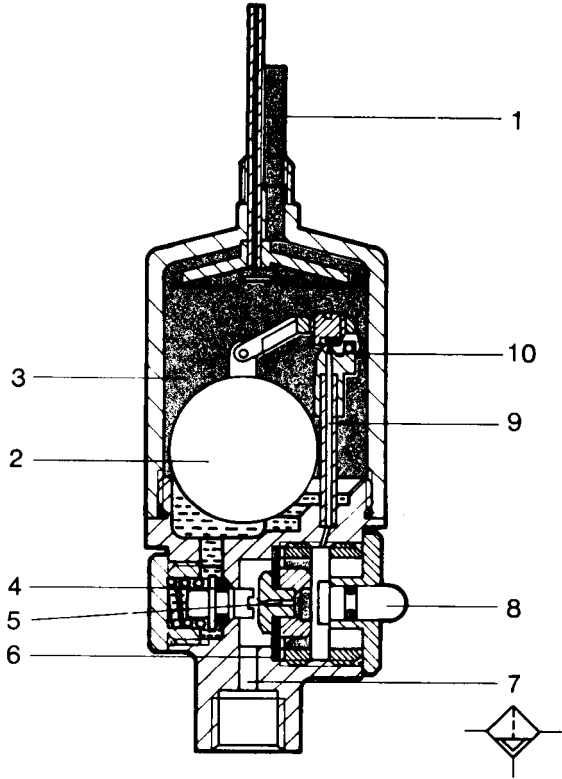
Кондензираната вода се отделя през филтъра. Отделителят трябва периодично да се изпразва, за да не може влагата да достигне заедно със сгъстения въздух до елементите за управление. При показания водоотделител изпразването е автоматично.

Кондензираната вода от филтъра се отвежда през тръбата 1 (фиг. 44) в поплавъковата камера 3. С покачване на кондензата се повдига поплавъкът 2. При достигането на определено ниво дюзата 10 се отваря чрез лост. Сгъстеният въздух протича през отвора 9 в другото пространство, като натиска мембраната 6, разположена срещу разтоварващия клапан 4. Клапанът се отваря и кондензатът може да изтече през отверстието 7. С намаляването на нивото на кондензата поплавъкът 2 отново затваря дюзата 10. Останалият въздух се изпуска в атмосферата през дюзата 5. С винта 8 ръчно може да се изпразва водоотделителят.

Фиг. 43. Филтър за сгъстен въздух



Фиг. 44. Автоматичен водоотделител



4.2.1. Фини филтри за сгъстен въздух

Фините филтри за сгъстен въздух се прилагат в области, където е необходим фино филтриран въздух (например в хранително-вкусовата промишленост, химическата и фармацевтичната промишленост, електрическата техника, както и в системите, които използват градивни елементи за ниско налягане). Фин филтър очисти сгъстеният въздух почти без остатък на влага и маслени капки - до 99,999% (0,01 микрометра).

Функциониране

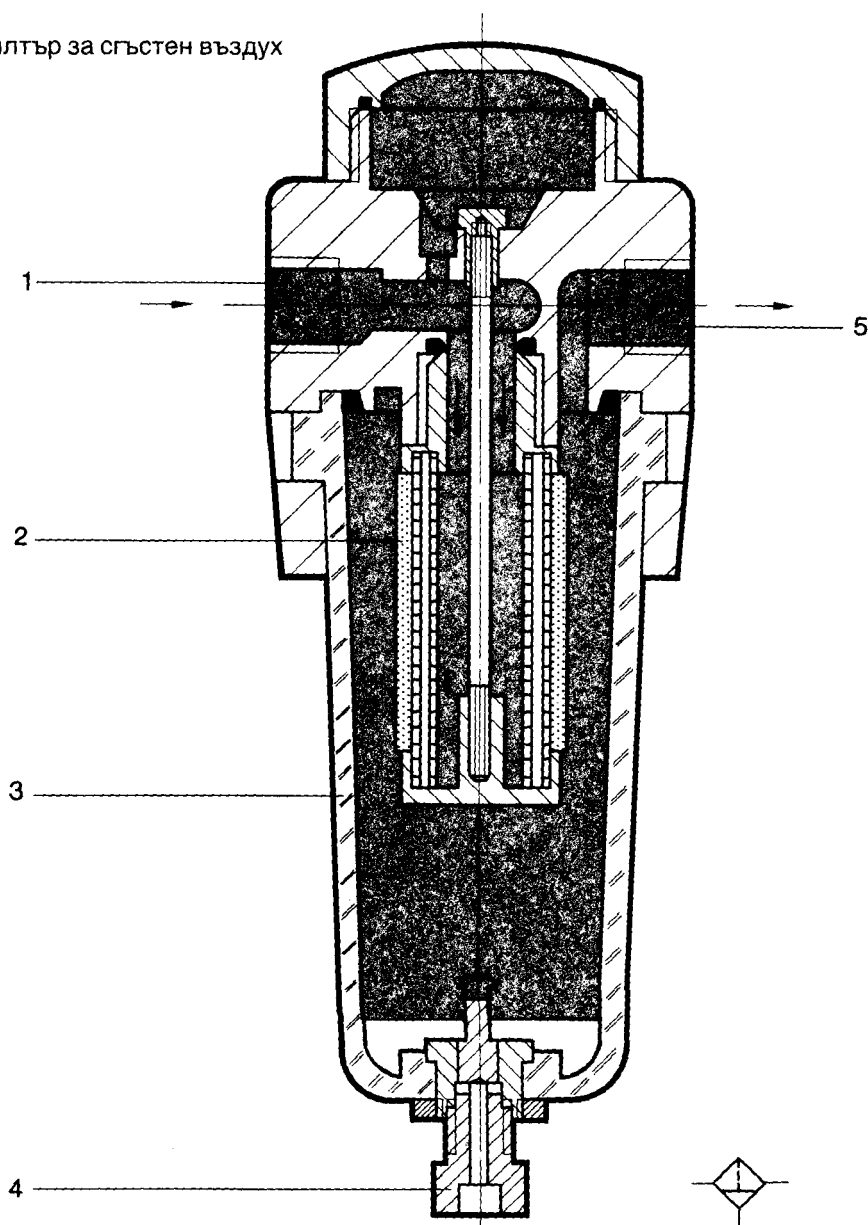
Различието от стандартния филтър е, че сгъстеният въздух протича отвътре навън през филтриращия елемент.

Сгъстеният въздух постъпва през входа 1 на филтъра на фиг. 45, протича отвътре навън през филтриращия пакет 2, съставен от бор-силикатни стъклени нишки и очистен минава през изхода 5.

Отделянето на фините примеси до 0,01 микрометра се осъществява поради извънредната финост на филтриращата мрежа. Отложените частици се отстраняват през пробката 4 на филтърната чаша. За да не се увличат от протичащия въздух, влага или маслени капчици, е необходимо да се следи протичащият дебит.

Важно за монтажа: Предварителната филтрация повишава експлоатационната продължителност на филтриращия патрон. Вграждането му трябва да става вертикално и да се внимава за стрелката, сочеща посоката на протичане.

Фиг. 45. Фин филтър за сгъстен въздух



4.3. Регулатори на налягане

4.3.1. Клапан за регулиране на налягането с отвор за вентилиране

Регулаторът поддържа постоянно работното (вторичното) налягане, независимо от колебанията на налягането в мрежата (първичното налягане). То трябва винаги да бъде по-високо от вторичното. Налягането се регулира посредством мембраната 1. От едната страна на мембраната действа работното налягане, а от другата - пружината 2, чиято сила се регулира посредством настройващия винт 3.

При повишаване на работното налягане мембраната се придвижва срещу пружината и проточното сечение при седлото на клапана 4 непрекъснато намалява или напълно се затваря. Това значи, че налягането се регулира по дебит.

При отнемането на въздух работното налягане се понижава и пружинната сила отваря клапана. Регулирането на настроеното налягане на изхода се дължи на това постоянно отваряне и затваряне на седловия клапан. За да не настъпват колебания, над затвора (клапана) се вгражда въздушен или пружинен демпфер 5. Работното налягане се отчита с манометър.

Ако налягането на вторичната страна се повиши, мембраната се притиска срещу пружината. При това отворът за вентилиране в междинната част се отваря и сгъстеният въздух може да изтича в атмосферата през вентилационния отвор на тялото.

4.3.2. Регулатори на налягане без отвор за вентилиране

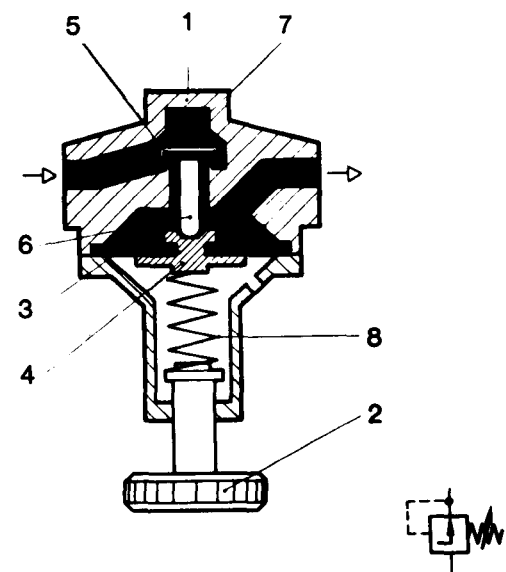
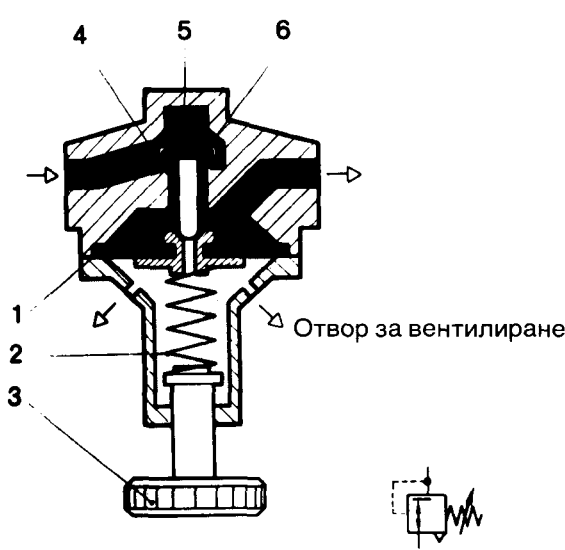
Произвеждат се и се предлагат също така клапани за регулиране на налягането без отвор за вентилиране. При тези клапани не е възможно при покачване на налягането да се вентилира сгъстеният въздух.

Функциониране

Посредством винта за регулиране 2 се натяга пружината 8, а заедно с това и мембраната 3. В зависимост от настройката на пружината 8 дебитът от първичната към вторичната страна нараства или намалява. При това клапанното стъбло 6 с мембраната 5 дава повече или по-малко уплътнение. Ако не се отнема въздух откъм вторичната страна, налягането се повишава и мембраната 3 се притиска към пружината 8. По този начин пружината 7 придвижва клапанното стъбло надолу и възпрепятствува протичането на въздух през уплътнителното седло. Едва след консумацията на въздух при вторичната страна, от първичната страна може да се осигури отново приток на въздух под налягане.

Фиг. 46. Регулиране на налягане с отвор за вентилиране

Фиг. 47. Регулиране на налягане без отвор за вентилиране



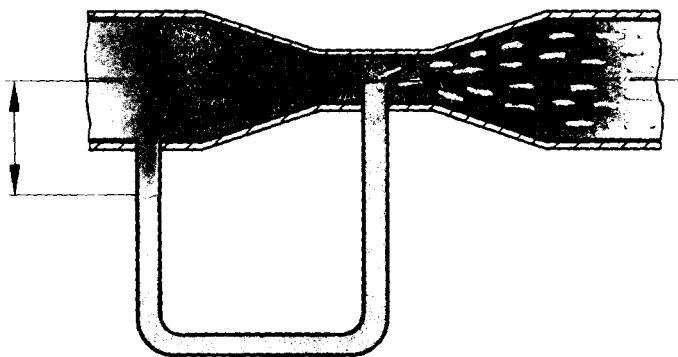
4.4. Омаслител за сгъстен въздух

Омаслителят за сгъстен въздух осигурява мазането на пневматичните елементи. Чрез използването на смазващо вещество подвижните части се износват незначително, поддържат се минимални сили на триене и се предпазват елементите от корозия.

Омаслителят за сгъстен въздух функционира най-често съгласно принципа на Вентури. Разликата в налягането Δp преди дюзата и при най-стесненото място се използва за засмукване на течност (масло) от резервоара и за смесването и с въздуха.

Омаслителят за сгъстен въздух започва да функционира в момента, когато дебитът е достатъчно голям. При по-малко подаване на въздух скоростта на изтичане през дюзата не е достатъчна, за да създаде достатъчен пад на налягането и да увлече масло от резервоара. Затова трябва да се внимава за постигане на зададената от производителя стойност на дебита.

Фиг. 48. Принцип на Вентури



4.4.1. Функциониране на омаслителя

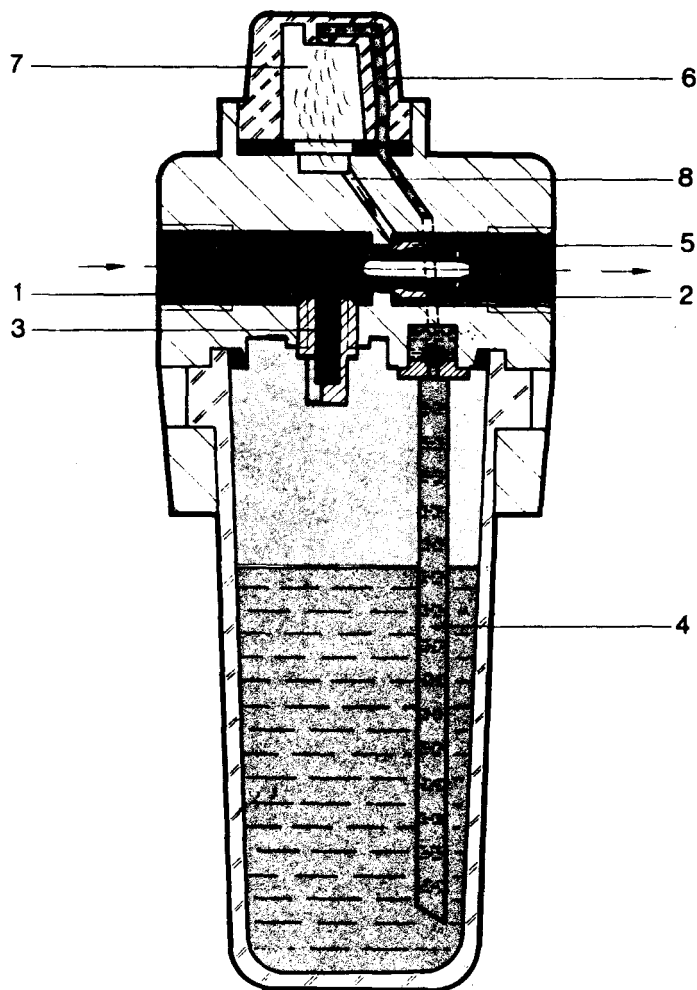
Показаният тук омаслител за сгъстен въздух функционира по принципа на Вентури.

Сгъстеният въздух протича през омаслителя от входа 1 към изхода 2. Посредством стесняване на сечението на клапана 5 се създава пад на налягането. В канала 8 и в капковото пространство 7 възниква подналягане (действие на засмукване). Маслените капки се засмукват през канала 6 и тръбичката за подкачване 4. Те попадат във въздуха, който тече към изхода 2 през капковото пространство 7 и канала 8. Маслените капки се разпрашават (получава се маслена мъгла) от въздуха и се подават към консуматора.

Сечението на пропускания поток се изменя в зависимост от дебита на въздуха, а с това се изменя и падът на налягането, което значи и изменение на количеството на маслото. Допълнителното регулиране на количеството масло става с регулиращ винт, монтиран на горния край на тръбичката за подкачване.

През обратния клапан 3 сгъстеният въздух притиска маслото в резервоара.

Фиг.49. Омаслител за сгъстен въздух



4.5. Пневмоподготвяща група

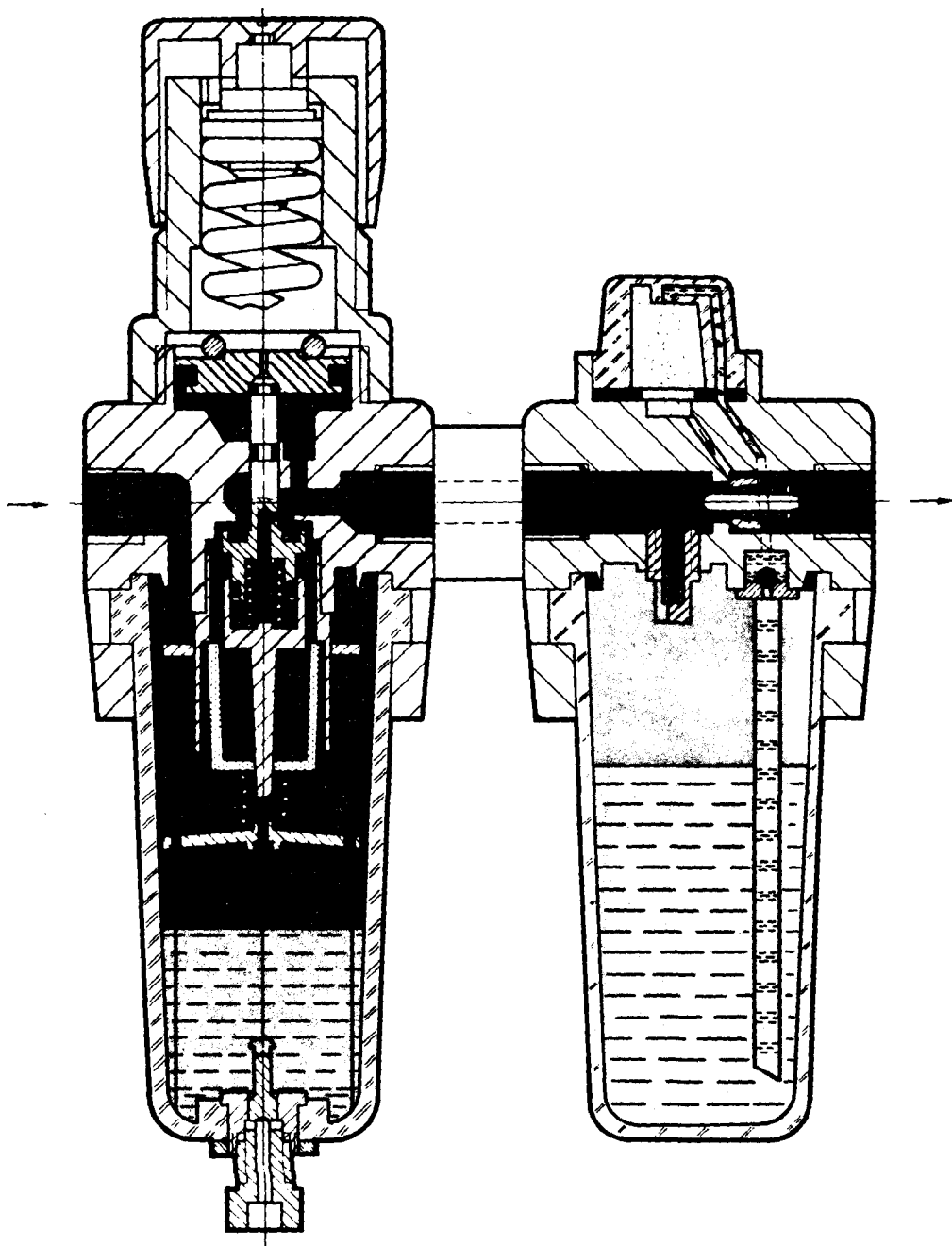
Пневмоподготвящата група се състои от:

- филтър с влагоотделител за сгъстен въздух;
- регулатор на налягане;
- омаслител за сгъстен въздух;

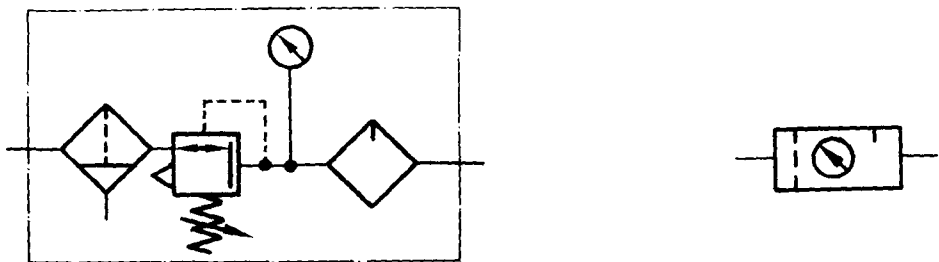
За отбелязване са следните положения:

1. Пропускната способност на групата в m^3/h е решаваща при избора на елементите. При превишаване на допустимия дебит се получава по-голям пад на налягането. Трябва да се внимава върху предписаните от производителя стойности.
2. Работното налягане не трябва да превишава дадената стойност за избраната пневмоподготвяща група. Температурата на околната среда не трябва да бъде по-висока от 50°C .

Фиг.50. Пневмоподготвяща група



Фиг. 51. Условно графично означение (пневмоподготвяща група)



4.5.1. Поддържане на пневмоподготвящата група

Необходими са условия за поддържане:

- а) филтър с влагоотделител за сгъстен въздух. Нивото на кондензата трябва да бъде контролирано редовно така, че да не се превишава отбелязаната върху прозрачната чаша височина на кондензата. В противен случай събраната кондензирана вода може да бъде увлечена в напорния тръбопровод. За да се източи кондензатът, трябва да се развърти винтът на прозрачната водосъбирателна чаша. При замърсяване трябва да се почисти филтриращият патрон във филтъра.
- б) регулаторът за налягане не се нуждае от поддържане, ако пред него е включен филтър с влагоотделител.
- в) омаслител за сгъстен въздух. Нивото на маслото в прозрачната чаша да се следи и при необходимост да се допълни до отбелязаното равнище. Филтърът от синтетична материя и прозрачната чаша не трябва да се почистват с трихлорметан.

4.5.2. Пропускна способност на пневмоподготвящата група

Всички уреди притежават вътрешно съпротивление и показват на изхода известно понижение на налягането. Последното зависи от пропуснатия дебит и от съответното захранващо налягане. В диаграмата на фиг. 52 са нанесени няколко криви, например за налягане на входа p_1 пред групата от 100 kPa (1 bar), 200 kPa (2 bar), 400 kPa (4 bar) и 600 kPa (6 bar).

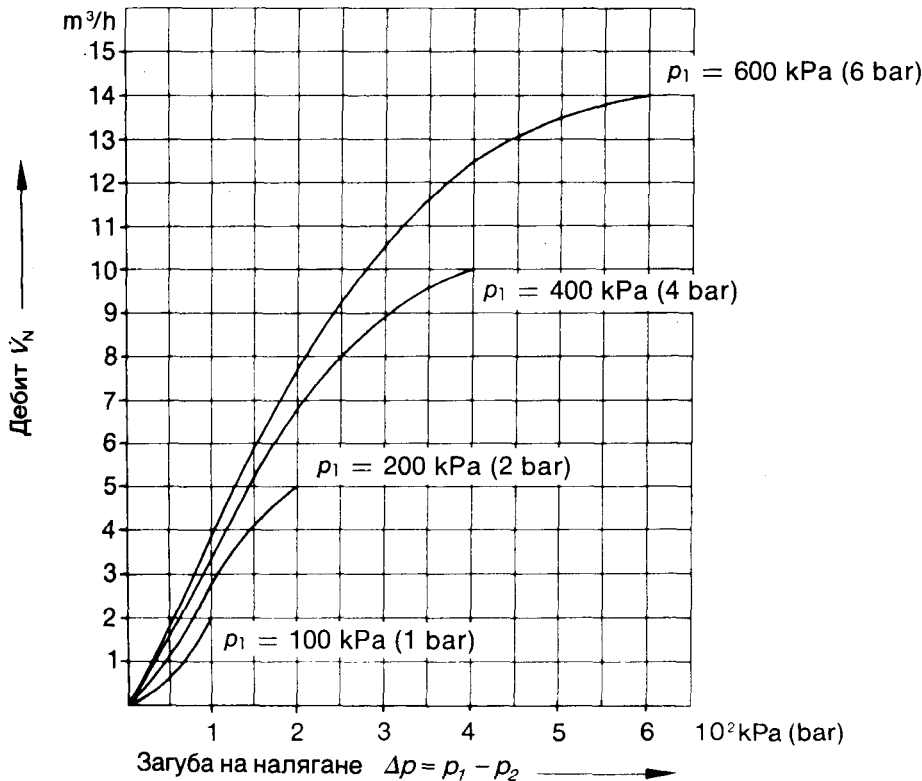
По хоризонталната ос е нанесен падът на налягане Δp , който представлява разликата между входното p_1 и изходното p_2 налягане. Максималната стойност на загубата на налягане Δp може да се равнява на налягането p_2 . В противен случай налягането след групата се понижава до 0 и е налице максималният пропуснат дебит.

Пример:

За пропускателна способност при $p_1 = 600 \text{ kPa}$ (6 bar) и $\Delta p = 50 \text{ kPa}$ (0,5 bar), [$p_2 = 550 \text{ kPa}$ (5,5 bar)] се отчита един преминал дебит от приблизително $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Правилният избор на пневмоподготвящата група за дадена система трябва да бъде проведен старателно. В случай, че не е включен допълнително резервоар за въздух, се приема максималният дебит на групата.

Фиг. 52. Пневмоподготвяща група R1/8"



5. Пневматични изпълнителни елементи

Посредством цилиндри и мотори за сгъстен въздух пневматичната енергия се преобразува в праволинейно постъпателно-възвратно и въртливо движение.

5.1. Праволинейни силови пневматични елементи (пневматични цилиндри)

Получаването на праволинейно движение с механични елементи, съчетани с електрически задвижвания, изисква значителни разходи.

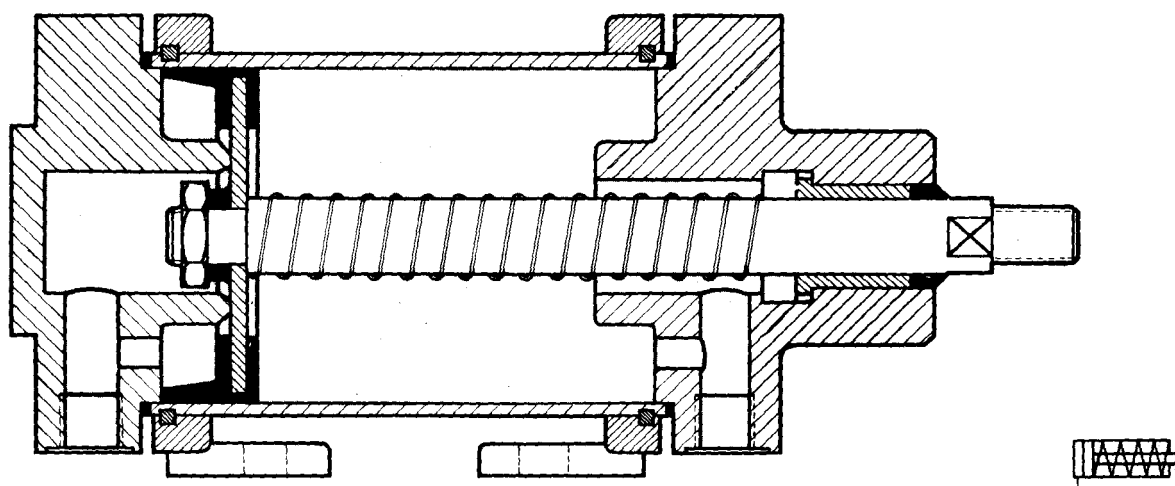
5.1.1. Еднодействащи цилиндри

Еднодействащият цилиндър се натоварва само едностранно от сгъстения въздух. Затова тези цилиндри могат да извършват работа само в едната посока на движение и се нуждаят от енергоносител само за движение в тази посока. В срещуположната посока движението на буталото се осъществява посредством вградена пружина или под въздействието на външна сила. Силата на вградената пружина е изчислена така, че да върне отново буталото в изходното му положение.

При еднодействащите цилиндри с вградена пружина ходът на буталото е ограничен от конструктивната дължина на пружината. Затова еднодействащите цилиндри се конструират за ходове до 100 mm.

Тези силови елементи се използват при устройства за затягане, изхвърляне, пресоване, повдигане, довеждане, отвеждане и т.н.

Фиг. 53. Еднодействащ цилиндър



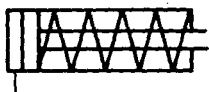
Бутални цилиндри

Уплътняването се постига посредством еластичен материал (пербунан), който е монтиран на бутало, изработено от метал или пластмаса. При движение ръбовете на уплътнителя се плъзгат по работната повърхност на цилиндъра.

При второто показано изпълнение работният ход се извършва с пружина, а обратното връщане - със сгъстен въздух.

Приложение: спирачки на товарни автомобили в железниците.

Предимство: спирачно действие при отпадане на енергията.



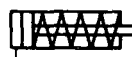
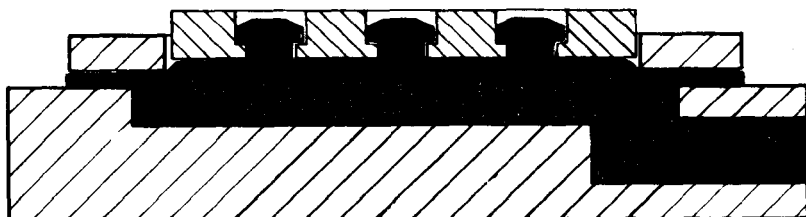
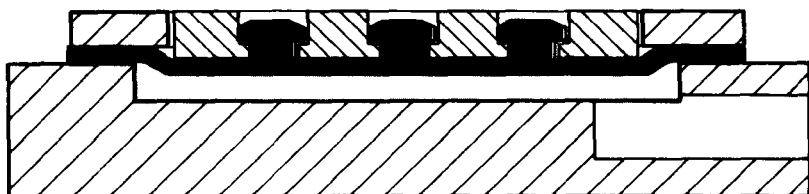
Мембранни цилиндри

Мембранните цилиндри са известни още под названието "доза за сгъстен въздух" или "силова доза".

Вградената мембрана, изработена от гума, пластмаса или метал, поема функцията на бутало. Буталният прът е закрепен централно към мембраната. При плъзгане не се получава уплътняване, възниква само триене поради деформация на мембраната.

Приложение: при изграждане на приспособления и инструменти, при огъване, нитоване, затягане и пресоване.

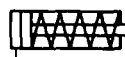
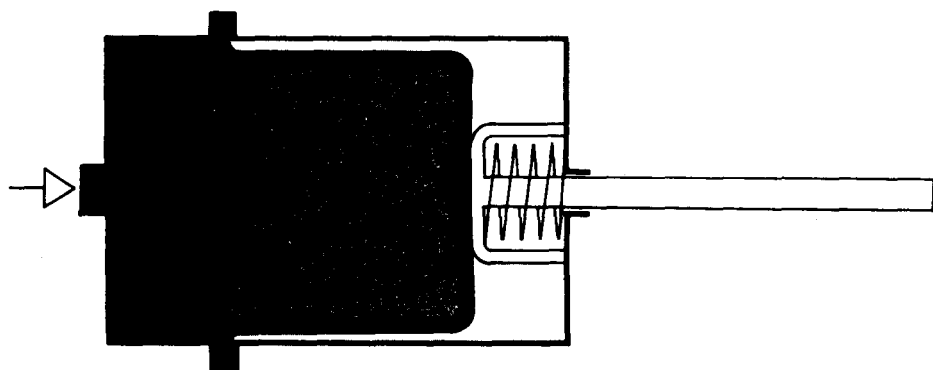
Фиг. 54. Мембранен цилиндър



Цилиндри с развиваща се мембрана

Подобна конструкция се среща при цилиндри с развиваща се мембрана. Употребява се една мембрана. При подаване на сгъстения въздух тази мембрана се развива по вътрешната страна на цилиндъра и задвижва буталния прът навън. Възможно е постигане на по-големи ходове (около 50-80 mm), отколкото при мембранните цилиндри. Триенето е значително по-малко.

Фиг. 55. Цилиндър с развиваща се мембрана



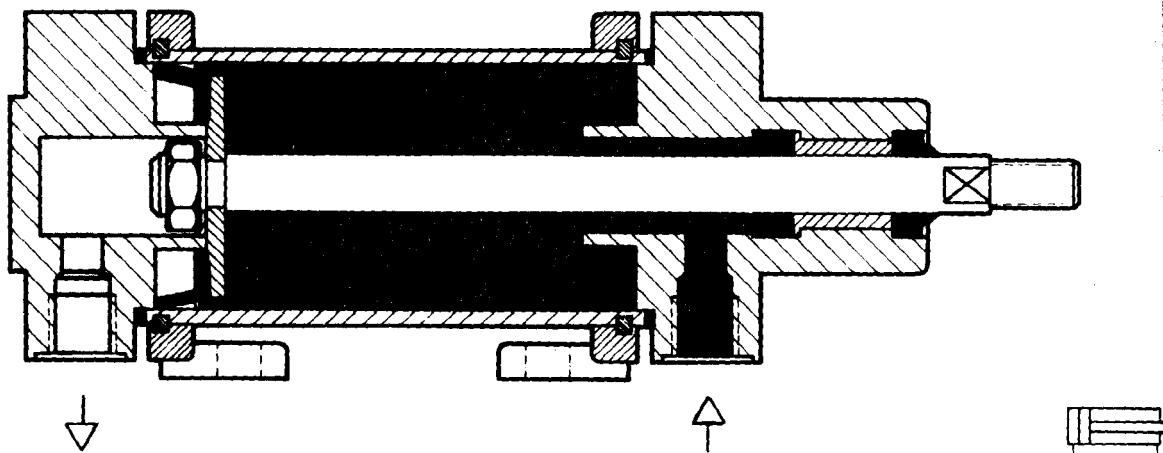
5.1.2. Двойнодействащи цилиндри

Упражняваната от сгъстения въздух сила задвижва буталото на двойнодействащия цилиндър в две посоки. При постъпателното и възвратното движение се отдава определена сила.

Двойнодействащите цилиндри се прилагат там, където буталото и при възвратно движение трябва да изпълнява силова (работна) функция.

По принцип дължината на хода на цилиндрите не е ограничена, но трябва да се внимава за изкълчването и провисването на изнесеня бутален прът. И тук уплътняването става посредством уплътняващи устни бутало.

Фиг. 56. Двойнодействащ цилиндър



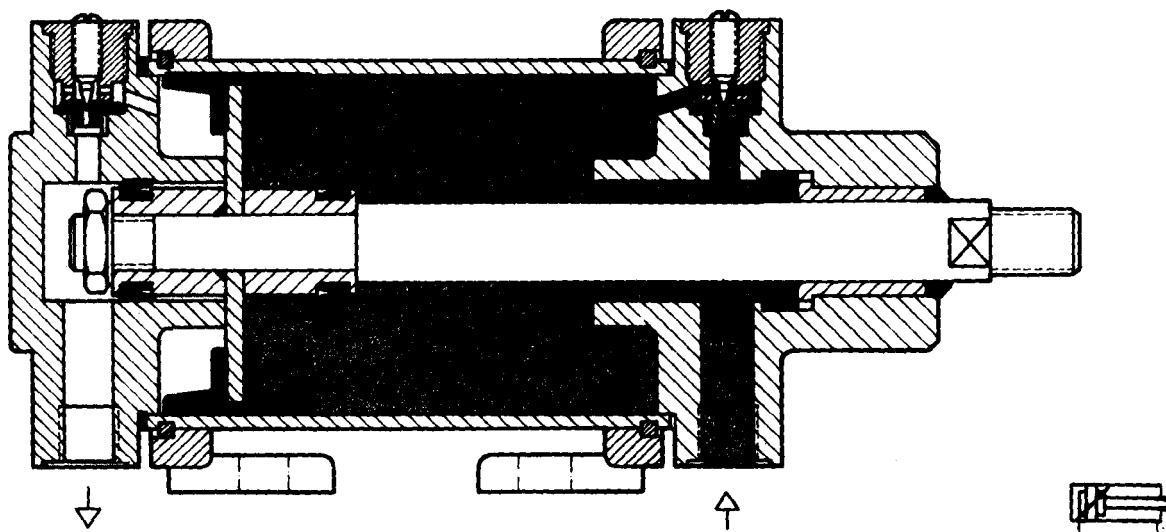
Цилиндри с демпфриране в крайните положения

Ако цилиндърът задвижва значителни маси, се употребяват демпфери в крайните положения, за да се избегнат твърди удари и повреди.

Демпфериращата втулка прекъсва пътя на изтичащия в атмосферата въздух преди достигане на крайното положение. За целта се оставя отворено едно малко често регулируемо сечение за изтичане.

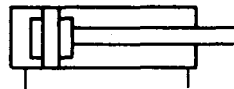
Сгъстеният въздух се нагнетява в последния участък на цилиндровото пространство. Възникналото надналягане се понижава през един вграден дросел с обратен клапан (с по-малко сечение за изтичане). Буталото се движи бавно към крайното положение. При превключване на буталото въздухът преминава безпрепятствено през обратния клапан в цилиндровото пространство.

Фиг. 57. Цилиндър с демпфриране в крайните положения

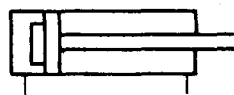


Демпферите имат следните положения:

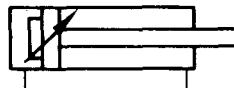
Демпфер в крайно положение от двете страни, нерегулируем.



Демпфер в крайно положение от страна на буталото, нерегулируем.



Демпфер в крайно положение от страна на буталото, регулируем.

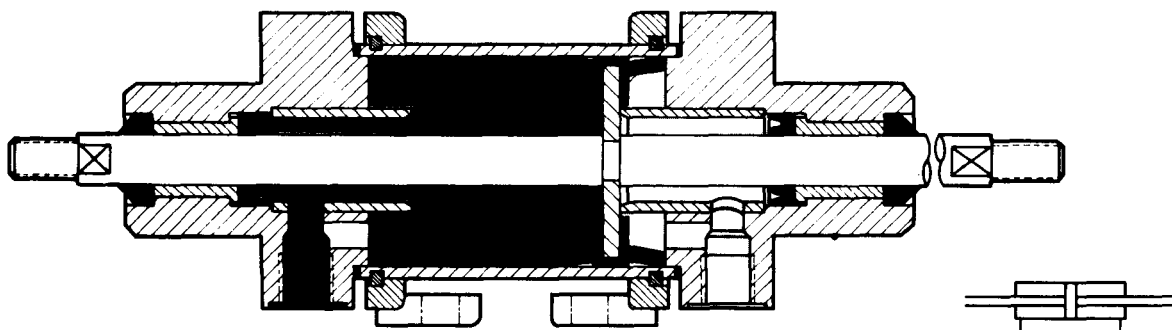


5.1.3. Двойнодействащи специални цилиндри

Цилиндър с двустранен бутален прът

Този цилиндър има от двете страни на буталото бутален прът, който е проходен. Воденето на буталния прът е по-добро, тъй като са предвидени два лагера и разстоянието между тях остава постоянно. Допуска се незначително странично натоварване. Сигнализаторите се монтират от свободната страна на пръта, която е еднаква и по двете посоки на движението.

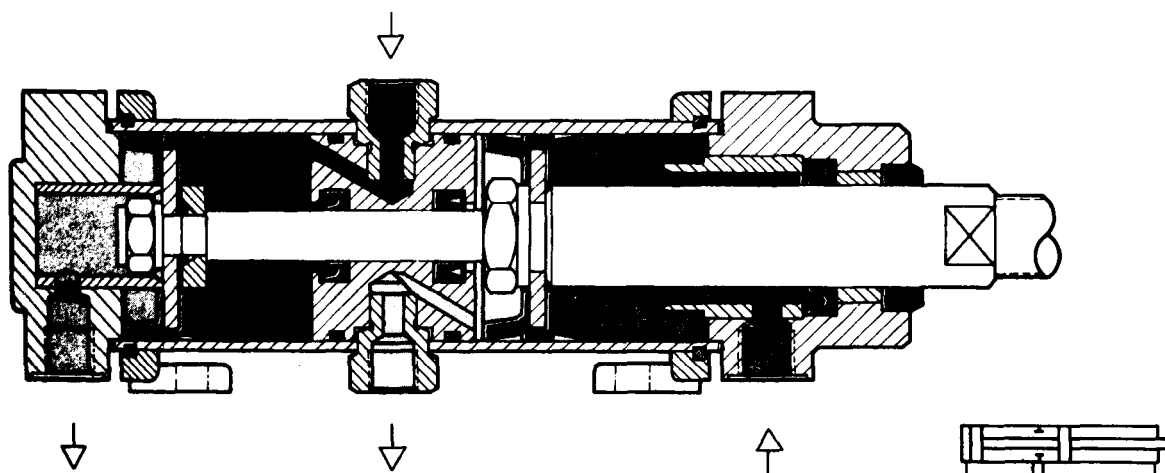
Фиг. 58. Цилиндър с двустранен бутален прът



„Тандем“ - цилиндър

При тази конструкция два двойнодействащи цилиндри са обединени в едно. При съвместно натоварване на двете бутала силата на буталния прът приблизително се удвоява. Този цилиндър намира приложение там, където е необходима голяма сила, но от значение е и неговият диаметър.

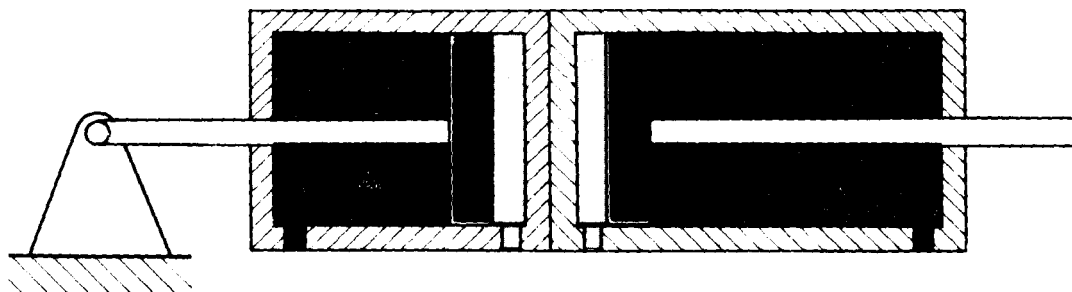
Фиг. 59. „Тандем“ - цилиндър.



Многопозиционни цилиндри

Многопозиционният цилиндър се състои от два или повече двойнодействащи цилиндри. От фиг. 60 вижда, че тези елементи са съединени един с друг. При подаване на налягане буталните пръти на цилиндрите излизат навън. При два цилиндъра с различни дължини на хода се получават четири позиции.

Фиг. 60. Многопозиционни цилиндри.



Приложение:

- при издигане на палети над транспортна лента;
- при задействуване на лостове;
- при сортировъчни устройства.

Цилиндър с ударно действие

Натисковите сили на нормалните цилиндри са ограничени. За процеси на пластична деформация, при които е необходима висока кинетична енергия са подходящи цилиндрите с ударно действие. Съгласно формулата за кинетичната енергия е необходимо повишение на скоростта, което води до получаване на висока енергия на удара:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E = \text{Енергия в } \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{Nm} = \text{Joule (джаули)}$$

$$m = \text{маса в kg}$$

$$v = \text{скорост в m/s}$$

Цилиндърът с ударно действие развива скорост от 7,5 до 10,0 m/s (нормалната скорост е 1–2 m/s). Тази скорост е достижима само чрез специална конструкция.

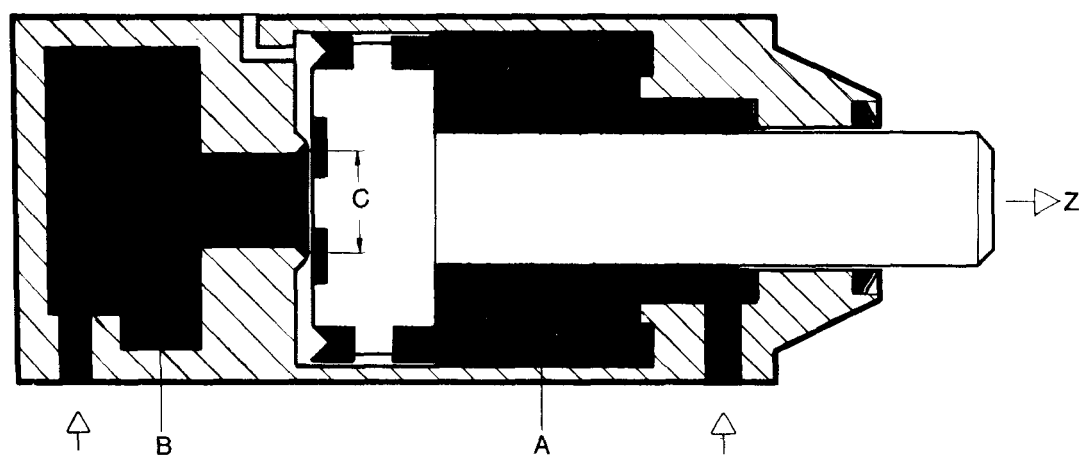
Енергията на такива цилиндри се прилага при пресоване, бортоване, нитоване, изсичане (щанцоване) и други.

Силата на удара при относително малки габарити е висока. В много случаи цилиндрите с ударно действие служат за пресоване. Според диаметъра на цилиндъра енергията на удара може да достигне от 25 до 500 Nm.

Внимание

При голям път на деформация скоростта рязко се понижава, а с това и енергията на удара, поради което цилиндърът не е подходящ за изтегляне на материал.

Фиг. 61. Цилиндър с ударно действие



Принципно действие

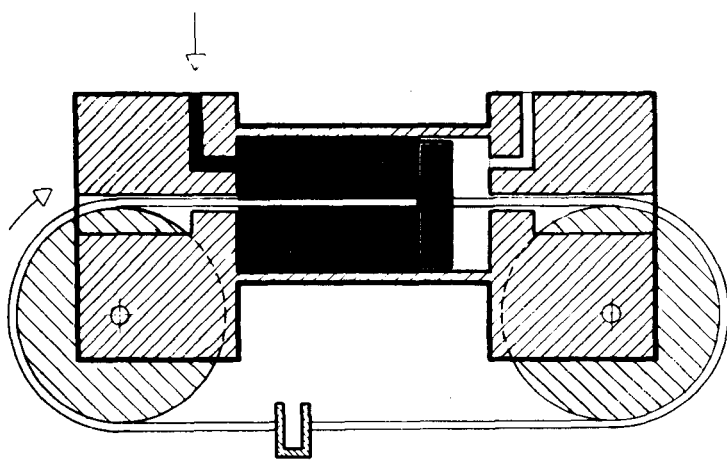
Цилиндровото пространство А е под налягане. Посредством задействиуването на разпределител възниква налягане в пространството В. Пространството А се свързва с атмосферата. Ако силата върху площта С е по-голяма от тази върху пръстеновидната площ А, буталото се придвижва в посоката Z. При това се освобождава пълната бутална площ и силата нараства. Въздушният поток от пространството В може да нахлуе рязко през най-голямото напречно сечение, с което буталото силно се ускорява.

Въжен цилиндър

Въженият цилиндър е двойнодействащ. На всяка страна на буталото е закрепено въже, което преминава през ролки. Този цилиндър работи на опън.

Приложение: при отваряне и затваряне на врати и при реализиране на особено дълги ходове с малки габаритни размери на цилиндъра.

Фиг. 62. Въжен цилиндър

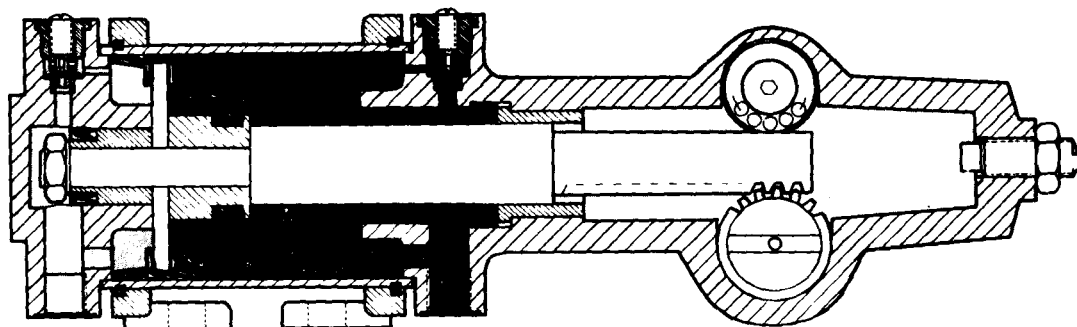


Завъртащи цилиндри

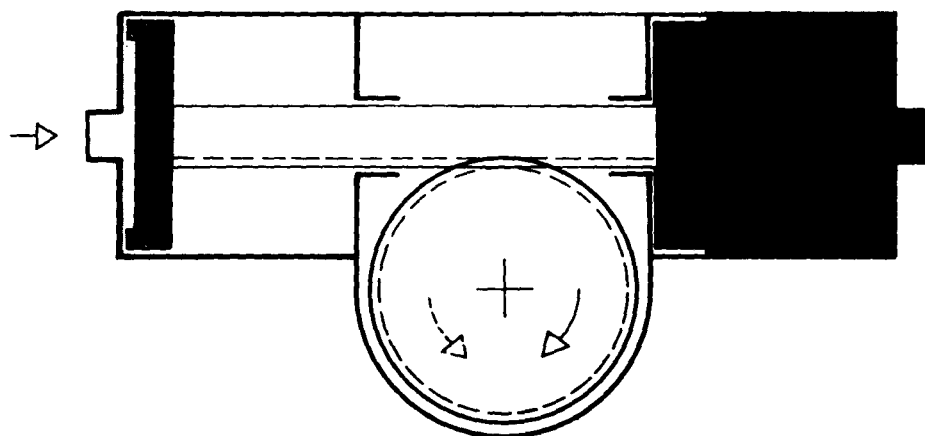
При това изпълнение на двойнодействащи цилиндри към буталния прът е присъединена зъбна рейка, която прътът задвижва зъбно колело и от линейно се получава въртливо движение - според посоката на хода - наляво или надясно. Обичайните предлагани обхвати на завъртане са с диапазон от 45° , 90° , 180° до 720° . Възможно е обаче посредством регулиращ винт да се намали ъгълът на завъртане.

Въртящият момент зависи от налягането, площта на буталото и преводното отношение. Въртливото движение се прилага за обръщане на детайли, огъване на метални тръби, регулиране на климатични инсталации, задействане на затварящи шибъри, разпределителни клапи и т.н.

Фиг. 63. Завъртащ цилиндър



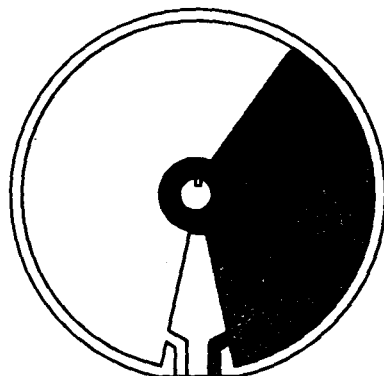
Фиг. 64. Завъртащ цилиндър



Въртящи цилиндри

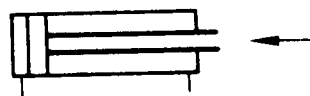
Както при гореописаните завъртащи цилиндри, така и при въртящите цилиндри е възможен ограничен ъглов обхват на завъртане, който рядко надхвърля 300° . Уплътняването създава затруднения и диаметърът, респективно ширината позволяват получаването на малки въртящи моменти. Цилиндри се използват съвсем рядко при пневматиката, но често се срещат при хидравликата.

Фиг. 65. Въртящ цилиндър



5.1.4. Специални изпълнения на цилиндри

Цилиндър с уякчен бутален прът



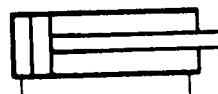
Бутални маншети за високо налягане



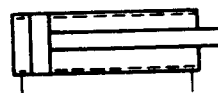
Цилиндър с топлоустойчиви уплътнители



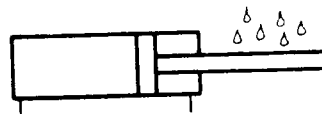
Месингова тръба за цилиндър



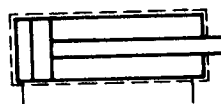
Твърдохромирана цилиндрична повърхнина



Бутален прът от киселинноустойчива стомана



Външна повърхнина на цилиндър с пластмасово покритие и бутален прът от киселинноустойчива стомана



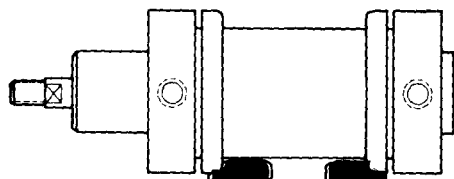
5.2. Видове закрепвания

Видът на закрепването се определя от присъединяването на цилиндъра към приспособлението или машината. При това цилиндърът може да бъде конструиран за определен начин закрепване, ако последният се променя.

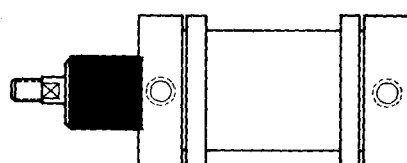
При използване на стандартни цилиндри, същите се оборудват с елементи за закрепване, съответстващи на начина на закрепване на цилиндъра.

Фиг. 66. Видове закрепвания

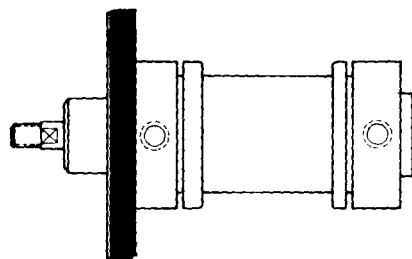
С лапи



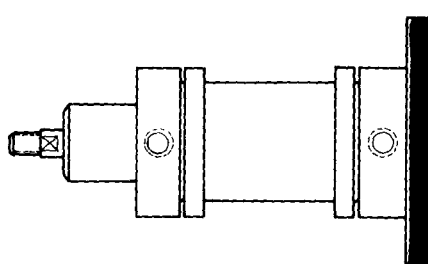
С резба



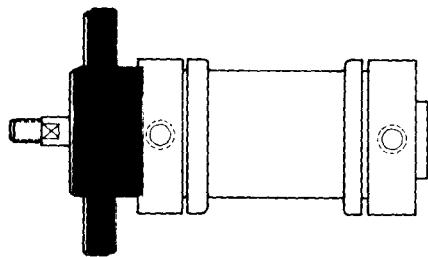
С преден фланец



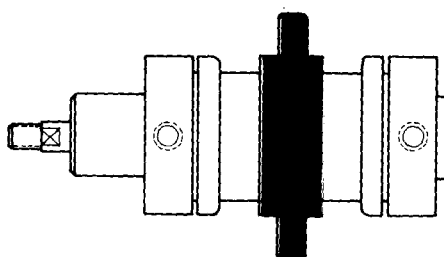
Със заден фланец



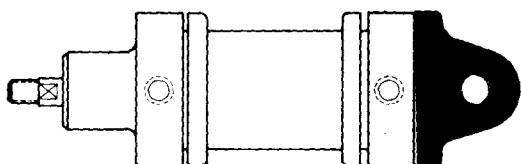
С преден шарнирен фланец



Със среден шарнирен фланец



Със заден шарнирен фланец



5.3. Конструкция на цилиндрите

Буталният цилиндър се състои от цилиндрова тръба, преден и заден капак, бутало с уплътнители (двойни чашкови маншети), бутален прът, лагерна втулка, чистач и свързващи детайли и уплътнители.

Цилиндровата тръба 1 се изработва най-често от безшевна изтеглена стоманена тръба. За да се повиши експлоатационната продължителност на уплътнителните елементи, работната повърхност на цилиндровата тръба е фино изработена (хонингована).

При специални случаи тръбата се изработва от алуминий, месинг или пък се използва стоманена тръба с твърдо хромирана работна повърхност. Тези специални изпълнения се вграждат, когато включванията не са чести или при корозионно въздействие.

За преден капак 2 и заден капак 3 се употребяват предимно отливки от алуминий или темперован чугун. Закрепването на двата капака с цилиндровата тръба се осъществява чрез шпилки, резба или фланци. За предпочитане е **буталният прът 4** да се изработва от легирани стомани. В стоманата се съдържа определен процент хром. По желание буталните пръти се закаляват. Чрез ролковане се уякчава външната работна повърхност. Средната грапавост на буталните пръти възлиза на $1\text{ }\mu\text{m}$. Обикновено резбите се валцоват, за да се избегне разрушаване. За използване в хидравликата цилиндрите се изработват от твърдохромирани или закалени бутални пръти.

За уплътняване на буталния прът в предния капак се вгражда един **К-маншет 5**. Воденето на буталния пръстен се извършва с **опорната втулка 6**, която може да бъде изработена от синтербронз или да бъде метална втулка, покрита с пластмаса.

Пред тази опорна втулка се монтира **чистач 7**. Той възпрепятства замърсяване или влизане на прах. За чистача не е необходим държач.

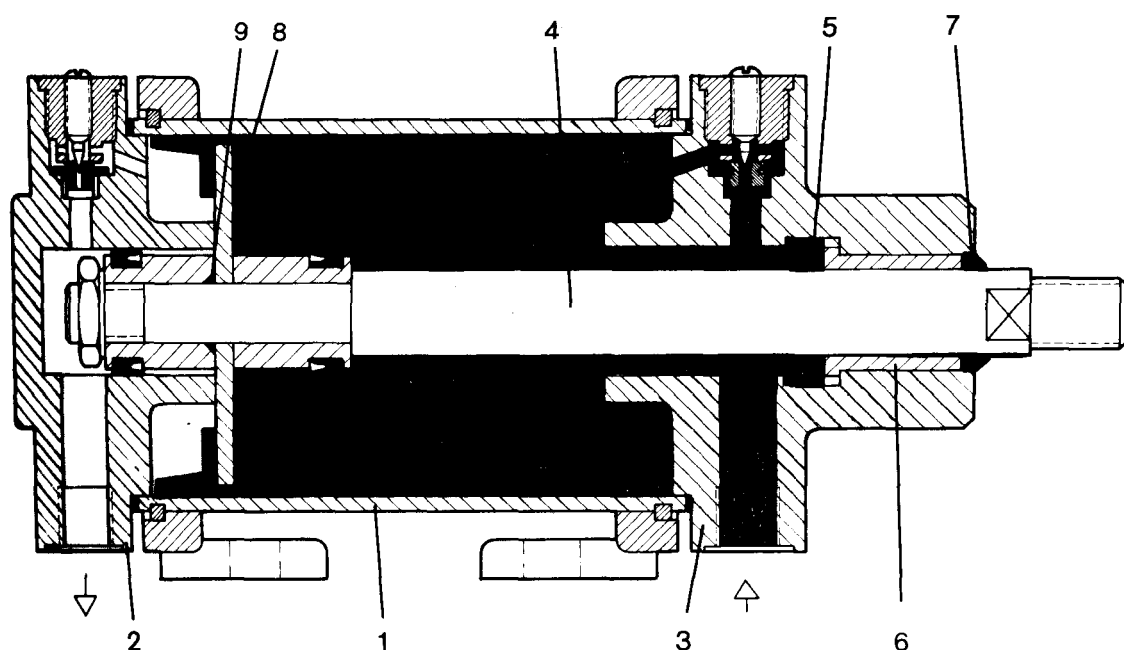
Двойният чашков маншет 8 уплътнява цилиндровото пространство.

Материал:

Пербунан	за -20°C до $+80^{\circ}\text{C}$
Витон	за -20°C до $+190^{\circ}\text{C}$
Тефлон	за -80°C до $+200^{\circ}\text{C}$

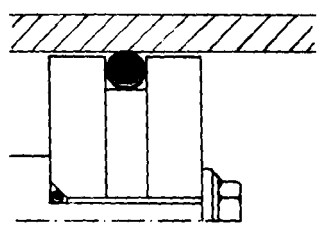
Пръстени с кръгло сечение или О-пръстени 9 се вграждат при статични уплътнения, тъй като те трябва да бъдат с предварителен натяг, а при вграждането за подвижни уплътнения това води до по-високи загуби от триене.

Фиг. 67. Конструкция на пневматичен цилиндър с демпфериране в крайните положения.

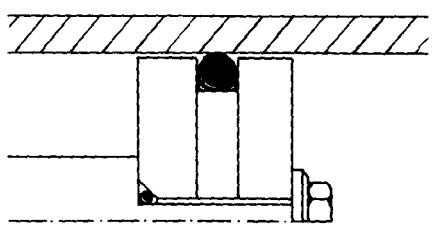


Фиг. 68. Видове уплътнения:

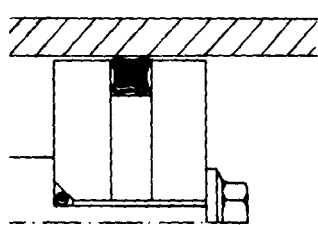
“О”-пръстени



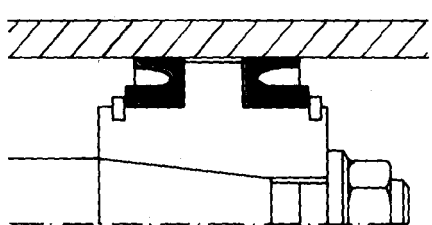
Елипсовиден пръстен



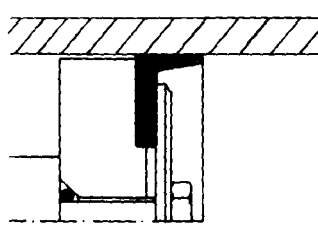
Квадратен пръстен



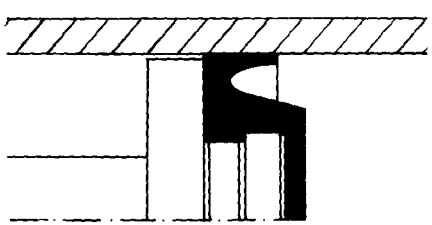
Двустранни V-образни маншети



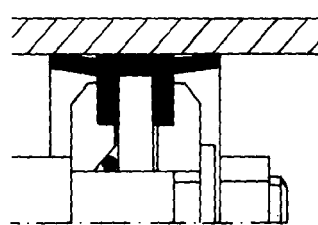
Чашков маншет



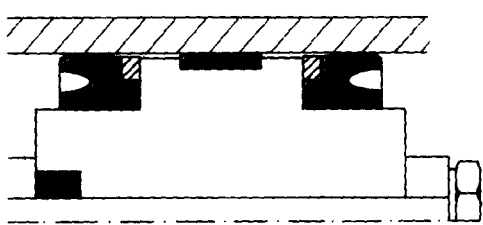
Закопчаващ V-образен маншет



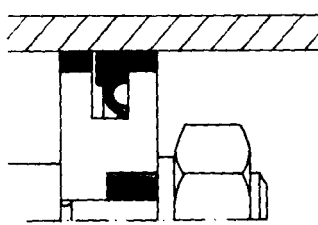
Двоен чашков маншет



Опорни V-образни маншети с плъзгащ пръстен



L-пръстен



5.4. Оразмеряване на цилиндрите

5.4.1. Сила на буталото

Упражняваната от буталото сила върху работния елемент зависи от налягането на въздуха, диаметъра на цилиндъра и съпротивлението на триене на уплътнителните елементи.

Теоретичната сила на буталото се пресмята по следната формула:

$$F_{th} = A \cdot p,$$

където

F_{th} е теоретична сила на буталото, (N),

A - ефективна площ на буталото, (cm^2),

p - работно налягане, (kPa, 10^5 N/m^2 , bar).

За практиката е от значение ефективната сила на буталото. При нейното пресмятане се взема под внимание съпротивлението от триене. При нормални условия на експлоатация (обхват на налягането от 400 до 800 kPa (4-8 bar) силите на триене са между 3-20% от изчислената сила.

Еднодействащи цилиндри

$$F_n = A \cdot p - (F_R + F_F)$$

Двойнодействащи цилиндри
(ход напред)

$$F_n = A \cdot p - F_R$$

F_n = ефективна сила на буталото, (N)

A = ефективна площ на буталото, (cm^2)

$$= \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right)$$

A' = ефективна пръстеновидна площ на буталото, (cm^2)

$$= (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4}$$

p = работно налягане (kPa, 10^5 N/m^2 , bar)

F_R = сила на триене (3-20%), (N)

F_F = сила на възвратната пружина, (N)

D = диаметър на цилиндъра, (mm)

d = диаметър на буталния прът, (mm)

Двойнодействащи цилиндри
(ход назад)

$$F_n = A' \cdot p - F_R$$

Пример за изчисляване:

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$A = 19,625 \text{ cm}^2$$

$$A' = 18,5 \text{ cm}^2$$

$$F_R = \text{средна стойност от } 10\%$$

$$F_n = ?$$

Площ на буталото

$$A = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 5 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \cdot \frac{\pi}{4} = 19,625 \text{ cm}^2$$

Пръстеновидна площ на буталото

$$A' = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} = (25 \text{ cm}^2 - 1,44 \text{ cm}^2) \cdot \frac{\pi}{4} = 18,5 \text{ cm}^2$$

Теоретична сила на буталото при ход напред

$$F_{th} = A \cdot p = 19,625 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = \mathbf{1177,5 \text{ N}}$$

Съпротивление от триене $F_R = \mathbf{117,75 \text{ N}}$

Ефективна сила на буталото при ход напред

$$F_n = A \cdot p - F_R = 19,625 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 - 117,75 \text{ N} \approx \mathbf{1060 \text{ N}}$$

Теоретична сила на буталото при ход назад

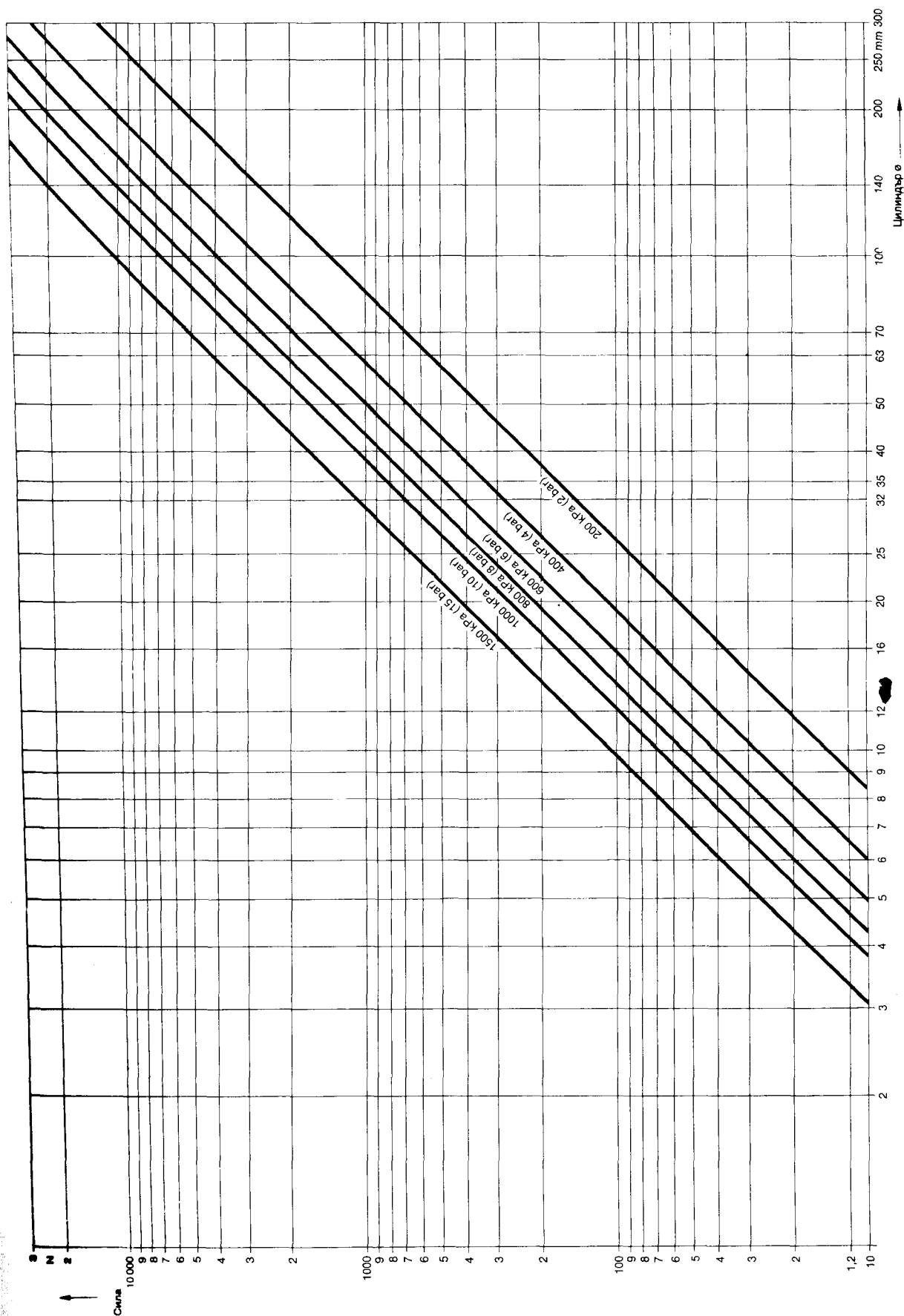
$$F_{th} = A' \cdot p = 18,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = \mathbf{1110 \text{ N}}$$

Съпротивление от триене $F_R = \mathbf{111 \text{ N}}$

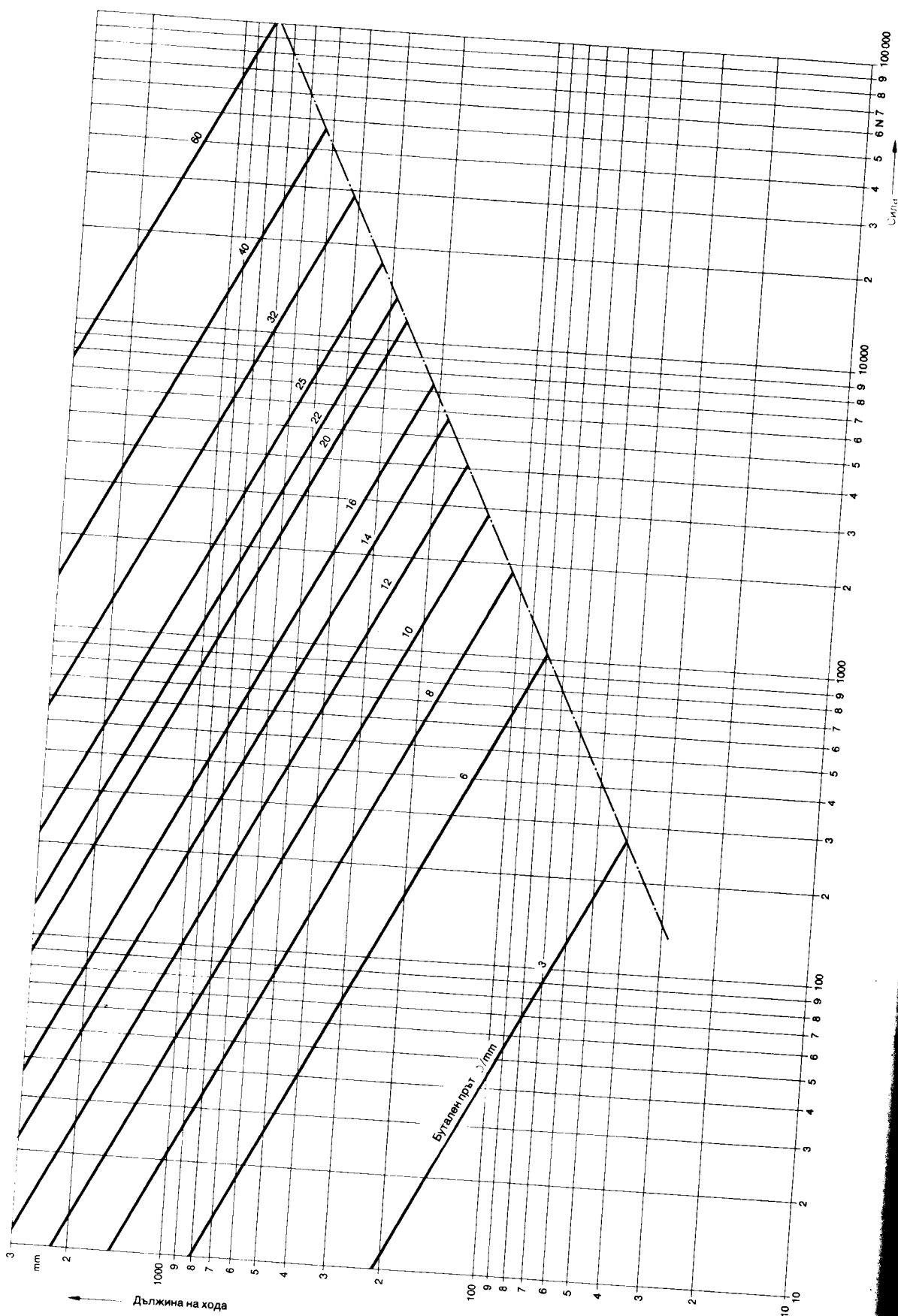
Ефективна сила на буталото при ход назад

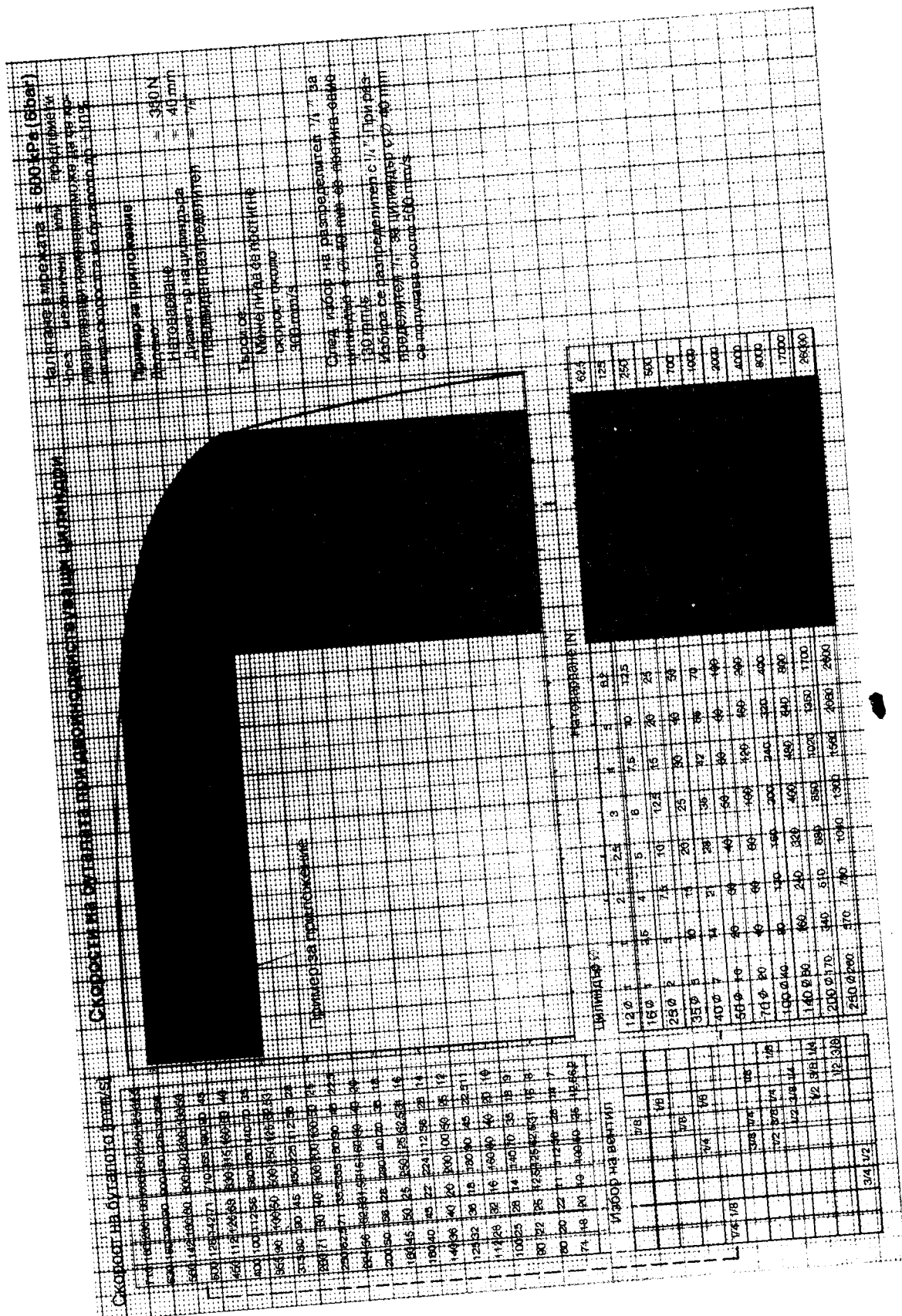
$$F_n = A' \cdot p - F_R = 18,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 - 111 \text{ N} = \mathbf{999 \text{ N}}$$

Фиг. 69. Диаграма налягане - сила

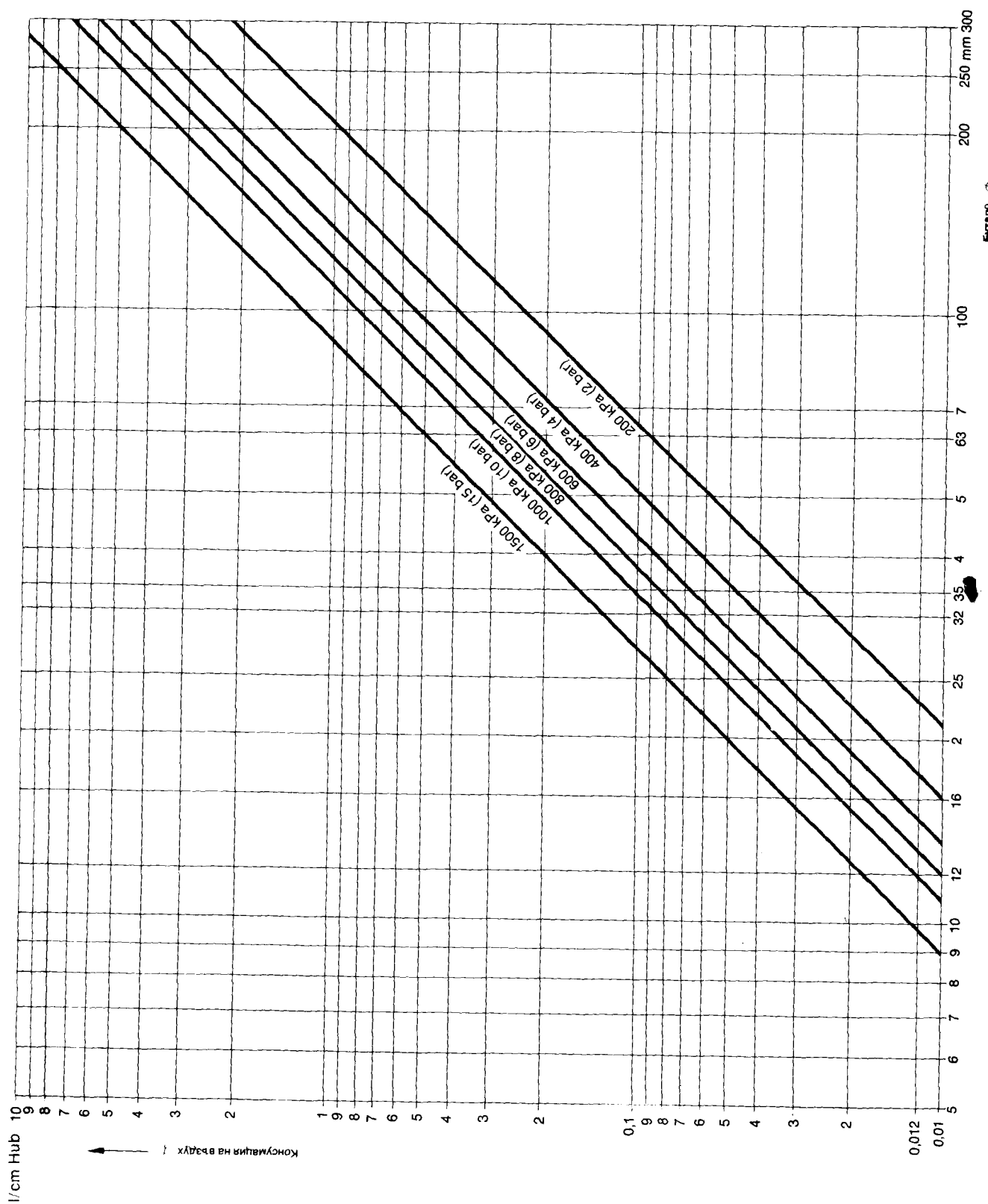


Фиг. 70. Диаграма на изкълчването





Фиг. 72. Диаграма за разход на въздух



5.4.2. **Ход на цилиндрите**

Дължината на хода при пневматичните цилиндри не трябва да надминава 2000 mm. При по-големи диаметри на буталото и дълъг ход пневматиката не е икономична поради големия разход на въздух.

При дълъг ход механичното натоварване на буталния прът и направляващата опора са големи, възниква опасност от изкълчване и в този случай диаметърът на буталния прът трябва да бъде малко по-голям. По-нататък при удължаването на хода разстоянието между опорите става по-голямо и с това воденето на буталния прът - по-добро.

5.4.3. **Скорост на буталото**

Скоростта на буталото при пневматичните цилиндри зависи от натоварването, работното налягане, дължината на тръбопроводите, сечението между управляващия елемент и работния елемент, както и протичащия дебит през управляващия елемент. Скоростта се влияе и от демпфера в края на хода.

При потеглянето от демпфера подаването на въздух става през дросел-обратен клапан, поради което скоростта на буталото се намалява.

Средната скорост на буталото при стандартизираните цилиндри е около 0,1 - 1,5 m/s. При специално изпълнените цилиндри скоростта достига до 10 m/s.

Посредством специални клапани скоростта на буталото може да се регулира. Дроселите, дроселите-обратни клапани и бързоизпускащите клапани осигуряват по-голяма или по-малка скорост на буталото. (Диаграмата на фиг. 71)

5.4.4. **Разход на въздух**

За осигуряване на сгъстен въздух, респективно за получаването на данни за разходите на енергия, е важно да се знае разходът на въздух за уредбата.

При определени: работно налягане, диаметър на буталото и ход, разходът на въздух се изчислява от:
степенна на сгъстяване · площта на буталото · хода

Степенна на сгъстяване $p_{e2} : p_{e1}$ се изчислява от:

$$\frac{101,3 + \text{работно налягане}}{101,3} \text{ в kPa (изведено за морска височина)}$$

Стойността на разхода на въздух се получава по-бързо и по-лесно с таблицата на фиг. 72. Стойностите са съпоставени за см-ход за най-употребяваните диаметри на цилиндрите и за налягания от 200 до 1500 kPa (2 - 15 bar).

Разходът на въздух е даден в литри за минута.

Формули за изчисляване на разхода на въздух

Еднодействащи цилиндри

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \text{степен на сгъстяване (l/min)}.$$

Двойнодействащи цилиндри

$$\dot{V} = \left[s \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} + s \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot n \cdot \text{степен на сгъстяване (l/min)}$$

$\dot{V}$ = количество въздух (l/min)

s = дължина на хода (cm)

n = брой на ходовете за минута

Пример:

Какъв е разходът на въздух за един двойнодействащ цилиндър с диаметър 50 mm (диаметърът на буталния прът е 12 mm), 100 mm дължина на хода?

Цилиндърът прави 10 хода за минута. Работното налягане е 600 kPa (6 bar).

Степен на сгъстяване:

$$\frac{101,3 + \text{раб. налягане}}{101,3} = \frac{101,3 \text{ kPa} + 600 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} = \frac{701,3 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} = 6,9$$

Разход на въздух:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \left[s \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} + s \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot n \cdot \text{степен на сгъстяване} \\ \dot{V} &= \left[10 \text{ cm} \cdot \frac{25 \text{ cm}^2 \cdot \pi}{4} + 10 \text{ cm} \cdot \frac{25 \text{ cm}^2 - 1,44 \text{ cm}^2 \cdot \pi}{4} \right] \cdot 10 \text{ min}^{-1} \cdot 6,9 \\ \dot{V} &= [196,25 \text{ cm}^3 + 184,94 \text{ cm}^3] \cdot 10 \text{ min}^{-1} \cdot 6,9 \\ \dot{V} &= 381,2 \text{ cm}^3 \cdot 6,9 \text{ min}^{-1} \\ \dot{V} &= 26302,8 \text{ cm}^3/\text{min} = 26,3 \text{ l/min} \end{aligned}$$

Формулата за изчисляване на разхода на въздух според диаграмата за разхода на въздух (фиг. 72) е следната:

Еднодействащи цилиндри:

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot q \text{ (l/min)}$$

Двойнодействащи цилиндри:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= 2 \cdot (s \cdot n \cdot q) \text{ (l/min)} \\ \dot{V} &= \text{количество въздух (l/min)} & n &= \text{брой на ходовете за минута (1/min)} \\ s &= \text{дължина на хода (cm)} & q &= \text{количество въздух за 1 cm от хода (l/cm)} \end{aligned}$$

Ако се използва диаграмата за разхода на въздух на фиг. 72, за нашия пример се получават следните формули:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= 2 \cdot (s \cdot n \cdot q) \text{ l/min} \\ \dot{V} &= 2 \cdot (10 \text{ cm} \cdot 10/\text{min} \cdot 0,134 \text{ l/cm}) \\ \dot{V} &= 2 \cdot 13,4 \text{ l/min} \\ \dot{V} &= 26,8 \text{ l/min} \end{aligned}$$

При изчисляване на разхода на въздух трябва да се вземе под внимание пълненето на мъртвото пространство при капаците, тъй като то се пълни при всеки ход.

Съответните стойности при цилиндри на Фесто са съпоставени на фиг. 73.

Фиг. 73. Таблицы (мъртво пространство за пълнене)

Диаметър на буталото в mm	От страната на буталото в cm³	От страната на пръта в cm³	Диаметър на буталото в mm	От страната на буталото в cm³	От страната на пръта в cm³
12	1	0,5	70	27	31
16	1	1,2	100	80	88
25	5	6	140	128	150
35	10	13	200	425	448
50	16	19	250	2005	2337

1000 cm³ = 1 литър

5.5. Ротационни изпълнителни пневматични елементи

Тези уреди преобразуват пневматичната енергия в механична. Такива въртящи силови елементи са пневматичните мотори.

Пневматични мотори

Пневматичните мотори без ограничение на ъгъла на завъртане понастоящем спадат към най-често употребяваните изпълнителни елементи, работещи със сгъстен въздух. Според конструкцията пневмомоторите се делят на:

- бутални мотори;
- пластинкови мотори;
- зъбни мотори;
- турбомотори (струйни двигатели).

Бутални мотори

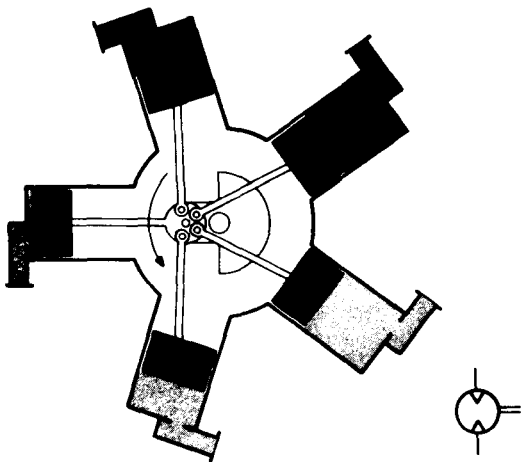
Този конструктивен вид се подразделя на радиални и осево-бутални мотори. Посредством постъпателно-възвратното движение на буталата сгъстеният въздух задвижва чрез мотовилка колянвия вал на мотора. С това се осигурява безударно движение, за което са необходими повече цилиндри. Мощността на двигателя зависи от налягането на входа, от броя, площта, скоростта и хода на буталата.

Начинът на действие на осево-буталните мотори е подобен на радиално-буталните. В пет осево разположени цилиндъра силата се преобразува във въртливо движение чрез наклонена шайба. При това две бутала се задействуват едновременно от сгъстения въздух, с което се получава уравновесен въртящ момент на плавно работещия двигател.

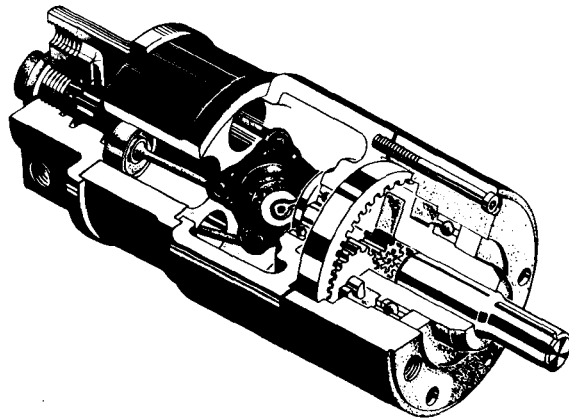
Двигателите за сгъстен въздух се предлагат както с дясно, така и с ляво въртене.

Максималните обороти са около 5000 min^{-1} , при което обхватът на мощността при нормално налягане се ограничава от 1,5 до 19 kW (2–25 к.с.).

Фиг. 74. Радиален мотор



Фиг. 75. Осево-бутален мотор



Пластинкови мотори

Опростената конструкция и малкото тегло на този вид мотори ги прави предпочитани за производителите и потребителите.

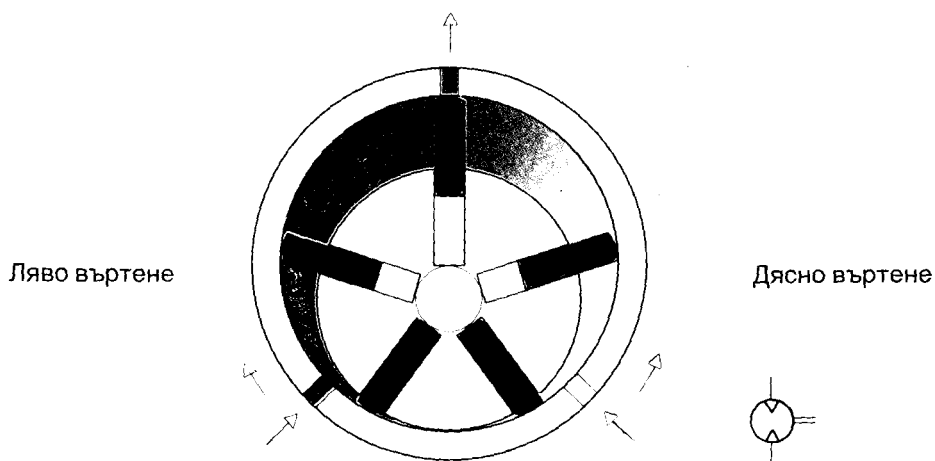
Като принцип на действие те са обратни на пластинковите компресори.

В едно цилиндрично оформено пространство е разположен ексцентрично ротор, в който се намират прорези. Пластинките, разположени в тях, се притискат към вътрешната повърхнина на цилиндъра от центробежната сила. С това се осигурява уплътняването на отделните камери. При незначителен дебит пластинките вече за кратък момент от тръгването на двигателя се притискат към вътрешната повърхност на

цилиндъра. При други конструктивни видове притискането на пластинките се постига чрез пружини. Обикновено моторите от тази конструкция имат от 3 до 10 пластинки. В моторите те образуват работни камери, в които въздухът, според големината на тяхната работна повърхност, създава въртящ момент. Въздухът влиза в най-малката камера и се изпуска при уголемената камера.

Оборотите на ротора са между 3000 и 8500 min⁻¹. Също и тук има дясно и лявовъртящи се мотори, като мощността е в диапазона от 0,1 до 17 kW (0,1–24 к.с.).

Фиг. 76. Пластинков мотор



Зъбни мотори

Въртящият момент при тази конструкция възниква от действието на налягането на въздуха върху зъбните профили на две зацепени зъбни колела. При това едното зъбно колело е свързано с вала на двигателя.

Като задвижващи машини този тип зъбни мотори развиват висока мощност – 44 kW (60 к.с.). Посоката на въртене е обратима. Моторите се произвеждат с прави или с наклонени зъби.

Турбомотори

Турбомоторите се прилагат само за малки мощности. Обхватът на оборотите обаче е много висок (напр. при пневмозъболекарските машини – 500 000 min⁻¹). Принципът на действие е обратен на принципа на турбокомпресорите.

Свойства на моторите за сгъстен въздух:

- безстепенно регулиране на оборотите и на въртящия момент;
- голям обхват на оборотите;
- малки размери (тегло);
- сигурност срещу претоварване;
- нечувствителност към прах, влага, топлина и студ;
- взривозащитеност;
- незначителни разходи по поддържането;
- посоката на въртене е леснообратима.

6. Пневматични модули

6.1. Цилиндри с вграден разпределителен блок

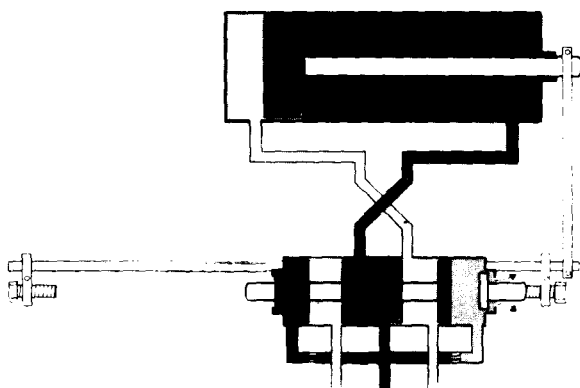
Познат е и под името "цилиндър с непрекъснато движение". Един пневмоцилиндър се реверсира сам след достигането на крайните положения. Това възвратно-постъпателно движение се поддържа до преустановяване притока на въздух. Конструкцията позволява вграждането на въпросните цилиндри в машини и уредби, работещи продължително време. Подаване или изтласкване на отделни детайли, както и придвижването на монтажните конвейери в тактовите технологии са примери за такова приложение.

Цилиндърът за сгъстен въздух се управлява пряко или непряко. Вграждането му е целесъобразно за обхват на скоростта на буталото между 3 m/min и 60 m/min.

Конструкцията му е компактна и позволява вграждане в ограничени пространства.

Дължините и положенията на ходовете могат да се настройват безстепенно. Скоростта на преден и заден ход може да бъде регулирана независимо през два дросела на изхода. Директно монтираните шумозаглушители намаляват шума при изпускането.

Фиг. 77. Цилиндър с вграден разпределителен блок.



6.2. Пневмохидравлични системи

Пневматичните задвижвания за инструменти се вграждат, когато е необходимо бързо движение и сила до 30 000 N (3000 kp). Над тази граница от 30 000 N пневматичните цилиндри не са целесъобразни. Още едно ограничение за пневматичното задвижване се появява при бавни и равномерни подавателни движения. Чисто пневматично задвижване не може да се осъществи с цилиндър. Свиваемостта на сгъстения въздух, която в много случаи е предимство, тук действа неблагоприятно. Ето защо идва на помощ хидравликата и нейните предимства се обединяват с тези на пневматиката.

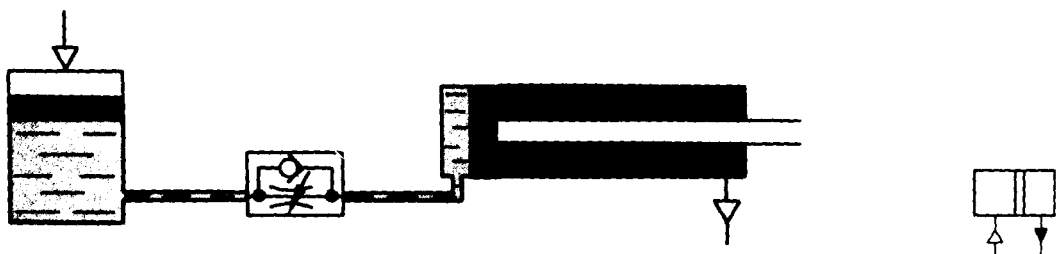
Прости пневматични елементи за управление, равномерна скорост и в някои случаи – големи сили при малки диаметри на цилиндъра. Управлението действа на пневматичния цилиндър, регулирането на работната скорост се извършва чрез хидравличния цилиндър. Най-честото приложение на тази система се среща при стружкоотнемащите обработващи процеси, като пробиване, фрезоване и струговане, при усилване на налягането, при пресоване и в затегателните устройства.

6.2.1. Пневмохидравличен трансформатор

Пневмохидравличният трансформатор е устройство, работещо с масло и сгъстен въздух.

Чрез въздействието на сгъстения въздух върху повърхността на маслото в резервоара, маслото се изтласква. През регулируем дросел с обратен клапан маслото постъпва в работния цилиндър. Буталният прът се придвижва с равномерна скорост. Обратния ход се предизвиква, като сгъстен въздух се подава от страната на буталния прът. Масленият резервоар се обезвъздушава и маслото се връща бързо обратно. При преобразуването на енергията между двата флуида не се получава повишаване на налягането.

Фиг. 78. Пневмохидравличен трансформатор



6.2.2. Мултипликатор на налягане

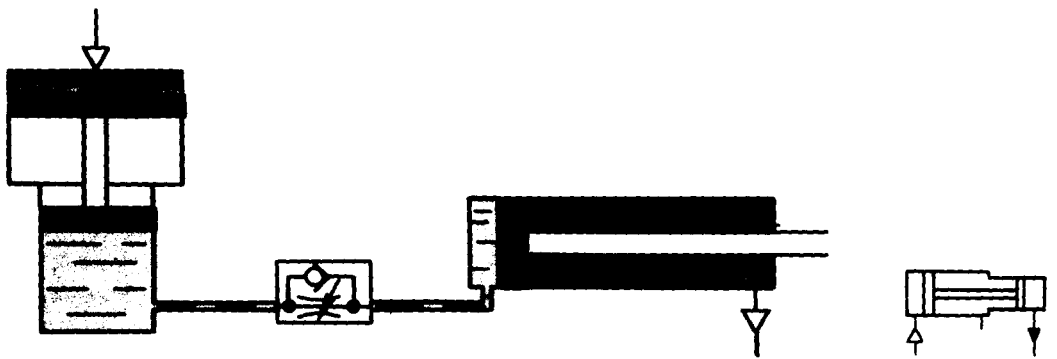
Мултипликаторът на налягане се състои от две камери с различни площи. През отвора 1 въздухът навлиза във въздушния цилиндър, като измества буталото надолу и изтласква маслото във втората напорна камера. През отвора 2 маслото достига до регулируем дросел с обратен клапан и оттук - към изпълнителния елемент. Посредством разликата в площите на двете бутала се постига повишаване на налягането и маслото. Нормалното мултиплициране е 4:1, 8:1, 16:1 32:1.

Пневматичното налягане е максимум 1000 kPa (10 bar).

Според предавателното число налягането на маслото е по-голямо. Затова, за да се постигне определена сила, може да се вгради един по-малък работен цилиндър.

Възникващите в хидравличните системи обемни загуби изискват периодична работа по поддръжката, например да се долива масло и се обезвъздушава мултипликаторът. Също така поради определения обем на маслото в уредите не е възможно един и същ мултипликатор да бъде вграждан в системи с различни размери, респективно при всяко задвижване с цилиндър обемът на маслото трябва да се изчисли и да бъде избран съответстващият на него уред.

Фиг. 79. Мултипликатор на налягане



Пример за изчисляване:

$$A_1 = 100 \text{ cm}^2, A_2 = 10 \text{ cm}^2, p_1 = 600 \text{ kPa (6 bar)}$$

Сила от страната на въздуха

$$F_1 = p_1 \cdot A_1$$

$$F_1 = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = \mathbf{6000 \text{ N}}$$

Сила, пряко от страната на маслото

$$F_1 = F_2$$

От това се получава

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} = \frac{6000 \text{ N}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = \mathbf{60 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 6000 \text{ kPa (60 bar)}}$$

6.2.3. Пневмохидравлични модули за подаване

Тези модули намират приложение главно там, където се изисква равномерна работна скорост.

Пневматичният цилиндър, хидравличният спирачен цилиндър и управляващият пневматичен блок изграждат компактна единица. Двата цилиндъра са свързани чрез напречна греда, като при това работен цилиндър е пневматичният.

Пневматичният цилиндър се захранва със сгъстен въздух, при което буталото на спирачния хидравличен цилиндър се движи успоредно с него. Това бутало изтласква маслото през дросел с обратен клапан, от другата страна на буталото.

Подавателната скорост може да бъде регулирана посредством този дросел с обратен клапан. Маслото не допуска скоростта на движение да бъде неравномерна при изменено работно натоварване. При обратния ход маслото може да достигне бързо до другата страна на буталото през обратния клапан, като се получава ускорен ход при обратното движение.

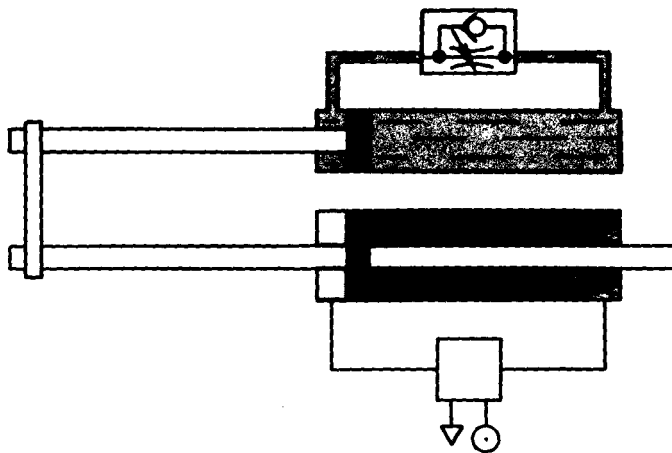
Посредством настройваща опора върху буталния прът на спирачния цилиндър ходът напред може да бъде разделен на бърз и работен. Буталото на спирачния цилиндър ще последва пневматичния цилиндър, когато траверсата стигне срещу опората. Скоростта на работния ход е от 30 до 6000 mm/min безстепенно регулируема. Има специални модули, които и при обратното движение извършват работен ход. При тях един втори дросел с обратен клапан служи за спиране при обратното движение.

Спирачния хидравличен цилиндър е включен в затворен циркуляционен кръг. При това настъпват съвсем незначителни обемни загуби, които образуват едва забележим маслен слой върху буталния прът. Тези загуби се уравновесяват (компенсират) чрез вграден резервоар за масло. Модулът се управлява посредством вграден разпределителен пневматичен блок. Управлява се пряко чрез включващ лост, свързан неподвижно с траверсата на пневматичния цилиндър. Разпределителният пневматичен блок се превключва посредством две опори на включващия лост. При това е възможно точно ограничение на хода. Чрез това устройство може да се постигне осцилиращо (колебателно) движение.

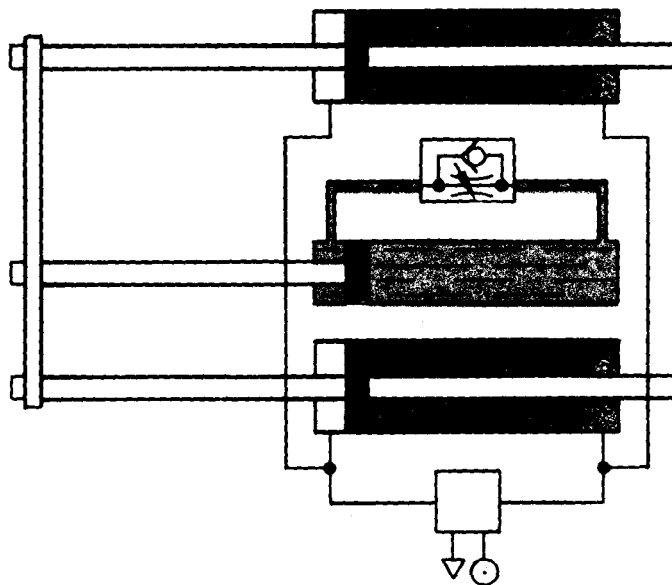
При модула за подаване съгл. фиг. 80 при особено силно дроселиране възниква значителен огъващ момент върху буталния прът на пневмоцилиндъра. Затова буталните пръти най-често са проходни и уякчени по диаметър.

Друг модул за подаване е показан на фиг. 81. Между два пневматични цилиндъра се намира спирачен хидравличен цилиндър. Натоварването на огъване на буталния прът на пневматичния цилиндър е избегнато. Самите модули за подаване могат също да бъдат комбинирани. Комбинацията "цилиндър - разпределител" използвана като спирачен маслен цилиндър се обединява конструктивно с пневматичен цилиндър в модул за подаване.

Фиг. 80. Пневмохидравличен модул за подаване



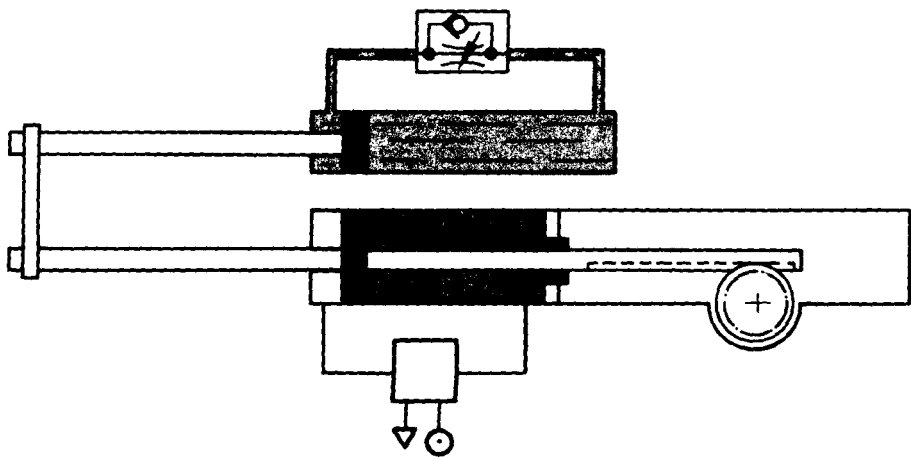
Фиг. 81. Модул за подаване



6.2.4. Пневмохидравлични модули за подаване с въртливо движение

Чрез куплирането на спирачен хидравличен цилиндър към завъртащ цилиндър се изгражда модул за автоматизиране на стружкоотнемането при пробиване с настолни и колонни бормашини. От едно линейно движение се получава въртливо движение с предимствата на един пневмохидравличен модул за подаване.

Фиг. 82. Модул за подаване с въртливо движение



6.2.5. Модули за управление на стружкоотнемането

Следваща стъпка в развитието на пневмохидравличните модули за подаване е създаването на модули за управление на стружкоотнемането. Тези модули се прилагат както с линейно, така и с въртеливо движение.

Специално при пробиването на дълбоки отвори е важно доброто стружкоотделяне.

Чрез прилагането на модула за управление на стружкоотнемането се гарантира правилен процес на отделяне на стружките.

И тук подаването се разделя на бързо и работно. Броят на стружкоотделянията зависи от елемента за време, определящ времето за пробиване, което зависи от дълбочината на пробиването и от скоростта на подаването.

Обратният ход на шпиндела след пробиване се извършва с разпределител, в зависимост от пътя.

Работният процес е както следва: старт, бърз ход до детайла, пробиване при работна скорост според зададеното време t , бързо връщане, бързо подвеждане до дълбочина на пробиване с работна скорост и време за пробиване t .

Предлаганите в момента градивни модули са комбинация "цилиндър - клапан". Могат да бъдат изградени от отделните уреди на модул принцип.

6.3. Тактови подаващи устройства

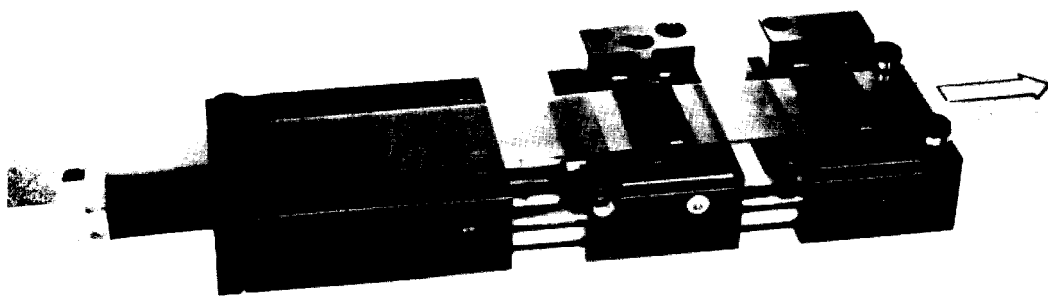
Това устройство представлява затягащ подаващ модул и се използва за подаване на материали или детайли при различни машини.

Тръби, пръти както и профилен материал се затягат и транспортират чрез смяна на затягащите и транспортните цанги. Устройството се състои от едно тяло с две цилиндрични направляващи, една затягаща и една транспортна цанга. Транспортната цанга се плъзга по направляващите, задвижвана от буталния прът на пневматичния цилиндър, вграден в тялото. В затягащата и транспортната цанга са монтирани мембранни цилиндри, които алтернативно отварят и затварят.

Всички функции на устройството, подавателното движение, както и затягането се управляват от два 4/2 разпределители.

Ширината на подавания материал може да достигне максимум до 200 mm. При отчитане на определени стойности (висок брой на тактовете, собствено тегло на материала и други) може да бъде постигната точност на подаване от 0,02 до 0,05 mm.

Фиг. 83а. Тактово подаващо устройство



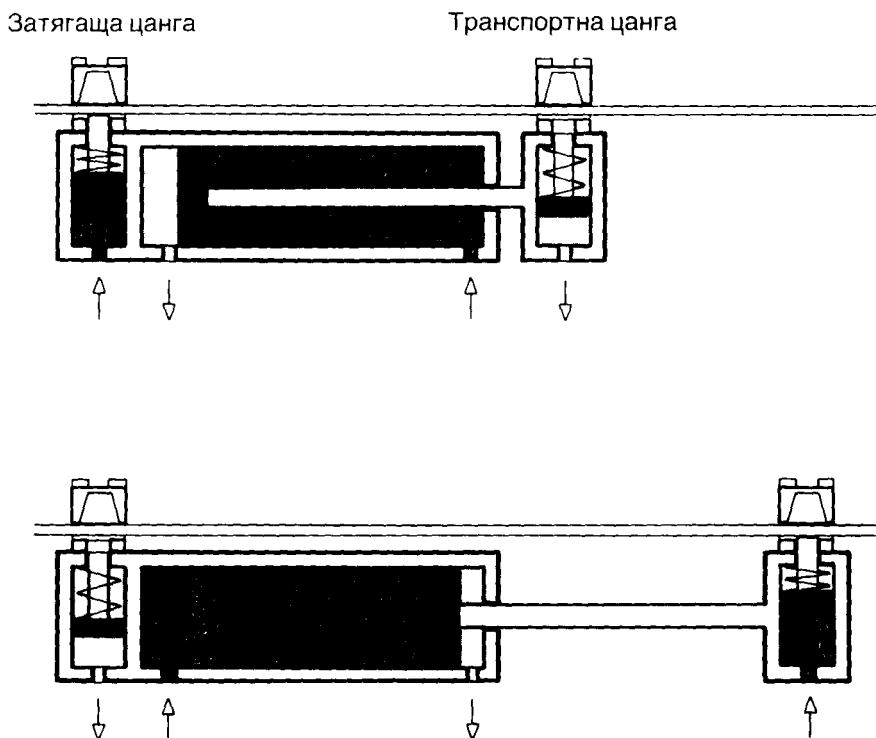
Последователност на работа:

- материалът е затегнат от транспортната цанга и се придвижва от пневмоцилиндъра наляво; затягащата цанга е отворена;
- след достигане края на хода на цилиндъра затягащата цанга се затваря, а се отваря транспортната цанга;

- пневмоцилиндърът придвижва надясно отворената транспортна цанга;
- транспортната цанга се затваря, а затягащата цанга се отваря.

Тактоподаващото устройство е завършило цикъла и очаква сигнал за нов цикъл.

Фиг. 836. Тактоподаващо устройство (схематично представяне)



6.4. Въртяща стъпкова маса

При редица производствени процеси е необходимо кръгово подавателно движение, за което се предлага въртяща стъпкова маса. Работният модул при нея се състои от пневматичен цилиндър, обединен с разпределителен блок, управляващ такта на движението. За преобразуване на праволинейното движение на буталото в тактово въртливо движение има различни технически решения. На схематичния чертеж на фиг. 84 задвижването се осъществява чрез коляно-мотовилков механизъм.

Функциониране на въртяща стъпкова маса:

Изходно положение: тъмно означените отвори се захранват с въздух. Масата се фиксира чрез центриращите палци J и застопоряващия цилиндър E. Чрез задействуване на сигнализатор се превключва разпределителят с импулсно действие B. Тръбопроводът B1 се свързва с атмосферата, а към страната на буталото D1 посредством тръбопровода B2 се подава сгъстен въздух. Буталото задвижва зъбната рейка напред. Същевременно през тръбопровода B3 въздухът изтласква буталото на застопоряващия цилиндър E и центриращият палец J навлиза в транспортния диск. В междинното време включващият палец H освобождава делителния кръг и му позволява да се движи в посока G.

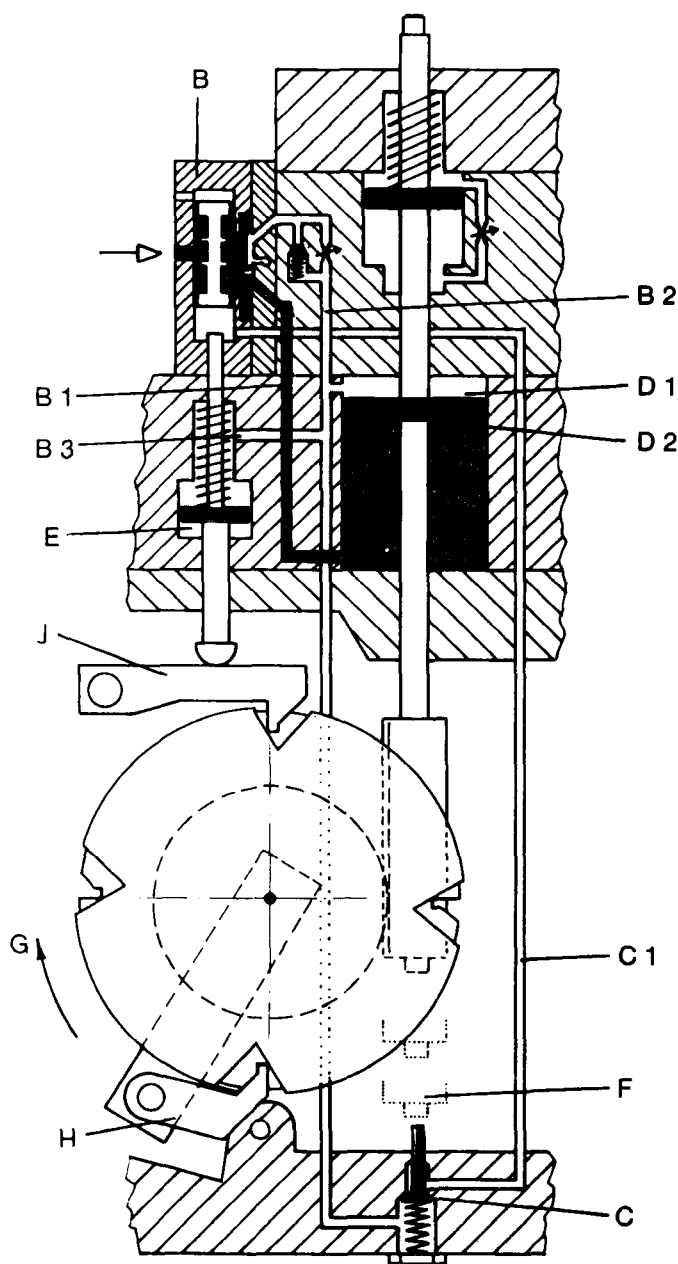
Конструкцията на делителния кръг допуска до 24-стъпки - по избор 4, 6, 8, 12 или 24. Сменяемият ограничител F за различния брой деления задействува превключващия разпределител C. Управляващият тръбопровод C1 се захранва кратковременно с въздух и превключва разпределителя с импулсно действие B.

След това към буталото се подава откъм D2 сгъстен въздух и то се връща в изходно положение. Включващият палец Н освобождава делителния кръг, като застопоряващият цилиндър Е също е свързан с атмосферата и центриращият палец J може да се освободи от жлеба. В тази въртяща стъпкова маса е вграден демпфер в края на хода, реализиран чрез хидравличен цилиндър, буталният прът на който е свързан с работния цилиндър.

Демпферирането може да се регулира посредством регулируем дросел с обратен клапан.

Сменяемият опорен болт F с различна дължина определя пътя на избраната делимост. Със сменяемата покриваща шайба се получават деленията 4, 6, 8 и 12 в делителния кръг. Фиксиращият и включващият палец могат да се вклинят само в свободните зъбни жлебове, които отговарят на избрания път на подаване. Точността на деление възлиза на 0,03 mm.

Фиг. 84. Въртяща стъпкова маса



При други конструкции на въртящи стъпкови маси се прилага лостова система за по-добро преобразуване на подавателното движение във въртеливо. Делението също се извършва по друг принцип.

Освобождаващата и транспортната фаза протичат при следната последователност:

Първо към буталото на фиксиращия палец А се подава въздух през тръбопровода А1 и блокиращия лост се повдига.

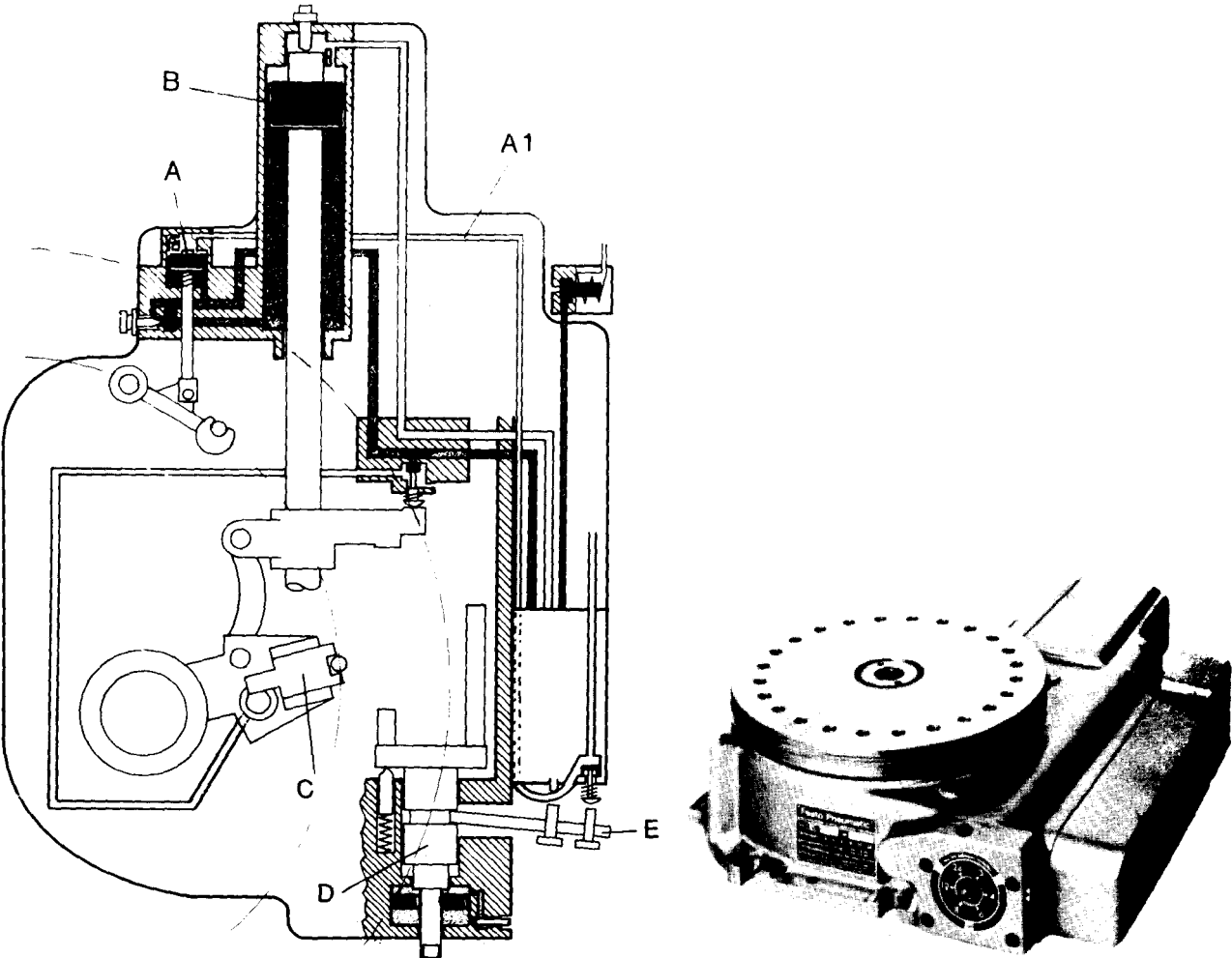
При подаване на въздух към цилиндъра под плоскостта на масата, тя се подвигва от седлото си. Захраненото с въздух бутало В се задвижва по посока на подаването и палецът С завърта въртящата се маса на избраната преди това стъпка. Същевременно с демпферирането в крайно положение, което се осъществява отново с помощта на хидравличен спирачен цилиндър, се освобождава задействуваният от буталото D управляващ палец Е за превключване на разпределителя. Фиксиращият палец А се връща в положение за заstopоряване и обхваща един от щифтовете на плоскостта на масата. През разпределител буталото на масата се свързва с атмосферата и плоскостта и се спуска върху основата.

Това е моментът, в който масата е довела детайла в желаната работна позиция и започва обработката му. При започване на обратния ход на транспортното бутало В едновременно се подава въздух на палеца С, така че той се прибира и може да се придвижва свободно под шийките на масата по време на обратния транспорт. Транспортното бутало В се връща отново в изходно положение. Палецът С отново зацепва и може да се извърши следващата стъпка.

Въртящата стъпкова маса се използва при единично изработване с металоурежещи машини на точни отвори по делителен кръг - при назъбване, пробиване с ограничител и др.

За серийно произвеждани детайли въртящата стъпкова маса се прилага при пробивни и резбонарезни машини или при въртеливо-стъпкови машини. Те са подходящи също така и при изпитване, монтиране, пробиване, нитоване, точково заваряване и щанцоване, а това значи навсякъде, където рационално се осъществяват въртящо-тактови производства.

Фиг. 85. Въртяща стъпкова маса



6.5. Пневматична цанга

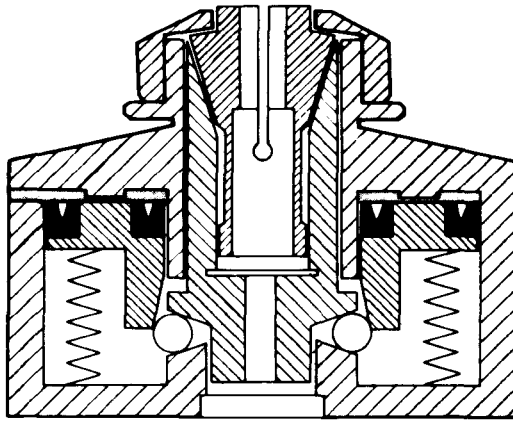
Пневматичното затягане е икономично, защото чрез особено изгоден начин за предаване на силата се постигат високи затягащи усилия при незначителна консумация на сгъстен въздух. Пневматичните цанги се монтират хоризонтално или вертикално. Има свободен проход за прътовия материал.

За пневматични цанги могат да се употребяват тези съгласно DIN 6343.

Къде са приложими тези уреди? При затягане на детайли, при пробивни и фрезови машини, монтажни операции със сгъстен въздух, електрозавивачи, въртящи стъпкови машини, специални машини и автоматични линии.

Задействването става чисто пневматично чрез 3/2 - разпределител (пряко или непряко). Чрез включване на обратен клапан пред 3/2 - разпределителя се поддържа достатъчно налягане и при отпадане на захранването. Необходимата сила на затягане се постига чрез регулиране на налягането на въздуха (0 – 1000 kPa/ 0 – 10 bar).

Фиг. 86. Пневматични цанги



6.6. Шейна на въздушна възглавница

С използването на шейна на въздушна възглавница се избягва ненужният разход на сила при преместването на тежки детайли или приспособления върху машинни и трасажни маси или монтажни линии. С тази шейна приспособленията или тежките детайли не натоварват плотовете на машината и се ориентират точно под инструмента.

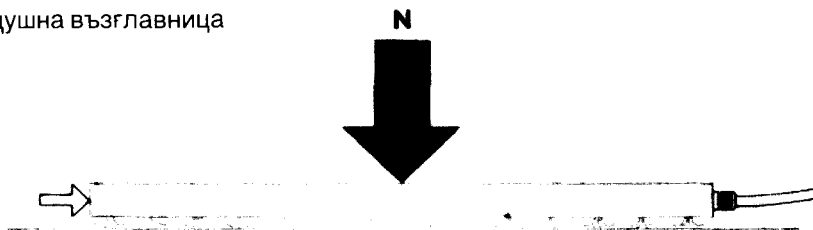
Функциониране:

През един 3/2 - разпределител сгъстеният въздух (60 kPa /0,6 bar) се подава към шейната на въздушна възглавница. Той изтича през фини дюзи, които се намират от долната страна на масата. С това шейната се повдига на около 0,05 – 0,1 mm от долното си положение. По този начин тя "изплува" върху въздушната възглавница, подвижна е и се премества леко. Долната основа трябва да бъде равнинна. Каналите на масата не създават затруднения.

Пример:

За изместването на едно приспособление с тегло от 1500 N върху машинна маса са необходими около 320 N, а при прилагането на шейна на въздушна възглавница – само 3 N.

Фиг. 87. Шейна на въздушна възглавница



7. Клапани

7.1. Общи положения

Пневматичните управления се състоят от сигнализиращи, управляващи и изпълнителни елементи. Сигнализиращите и управляващите елементи влияят на функционирането на работния клапан и се означават с общото наименование “клапани”.

Клапаните са уреди за управление или регулиране при старт, стоп и посока, а така също за налягане и дебит. Дебитът се подава от хидравлична помпа, а акумулираният напорен флуид - от резервоар. Названието “клапан” важи като определение, отговарящо на международния език за всички конструктивни видове клапани като: плунжерни, клапанни, клапани със съчки, клапанни с тарелка, кранове и т.н. То е дефинирано така по нормите на DIN/ISO 1219. Според една препоръка на СЕТОП (Европейска комисия по маслено-хидравличните и пневматични задвижвания), клапаните се разделят в пет групи, според техните функции:

1. Пътни клапани (разпределители)

2. Блокиращи клапани

3. Клапани за налягане

4. Клапани за дебит

5. Отблокиращи клапани

7.2. Разпределители

Разпределителите са елементи, влияещи на пътя на един въздушен поток и предимно на старта, стопа и посоката на протичане.

7.2.1. Графично представяне на разпределителите

За представянето на разпределителите в схемите се използват условни означения, които показват функцията на разпределителя, а не конструкцията му.

Позициите на разпределителя се означават с квадрат, а броят на квадратите показва колко позиционен е разпределителят.



Функцията и начинът на действие се обозначават във вътрешността на квадрата.

Линиите показват отворите (пътищата), а стрелките - посоката на протичане.



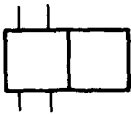
Затварянето се обозначава с напречна чертичка вътре в полето.



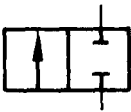
Свързването на отворите (пътищата) се означава с точка.



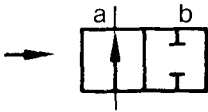
Съединенията (отвеждащи и подвеждащи) са свързани към нулевата позиция.



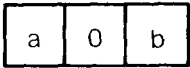
Другата позиция се постига чрез изместване на квадрата, докато тръбопроводите съвпадат с присъединенията.



Позициите могат да бъдат означени с малки букви a, b, c ... и 0.



Разпределител с три позиции, от които средната е нулева.



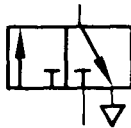
Като “нулева” се означава **позицията** на разпределител с предвидено връщане, например с пружина, която се възприема от подвижните органи, когато разпределителят не е захранен с налягане.

“Исходна” е тази **позиция**, която заемат подвижните части на разпределителя след вграждането му в система или включването му в напорна мрежа, както и при подаване на електрическо напрежение и с това започване на предвидената програма.

Свързването към атмосферата (вентилиране) - без присъединяване на тръба - триъгълник.



Свързването към атмосферата (вентилиране) с присъединяване на тръба. Триъгълникът не е свързан директно към означението.



За да се осигури сигурно свързване на разпределителя, входовете и изходите трябва да се означат с главни букви:

Това важи за:		
Работни проводни-изходи	A, B, C	
Присъединяване на сгъстения въздух	P	
Свързване с атмосферата	R, S, T	
Тръбопроводи за управление	Z, Y, X	

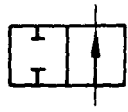
Видове разпределители

Означение: Изходна позиция: Схема

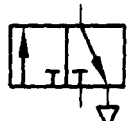
2/2 - разпределител затворен



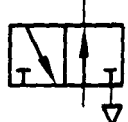
2/2 - разпределител отворен



3/2 - разпределител затворен



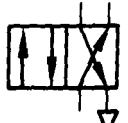
3/2 - разпределител отворен



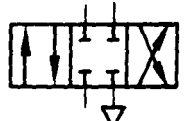
3/3 - разпределител затворен



4/2 - разпределител 1 тръбопровод захранен
 1 тръбопровод вентилиран



4/3 - разпределител нулевата позиция е затворена



4/3 - разпределител А, В, свързани с атмосферата
 еднопосочна позиция



5/2 - разпределител 2 отвора за вентилиране



6/3 - разпределител 3 позиции на протичане



Означаването на един разпределител зависи от броя на управляваните пътища и позициите. Първата цифра от означението над дробната черта означава броя на пътищата. Втората цифра (под дробната черта) показва броя на позициите на разпределителя.

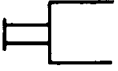
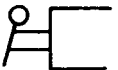
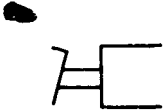
Примери:

- 3/2 - разпределител с 3 управлявани пътища, 2 позиции (2 квадрата)
- 4/3 - разпределител с 4 управлявани пътища, 3 позиции (3 квадрата).

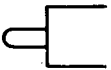
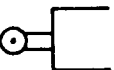
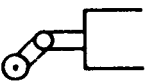
7.2.2. Видове управления на разпределителите

Според случаите на вграждане разпределителите могат да бъдат изпълнени с различни видове управления. Означенията на задействуването се очертават хоризонтално до квадратите.

1. Ръчно управление

Общо	
Чрез бутон	
Чрез лост	
Чрез педал	

2. Механично управление

Ръчно	
Чрез пружина	
Чрез ролка (двупосочно действие)	
Чрез лост с ролка (еднопосочно действие)	

3. Електрическо управление чрез електромагнит

С една действаща бобина	
С две еднопосочно действащи бобини	
С две противодействащи бобини	

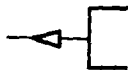
4. Пневматично управление

Директно управление:

Чрез натоварване



Чрез разтоварване



Чрез разлика в наляганията



Индиректно управление:

Чрез натоварване на главния разпределител
от предупредяващ разпределител

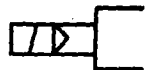


Чрез разтоварване на главния разпределител
от предупредяващ разпределител



5. Комбинирано управление

Чрез електромагнит и предупредяващ
(пилотен) разпределител

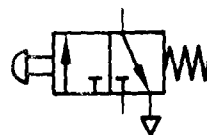


Чрез електромагнит или предупредяващ
разпределител



Пример 1:

3/2 - разпределител, управляван от бутон; нулевата позиция се реализира с пружината



Пример 2:

4/2 - разпределител, директно управляван с налягане; нулевата позиция се реализира от пружина (пружинно връщане)



Според продължителността на времето за управление се различават:

1. Продължително управление

Разпределителят се управлява ръчно, механично, пневматично или електронно за всяка позиция освен нулевата. Нулевата позиция се получава ръчно или механично с пружина.

2. Моментно (импулсивно) управление

Разпределителят се задействува чрез импулс. Превключването става при задаване на обратен импулс.

7.2.3. Конструктивни особености на разпределителите

Конструктивната концепция на разпределителя е от изключително значение за надеждността, силата на задействуване, възможността за управление, присъединителните възможности и монтажните размери.

Съгласно вида на конструкцията се различават:

Клапанни разпределители	сачмено-клапанни тарелково-клапанни
Шибърни разпределители	плунжерни с плосък шибър въртящи с плосък шибър

7.2.4. Клапанни разпределители

Присъединителните отвори се отварят или затварят посредством сачми, тарелки, пластинки или конусни затвори. Уплътняването на седлото на клапана се извършва по прост начин, най-често с еластичен уплътнител. Седловинните разпределители съдържат по-малко износващи се детайли и затова по-дълъг живот. Те не са чувствителни към замърсяване и са надеждни.

Сачмени клапанни разпределители

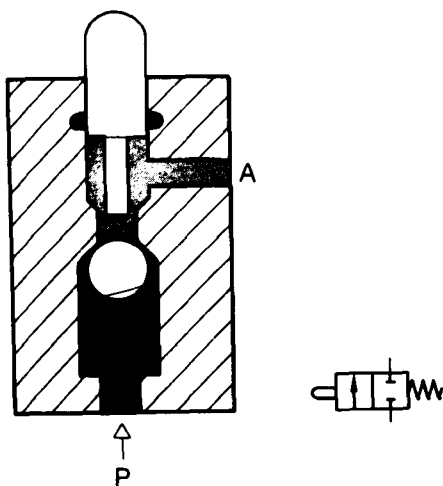
Сачмените седловинни разпределители са съвсем прости по конструкция и поради това имат изгодни цени. Характеризират се с малки размери.

Сачмата се притиска към седлото на клапана посредством пружина и сгъстеният въздух не може да протича от напорното отворстие Р към работния изход А. Чрез задействуване на пръта на вентила сачмата се отделя от седлото. При това трябва да се преодолее силата от възвратната пружина и от налягането на сгъстения въздух. Тези разпределители се наричат 2/2 - (двупътни двупозиционни), защото имат 2 позиции (отворено-затворено) и две управлявани присъединения (Р и А).

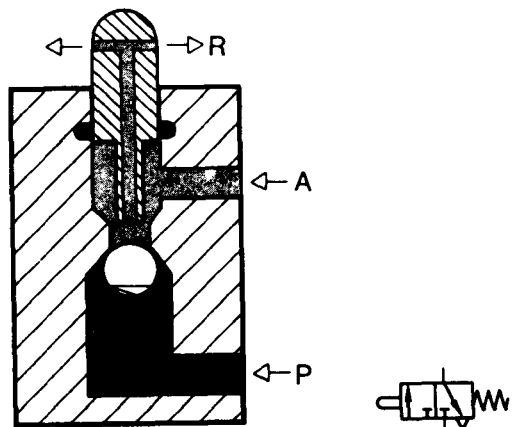
С вентилиране през пръта същият се прилага като 3/2 - разпределител.

Управлението на разпределителя може да бъде ръчно или механично.

Фиг. 88. 2/2 - разпределител



Фиг. 89. 3/2 - разпределител

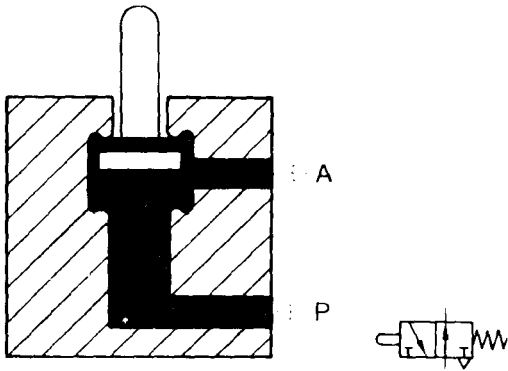


Тарелкови клапани разпределители

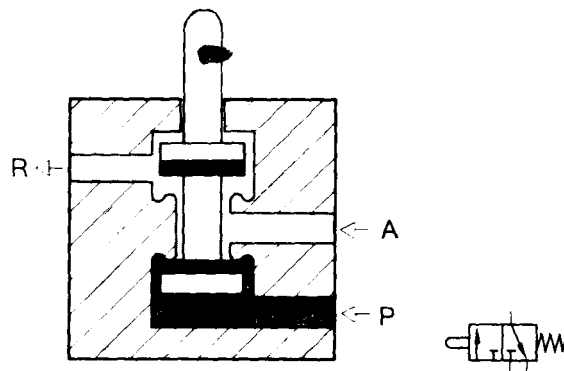
Показаният на фиг. 90 разпределител е изграден на принципа на тарелковия клапан. Това осигурява добро и просто уплътняване. Времето за сработване е кратко и се освобождава по-голямо сечение на протичащия въздух при по-малко преместване на тарелката. Както и при сачмените клапани разпределители, те са нечувствителни към замърсяване и имат дълъг експлоатационен живот.

При задействане на пръта се свързват едно с друго и трите присъединителни отвори: Р, А и R. В резултат при пълзящо движение на тарелката голямо количество сгъстен въздух изтича в атмосферата преди да е извършил работа. При това се касае за разпределители с отрицателно припокриване.

Фиг. 90. 3/2 - разпределител нормално отворен



Фиг. 91. 3/2 - разпределител нормално затворен



Разпределителите на принципа на единичния тарелков клапан имат положително припокриване, при което липсва загуба на въздух при включването (фиг. 92).

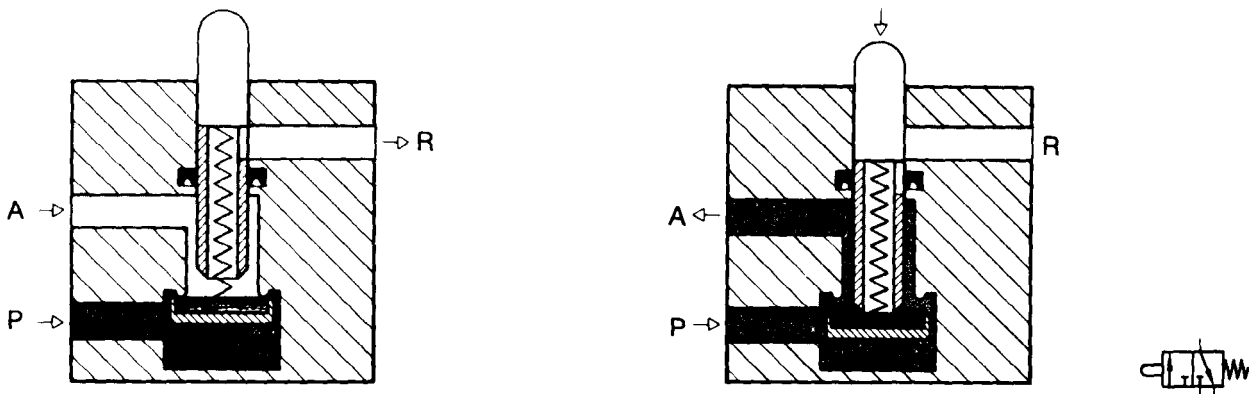
Чрез влизането в действие на пръта се блокира първото пропускане на въздух от А към R, защото прътът опира върху тарелката. При по-нататъшното натискане тарелката се отделя от седлото. Сега вече сгъстеният въздух може да протича от Р към А. Връщането в нулевата позиция се осъществява чрез възвратна пружина.

3/2 - разпределители се прилагат за управление на еднодействащи цилиндри или за пътни сигнализатори.

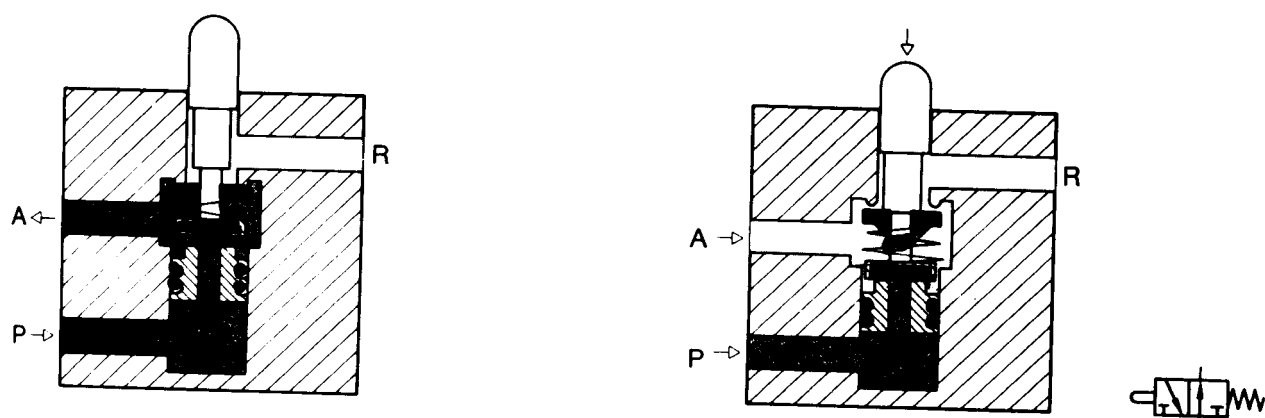
При разпределител в изходна позиция (от Р към А - отваряне) задействането освобождава чрез тарелката връзката от Р към А. При по-нататъшното натискане на лоста втора тарелка отваря уплътнителното седло от А към R. Въздухът може да изтича през R. При освобождаване на лоста буталото с двете уплътнителни тарелки посредством вградената възвратна пружина се връща в изходно положение.

Управлението на разпределителите може да се осъществи ръчно, механично, електрично или пневматично.

Фиг. 92. 3/2 - разпределител (нормално затворен)



Фиг. 93. 3/2 - разпределител (нормално отворен)

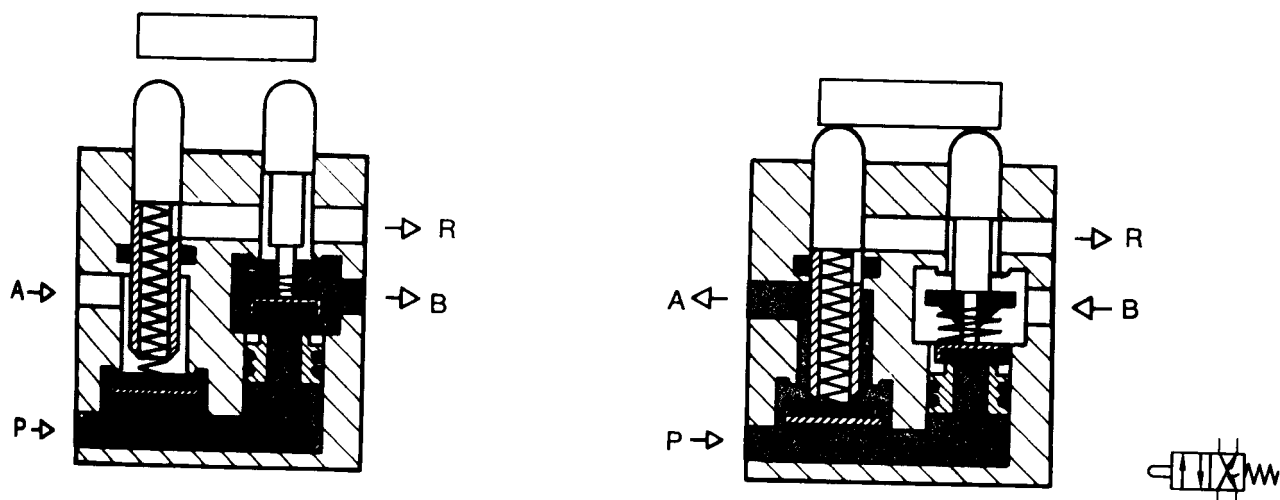


Един 4/2 - разпределител на тарелково-седловинен принцип е комбинация на два 3/2 - разпределителя (единият е нормално отворен, а другият - нормално затворен).

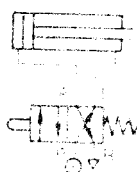
На фиг. 94 Р е свързан с В, а А с R. При едновременното задействуване на двата лоста се затварят пътищата от Р към В и от А към R. При по-нататъшното натискане на лостовете срещу възвратните пружини се свързват Р с А и В с R.

Разпределителят е с положително припокриване и се връща чрез пружината в нулева позиция. Тези разпределители се прилагат предимно за двойнодействащи цилиндри.

Фиг. 94. 4/2 - разпределител



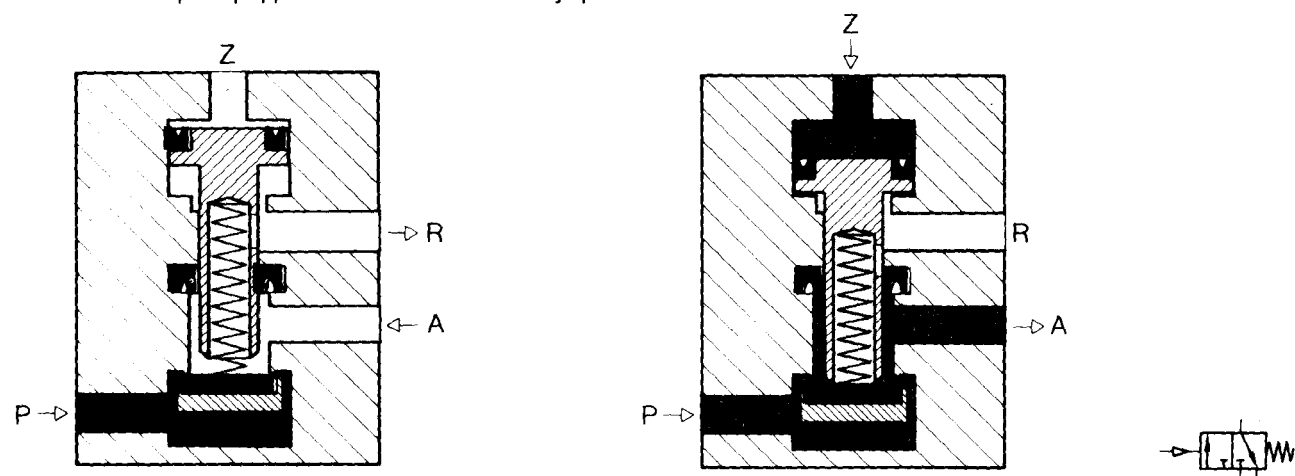
Фиг. 95. Схема на свързване 4/2 - разпределител



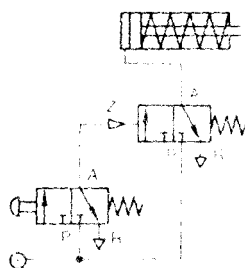
Пневматично управляван 3/2 - разпределител (тарелков клапан)

Посредством изтласкването на управляващото бутало срещу възвратната пружина със сгъстен въздух от присъединителното отворствие Z, стъблото на разпределителя се превключва (вж. фиг. 96). Присъединителните отвори Р и А се съединяват. След свързване на отвор за управление Z с атмосферата, буталото за управление се довежда в изходно положение посредством вградена пружина. Тарелката затваря връзката от Р към А. Сега вече е възможно свързването на изхода А с атмосферата.

Фиг. 96. 3/2 - разпределител с пневматично управление



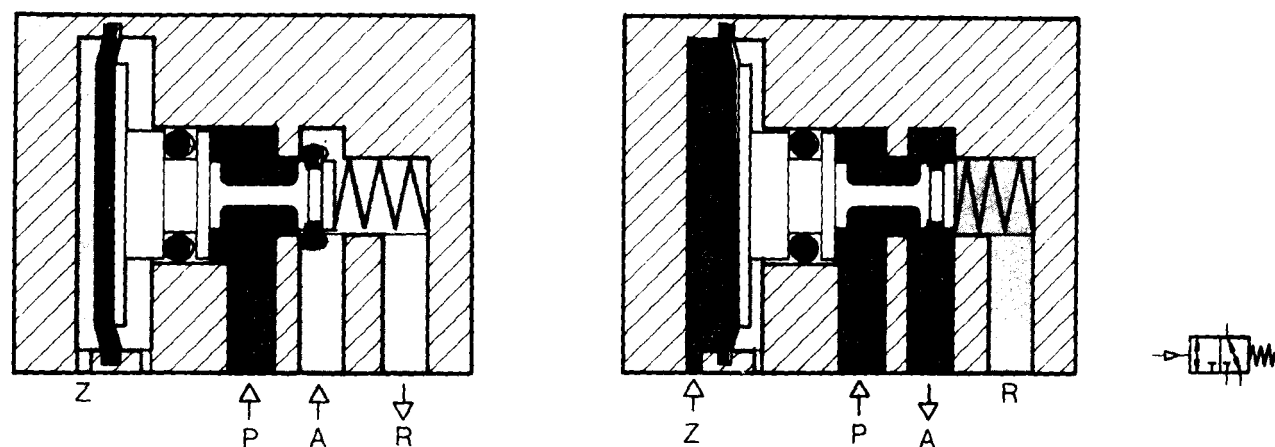
Фиг. 97. Схема на свързване



Друг 3/2 - разпределител на тарелково-клапанен принцип е показан на фиг. 98. Идвайки от присъединителния отвор за управление Z сгъстеният въздух изтласква една мембрана. Свързаното с последната управляващо бутало съединява или изолира едно от друго посредством уплътнителите си отделните присъединителни отвори.

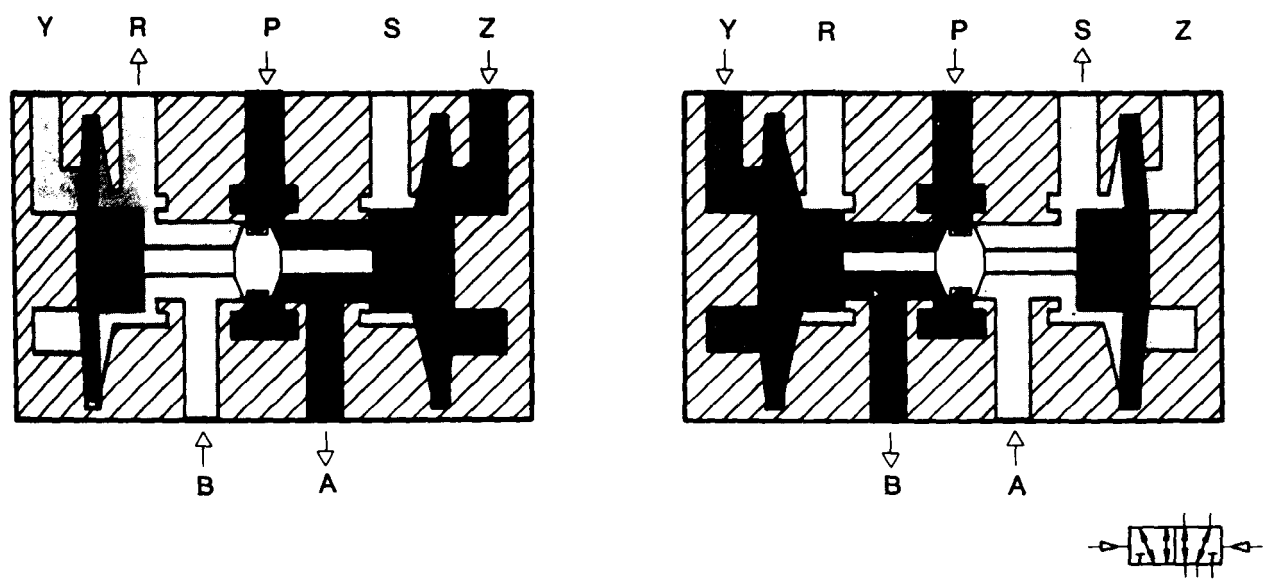
Чрез разменяне местата на присъединителните отворствия Р и R този разпределител може да бъде нормално затворен. Налягането за управление при работно налягане 600 kPa (6 bar) достига до 120 kPa (1,2 bar). Обхватът на работното налягане е от 120 – 800 kPa (1,2 – 8 bar). Нормалният дебит V_N е 100 l/min.

Фиг. 98. 3/2 - разпределител на тарелково-клапанен принцип



На фиг. 99 е показан 5/2 - разпределител. Касае се за разпределител, който функционира на така наречения принцип на висящите тарелки. Той се превключва чрез подаване на сгъстен въздух към двете страни на разпределителя и желаната позиция се запазва до подаване на противодействащия импулс. Посредством изтласкване от налягането управляващото бутало се премества както при плунжерите. В средата на управляващото бутало е монтирана тарелка с пръстен, която съединява или разединява работните тръбопроводи А или В със захранващия отвор Р. Свързването с атмосферата става през R или S. Посредством универсална плоча, която се закрепва към разпределителя; е възможна бърза смяна на разпределители с различни управления.

Фиг. 99. 5/2 - разпределител (принцип на висящите тарелки)

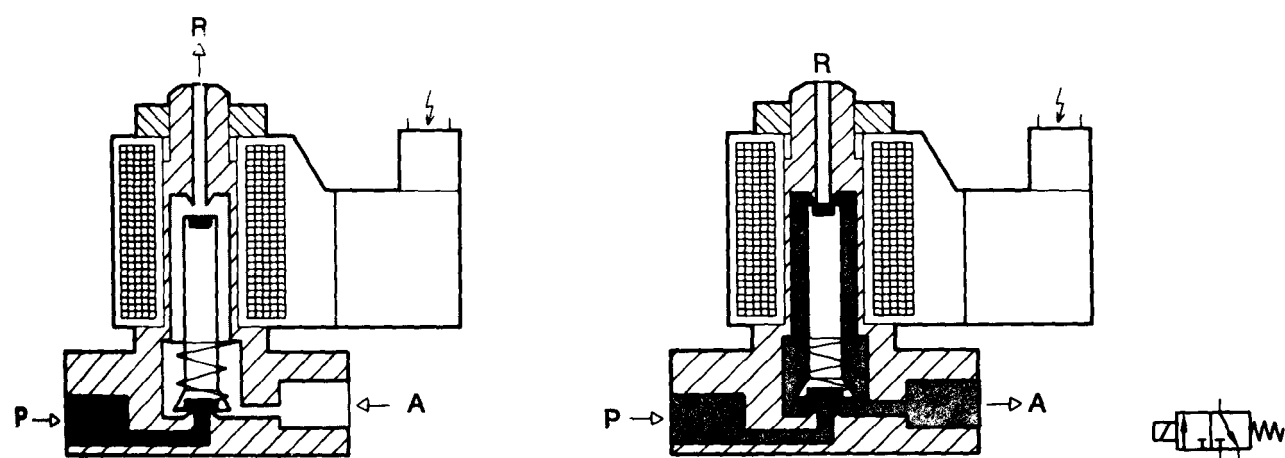


Електромагнитни разпределители

Намират приложение там, където включващият импулс идва от електрическо реле за време, електрически крайни изключватели, датчици за налягане или електронни управляващи устройства. При управления от големи разстояния и при кратки времена за превключване в повечето случаи се избира електрическото управление.

Електромагнитно управляваните разпределители са с директно и индиректно (пилотно) управление. **Директно управляваните** разпределители са приложими само при малки условни отвори, тъй като електромагнитите за по-големи отвори са със значителни размери.

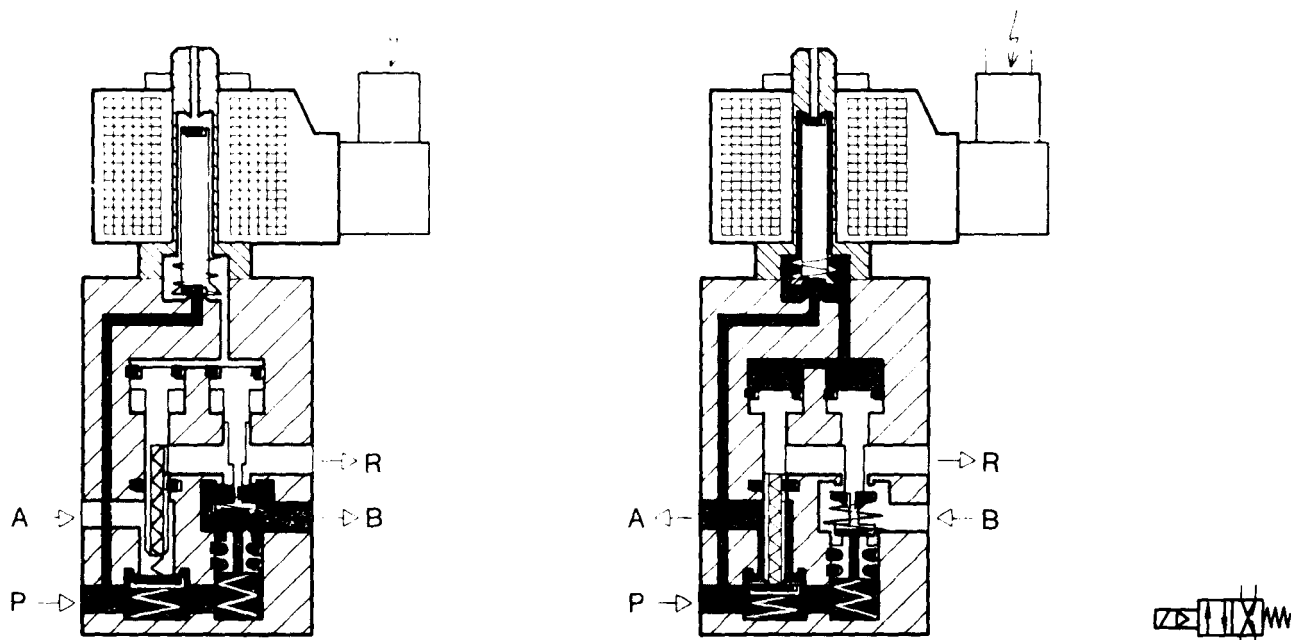
Фиг. 100. 3/2 - разпределител (с електромагнитно управление).



При включване на магнита плунжерът (котвата) се привлича нагоре от силата на пружината. С това се свързват в едно присъединителните отвори Р и А. Плунжерът затваря с обратната си страна изхода R. Ако магнитът се изключи (фиг. 101), плунжерът се притиска в седлото на клапана от пружината и се затваря връзката от Р към А. Работният канал А може да се свърже с атмосферата през R. Този разпределител е с отрицателно припокриване; времето за включване е съвсем кратко.

За да може габаритните размери на електромагнита да останат минимални, се прилагат **предуправляващи** (с пилотно управление) електромагнитни разпределители. Те се състоят от два разпределителя: предупредяващ (пилотен) 3/2 - разпределител с електромагнитно управление и малък условен отвор и главен разпределител с пневматично управление.

Фиг. 101. 4/2 - разпределители (електромагнитен и предупредяващ)



Функциониране:

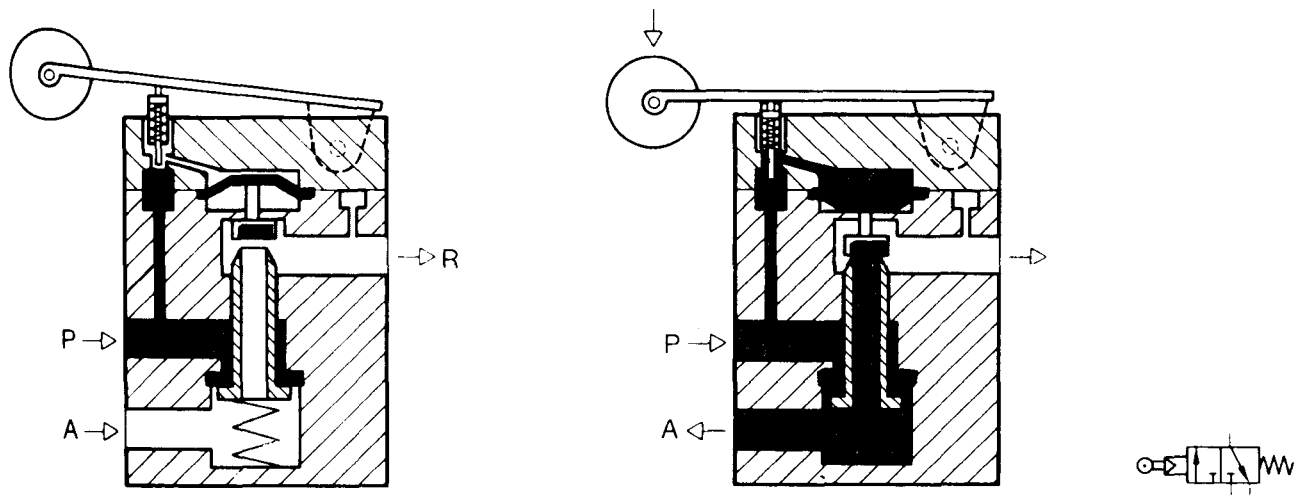
От напорния тръбопровод Р на главния разпределител към седлото на клапана на предупредяващия разпределител води канал. Котвата на електромагнита се притиска към него под действието на пружина. След възбуждането на електромагнита котвата се изтегля и към управляващото бутало на главния разпределител протича въздух. От натиска на въздуха управляващото бутало се придвижва надолу и повдига тарелката на клапана от уплътнителното седло. Съединението между Р и R се затваря, след което съгъстеният въздух може да протича от Р към А, като В се свързва с атмосферата през R. След изключването на електромагнита пружината натиска котвата върху седлото на клапана и прекъсва достъпа на въздуха. Управляващите бутала в главния разпределител се връщат в изходно положение с пружини.

Предуправляем 3/2 - разпределител (тарелково-клапанен принцип)

За да се получи слабо действащо усилие, се предвиждат като предупреждаващи и разпределители с механично управление (пилотни).

Силата на действие на един разпределител за такъв случай на приложение е решаваща. При разглеждания разпределител с условен отвор 1/8" тя възлиза при 600 kPa $\approx$ 1,8 N (180 р).

Фиг. 102. 3/2 - разпределител (нормално затворен)



Функциониране:

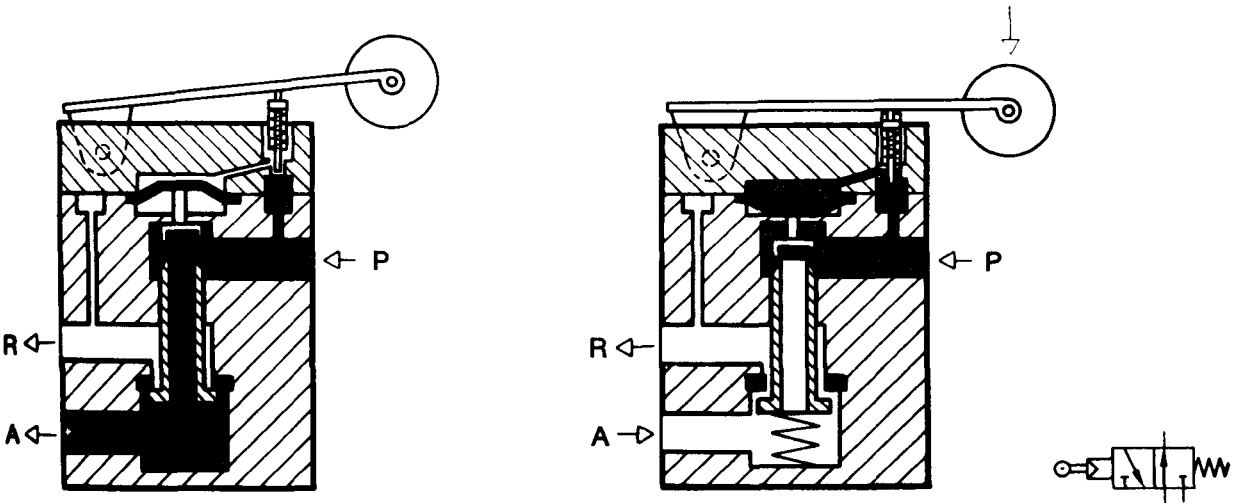
Предуправляващият разпределител е свързан към хранящия отвор R с канал. Ако се действа лостът с ролката, предупреждаващият разпределител се отваря. От изхода му сгъстеният въздух протича към мембраната и придвижва тарелковия клапан надолу.

Превключването на разпределителя става на две фази (такта). След като се затвори връзката от A към R, се отваря тази от P към A. Връщането в нулева позиция става при освобождаване на лоста с ролката (механично управление).

При това връзката към мембраната се затваря, а пространството над нея се свързва с атмосферата; вградена пружина връща управляващото бутало в неговото изходно положение.

Тези разпределители могат да бъдат приложени по избор както като нормално отворени, така и като нормално затворени. Необходимо е да се разменят присъединителните отвори P и R и конструкцията за действие да се обърне на 180°.

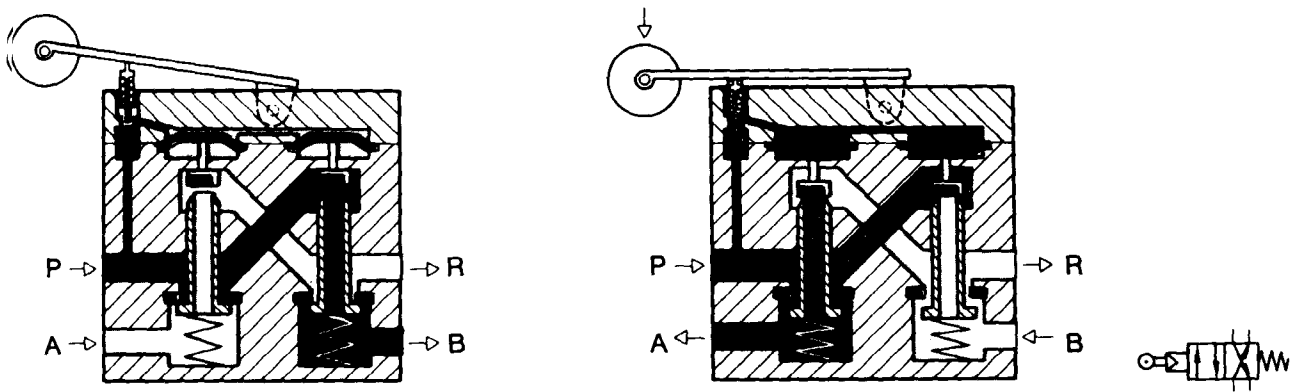
Фиг. 103. 3/2 - разпределител (нормално отворен)



При предуправляемия 4/2 - разпределител през пилотния клапан се управляват от сгъстения въздух две мембрани, като двете управляващи бутала съединяват отделните присъединителни отвори.

Силата на управление не се изменя; тя е 1,8 N (180 р).

Фиг. 104. 4/2 - предуправляем разпределител



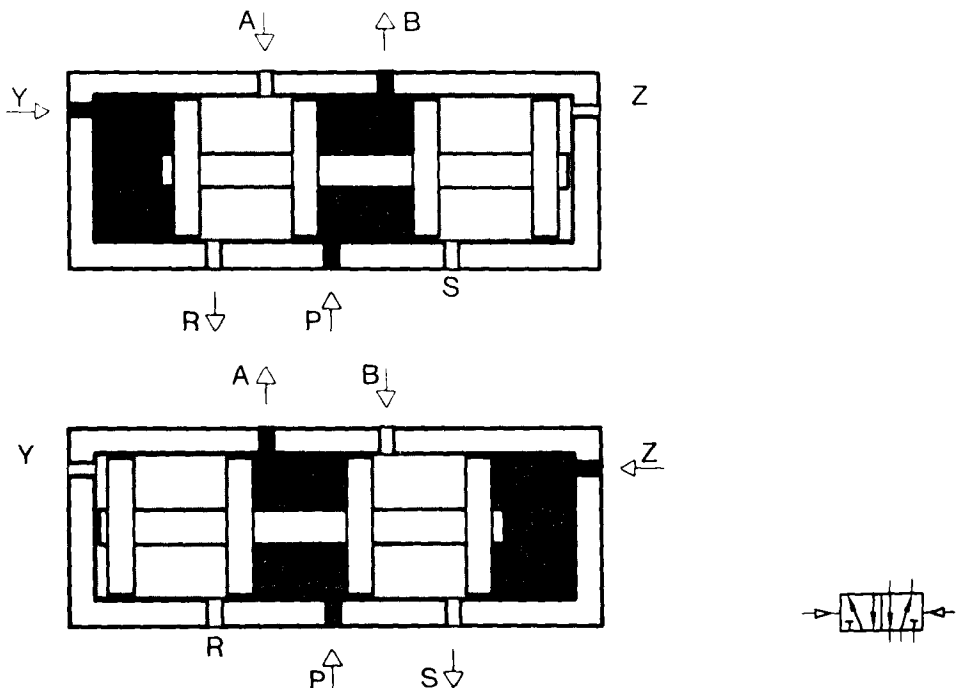
7.2.5. Шибърни разпределители

Отделните присъединителни отвори се съединяват или разединяват един от друг посредством плунжер, плосък шибър или въртящ плосък шибър.

Плунжерни разпределители

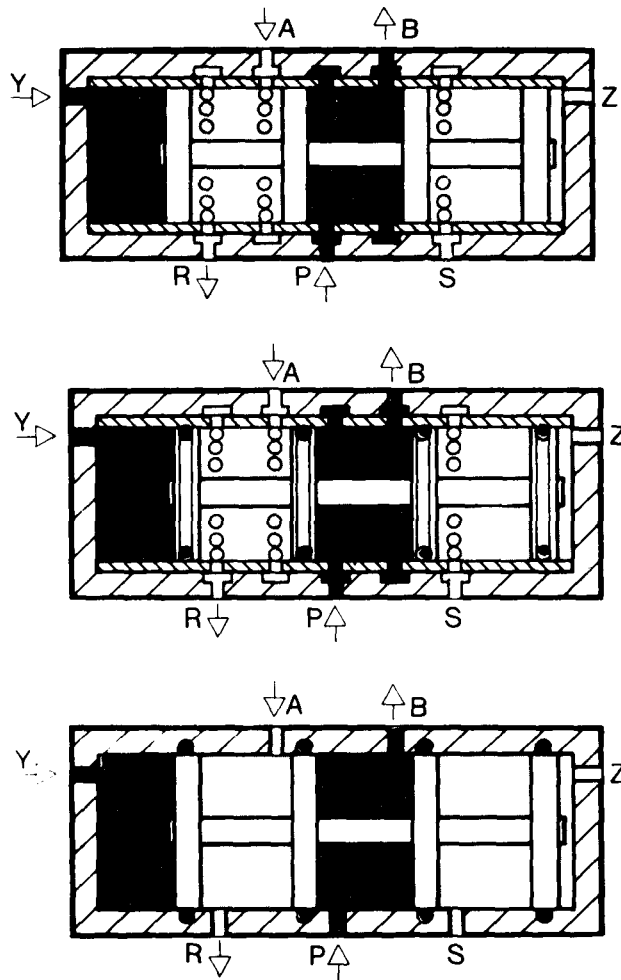
Като елемент за управление на плунжерния разпределител служи плунжер, който свързва или разделя съответните проводни посредством надлъжни движения. Силата за управление е незначителна, защото не се противопоставя на приложен сгъстен въздух или натискова пружина (принципи на сачмата или тарелката). При тях са възможни всички видове управления, в т.ч. ръчно, механично, електромагнитно или пневматично. За връщането на разпределителя в нулева позиция (положение) могат да бъдат приложени същите видове управления. Дължината на хода е значително по-голяма, отколкото при клапанните разпределители.

Фиг. 105. 5/2 - разпределител (плунжерен)



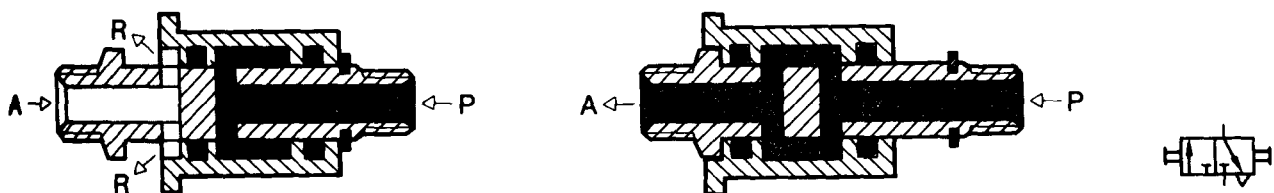
При това изпълнение на плунжерните разпределители уплътняването е проблематично. Известното от хидравликата уплътняване "метал върху метал" изисква точно напасване на плунжера в отвора на тялото. При пневматичните разпределители хлабината между плунжера и отвора трябва да възлиза на не повече от 0,002–0,004 mm, в противен случай обемните загуби са големи. За намаляване на разходите по това трудно напасване, уплътняването на плунжера става с "О"-пръстени, двойни чашкови маншети или пък "О"-пръстените са в тялото. За да се избегне повреда на уплътнителните елементи, отворите във втулката, през които преминават уплътнители, се заместват с няколко с по-малък диаметър.

Фиг. 106. Видове уплътнения между плунжера и тялото



На фиг. 107 е показан опростен плунжерен разпределител с ръчно управление. Посредством изместване на кутия плунжер, Р и А се съединяват, респективно А и R. Този разпределител е с опростена конструкция и се прилага като отварящ (главен разпределител) в пневматичните уреди.

Фиг. 107. Плунжерен разпределител с ръчно управление (3/2 - разпределител)

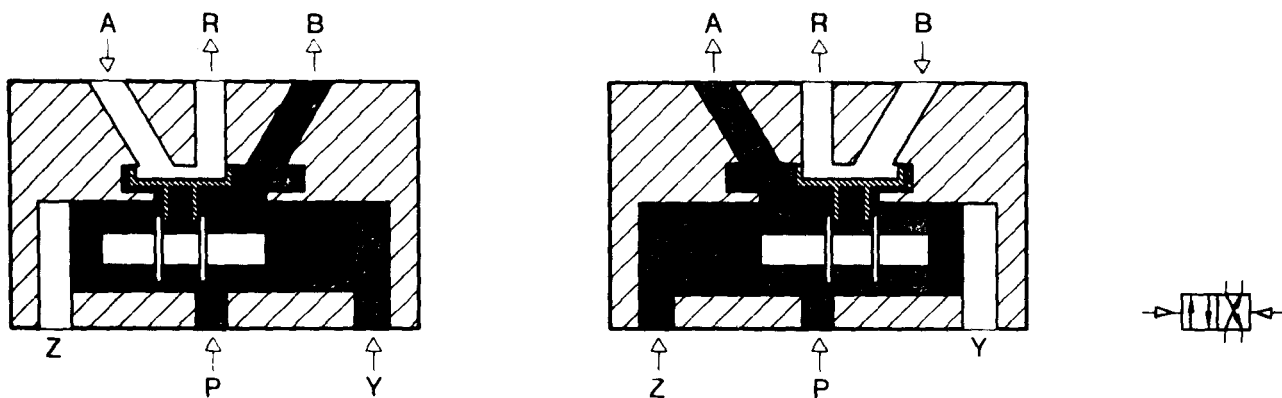


Плунжерни разпределители с плосък шибър

Плунжерните разпределители с плосък шибър съдържат плунжер за управлението на разпределителя. Тръбопроводите обаче се свързват (респективно разделят) един с друг посредством допълнителен плосък шибър. При плъзгането към плоския шибър се гарантира винаги добро уплътняване, тъй като той се самопритиска посредством приложенияя съгъстен въздух и една вградена пружина. Управляващите бутала се уплътняват с О-пръстени. При това те преминават през малки отвори.

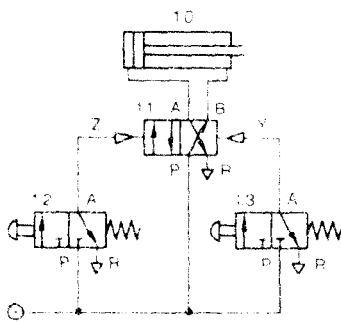
Представеният на фиг. 108 е 4/2 - плунжерен разпределител с плосък шибър. Управлението става **чрез директно въздействие на налягането**. Ако върху плунжера се приложи съгъстен въздух от управляващия отвор Y, то P се съединява с B, а отворът A се свързва с атмосферата през R. Ако съгъстеният въздух се подаде откъм страната за управление Z, тогава P се съединява с A, а отворът B се свързва с атмосферата през R. При неподаване на съгъстен въздух от управляващия сигнал, плунжерът остава в заетата вече позиция, докато към противоположната управляваща страна не се подаде сигнал.

Фиг. 108. Плунжерен разпределител с плосък шибър (4/2 - разпределител)
Двустранно пневматично управление



Двустранно пневматично управление

Схема на свързване - импулсно управление с повишаване на налягането.

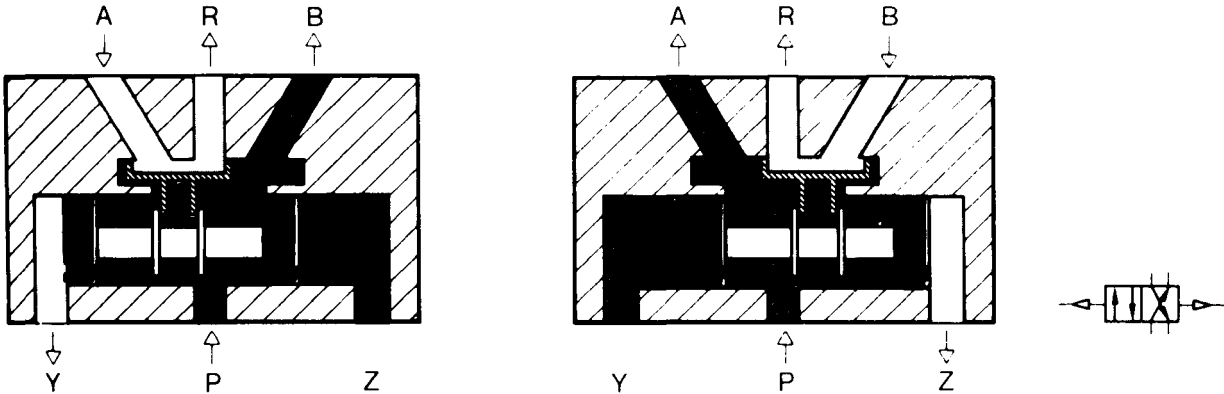


Известен е плунжерен разпределител с плосък шибър, който по начина на задействуване се различава от гореизложения. Това е импулсен клапан с **разтоварване на налягането**. Затова на двете бутала на плунжера са пробити два отвора, които са свързани със захранващия отвор P. Ако е налице съгъстен въздух на присъединителния отвор P, плунжерът се притиска от двете страни - състояние на равновесие. Ако се отвори присъединителният отвор за управление Y, от тази страна възниква понижаване на налягането. Откъм противоположната страна Z обаче остава по-високо налягане, което измества плунжера към страната, свързана с атмосферата. Напорното присъединително отворстие P е свързано с работното B, а A - с отвора

за атмосферата R. След затваряне на присъединителното отверстие за управление, налягането в това пространство наново се повишава, като плунжерът остава в завареното положение, докато последва отварянето при присъединителния отвор Z – за управление в другата посока. При последното вторият работен отвор A се свързва със захранващия отвор P, а B – с R.

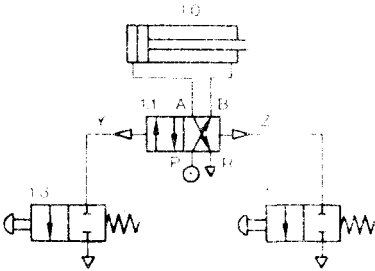
Управлението на тези разпределители е просто и евтино. Те обаче не са сигурни, тъй като при спукване на тръбопровод разпределителят се самопревключва. Във всеки отделен случай управленията и допълнителните изисквания не могат да бъдат решени. При различни дължини на управляващите тръбопроводи, захранването с въздух на присъединителния отвор може да доведе до самоволно превключване. За да се осигури безотказно превключване, обемите на управляващите камери по възможност трябва да бъдат минимални.

Фиг. 109. Плунжерен разпределител с плосък шибър (4/2 - разпределител)
Управление посредством разтоварване на налягането



Двустранно пневматично управление посредством разтоварване на налягането от двете страни

Схема на свързване: Импулсно управление с разтоварване на налягане



Разпределители с въртящ плосък шибър

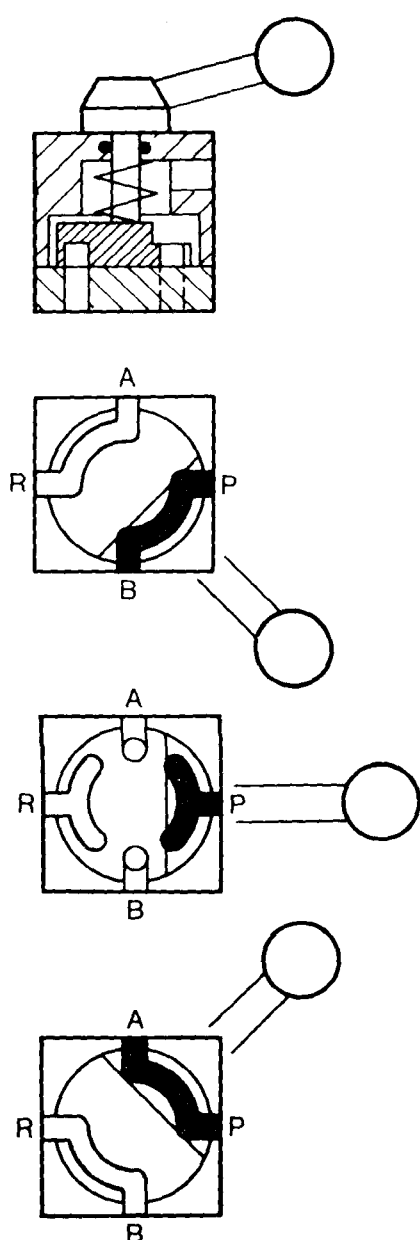
Разпределителите с въртящ плосък шибър се произвеждат най-често само за управление с ръка или крак. Другите управления не са изгодни и рядко се прилагат. Въртящите разпределители с плосък шибър се изпълняват предимно като 3/3 или 4/3 - пътни вентили. Посредством завъртането на двете шайби каналите се свързват един с друг.

На фиг. 110 се вижда, че в изходна позиция всички отвори са затворени. Поради това буталният прът на цилиндъра остава в покой при всяко положение от обхвата на хода, но междинните положения на буталния прът не могат точно да се фиксират. Поради свиваемостта на сгъстения въздух при промяна на външното натоварване (полезното съпротивление), буталният прът ще заеме друго положение.

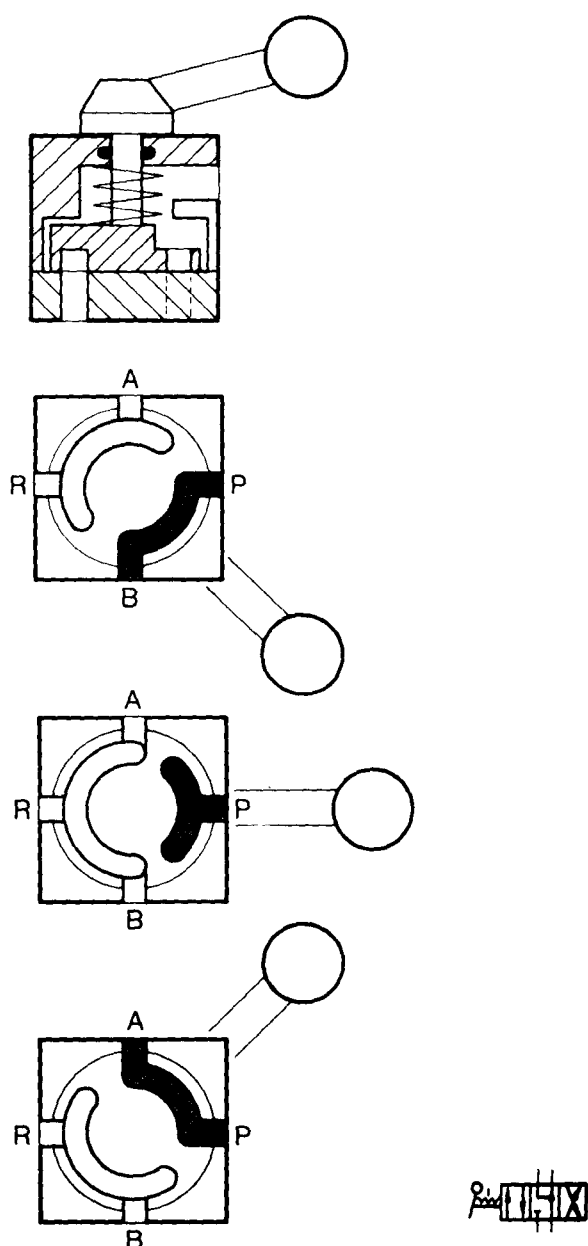
Чрез удължаване на каналите в шайбите се постига друг вид изходна позиция.

На фиг. 111 се вижда, че всички отвори с изключение на захранващия са свързани с атмосферата. В такова изходно положение буталото, посредством външна сила, може да бъде поставено в желаното положение. Става дума за нефиксирана плуваща позиция.

Фиг. 110. Разпределител с въртящ плосък шибър



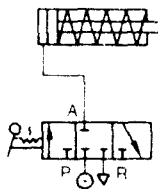
Фиг. 111. Разпределител с въртящ плосък шибър (в изходна позиция изходите са свързани с атмосферата)



Еднодействащият цилиндър се управлява чрез 3/3 - разпределител.

Изходната позиция е затворена.

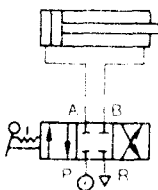
Еднодействащият цилиндър трябва да бъде спрял между задното и предното крайно положение. В изходната позиция на разпределителя се затварят присъединителните отвори А и Р.



С 4/3 - разпределител се управлява двойнодействащ цилиндър.

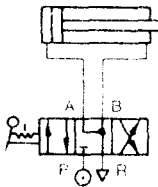
Междинната позиция е затворена.

Както при по-горния пример, но за двойнодействащ цилиндър.



При това управление се касае за 4/3 - разпределител.

В междинната позиция двата работни отвора (към изпълнителния орган) са свързани с атмосферата, което означава, че работните пространства на цилиндъра са без налягане. Възможно е движение на буталния прът с ръка.



7.2.6. Пропускателна способност на разпределителите

Загубите на налягане и пропуснатото количество въздух при пневматичните разпределители са важни показатели за потребителите. При това изборът на разпределителите зависи от:

- обема и скоростта на цилиндъра;
- изискваната честота на включване;
- допустимото понижение на налягането.

При това е необходимо пневматичните разпределители да бъдат обозначавани с тяхната номинална пропускателна способност $\dot{V}_N$. При изчисляване на пропускателната способност трябва да се вземат под внимание различни фактори.

Те са:

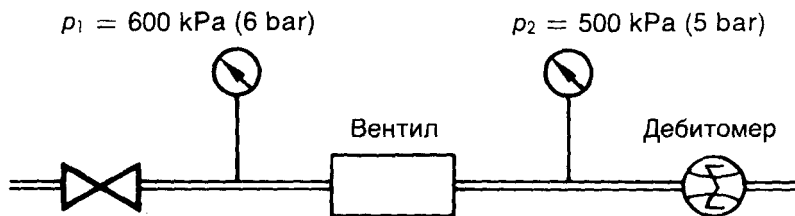
- p_1 = налягане на входа на клапана (kPa/bar);
- p_2 = налягане на изхода на клапана (kPa/bar);
- Δp = разлика в налягането ($p_1 - p_2$) (kPa/bar);
- T_1 = температура (K);
- $\dot{V}_N$ = нормална пропускателна величина (l/min);

При измерването разпределителят пропуска въздуха в едната посока. Известно е входното налягане. Налягането на изхода се измерва. От разликата на тези две стойности се получава разликата в налягането Δp . С дебитомер се измерва пропуснатия въздух.

Величината $\dot{V}_N$ е еталонна величина, изведена при 600 kPa (6 bar) налягане, пад на налягането $\Delta p = 100 \text{ kPa}$ (1 bar) и температура 293 K (20°C). Ако се работи с други налягания, падове на наляганията и температура, се пресмята с величината V_N .

За да се избегне продължителна изчислителна работа, стойностите могат лесно да се отчетат от дадената номограма. С примери трябва да се покаже отчитането по номограмата.

Фиг. 112.



Употреба на диаграма за изчисляване на пропускателната способност

- 1 етап Чрез съединяване на осите А и С с дадените величини върху оста В се получава точка на пресичане. Тази пресечна точка е необходима за отчитане на количеството пропуснат въздух V_N .
- 2 етап Величината $Z = 1$ на оста В и желаната величина $\dot{V}_N$ на оста D се съединява с права линия.
- 3 етап Прекарва се една успоредна на тази линия през по-рано засечената пресечна точка на оста В. Така се получава търсената величина V_N на оста D.

Пример 1:

Дадени са: $p_1 = 800 \text{ kPa}$ (8 bar) $\Delta p = 20 \text{ kPa}$ (0,2 bar)
 $p_2 = 780 \text{ kPa}$ (7.8 bar) $\dot{V}_N = 200 \text{ l/min}$

Търси се: количеството пропуснат въздух V_N

Решение: $\Delta p = 20 \text{ kPa}$ (0,2 bar) на оста А се съединява с 880 kPa (8.8 bar) на оста С. (Тук трябва винаги да се въвежда абсолютното налягане).
 Следващият етап е съединяването на величината $Z = 1$ на оста В и величината 200 на оста D. Прекарваме успоредна на тази линия през пресечната точка 0,55 на оста В. На оста D може да се отчете величина около **110 l**.

Пример 2:

Дадени са: $p_1 = 700 \text{ kPa}$ (7 bar) $\Delta p = 100 \text{ kPa}$ (1 bar)
 $p_2 = 600 \text{ kPa}$ (6 bar) $\dot{V}_N = 920 \text{ l/min}$

Търси се: количеството пропуснат въздух V_N

Решение: $\Delta p = 100 \text{ kPa}$ (1 bar) на оста А се съединява с 700 kPa (7 bar) на оста С (абсолютно налягане).
 Величината $Z = 1$ се съединява с $\dot{V}_N = 920 \text{ l/min}$. Успоредната през получената пресечна точка дава количество пропуснат въздух V_N от **1080 l**.

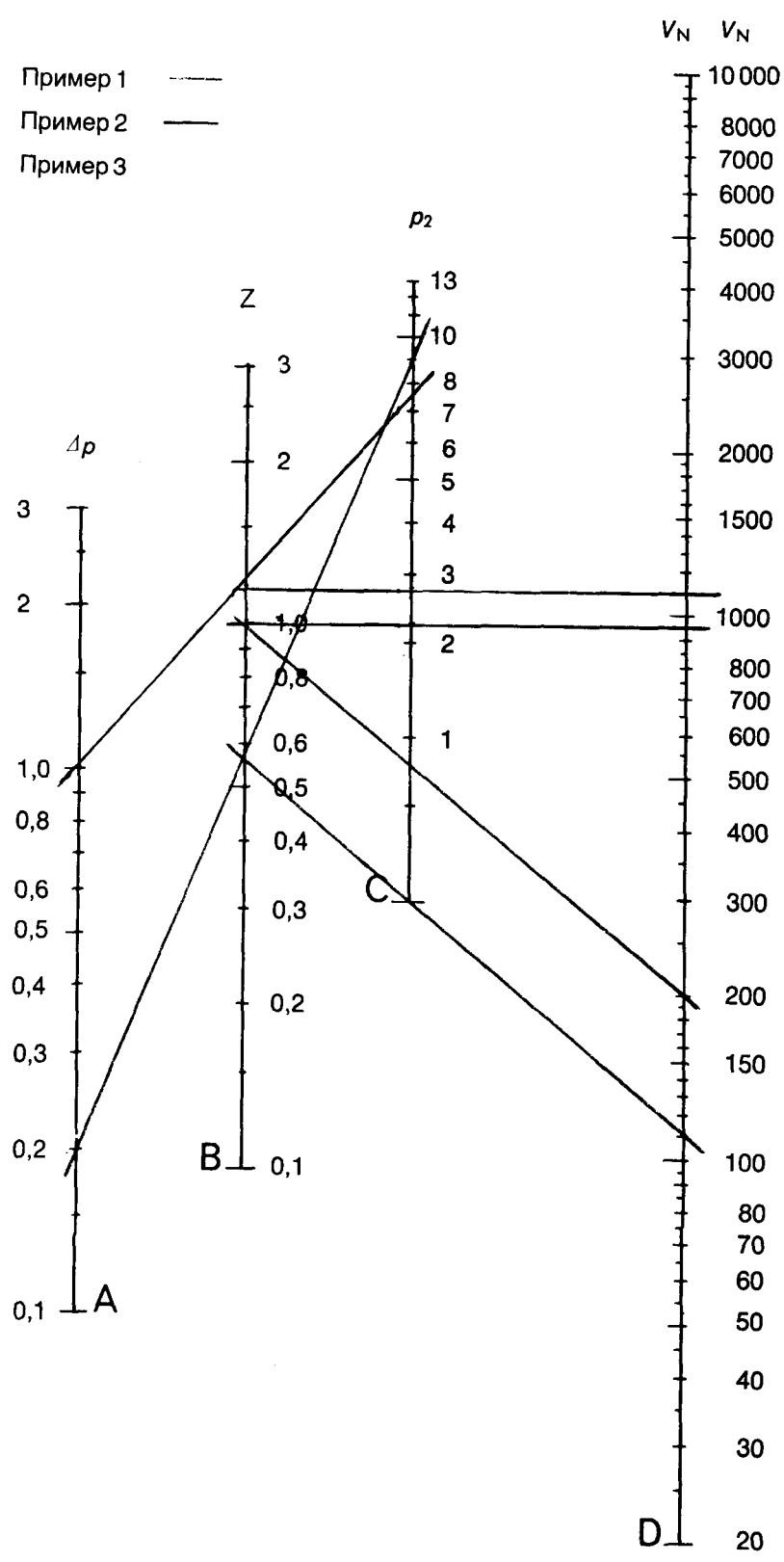
Пример 3:

Дадени са: $p_1 = 1000 \text{ kPa}$ (10 bar) $\Delta p = 200 \text{ kPa}$ (2 bar)
 $p_2 = 800 \text{ kPa}$ (8 bar) $\dot{V}_N = 1250 \text{ l/min}$

Търси се: количеството пропуснат въздух V_N

Решение: $\Delta p = 200 \text{ kPa}$ (2 bar) на оста А се съединява с 900 kPa (9 bar) на оста С (абсолютно налягане).
 Величината $Z = 1$ се съединява с $\dot{V}_N = 1250 \text{ l/min}$. Успоредната през получената пресечна точка на оста В дава количеството пропуснат въздух $V_N = \mathbf{2350 \text{ l}}$.

Фиг. 113. Диаграма за пресмятане на пропуснатия въздух



7.3. Затварящи клапани

Затварящите клапани са уреди, които прекъсват протичането в едната посока и го пропускат свободно в противоположната. Налягането натоварва откъм страната на изхода притварящия затвор и с това поддържа уплътнителното действие на клапана.

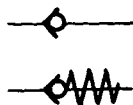
7.3.1. Обратни клапани

Обратните клапани могат напълно да прекъснат протичането в едната посока, докато в противоположната въздухът протича с незначителни загуби на налягане. Затварянето в едната посока може да се осъществи посредством конус, пластина или мембрана.

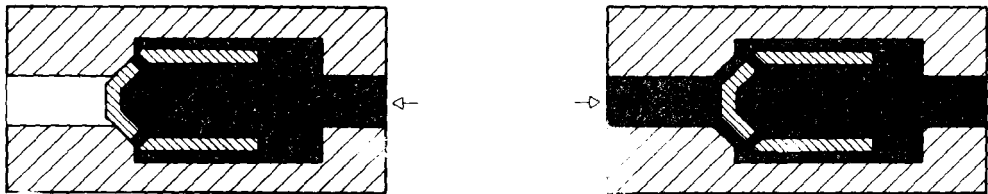
Условно означение :

Клапан, който се затваря посредством действаща върху притварящия затвор сила.

С противоположен натиск: например пружина с притварящ пръстен, ако налягането на изхода е по-високо или еднакво с налягането на входа.



Фиг. 114. Обратен клапан

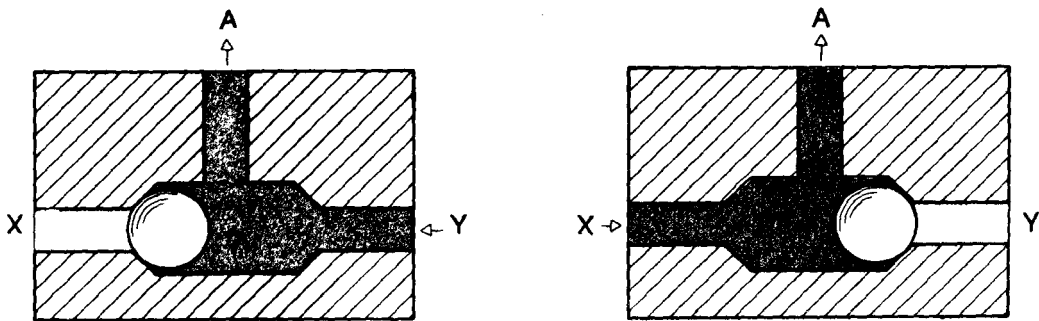


7.3.2. Клапани тип ИЛИ

Те се наричат още двойноуправляеми или двойни обратни клапани.

Тези клапани имат два входа X и Y и един изход A. Ако към входа X се подаде сгъстен въздух, то сачмата уплътнява входа Y и въздухът преминава от X към A. Обратно - ако се пропусне въздухът от Y към A, входът X е затворен. При обратното преминаване на въздуха, което означава, че един цилиндър (или разпределител) се свързва с атмосферата, сачмата остава според посоката на налягането в заетото отпреди положение.

Фиг. 115. ИЛИ клапан



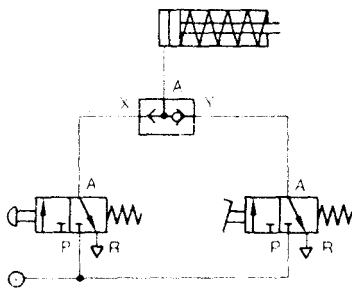
Клапанът познат като ИЛИ елемент разделя сигналите от сигнализаторите, които са подадени от различните места и възпрепятства протичането на въздуха през втори сигнализатор.

Ако трябва да се задействува един цилиндър или разпределител от две или повече места, тогава трябва да бъде вграден ИЛИ клапан.

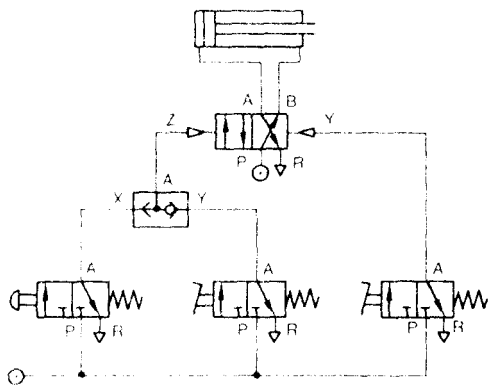
Пример:

Цилиндър трябва да изтегли буталния си прът чрез управление с ръка или крак.

Управление на еднодействащ цилиндър



Управление на двойнодействащ цилиндър



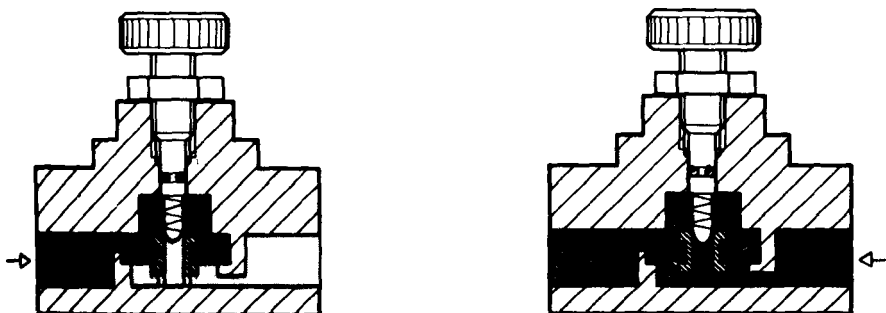
7.3.3. Дросел с обратен клапан

Известен е също под името клапан за регулиране на скоростта. При дросела с обратен клапан дроселирането е само в едната посока. Обратният клапан затваря протичането на въздуха така, че той може да протича само през настроеното сечение. В противоположната посока въздухът може да преминава свободно през отворения обратен клапан.

Тези клапани се вграждат за регулиране на скоростта на пневматичните цилиндри.

Известни са две основни схеми на дроселиране при двойнодействащите цилиндри. По възможност дроселите с обратни клапани трябва да бъдат монтирани директно към цилиндрите.

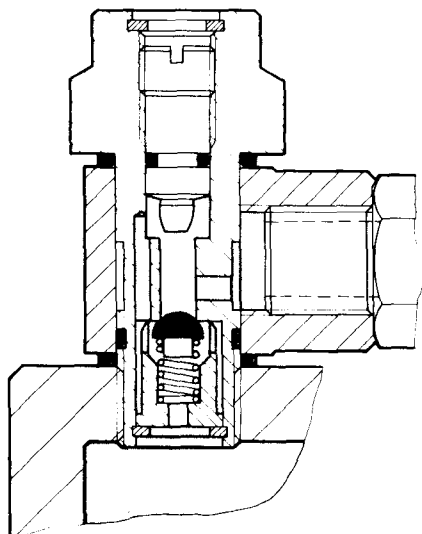
Фиг. 116а. Дросел с обратен клапан



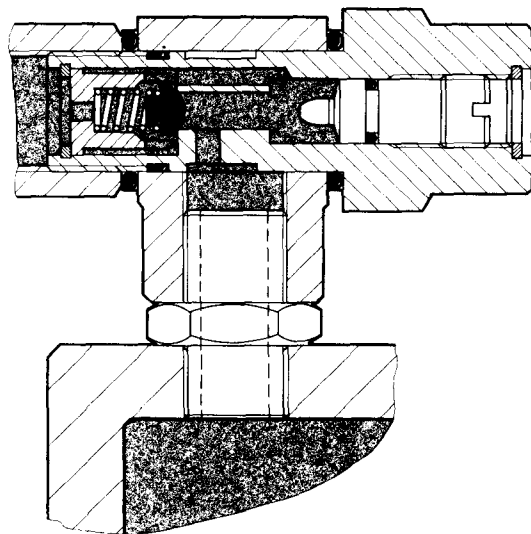
Една принципно друга конструкция е показана на следващата фигура. При тази конструкция функционирането остава същото, само затварянето на протичащия въздух не се осъществява от мембрана. Уплътняването се извършва с уплътнителен клапан (затвор) с полукръгла глава. Вграждането на тези дросели с обратни клапани става директно към цилиндъра. Могат да се използват за дроселиране както на изхода, така и на входа. При последното трябва да бъдат вградени допълнително още два свързващи елемента.

Фиг. 1166. Дросел с обратен клапан

Дроселиране на изхода



Дроселиране на входа

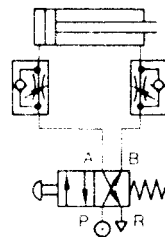
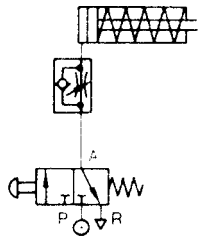


Дроселиране на входа

При дроселиране на входа дроселите с обратните клапани на вградени така, че се дроселира въздухът, постъпващ към цилиндъра. Изтичането от камерата на цилиндъра, съединена с атмосферата, се осъществява свободно през обратния клапан. При най-малките колебания на натоварването на буталния прът, каквито са например срещаните при преминаването на пътен краен изключвател, се получава много голяма неравномерност на скоростта на преместването. Затова дроселирането на входа се прилага при еднодействащите цилиндри и при тези с малки по обем работни пространства.

Дроселиране на изхода

При дроселирането на изхода въздухът се подава безпрепятствено към цилиндъра и се дроселира изтичащия въздух. При това буталото е притиснато между две въздушни възглавници. Такова свързване на дроселите с обратни клапани подобрява съществено параметрите на преместването. Затова при двойнодействащите цилиндри трябва винаги да се прилага "дроселиране на изхода". При цилиндри с малки по обем работни пространства и къси ходове, повишаването на налягането в камерата за изпускане не става достатъчно бързо, поради което може да се комбинира "дроселирането на входа" с "дроселиране на изхода".



Дросел с обратен клапан (с механично-регулируем дросел)

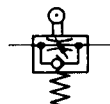
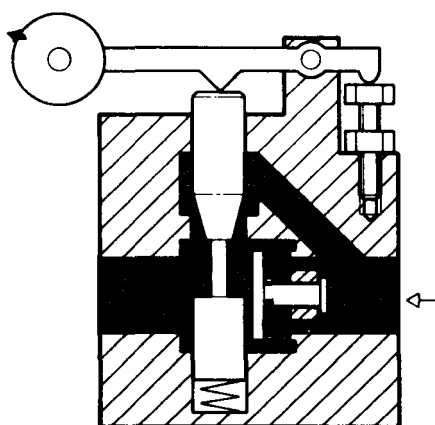
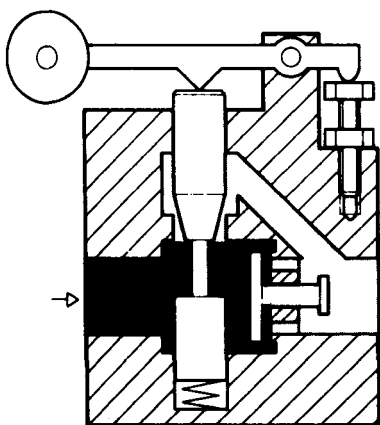
Този клапан се прилага в случаите, когато скоростта на буталото при еднодействащите или двойнодействащите цилиндри трябва да се изменя през време на движението.

При двойнодействащите цилиндри този клапан може да се вгради за демпфериране в края на входа. В последния случай кинетичната енергия на буталото се поглъща чрез своевременно притваряне, респективно намаляване на сечението на пропускане. Прилага се, когато е необходимо усилено демпфериране в крайно положение.

Чрез регулиращ винт може да се настрои една основна скорост. Посредством криволинеен издатък, чрез който се натиска ролката и лоста сечението на дроселиране се намалява. При обезвъздушаване на работния елемент уплътнителната шайба (тарелката) се отделя от седлото и въздухът може да протича свободно.

Този клапан се прилага и като отварящ, и като затварящ.

Фиг. 117. Дросел с обратен клапан (с механично регулируем дросел)



7.3.4. Бързоизпускащи клапани

Бързоизпускащи клапани служат за повишаване скоростта на цилиндрите. С тях продължителното време за връщане, преди всичко при еднодействащите цилиндри, се съкращава. Клапанът има захранващ присъединителен отвор Р, свързване с атмосферата R и изход А. Ако на присъединителния отвор Р се подаде налягане, тогава клапанът затваря присъединителния отвор към атмосферата R така, че постъпващият въздух под налягане отива към А. Когато отпадне налягане при Р, въздухът, идващ от А, придвижва клапана срещу присъединителния отвор Р и го затваря така, че изтичащия въздух се изпуска в атмосферата. При това същият не трябва да преминава през дълги и тесни тръбопроводи и разпределителя. Целесъобразно е бързоизпускащият клапан да се вгражда по възможност директно или съвсем близо до цилиндрите.

Фиг. 118. Бързоизпускащ клапан

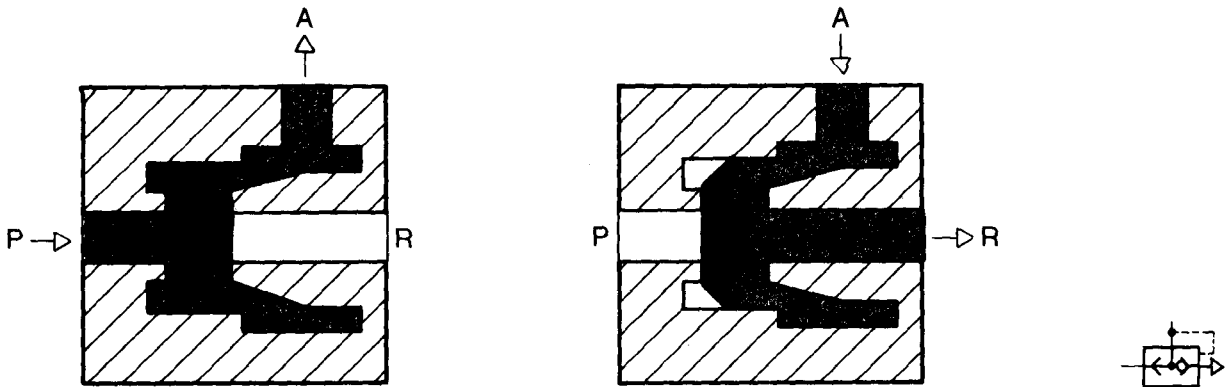
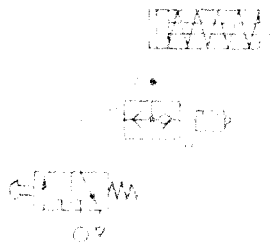


Схема на свързване:



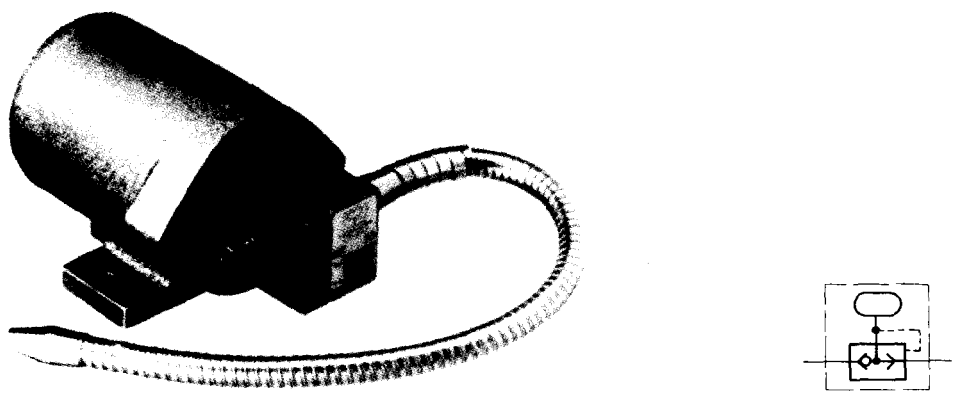
Пневматичен импулсен изхвъргач

В промишлеността сгъстеният въздух вече от дълго време се употребява за издухване и изхвърляне на детайли, като за целта се изразходва значително количество въздух. Противоположно на досегашните методи, при които продължително време се отнема въздух от мрежите, с импулсния изхвъргач може да се работи икономично, когато се касае за резервоар с вграден бързоизпускащ клапан. Обемът на резервоара се нагажда към необходимото количество въздух.

Като сигнализиращ елемент се употребява един 3/2 - разпределител. В изходна позиция клапанът е отворен. Сгъстеният въздух протича през 3/2 - разпределителя и бързоизпускащия клапан в резервоара и го пълни. Чрез задействане на 3/2 - разпределителя протичането към резервоара се прекъсва, а тръбопроводът до бързоизпускащия клапан се вентилира. В този момент въздухът в резервоара изтича рязко през бързоизпускащия клапан в атмосферата. Чрез този концентриран въздушен тласък детайлите могат да се изхвърлят от устройствата и щанцовите инструменти, транспортните ленти, сортировъчните устройства и опаковъчните уреди.

Импулсното издухване се извършва ръчно, механично, пневматично или електропневматично.

Фиг. 119. Импулсен изхвъргач



7.3.5. Клапани тип И

Клапанът И има два входа - X и Y и един изход A. Протичането на сгъстения въздух е възможно само тогава, когато са налице двата входни сигнала. Само сигнал на входа X или на входа Y прекъсва протичането поради нарушеното равновесие на силите, действащи върху клапана. При различно време на подаване на сигналите на входа, крайният получен сигнал се подава към изхода. При разлика в наляганията на сигналите на входа по-високото налягане затваря клапана, а по-ниското достига до изхода A.

Клапанът се означава също като И елемент. Той се прилага преди всичко при блокировки и контролно функциониране, респективно логични връзки.

Фиг. 120. И клапан

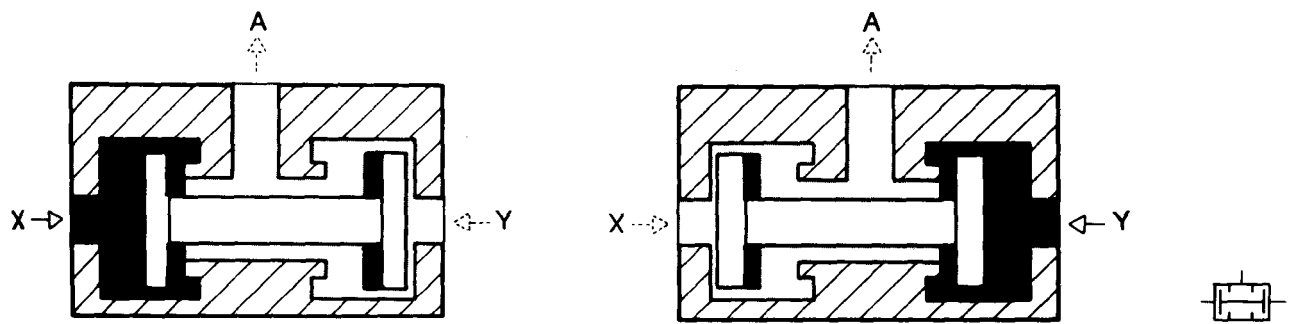
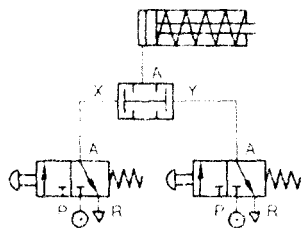


Схема на свързване:



7.4. Клапани за налягане

Клапаните за налягане са елементи, които влияят предимно на налягането, респективно се управляват с налягане. Различават се:

- клапани за регулиране на налягане (регулатори на налягане);
- клапани за ограничаване на налягането;
- включващи клапани.

7.4.1. Регулатори на налягането

Регулаторът на налягането има за задача да поддържа налягането постоянно, което означава, че при колебания на мрежовото налягане настроеното налягане при манометъра трябва да бъде поддържано постоянно към работните и управляващите уреди. Минималното налягане на входа трябва да бъде по-високо от това на изхода.

Регулатори на налягането без отвори за вентилиране

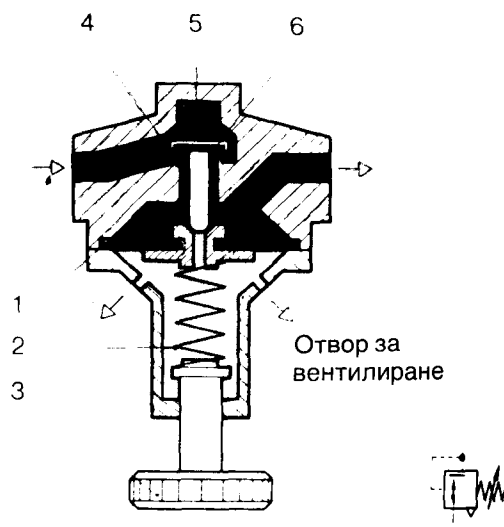
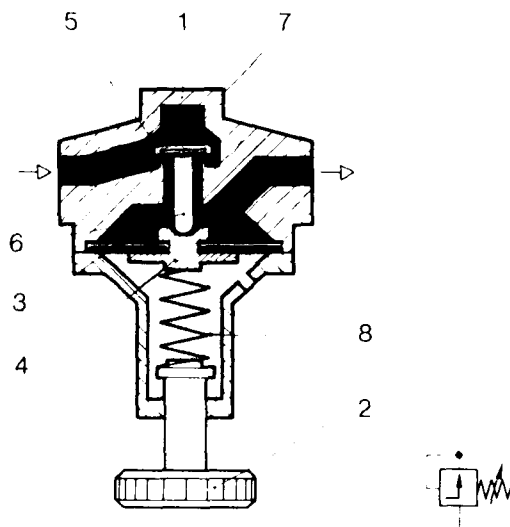
Функционирането на клапана отговаря на описаното в раздел 4.3. Второ легло на клапана в средата на мембраната не е предвидено, поради което не може да се постигне разтоварване при по-високо вторично налягане.

Регулатори на налягането с отвори за вентилиране

Описанието на функционирането им се намира в раздел 4.3. При този вид клапани, противоположно на гореописания е предвидено компенсиране на свърхналягането. През отвора за вентилиране повишеното налягане на вторичната страна се понижава.

Клапан за регулиране на налягането без отвор за вентилиране

Клапан за регулиране на налягането с отвор за вентилиране



7.4.2. Клапани за ограничаване на налягането

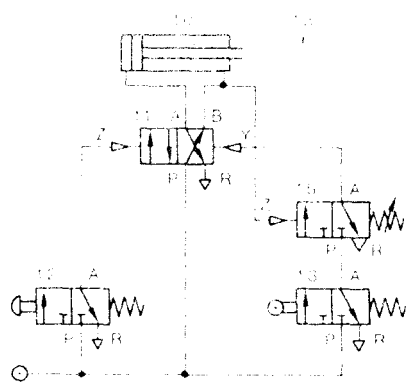
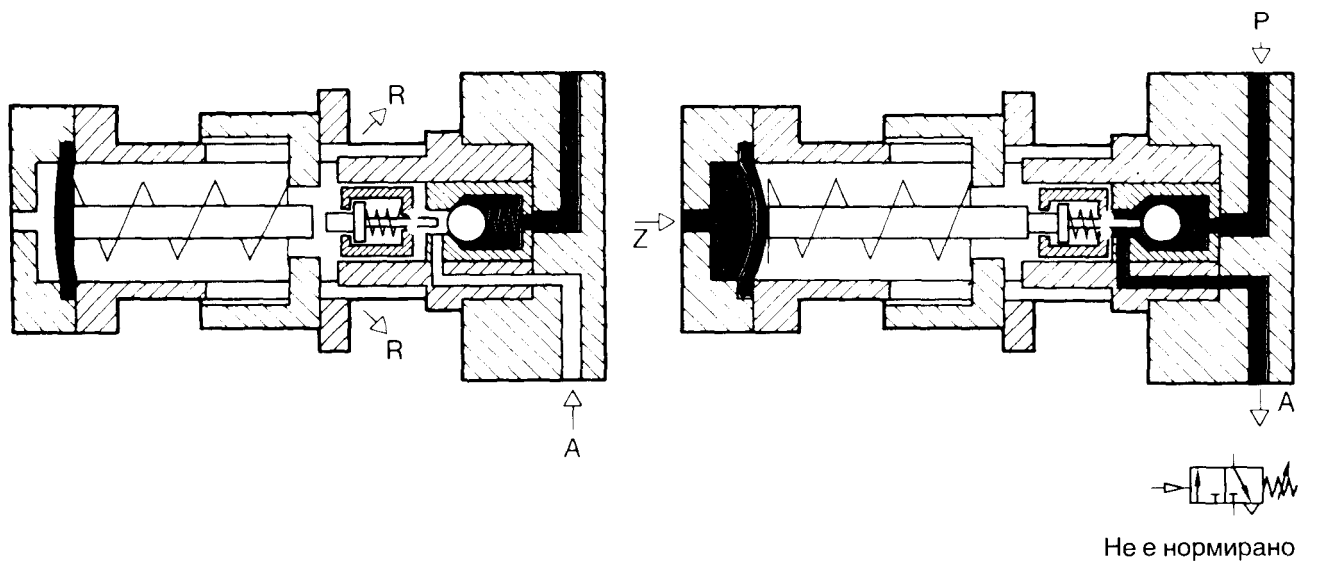
Тези клапани се вграждат предимно като предпазни клапани. Те не допускат да бъде превишено максимално допустимото налягане в една система. Ако на входа на клапана се достигне максималната стойност на налягането, клапанът се отваря и въздухът се изпуска в атмосферата. Клапанът остава отворен, докато вградената пружина след достигане на настроеното налягане в зависимост от нейната характеристика, го затвори.

7.4.3. Включващи клапани

Основната им функция е както на клапана за ограничаване на налягането. При превишаване на налягането, за което е настроена пружината, клапанът се отваря. Въздухът протича от Р към А. Изходът А се отваря тогава, когато към отбора за управление Z се подаде настроено налягане. Един плунжер отваря проходът от Р към А.

Включващите клапани се вграждат при пневматичните управления, ако е необходимо определено налягане за следващо включване (управление, зависещо от налягането). Сигналът на изхода се подава след достигане на налягането за затягане.

Фиг. 121. Включващ клапан



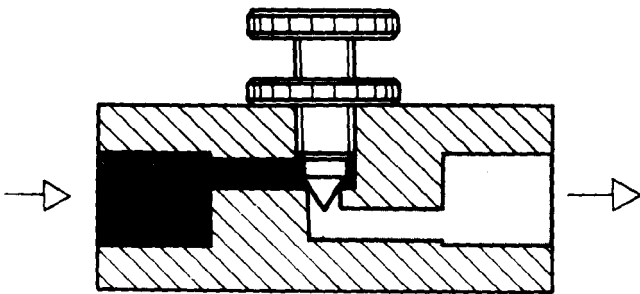
Пример:

Цилиндърът 1.0 потегля, след като към включващия клапан 1.5 се подаде настроеното налягане.

7.5. Клапани за дебит

Клапаните за дебит, наричани досега клапани за количество, влияят на потока сгъстен въздух, независимо от посоката на протичане.

Фиг. 122. Дросел

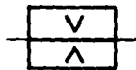


Клапани за дебит с постоянно сечение:

Дросел
При дросела дължината на дроселиране е по-голяма от диаметъра.



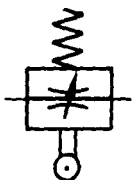
Бленда
При блендата дължината на дроселиране е по-малка от диаметъра.



Клапани за дебит с регулируемо сечение:
Регулируем дросел



Дросел с механично задействуване срещу възвратната пружина
За предпочитане е вграждането на дроселите директно към цилиндъра.



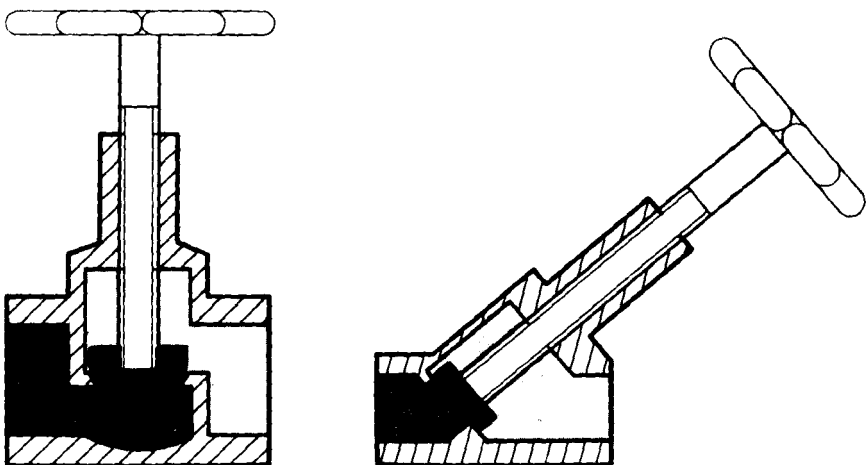
7.6. Спирателни клапани

Клапани, които пропускат или прекъсват потока и го регулират безстепенно.

Опростено означение: Спирателен кран



Фиг. 123. Спирателен кран



7.7. Комбинация от клапани

Разпределителен блок

Разпределителният блок за въздух се състои от:

- 1 5/2 - разпределител (двустранно пневматично управление)
- 2 3/2 - разпределителя (с механично управление)
- 2 клапана ИЛИ
- 2 дросела

Разпределителният блок може да се превключи чрез механичното задействуване на 3/2 - разпределителя или пневматично през клапана ИЛИ.

На фиг. 124 е показано механичното задействуване от клапан 2. Двата 3/2 - разпределителя (клапан 1 и клапан 2) са свързани с захранването Р. Чрез задействуването на клапан 2 въздухът се подава към страната за управление Y. Осъществява се протичане на сгъстения въздух от Р към В. Отворът А се свързва с атмосферата през S.

Чрез задействуване на клапан 1 на лявата страна на плунжера се осъществява същият процес. Плунжерът се превключва и се свързват Р към А и В към R.

При индиректно управление на клапана сигналът се подава на Z или Y. Процесът на управление е същият както при прякото задействуване.

В блока за управление са вградени два дросела. С тях може да се провежда дроселиране на изходите R и S. С този клапан и един двойнодействащ цилиндър могат да се извършват единични или осцилиращи движения на буталния прът.

Пример:

Цилиндър с установено движение, пневмо-хидравличен подавателен модул.

Фиг. 124. Управляващ блок

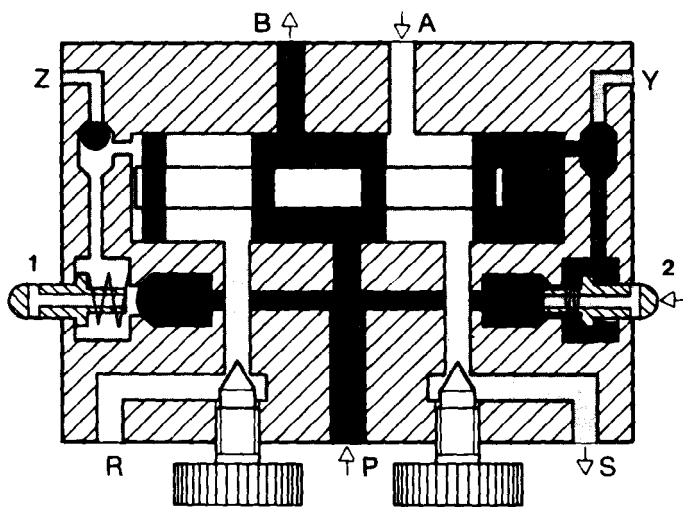
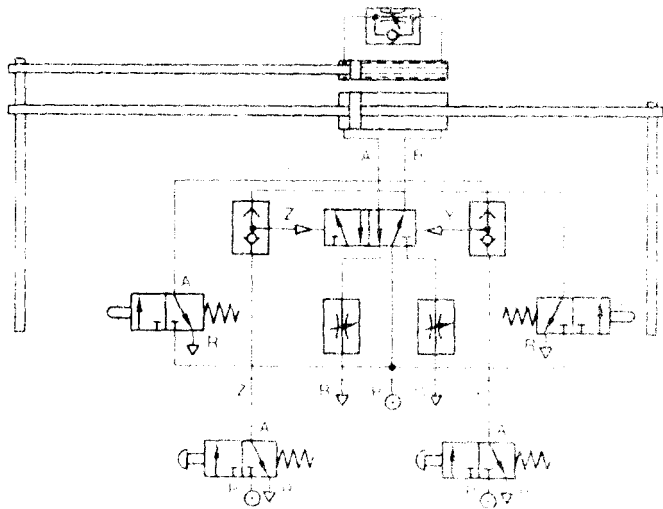


Схема на свързване:

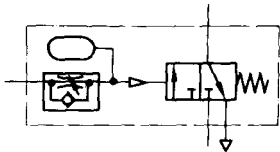
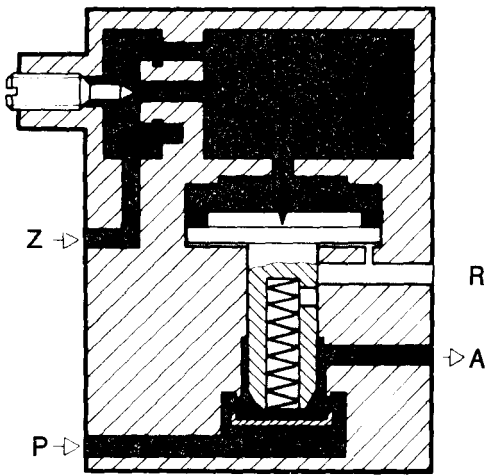
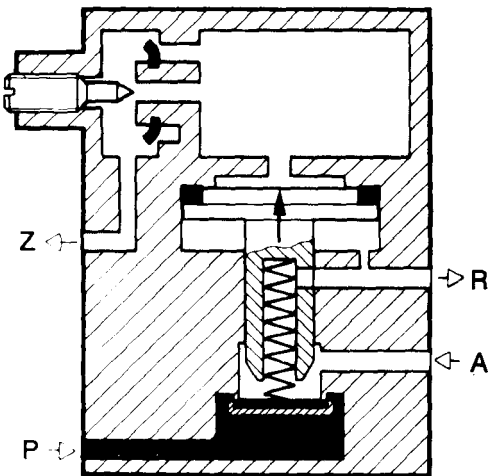


Пневматично управление със закъснително действие (закъснителен клапан)

Тези клапани се състоят от пневматично управляван 3/2 - разпределител, дросел с обратен клапан и малък въздушен резервоар.

Закъснителен клапан (нормално затворен)

Фиг. 125. Закъснителен клапан (нормално затворен)

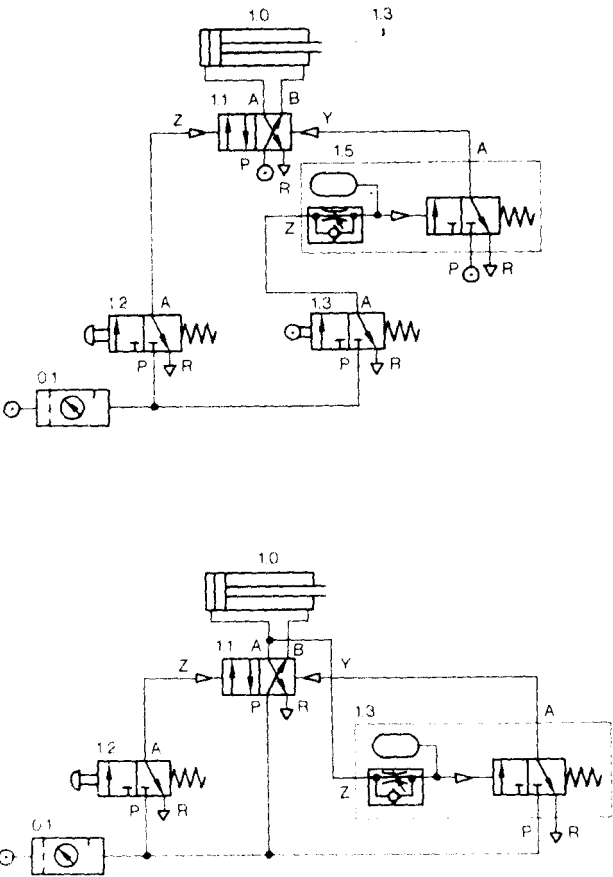


Начин на работа:

Сгъстеният въздух се подава към присъединителния отвор Р. Въздухът за управление протича през входа Z на клапана. Той преминава през дросел с обратен клапан. Според настройката на винта за дроселиране към въздушния резервоар постъпва за единица време повече или по-малко въздух. Когато налягането във въздушния резервоар достигне необходимата стойност, плунжерът на 3/2 - разпределителя се премества надолу. Той затваря връзката от А към R. Тарелката на клапана се повдига от седлото, при което въздухът преминава от Р към А. Времето за достигането на налягането във въздушния резервоар е закъснителното действие на управление на клапана.

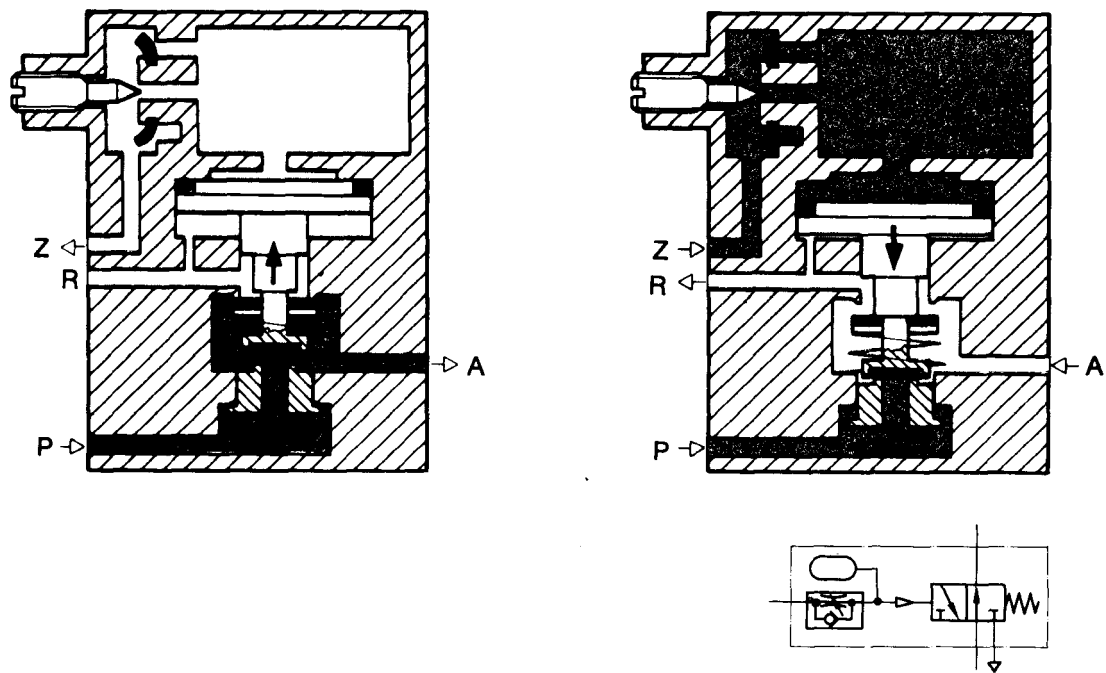
Ако закъснителният клапан трябва да се върне отново в изходното си положение, входът за управление трябва да се свърже с атмосферата. Въздухът изтича от въздушния резервоар през дросела с обратен клапан и управляващия клапан в атмосферата.

Пружината връща плунжера и тарелката на клапана обратно в изходно положение. Р е затворен, работния тръбопровод А се свързва с атмосферата през R.



Закъснителен клапан (нормално отворен)

Фиг. 126. Закъснителен клапан (нормално отворен)

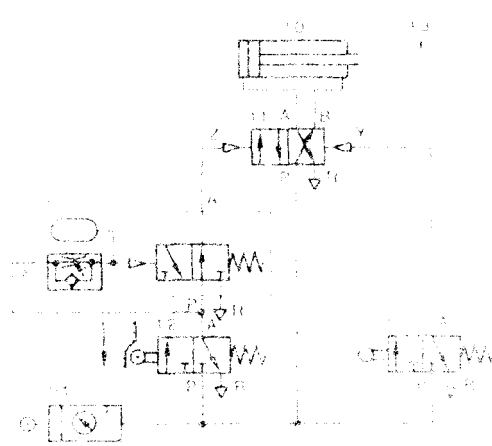


Начин на работа:

При този клапан се касае също така за една комбинация от клапани като: 3/2 - разпределител (нормално отворен), дросел с обратен клапан и въздушен резервоар.

Въздухът за управление се подава към присъединителния отвор Z. Когато във въздушния резервоар се достигне необходимото налягане, 3/2 - разпределителят се превключва. Клапанът затваря протичането от P към A, като последният се свързва с атмосферата през R. Времето за забавяне отново е в зависимост от повишаване на налягането в резервоара. Ако въздухът към управляващия отвор Z отпадне, тогава 3/2 - разпределителят може да заеме изходната позиция.

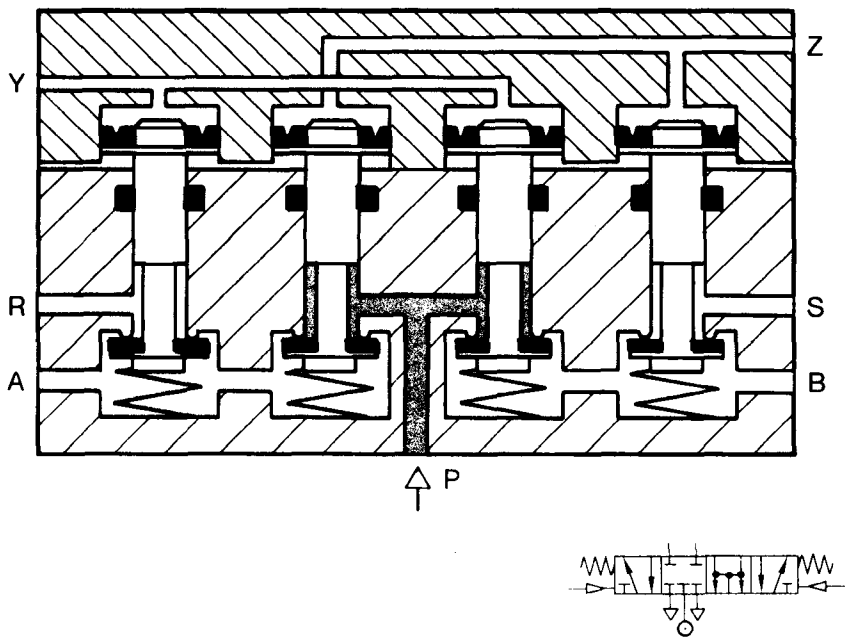
Времето за забавяне нормално е от 0 - 30 секунди при двата вида клапани. Посредством допълнителен резервоар то може да бъде удължено. При чист въздух и постоянно налягане в мрежата може да бъде достигната една точна и постоянна стойност на закъснението.



5/4 - разпределител

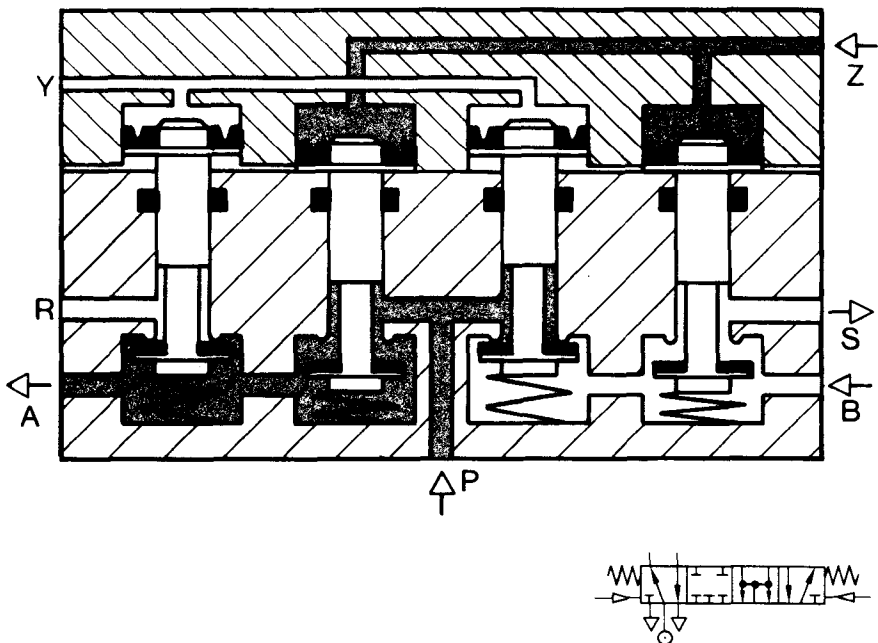
Тази комбинация от клапани се състои от четири 2/2 - разпределители (нормално затворени). В основната позиция всички отвори са затворени.

Фиг. 127



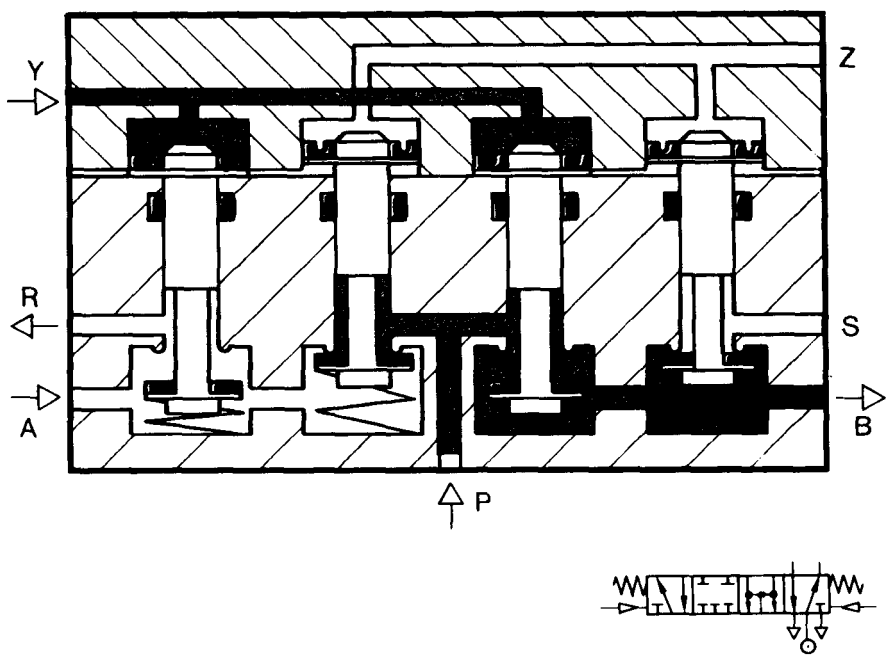
Ако се подаде сигнал на Z, се получава следната позиция на включване: въздухът протича свободно от Р към А, изводът В се свързва с атмосферата през S.

Фиг. 128



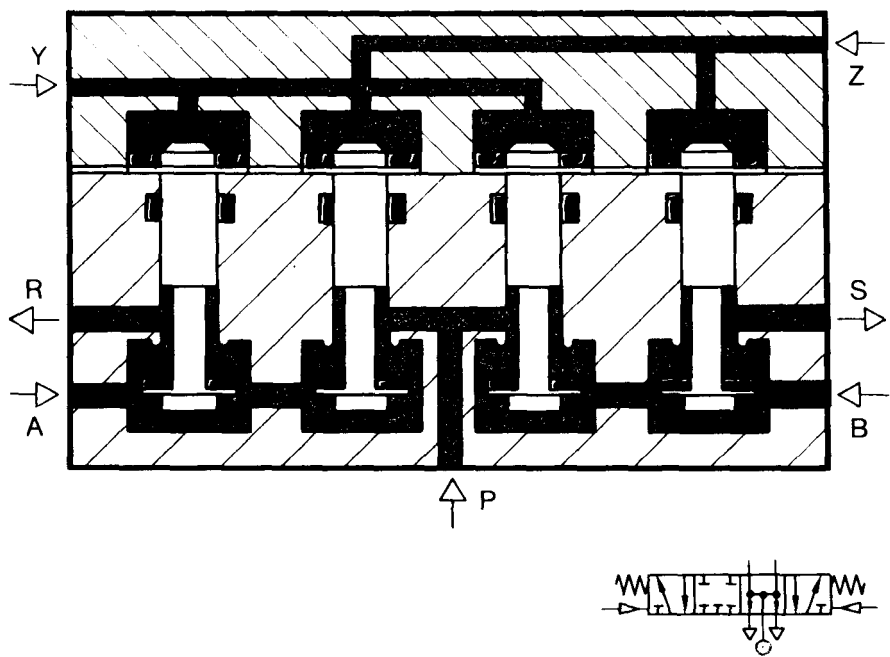
Ако се подаде сигнал на Y, получава се следната позиция: въздухът протича свободно от P към B, изводът A се свързва с атмосферата през R.

Фиг. 129



Ако трябва да се достигне четвъртата позиция, трябва едновременно да се подаде сигнал към Z и Y. При тази позиция отворите A, B и P през R и S се свързват с атмосферата.

Фиг. 130



Тази комбинация от клапани е подходяща за спиране на двойнодействащия цилиндър в желано положение за позициониране и при "авариен стоп".

Основната позиция се постига чрез центроване с пружини - всички отвори се затварят.

Отпадане на Р — при тази основна позиция буталото на цилиндъра остава под налягане. Превключването на клапана може да се осъществи чрез сгъстен въздух или електромагнит и сгъстен въздух.

8/2 - разпределител с пневматично управление (2 x 4/2 - разпределителя)

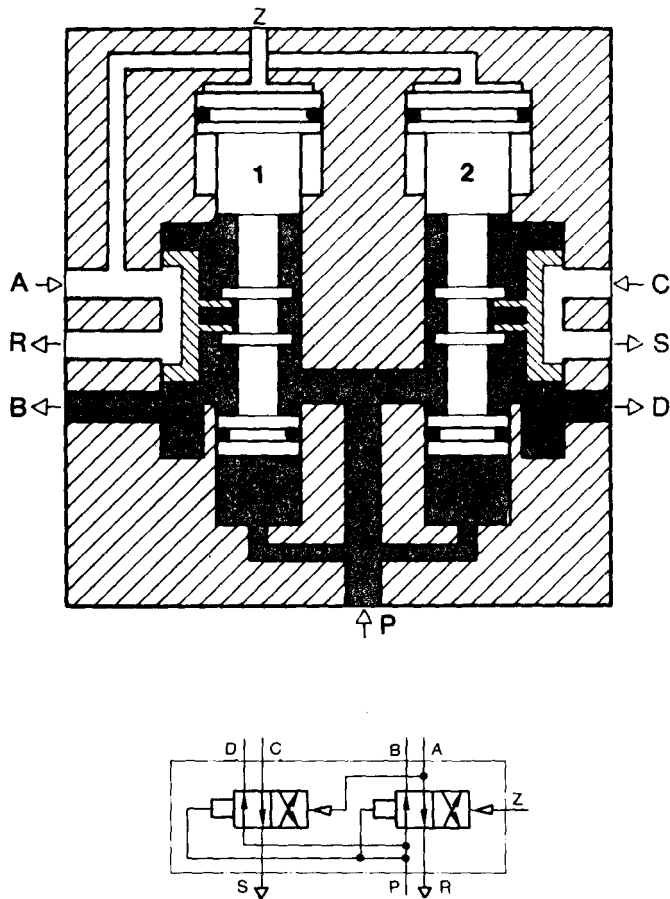
Тази комбинация от разпределители се прилага при управление на тактоподаващи устройства. Тя се състои от два шибърни разпределителя с диференциални бутала.

Изводите от Р към В и D са съединени един с друг при основната позиция, а изводите А и С чрез R, респективно S, са съединени с атмосферата. Чрез изтласкване на първото управляващо бутало 1 със сигнал през Z се осъществява връзката от Р към А и от В към R. Свързано с тактоподаващото устройство, към транспортната цанга на подвижната част се подава въздух. С едно кратко закъснение (превключване на буталото за управление 1) се превключва също и буталото за управление 2. Свързва се Р към С, а D с атмосферата през S.

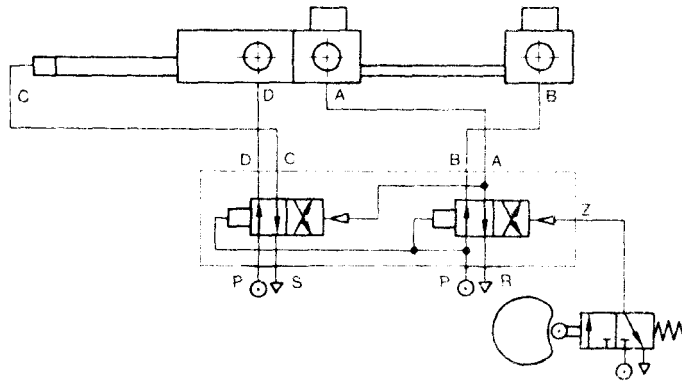
Шейната потегля напред. При отпадане на сигнала Z двата 4/2 - разпределителя се връщат в изходна позиция от действието на сгъстения въздух върху по-малките площи на управляващите бутала 1 и 2.

При това стягащата цанга се захранва с въздух и затяга материала. Транспортната цанга се свързва с атмосферата и подвижната част се връща обратно в задно крайно положение.

Фиг. 131. 8/2 - разпределител (с диференциални бутала)



Тактово подаващо устройство – (8/2 - разпределител)



Генератор на импулси с променлива стъпка

Тази комбинация на клапани се състои от:

- 1 3/2 - разпределител, нормално затворен
- 2 3/2 - разпределителя, нормално отворени
- 2 дросела с обратни клапани

Функциониране:

В изходната позиция въздухът протича от Р към В; изводът А е свързан с атмосферата през R. Чрез отвора за управление, който се намира в клапана, въздухът протича от присъединителния отвор В през един дросел с обратен клапан 2 към плунжера 1 на 3/2 - разпределителя, който е затворен в изходна позиция. Плунжерът 1 прекъсва вентилирането през R и освобождава пътя му от Р към А. През управляващия тръбопровод и отвора А въздухът протича през дросела с обратен клапан 1 към плунжера 2 и затваря притока от Р към В. Последният се свързва с атмосферата през R.

Ако изводът В е свързан с атмосферата, налягането при плунжера 1 отпада.

Протичането на въздухът от Р към А се прекъсва (А се свързва с атмосферата през R). При това и буталото 2 не се натоварва вече от въздуха и разпределителят освобождава връзката от Р към В. На изхода В е подаден сгъстен въздух и започва същият процес, както гореописания.

Според настройването на двата дросела могат да се постигнат различни интервали на включване.

Генераторът се прилага при възпроизвеждането на бързи движения на цилиндри (вибротранспортъри, вибрационни сита и др.)

Амплитудите при включването зависят от налягането и от натоварването на цилиндъра.

Фиг. 132. Генератор на импулси с променлива стъпка
Мултивибратор

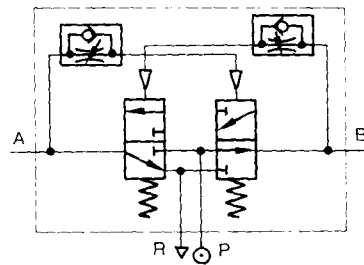
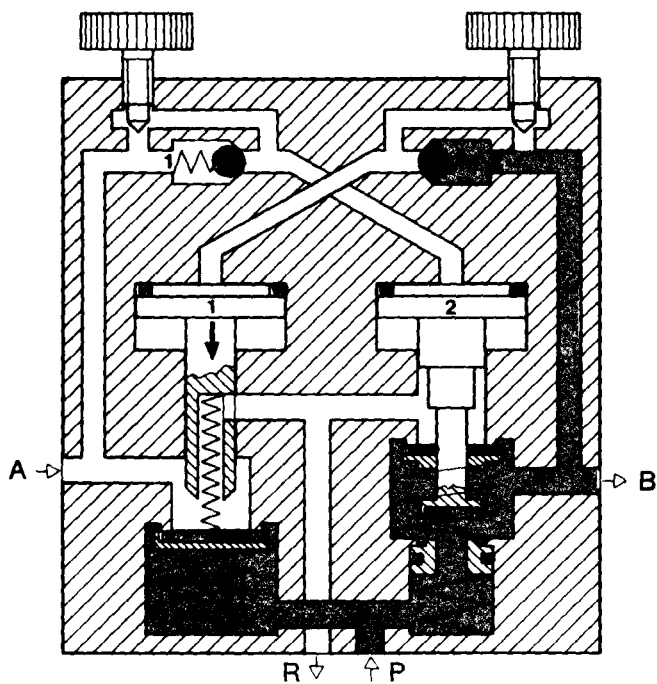
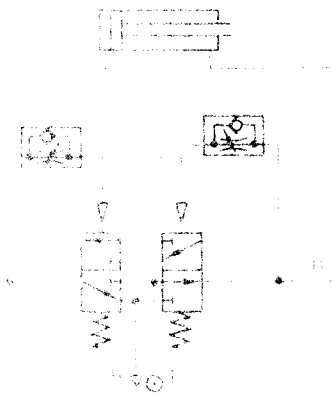


Схема на свързване:



3/2 - разпределител с двойно деление на честотата

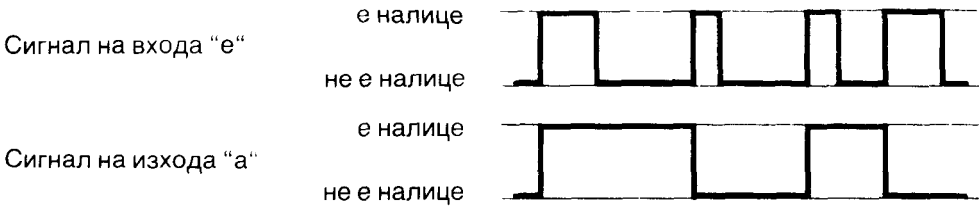
Клапанът се състои от 3/2 - разпределител, нормално затворен, управляващо бутало с шарнирно-лагеруван прът и шайба с гърбици. Задействуването става със сгъстен въздух.

Когато управляващото бутало не се изтласква от сгъстен въздух, прътът се намира извън обхвата на включване (илюстрация 1). При захранване с въздух от присъединителния отвор за управление Z, управляващото бутало заедно с пръта се задвижва по посока на 3/2 - разпределителя. При това прътът се опира във вдлъбнатината на гърбичната шайба и задействува плунжера на 3/2 - разпределителя. Съединява се Р с А, а вентилиращият отвор R е затворен (илюстрация 2).

Ако отпадне въздухът на присъединителния отвор Z, управляващото бутало с пръта се връща в изходно положение. Чрез триенето гърбичната шайба остава в завареното положение, а 3/2 - разпределителят – отворен (илюстрация 3).

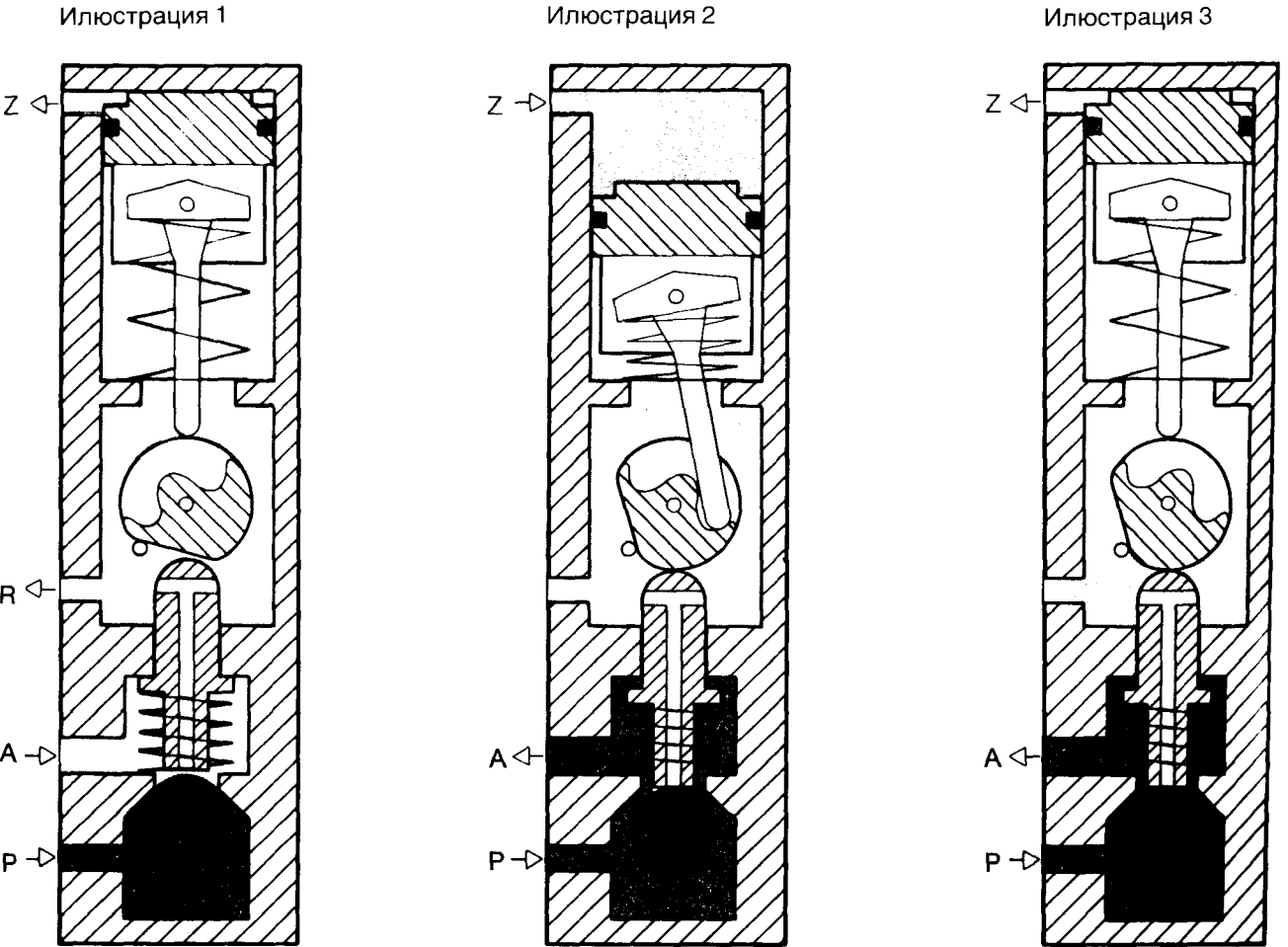
При повторен сигнал при Z прътът се опира във втората вдлъбнатина на гърбичната шайба. Ако се прекъсне сигналът при Z, управляващото бутало с пръта се връща обратно в изходно положение. При това обратният ход на плунжера на 3/2 - разпределителя се освобождава. Плунжерът затваря прохода от Р към А и последният се свързва с атмосферата през R (илюстрация 1).

Приложение: при променливо потегляне и спиране на цилиндъра



Описанието на състоянието на сигналите на входа и изхода показва нагледно, че сигналът на входа "е" е необходим два пъти, за да се анулира сигналът на изхода "а".

Фиг. 133. 3/2 - разпределител с двойно деление на честотата



7.8. Програмно включващо устройство

С програмното включващо устройство от едно централно място могат да се управляват определени процеси. През гърбичния вал с гърбичните шайби или програмните "полета" може да се управляват различни крайни включватели.

При пневматиката се касае за 3/2, респективно 4/2 - разпределители, които се задействуват от гърбици. Тези гърбици се състоят от две криволинейни половини, които се завъртат една спрямо друга. Пътят на задействуването е безстепенно регулируем между 180° и 360°.

Разпределителите и крайните включватели са закрепени в панел върху присъединителната шина. Според случая те могат да бъдат вградени като "нормално отворени" или "нормално затворени".

Задвижването на гърбичния вал може да става по избор чрез:

- автономно задвижване;
- двигател с предавка;
- безстепенно регулируемо задвижване.

Ако за пневматичните управления е необходима определена последователност на протичащите програми, най-изгодно е програмното включващо устройство да се изгради с гърбична лента (програмна мрежа). За различните програми програмните мрежи могат бързо да се сменят.

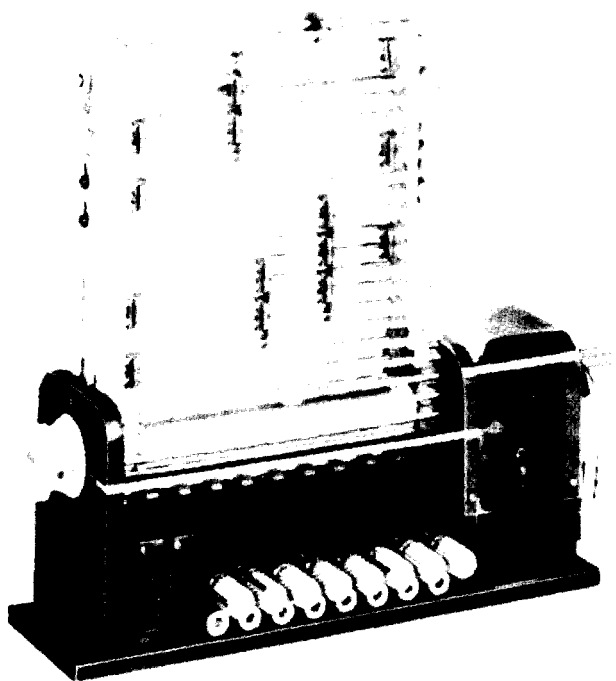
Гърбичната лента се изработва от отделни звена и съединителни пластинки. Задвижването се осъществява през безстепенен регулируем двигател с предавка.

Както при програмното включващо устройство с гърбици, така и тук се използват пневматични елементи (3/2-, 4/2-разпределители) или електрически крайни включватели, монтирани на една рамка (шина) в панелно изпълнение. Времето на изпълнение на програмата варира от 9 секунди до 24 часа.

Двата вида устройства (с гърбици или с програмна мрежа) могат да бъдат изпълнени с пряко или непряко управление.

Приложение:
Револверни бормашини, пробивни и стругови автомати.

Фиг. 134. Програмно включващо устройство с програмна гъвкава мрежа



Фиг. 135. Програмно включващо устройство с гърбици

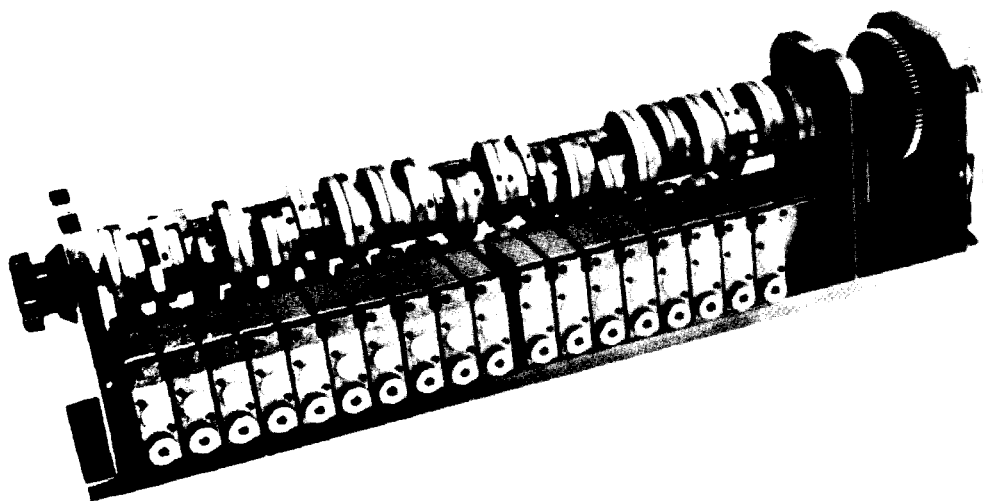
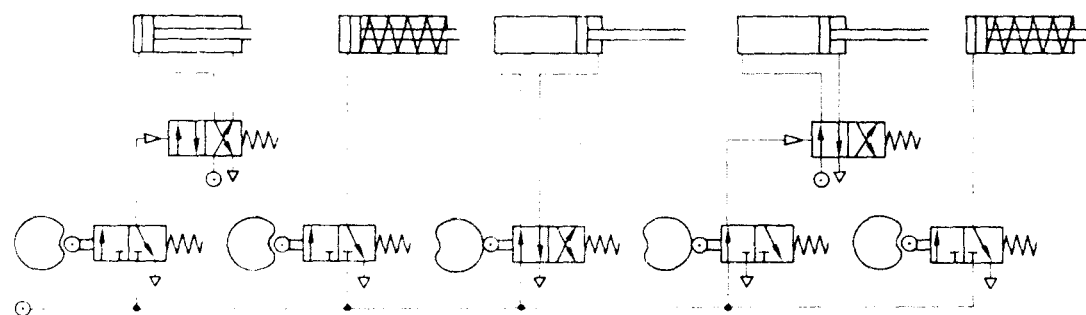


Схема на свързване: Програмно включващо устройство



8. Безконтактни сигнализатори (сензори)

По-интензивното използване на производствените системи и монтажни приспособления, както и по-високата сигурност за хората и машините, поставят винаги нови изисквания към средствата за автоматизация. Затова в много случаи е възможно да се използват безконтактни сигнализатори.

Известни са два принципа на работа на тези устройства:

- на свободна струя;
- на заприщана дюза (дюза - преграда).

8.1. Сигнализатор с прекъсване на струята сгъстен въздух

Сигнализаторът се състои от излъчваща и приемаща дюза. Двете дюзи се захранват през присъединителното отворстие P_x с очистен от влага и масло въздух. Захранващото налягане е от 10 до 20 kPa (0,1 – 0,2 bar). Консумираният въздух е минимален, т.е. $\dot{V} = 0,5 - 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$. Поради това, че въздухът трябва да е очистен от вода и масло, пред уредбата се поставя филтър с регулатор за ниско налягане. За да се осигури точност и надеждност на работа, дистанцията между излъчващата и приемащата дюза не трябва да е по-голяма от 100 mm.

Функциониране:

От двете дюзи (излъчващата и приемащата) изтича въздух. Приемащата дюза, монтирана към основата, трябва да се защити от замърсяване, за да се получи безупречен сигнал на превключване. Въздушната струя от излъчващата дюза възпрепятства свободното изтичане на приемащата. При това възниква

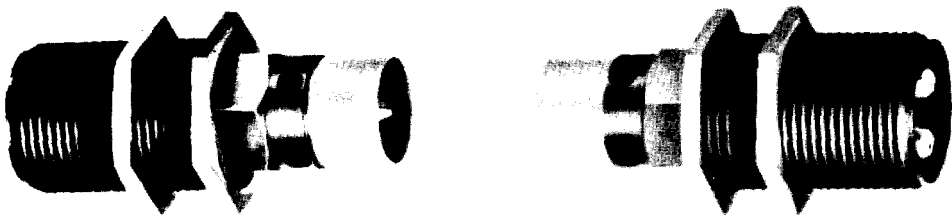
обратно заприщване, което при изхода X на приемащата дюза се проявява в сигнал [$\approx 0,5 \text{ kPa}$ ($0,005 \text{ bar}$)].
Посредством усилвател, този сигнал се повишава до желаното налягане. Ако един предмет застане между двете дюзи, сигналът X при приемащата дюза отпада, което води до превключване на разпределител (превключващ при сигнал $X = 0$).

Датчикът с прекъсване на струята е чувствителен срещу движението на въздуха, което въздействува на изтичащата с незначителна енергия въздушна струя. Затова по възможност тя трябва да бъде защитена от смущения.

Приложение:

За броене на детайли в монтажни работни места, при контрол за наличие или отсъствие на детайл във взривоопасни места.

Фиг. 136. Датчик с прекъсване на струята



Фиг. 137. Датчик с прекъсване на струята

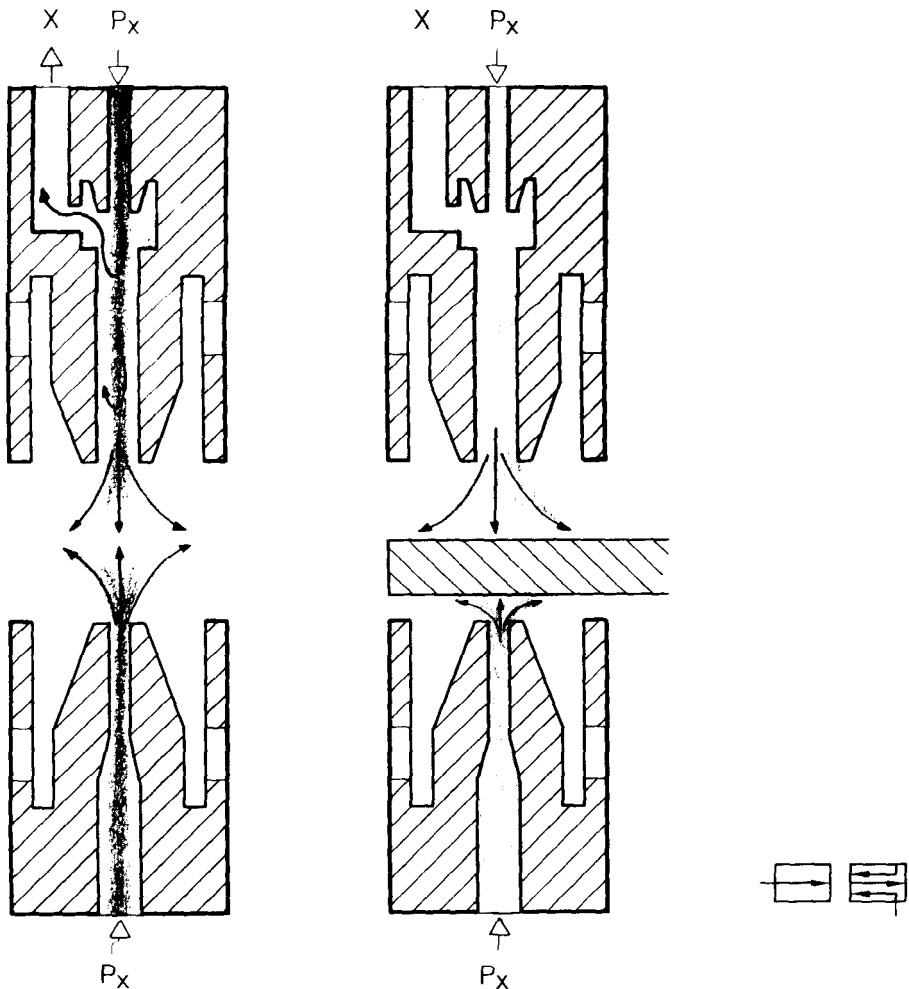
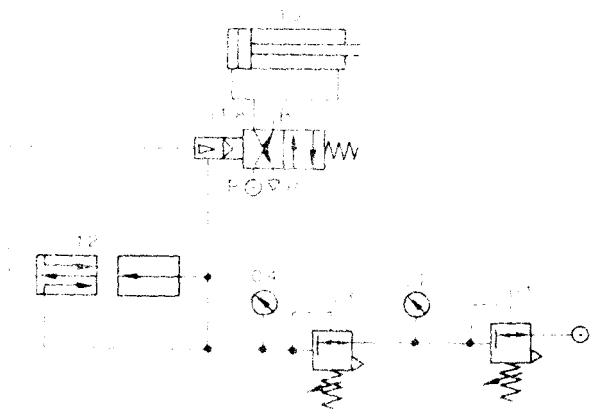


Схема на свързване:



Сигнализатор с прекъсване на първичната струя

Начин на работа:

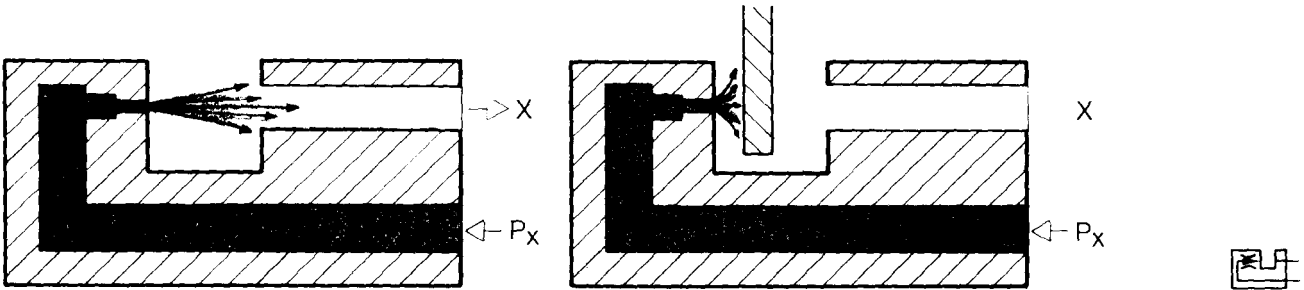
През присъединителния отвор P_x сигнализаторът се захранва със сгъстен въздух. При свободно протичане на струята между излъчвателя и приемателя, на изхода X се появява въздушна струя (сигнал). Ако предмет прекъсне въздушната струя от P_x към X , сигналът при X отпада. С това може да бъде осъществено превключване на следващия разпределител.

Захранващото налягане към присъединителния отвор P_x е: от 10 до 800 kPa (0,1 – 8 bar). За да се намали консумацията на въздух при високото налягане се препоръчва да се вгради един дросел във въздухопровода към P_x .

Приложение:

Безконтактно сигнализиране на предмети с ширина до 5 mm. Броене и контролиране на предмети (детайли).

Фиг. 138. Сигнализатор за прекъсване на първичната струя.



8.2. Отражателно око (сигнализатор с отразяване на струя)

Принципът “дюза-преграда” е значително по-прост и е по-сигурен срещу влиянието на смущения в околната среда. Отражателното око работи на този принцип. При този датчик излъчващата и приемателната дюза са обхванати от един елемент. Отражателното око се състои от излъчваща и приемателна дюза, дросел и защитна обвивка (гилза).

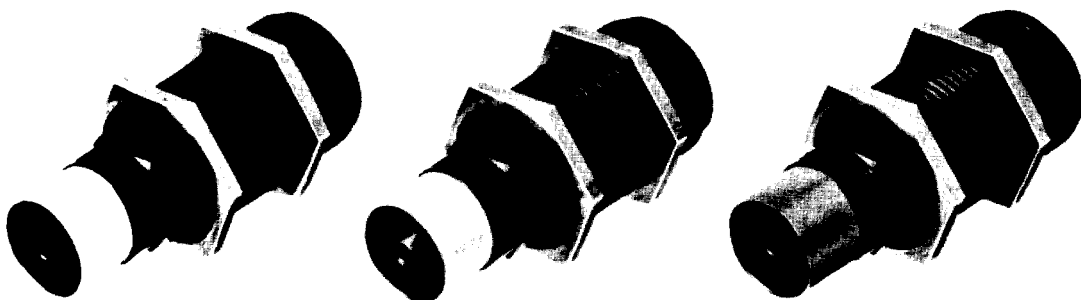
Присъединителният отвор P_x се захранва със сгъстен въздух (захранващо налягане 10 – 20 kPa/0,1 – 0,2 bar). Струята изтича от външния пръстеновиден канал в атмосферата. Вследствие на това във вътрешната дюза възниква подналягане.

Ако струята срещне предмет, застанал пред пръстеновиден канал, в приемателната дюза възниква налягане. При изхода X се появява сигнал. Последният се приема от един усилвател и усилен се предава по-нататък. С него могат да се управляват други клапани. Дроселът осигурява безотказно по-нататъшно предаване на сигнала. Разстоянието, от което се сигнализира за наличието на детайл, според изпълнението е от 1 – 6 mm.

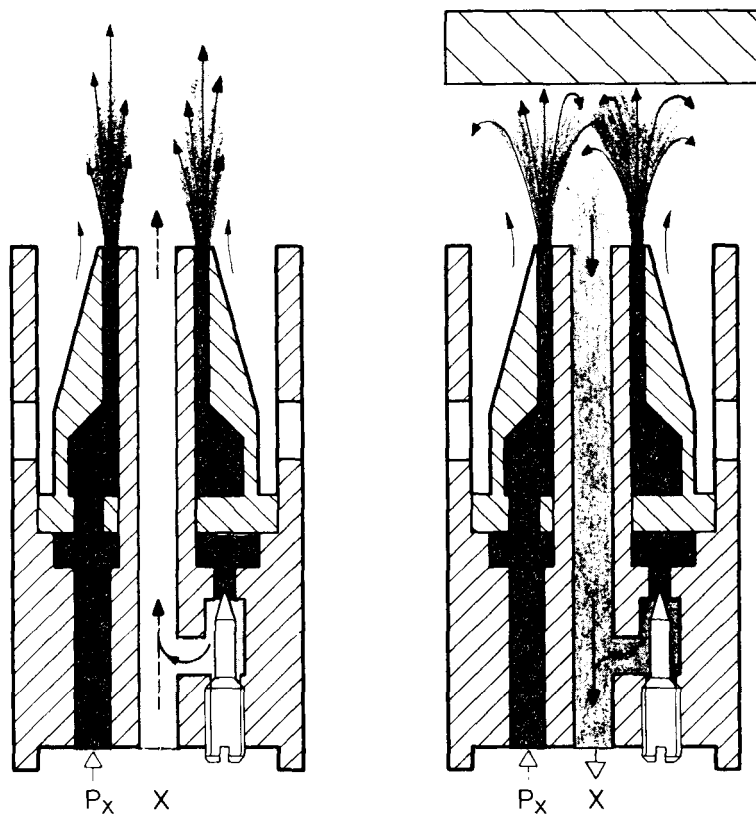
При специални изпълнения разстоянието достига до 20 mm. Силно замърсена среда, звукови вълни, опасност от експлозия, затъмнение, светлопрозрачни или немагнитни предмети не влияят на функционалната надеждност на отражателното око.

Отражателното око намира приложение във всички клонове на промишлеността. Например при контролни устройства, пресови и щанцови инструменти, лентокантоващи приспособления, преброяване и контролиране на предмети в текстилната и опаковъчната промишленост, контрол в магазинни устройства, опипване на фурнировани детайли в дървообработващата промишленост.

Фиг. 139. Отражателно око



Фиг. 140. Отражателно око



Характеристики за отражателното око

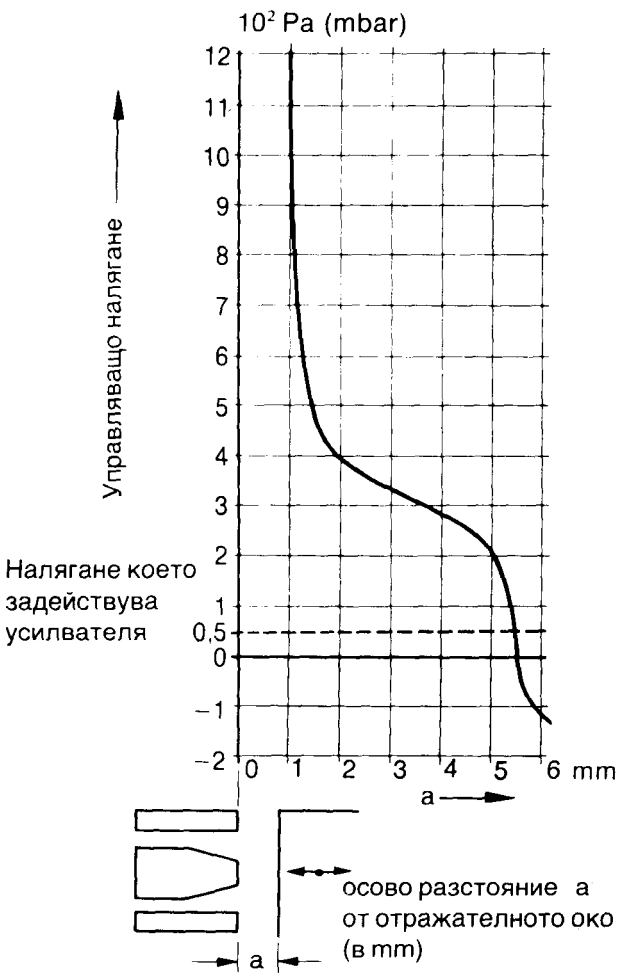
В двете диаграми е представено изменението на налягането в зависимост от дистанцията.

Илюстрация 1 показва разстоянието за задействане при захранващо налягане от $p = 15 \text{ kPa}$ (0,15 bar).

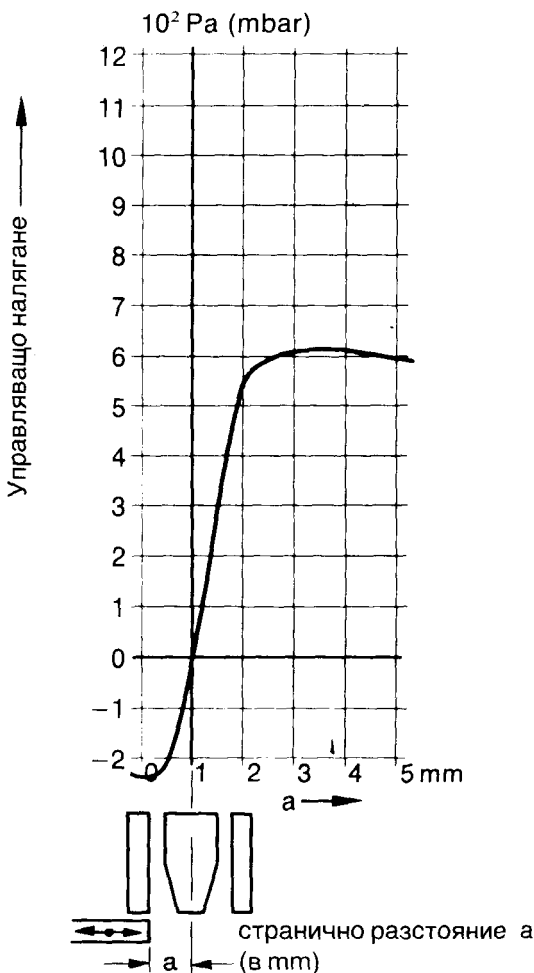
Илюстрация 2 показва страничното разстояние за задействане при захранващо налягане от $p = 15 \text{ kPa}$ (0,15 bar).

Фиг. 141. Характеристика за отражателно око

Илюстрация 1



Илюстрация 2



Вакуум дюза

Тази вакуумна дюза се употребява като транспортно средство в съчетание с гумена вендуза. С нея могат да се транспортират различни детайли.

Функционирането се основава на принципа на Вентури.

При входа Р се подава захранващо налягане. Чрез стеснение на сечението на отвора скоростта на въздуха към R се повишава и при присъединителния отвор А, респективно във вендузата възниква подналягане.

При това детайлите се захващат и могат да бъдат транспортирани. За да се постигне добро засмукване, е необходимо повърхността на детайлите да бъде почистена.

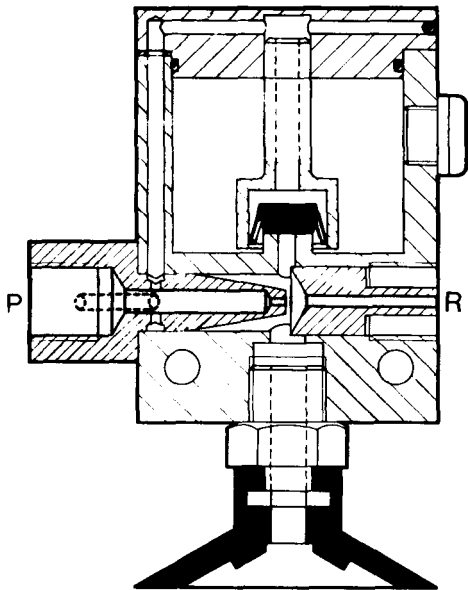
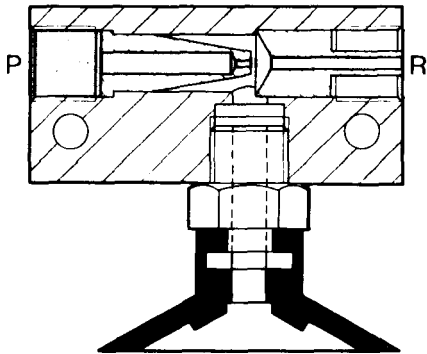
Вакуумна засмукваща глава

На същия принцип (Вентури) е и функционирането на вакуумната засмукваща глава.

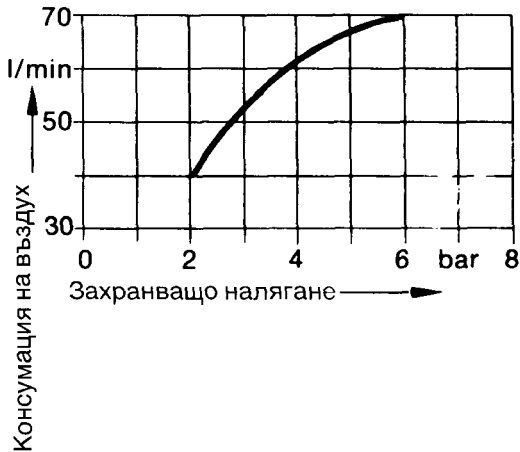
Разликата се състои в един допълнително монтиран резервоар. Този резервоар се пълни през процепа за засмукване. При изключване на налягането на входа, от резервоара се изпуска въздух в атмосферата през бързоизпускащия клапан. Въздухът изтича през вендузата, създава напорен тласък и изтласква засмукания детайл от вендузата.

Фиг. 142. Вакуум дюза

Фиг. 143. Вакуумна засмукваща глава



Характеристики



При двата уреда предимствата са:

- висок вакуум
- изгодна консумация на въздух
- незначителен шум

8.3. Дюза - преграда

От присъединителния отвор за захранване Р се подава постоянен въздушен поток към изхода на осезателя (обхват на налягане от 10 – 800 kPa (0,1 – 8 bar). Вграденото дроселиране ограничава въздушния поток.

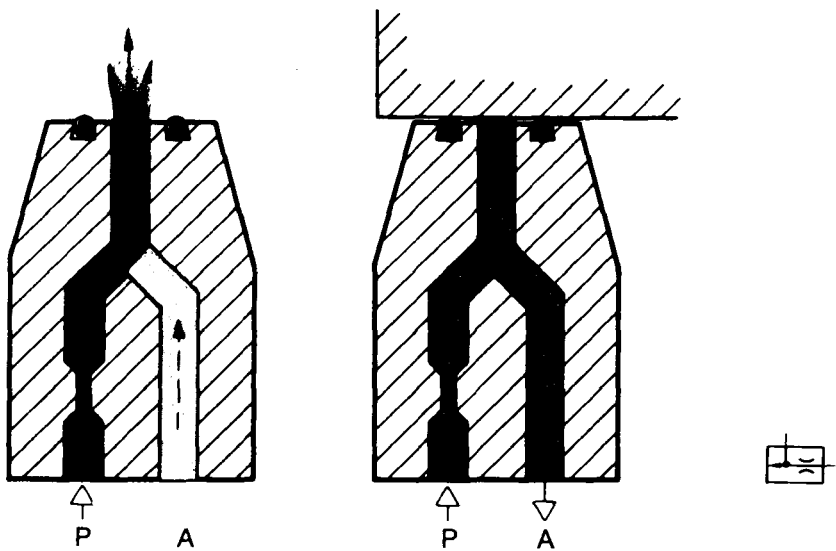
При затваряне на изхода на дюзата се появява сигнал на отвора А. Налягането се повишава и при пълно затваряне достига захранващото налягане. Затова допълнително усилване не е необходимо.

За да не се разходва напразно въздух, датчикът може да се захранва само тогава, когато е подаден сигнал. Чрез допълнително вграждане на дросел в захранващия отвор за въздух Р, чувствителността на дюзата може да се регулира фино по усет.

Приложение:

Подаване на сигнал, зависещ от пътя, като краен изключвател или твърд упор. Използва се за регистриране на крайното положение и контрол на положението.

Фиг. 144. Дюза-преграда



Дюза-преграда, управлявана с лост

В сравнение с нормалното изпълнение този сигнализатор притежава допълнително подвижен лост с уплътнителен елемент. Ако лостът не е натиснат, не протича въздух от Р към А. Сгъстеният въздух изтича в атмосферата дотогава, докато дюзата се затвори напълно, след което налягането при А се повишава. С този лост с уплътнителен елемент се разходва незначително въздух.

Фиг. 145

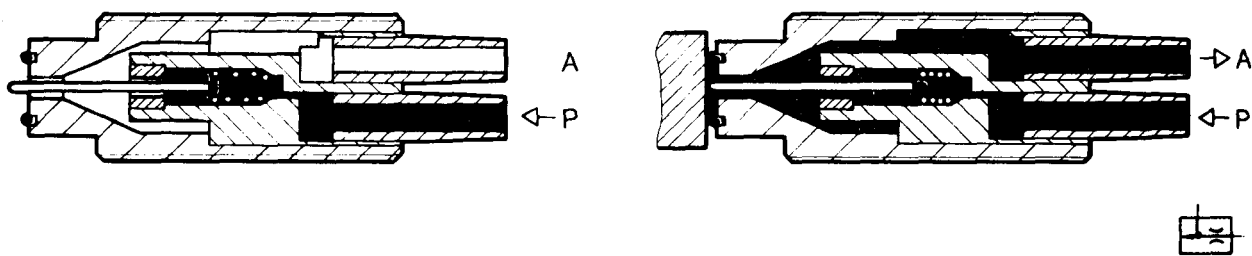
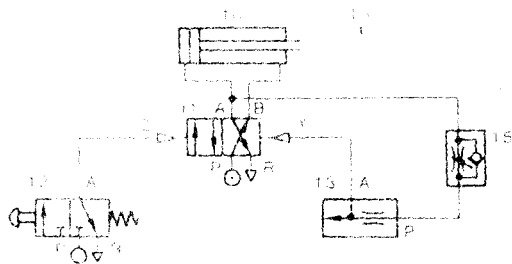


Схема на свързване:



Цилиндър с безконтактни сигнализатори

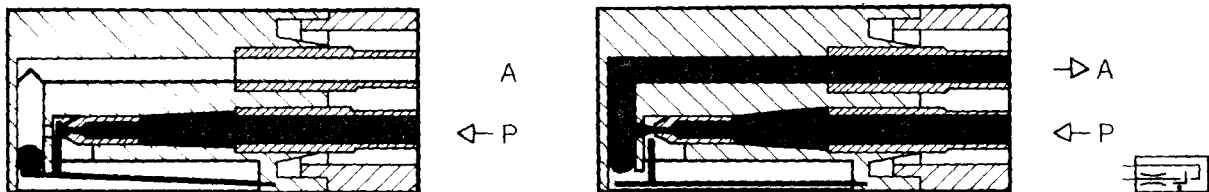
При редица машини и приспособления е проблем извеждането на сигнала от датчика (краен изключвател). Често липсва място, монтажните размери на елемента са големи, сигнализаторът не трябва да бъде в контакт със замърсявания, с охлаждаща течност (вода), масло и др.

Тези затруднения могат да се отстранят до голяма степен с пневматични или електрически безконтактни сигнализатори.

Пневматични безконтактни сигнализатори

Пневматичните безконтактни сигнализатори работят на принципа на преграждане на струята. В тялото е поместена включваща пластинка. Последната прекъсва въздушния поток от Р към А. При приближаване на буталото с вграден постоянен магнит включващата пластинка се привлича надолу и освобождава въздушния поток от Р към А. Сигналът на А е с ниско налягане и трябва да бъде усилен. При отдалечаването на буталото с постоянния магнит включващата пластинка се връща в изходно положение. Захранващият отвор Р отново е затворен.

Фиг. 146

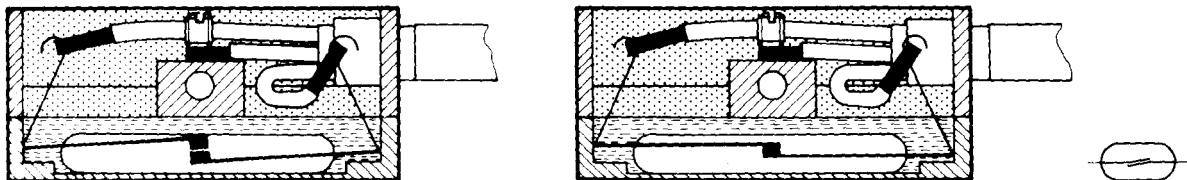


Електрически безконтактен сигнализатор

В тяло, отлято под налягане, е поместен рийд-контакт със залети с полиамидна смола проводници. Рийд-контактът се състои от две контактни пластинки, които са запоени в стъклена тръба, напълнена с инертен газ.

Когато буталото с постоянния магнит попадне в обхвата на контактните пластинки, те се съединяват. Контактът подава електрически сигнал. При отдалечаване на буталото контактните пластинки се размагнитват и се връщат в изходно положение. Допустимата скорост на задействане за двата вида безконтактни сигнализатори зависи от включените след тях елементи (разпределители с електромагнитно управление).

Фиг. 147



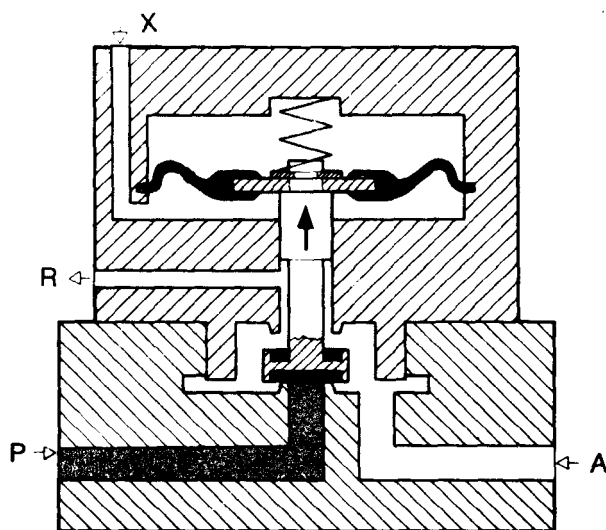
8.4. Усилвател на налягане (едностъпален)

Много от разгледаните елементи - сигнализатор с прекъсване на струята, отражателно око и т.н., описани по-горе, работят в обхвата на ниското налягане. Затова сигналите трябва да бъдат усилены.

Усилвателят на налягане е един 3/2 - разпределител с увеличена по площ управляваща част (мембрана).

При пневматичните управления, работещи с ниско налягане и ползващи налягане за управление от порядъка на 10 – 50 kPa (0,1 – 0,5 bar) се прилагат най-простите усилватели. При тяхното изходно положение връзката от Р към А е затворена, от А през R се свързва с атмосферата. При Р може да бъде приложено номинално налягане (до 800 kPa/8 bar). Подаде ли се управляващ сигнал, мембраната се изтласква нагоре. Плунжерът се премества и освобождава прохода от Р към А. Сигналът А се използва за управление на елементите, които работят в обхвата на високото налягане. Ако сигналът Х отпадне, плунжерът затваря отвора от Р към А. Отворът А може да се съедини с атмосферата през R. При този усилвател не е необходимо допълнително захранване.

Фиг. 148. Усилвател на налягане (едностъпален)



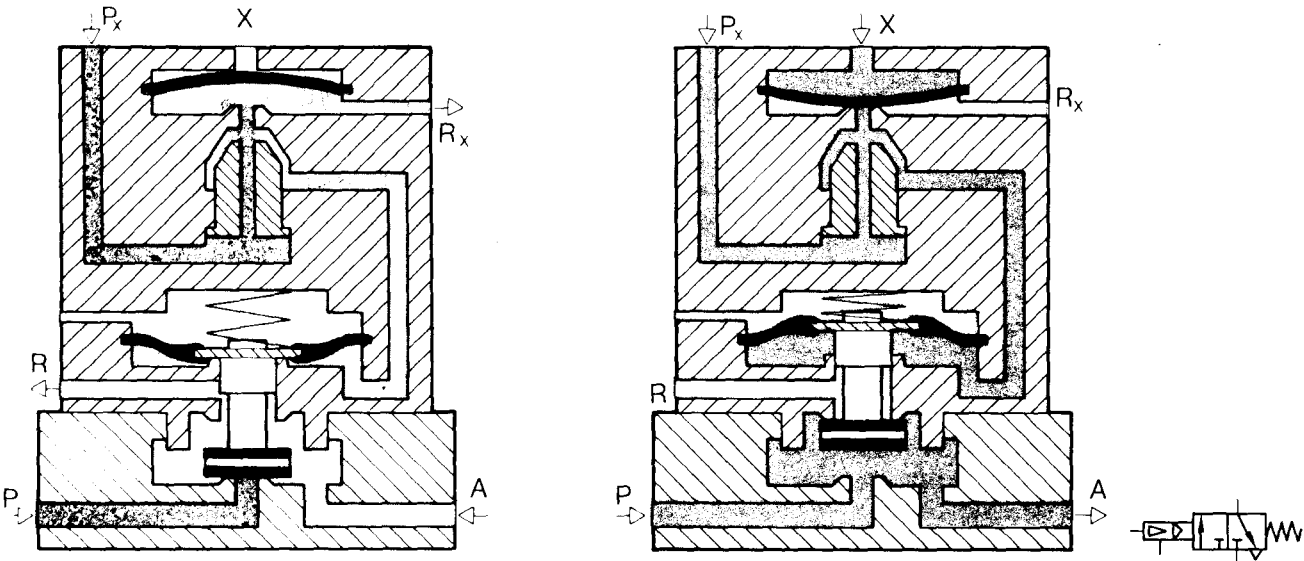
Двустъпален усилвател на налягане

Този усилвател на налягане се състои от едностъпален усилвател и допълнително усилвателно стъпало. Ако в управлението трябва да се преработят сигнали с незначително налягане, е необходимо да бъде вграден двустъпален усилвател.

В незадействувано състояние 3/2 - разпределителят от Р към А е затворен. При входа Р_х съществува постоянно захранване (налягане R_х = 10–20 kPa/0,1–0,2 bar). Този въздух изтича в атмосферата през R_х (постоянна консумация на въздух). Ако при входа за управление Х е налице сигнал, мембраната затваря дюзата и прекъсва връзката от Р_х към R_х.

Захранващото налягане Р_х изтласква включващата мембрана на усилвателя. При това преместване на мембраната плунжерът освобождава дюзата и Р се свързва с А. Ако сигналът Х отпадне, пружината връща включващата мембрана, тя премества плунжера, който прекъсва връзката от Р към А. Захранващото налягане Р_х се свързва с атмосферата през R_х.

Фиг. 149. Усилвател на налягане (с предварително усилване)



9. Пневмоелектрическо преобразуване на сигнали

Нарастващото автоматизиране в различните клонове на промишлеността изисква свързването на пневматиката с електротехниката. Като съединително звено между пневматичните управления и електричните елементи за управление са необходими пневмоелектрически преобразуватели.

9.1. Преобразуватели на сигнали

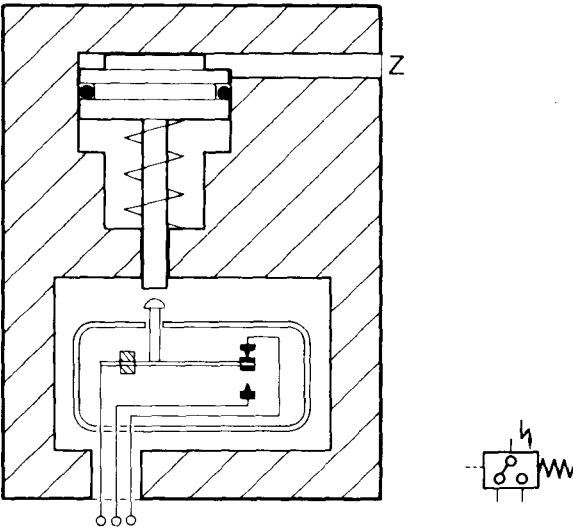
Най-простата комбинация е един електрически краен изключвател, задействуван чрез еднодействащ цилиндър.

При изтласкване на буталото на еднодействащия цилиндър от сгъстения въздух се превключва крайният изключвател. Двата елемента са монтирани в едно тяло. Според присъединяването крайният изключвател се вгражда като нормално отворен, нормално затворен или променлив.

Обхватът на налягането за тази комбинация е от 60 – 1000 kPa (0,6–10 bar).

За ниско налягане има специална представка (друго тяло), която работи с налягане от 10 kPa, респективно 0,05 kPa (0,1, респективно 0,0005 bar).

Фиг. 150. Пневмоелектрически преобразувател на сигнали



9.2. Контактор с пневматично управление

Контакторът се състои от:

- включваща камера (електрическа част);
- еднодействащ цилиндър (пневматична част);
- управляващо бутало.

Идващите от пневматичните управления сигнали могат да се използват непосредствено за задействане на контактора. Той може да бъде вграден направо в пневматичното управление.

Тези контактори намират приложение при задействане на електрически градивни елементи (електромагнитни клапани, магнитни съединители), пневматичен контрол на детайли в производството, изключване на двигатели (отражателно око, сигнализатор с прекъсване на струята).

Включване и реверсиране на електродвигатели:

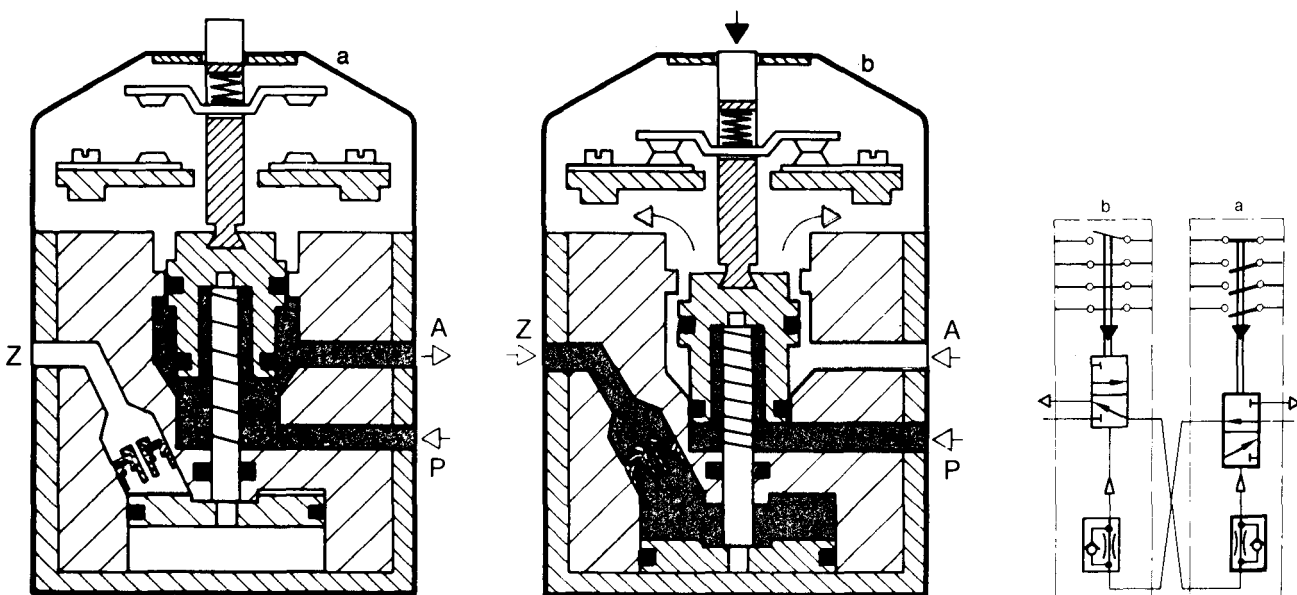
За реверсиране на електродвигатели или подобни случаи на приложение се употребяват “реверсивни контактори”. При вграждането на тази комбинация контактите на двата контактора никога не трябва да се затварят едновременно. Ако единият контактор е задействан, пневматична блокировка възпрепятства затварянето на втория контактор.

Функциониране:

Ако на входа Z се подаде управляващо налягане 150–800 kPa (1,5–8 bar), буталото на еднодействащия цилиндър се придвижва. Контактите във включващата камера се затварят. За затварянето на втория контактор пречи управляващото буталце, което е монтирано към еднодействащия цилиндър – то затваря връзката на въздуха от P към A.

Ако налягането Z отпадне, еднодействащият цилиндър отваря контактите, а проходът на въздуха от P към A отново е освободен.

Фиг. 151. Пневматичен контактор

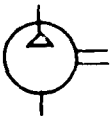


10. Условни графични означения

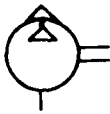
DIN/ISO 1219 и нестандартни условни означения

Преобразуватели на енергията

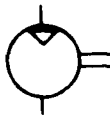
Компресор



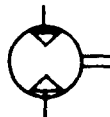
Вакуумпомпа



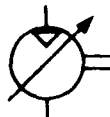
Пневматичен неревърсивен мотор
с постоянен работен обем



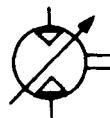
Пневматичен реверсивен мотор
с постоянен работен обем



Пневматичен неревърсивен мотор
с регулируем работен обем



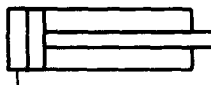
Пневматичен реверсивен мотор
с регулируем работен обем



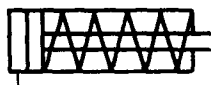
Въртящ цилиндър



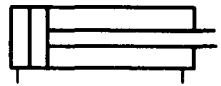
Еднодействуващ цилиндър,
обратният ход се извършва
чрез външна сила.



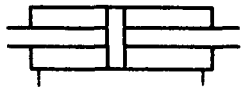
Еднодействуващ цилиндър,
обратният ход се извършва
чрез пружина.



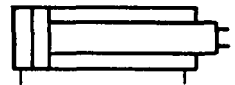
Двойнодействащ цилиндър
с едностранен бутален прът



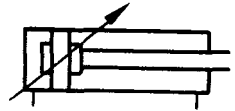
Двойнодействащ цилиндър
с двустранен бутален прът



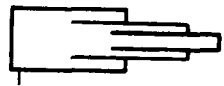
Диференциален цилиндър
с едностранен бутален прът



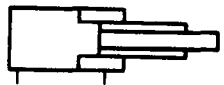
Двойнодействащ цилиндър
с двустранно демпфериране
в края на хода



Еднодействащ телескопичен
цилиндър – обратният ход
се извършва чрез външна сила



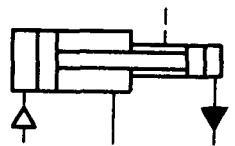
Двойнодействащ телескопичен
цилиндър



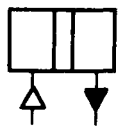
Предавател на налягане с еднакъв
флуид



Предавател на налягане за въздух
и течност

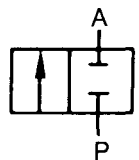


Преобразовател на средата предава-
ща налягането
напр. от въздух към течност

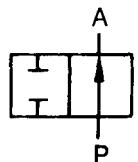


**Управление и регулиране
на енергията
Разпределители**

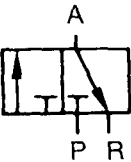
2/2 - разпределител,
нормално затворен



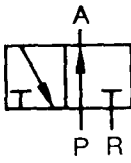
2/2 - разпределител,
нормално отворен



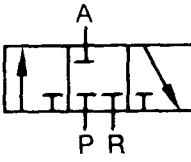
3/2 - разпределител,
нормално затворен



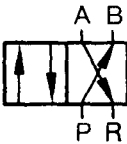
3/2 - разпределител,
нормално отворен



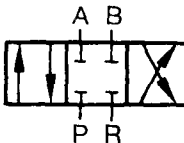
3/3 - разпределител,
затворена средна позиция



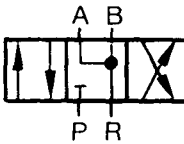
4/2 - разпределител



4/3 - разпределител,
затворена средна позиция



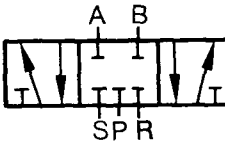
4/3 - разпределител в средна позиция,
изходите свързани с атмосферата



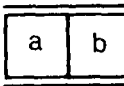
5/2 - разпределител



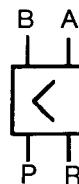
5/3 - разпределител,
затворена средна позиция



Разпределител с междинна позиция
за включване и две крайни позиции



Разпределител – опростено обозначение, например с 4 присъединителни отвора



Затварящи клапани

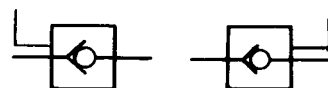
Обратен клапан без пружина



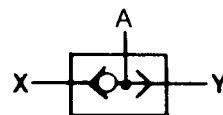
Обратен клапан с пружина



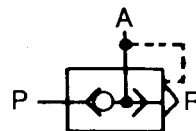
Управляем обратен клапан



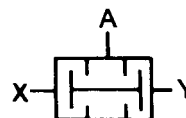
ИЛИ клапан



Бързоизпускащ клапан

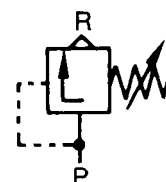


И клапан

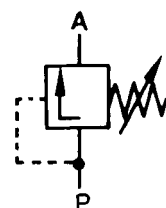


Клапани за налягане

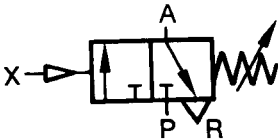
Предпазен клапан регулируем



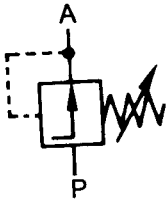
Включващ клапан регулируем



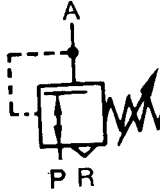
Включващ клапан с отвор
към атмосферата (3 - пътна функция)
регулируем (нестандартен)



Регулатор на налягане
без отвор за вентилиране



Регулатор на налягане
с отвор към атмосферата



Клапани за дебит

Дросел с постоянно сечение



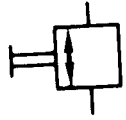
Бленда с постоянно сечение



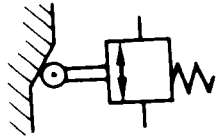
Дросел регулируем



Дросел регулируем
с ръчно управление



Дросел регулируем
с механично управление



Спирателни кранове

Спирателен кран опростено
обозначение



**Клапани за дебит с паралелно
включен обратен клапан**

Дросел регулируем
с обратен клапан ДРОКП

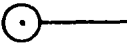


Бленда – нерегулируема
с обратен клапан



Пренасяне на енергия

Източник на налягане



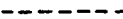
Работен тръбопровод



Управляващ тръбопровод



Тръбопровод към атмосферата



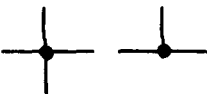
Гъвкав тръбопровод



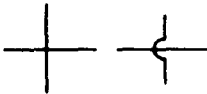
Проводник



Съединение на тръбопроводи
(твърдо)



Пресичане на тръбопроводи



Място за обезвъздушаване



Изпускане без тръбно присъединяване

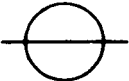
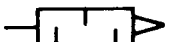
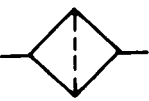
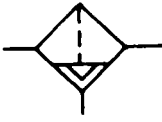


Изпускане с тръбно присъединяване

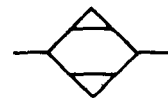


Място за свързване с налягане;
затворено

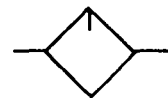


Място за свързване с налягане с тръбопровод	
Бързосменен съединител без механично задействуван обратен клапан-съединен	
Бързосменен съединител с механично задействуван обратен клапан – съединен	
Бързосменен съединител – несъединен, тръбопроводът е отворен	
Бързосменен съединител – несъединен, тръбопроводът е затворен чрез обратен клапан	
Въртящ съединител – еднопътен	
Въртящ съединител – двупътен	
Шумозаглушител	
Пневмоакумулатор	
Филтър	
Влагоотделител, ръчно задействуван	
Влагоотделител с автоматично изпразване	
Филтър с автоматичен влагоотделител	

Изушител



Омаслител



Пневмоподготвяща група (филтър, регулатор на налягане, омаслител и манометър) опростено обозначение



Охладител



Задвижване Механични съставни елементи

Вал, едноръчно завъртане



Вал, двуръчно завъртане



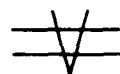
Ограничител



Фиксиране (*условно обозначавање на фиксатора)



Фиксиращ елемент



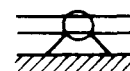
Шарнирен съединител опростен



Шарнирен съединител с проходна ос



Става с опора



Средства за управление чрез мускулна сила

В общия случай



Чрез бутон



Чрез лост

Чрез педал

Механично управление

Чрез прът или осезател

Чрез пружина

Чрез осезателна ролка

Чрез осезателна ролка със свободен обратен ход

Чрез опипвач (нестандартен)

Електрическо управление

Чрез електромагнит с една действаща бобина

Чрез електромагнит с две срещу-положно действащи бобини

Чрез електродвигател с непрекъснато въртеливо движение

Чрез стъпков електродвигател

Управление с налягане

Пряко чрез натоварване с налягане

Пряко чрез отпадане на налягане

Чрез разлика в наляганията

Центроване от налягането



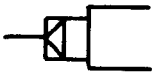
Центроване от пружина



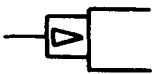
Пилотно индиректно чрез натоварване от налягането (предуправление)



Индиректно чрез отпадане на налягане



Чрез натоварване с налягане през усилвател (нестандартен)



Чрез натоварване от налягане през усилвател и пилотно изтласкване от налягането (нестандартен)



Чрез натоварване от налягане - видът на управлението създава двойно деление на честотата (нестандартно)



Комбинирани управления

Чрез електромагнит и предупреждаващ разпределител



Чрез електромагнит или предупреждаващ разпределител



Чрез електромагнит или ръчно управление с възвратна пружина



Общо:
* Пояснено обозначение
(обяснения в долното поле)



Специални уреди

Манометър



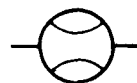
Диференциален манометър



Термометър



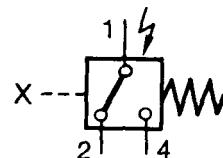
Дебитомер (поток)



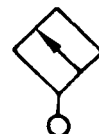
Обемен дебитомер



Реле за налягане



Датчик за налягане



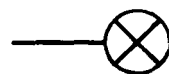
Термодатчик



Датчик за дебит

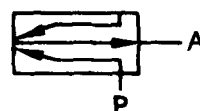


Лампа

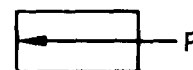


Специални условни обозначения
Безконтактни включващи елементи –
сигнализатори (нестандартни)

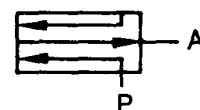
Отражателно око



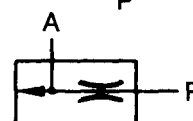
Излъчваща дюза на сигнализатор
с прекъсване на струята



Приемателна дюза на сигнализатор
с прекъсване на струята



Дюза-преграда

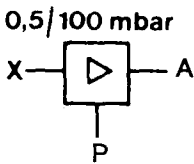


Сигнализатор с прекъсване
на първичната струя

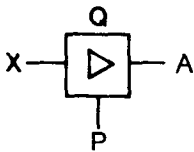


Усилватели

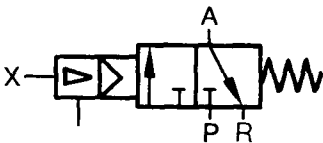
Усилвател (например от 0,5 mbar на 100 mbar)



Усилвател на дебит

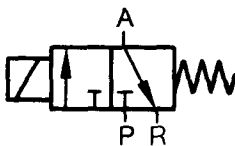


3/2 - разпределител с усилвател (например от 0,1 bar на 6 bar)

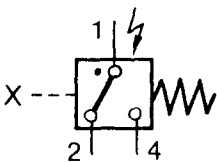


Преобразуватели на сигнали (нестандартни)

Електропневматични

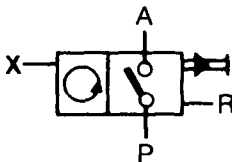


Пневмоелектрични



Броячи (нестандартни)

Субстрационен



Диференциален



Адитивен



Кратко обозначаване на присъединителни отвори

Според ISO 5599/2

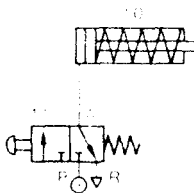
A, B, C...	Работни отвори	2, 4, 6 ...	Работни отвори
P	Захранване	1	Захранване
	Присъединителен отвор за налягане		Присъединителен отвор за налягане
R, S, T...	Отвеждане. Свързване с атмосферата	3, 5, 7...	Отвеждане. Свързване с атмосферата
L	Отвор за пропуски	9	Отвор за пропуски
Z, Y, X...	Отвори за управление	12, 14, 16, 18...	Отвори за управление

11. Основни схеми на свързване

11.1. Управление на еднодействащ цилиндър

Задача:

Буталото на еднодействащ цилиндър при натискането на бутон трябва да се изнесе напред и при освобождаването на последния да се върне обратно в изходно положение.



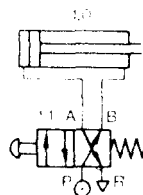
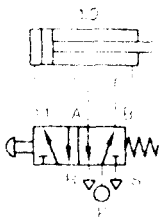
Решение:

За това управление е необходим един 3/2 - нормално затворен разпределител. При задействуването му сгъстеният въздух протича от Р към А, отворът R е затворен. Чрез връщане в първоначална позиция посредством пружина, работното пространство на цилиндъра се свързва с атмосферата от А към R, присъединителният отвор за сгъстеният въздух Р е затворен.

11.2. Управление на двойнодействащ цилиндър

Задача:

Посредством разпределител буталото на двойнодействащ цилиндър трябва да се изнесе, респективно – да се върне обратно.



Решение:

Управлението на цилиндъра може да се осъществи както с 4/2 - разпределител, така и с 5/2 - разпределител. Свързването на тръбопроводите от Р към В и от А към R при 4/2 - разпределител поддържа цилиндъра в задно крайно положение.

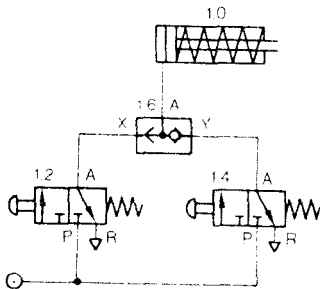
Чрез задействуване бутона на разпределителя сгъстеният въздух протича от Р към А и от В към R. Цилиндърът достига предно крайно положение. При освобождаване на бутона възвратната пружина на разпределителя го връща в изходна позиция. Цилиндърът се връща в задно крайно положение.

При 5/2 - разпределител свързването с атмосферата се осъществява през R или S. За регулиране на скоростта е нужно да бъдат вградени само дросели.

11.3. Управление с ИЛИ клапан

Задача:

Изнасянето на буталото на един цилиндър трябва да става от две различни места.



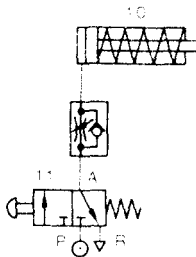
Решение:

При задействане на разпределителя 1.2 съгъстеният въздух протича от Р към А и през ИЛИ клапан от Х и А към цилиндъра. Същото се получава чрез превключването на разпределителя 1.4. Без ИЛИ клапан в горната схема при задействане на 1.2 или 1.4 въздухът ще протече през тръбопровода към атмосферата на другия незадействуван 3/2 - разпределител.

11.4. Регулиране на скоростта при еднодействащи цилиндри

Задача:

Скоростта на буталото на еднодействащ цилиндър трябва да бъде регулируема при изтегляне на буталния прът.

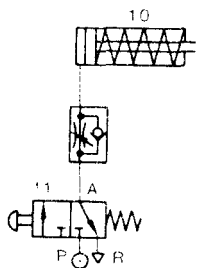


Решение:

При еднодействащ цилиндър съществува само възможността за дроселиране на захранващия поток (дросел на входа), с което се регулира скоростта при изтегляне на буталния прът.

Задача:

Скоростта на буталото трябва да може да се настройва при обратния ход.

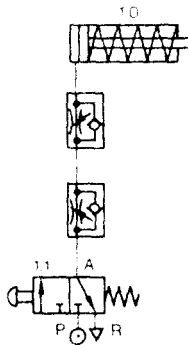


Решение:

Тук може да приложим по принуда вграждането на дросел на изхода.

Задача:

Скоростта на буталото на еднодействащ цилиндър трябва да се регулира за правия и обратния ход. Дроселирането за двете посоки трябва да бъде разделено.



Решение:

В този случай за прецизно отделно настройване трябва да бъдат приложени два регулируеми дросели с обратни клапани

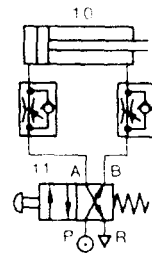
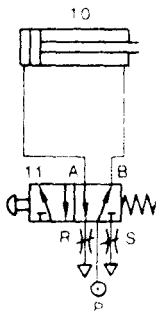
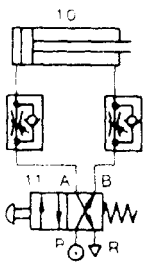
11.5. Регулиране на скоростта при двойнодействащи цилиндри

Задача:

При двойнодействащ цилиндър скоростта при правия и обратния ход трябва да бъде регулируема.

a:

b:



Решение а:

Разделно настройвано дроселиране на изхода за правия и обратния ход. Възниква тласък при потегляне до изравняване на силата, но има по-добра възможност за регулиране (независещо от натоварването). При 5/2 - разпределител могат да бъдат вградени прости дросели в присъединителните отвори за атмосферата.

Решение b:

Разделно настройвано дроселиране на входа за правия и обратния ход. Равномерно потегляне, но няма добра възможност за регулиране. Неприложимо при теглещо усилие (натоварване). Употребява се при малки цилиндри работни пространства срещу товара.

11.6. Повишаване на скоростта при едно- и двойнодействащи цилиндри

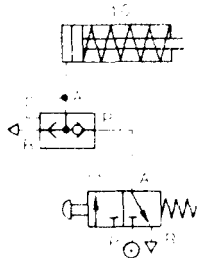
Задача а:

Скоростта при обратния ход на еднодействащ цилиндър трябва да бъде повишена чрез бързоизпускащ клапан.

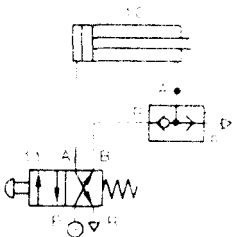
Задача b:

Повишаването на скоростта трябва да се постигне за правото движение на двойнодействащ цилиндър.

a:



b:



Решение:

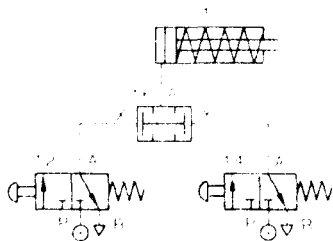
При превключването на разпределителя 1.1 въздухът трябва да се вентилира много бързо от предното пространство на цилиндъра. Бързоизпускащият клапан съвсем близко след цилиндъра изпуска въздуха в атмосферата. Последният не е необходимо да изтича по цялата дължина на тръбопровода и разпределителя.

11.7. Управление с И клапан

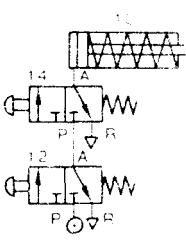
Задача:

Буталният прът на еднодействащ цилиндър трябва да се изнася само, когато се задействуват двата 3/2 - разпределителя

a:



b:



Решение а:

Задействването на разпределителите 1.2 и 1.4 дава сигнал при X и Y, с които буталото на цилиндъра се изтласква от сгъстения въздух.

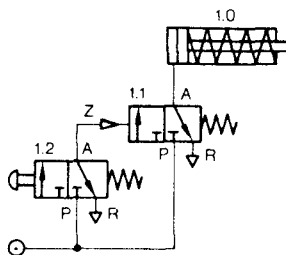
Решение b:

Разпределителите 1.2 и 1.4 трябва да се задействуват последователно; само тогава може да се изнесе еднодействащият цилиндър (включване).

11.8. Непряко управление на еднодействащ цилиндър

Задача:

Буталото на голямообемен еднодействащ цилиндър (голям диаметър, голяма дължина на хода, дълги тръбопроводи) след задействуването на разпределител трябва да изтегли буталния прът и след освобождаването на разпределителя незабавно да се върне в изходно положение.



Решение:

При задействуването на разпределителя 1.2 се получава свързване на въздуха от Р към А. Към разпределителя 1.1 при входа се получава сигнал за превключване. Присъединителните отвори Р и А се съединяват и цилиндърът изнася буталния си прът.

12. Примери от практиката

12.1. Задача: Затягане на детайли

С крачен педал трябва да се затегнат детайли с менгеме, за да бъдат обработени. При освобождаването на педала детайлът не трябва да се освобождава.

Скица на ситуацията:

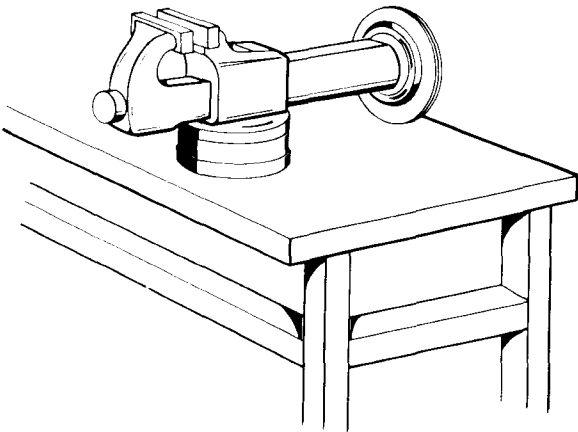
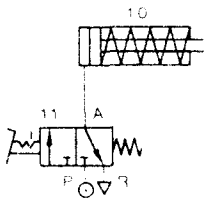


Схема на свързване:



Решение:

С 3/2 - разпределителя мембранный цилиндър 1.0 се изнася или връща. При освобождаване на крачния педал, посредством фиксатор, разпределителя остава в превключената позиция.

12.2. Задача: Сортиране на кашони

В зависимост от желанието отклоняването на ролганга трябва да става с бутон, като положението на последния се запазва при освобождаването му.

Скица на ситуацията:

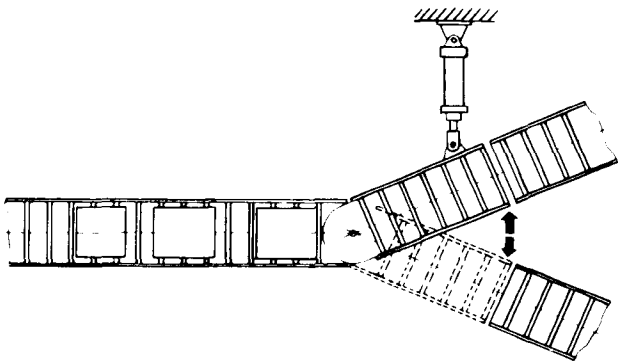
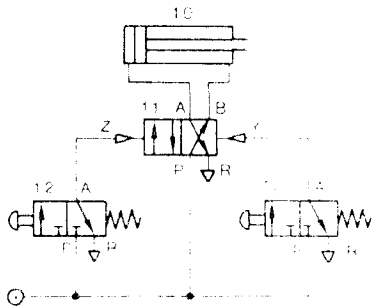


Схема на свързване:



Решение:

Ако разпределителя 1.2 се задействува, превключва се чрез входа за управление Z и разпределителя 1.1. Двойнодействащият цилиндър премества ролганга двойно във втората позиция. Последната се запазва, докато се подаде следващият сигнал от разпределителя 1.3.

12.3. Задача: Задействуване на дозировъчен шибър

С ръчно управляван разпределител трябва да се дозира точност. При това шибърът трябва да се задържа във всяка желана позиция.

Скица на ситуацията:

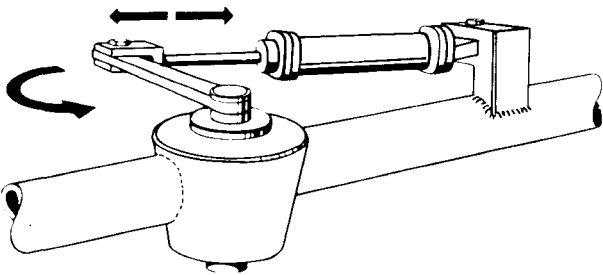
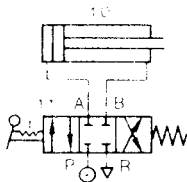


Схема на свързване:



Решение:

С 4/3 - разпределителя цилиндърът се изнася, респективно връща. Чрез средната позиция (протичането – блокирано) шибърът може да се задържи в желаното положение.

12.4. Задача: Управление на топилна пещ

Наклоняването на дозатора за изливане трябва да се осъществи с бутон (забавено наклоняване), а изправянето - чрез самопревключване (забавено изправяне).

Скица на ситуацията:

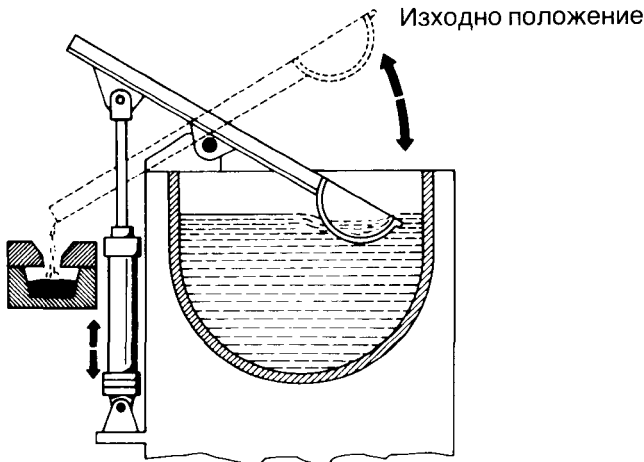
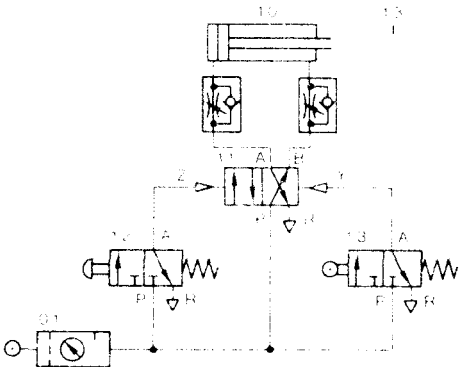


Схема на свързване:



Решение:

Всички клапани се захранват от пневмоподготвящата група 0.1. Чрез задействуване на бутона 1.2 дозаторът за изливане се наклонява бавно. Ако достигне горно положение, включва крайния изключвател 1.3, който превключва разпределителя с пневмоуправление 1.1. Дозаторът бавно ще се издигне.

12.5. Задача: Нитоване на плочи

Чрез задействуване на две осезателни ръчки, през осигурителен блок, тандем -цилиндърът трябва да занити една към друга две плочи.

Скица на ситуацията:

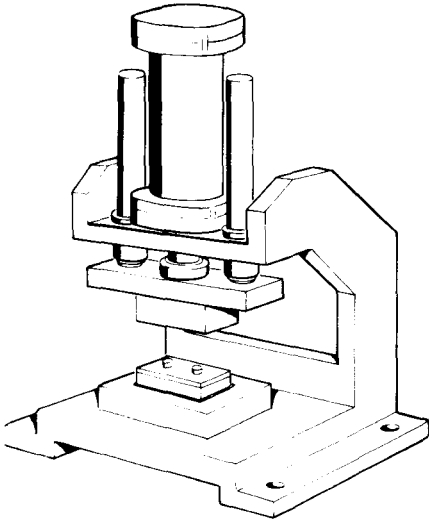
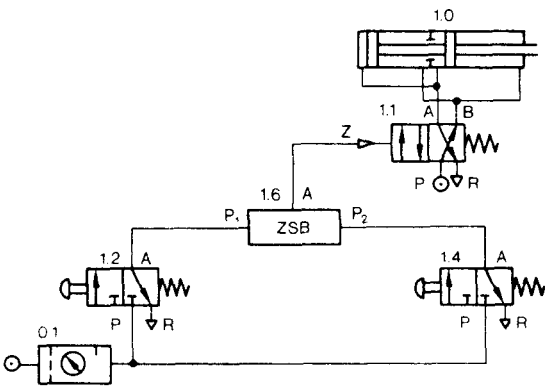


Схема на свързване :



Решение:

Бутоните 1.2 и 1.4 се задействуват. Когато двата сигнала са налице за по-малко от 0,5 s осигурителният блок ZSB подава сигнал. Разпределителят с пневматично управление се превключва и тандем - цилиндърът се изнася. Детайлите се занитват.

12.6. Задача: Разпределяне на сачми от гравитационен магазин

Сачмите от гравитационния магазин трябва да се разпределят последователно в улей I и улей II. Сигналът за обратния ход на цилиндъра 1.0 трябва да бъде подаден или от бутон или от педал. Сигналът за правия ход на цилиндъра се осъществява чрез краен изключвател с ролка.

Скица на ситуацията:

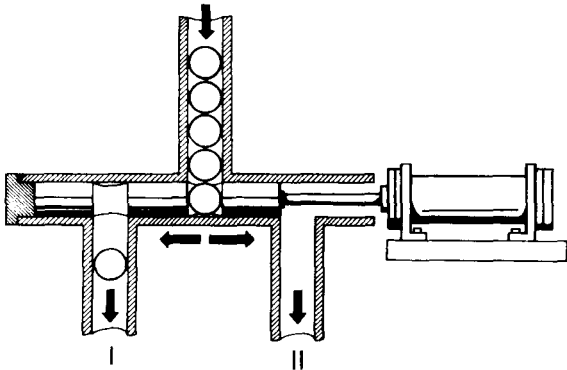
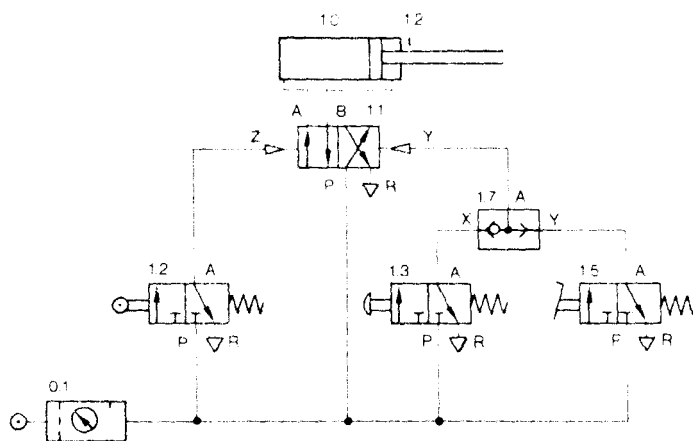


Схема на свързване:



Решение:

Чрез бутон 1.3 или 1.5 през един ИЛИ клапан 1.7 се превключва разпределителя с пневматично управление 1.1. Цилиндърът 1.0 се прибира и довежда сачмата в улей II. В задното крайно положение крайният изключвател с ролка 1.2 превключва разпределителя 1.1 в изходно положение, цилиндърът се изнася надясно. Следващата сачма се довежда в улей I.

12.7. Задача: Приспособление за залепване на пластмасови детайли

Сигналът за правия ход се подава през бутон. След достигането на предното крайно положение буталото трябва да притиска 20 s детайлите един към друг и след това да се върне обратно в изходно положение. Това обратно движение трябва да се осъществява при всеки случай, даже когато бутонът е натиснат. Един нов стартов сигнал трябва да е възможен след освобождаване на бутона и достигане на задното крайно положение на цилиндъра.

Скица на ситуацията :

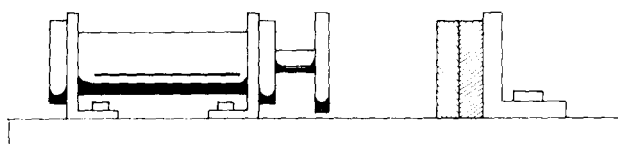
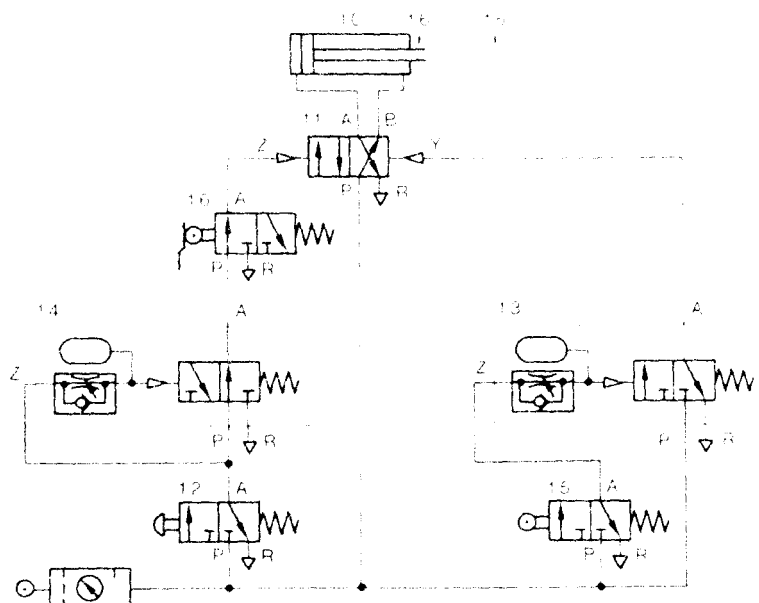


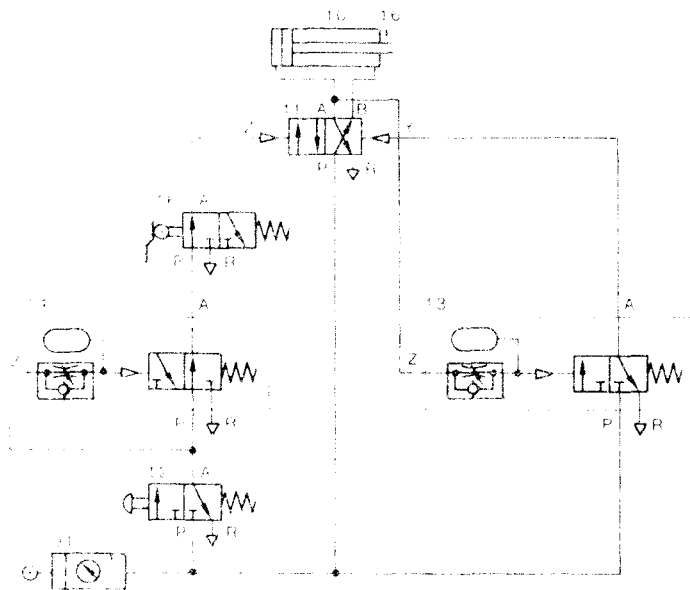
Схема на свързване:



Решение а:

При задействуване на разпределителя 1.2 съгъстеният въздух протича през разпределителя 1.4 и крайния изключвател с осезателна ролка 1.6, като превключва разпределителят с пневматично управление откъм Z. Цилиндърът 1.0 се изтегля. В своето предно крайно положение той преминава през обхвата на крайния изключвател 1.5. Последният дава сигнал на закъснителния клапан за време 1.3. След изтичане на на-строеното време последният превключва разпределителя 1.1 със сигнал към Y и цилиндърът се връща обратно в изходно положение. Ако стартовият бутон се натисне по-продължително време, закъснителният клапан за време 1.4 осигурява вентилиране на входа Z на разпределителя 1.1. В задно (прибрано) крайно положение цилиндърът 1.0 задействува пътния сигнализатор с осезателна ролка 1.6, с което пътят към разпределителя 1.1 е открит.

Схема на свързване :



Решение b:

Без контрол на крайното положение.

При това управление се осъществява същият процес, както описаният в “а”. Това включване обаче няма контрол на крайното положение.

Предимство: спестява се един краен изключвател.

Недостатък: по-малка сигурност (въпреки, че цилиндърът не е дошъл в предно крайно положение, превключването се осъществява).

12.8. Задача: Разграфяване на сметачни линейки

С щемпел за разграфяване върху сметачните линейки трябва да бъдат разграфени различните скали. Изнасянето на щемпела за разграфяване трябва да стане с бутон. Управлението за връщане трябва да започне, когато е достигнато настроеното налягане.

Скица на ситуацията:

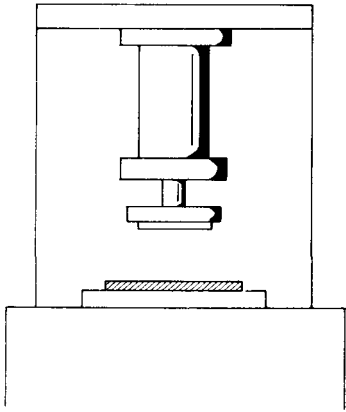


Схема на свързване а:

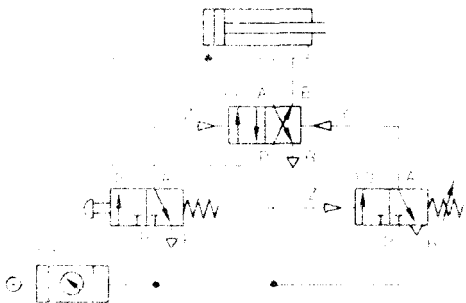
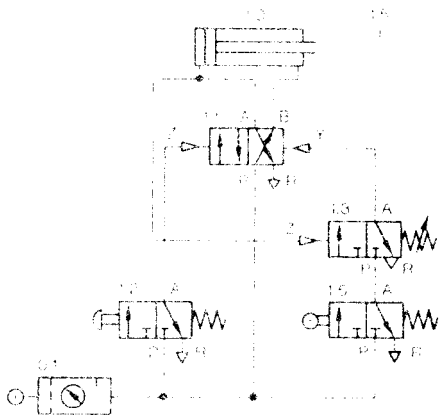


Схема на свързване b:



Решение а:

Всички клапани се захранват с въздух от пневмоподготвящата група 0.1. Сигнализаторът с ръчка 1.2 превключва разпределителя с пневматично управление 1.1 през Z. Щемпелът за разграфяване се спуска. Тялото на сметачната линейка се разграфява. В работния тръбопровод А се повишава налягането за разграфяване (щемпеловането). Когато се достигне настроеното налягане, включващият клапан 1.3 се превключва и подава към разпределителя 1.1 сигнал Y, като след превключването му цилиндърът за разграфяване се издига обратно в изходното си положение.

Решение b:

Ако при машината трябва да се постигне по-голяма сигурност, то цилиндърът 1.0, достигайки предно крайно положение, трябва да сигнализира за състоянието си. Това се осъществява чрез крайния изключвател с осезателна ролка 1.5, който се вгражда допълнително. Когато налягането в работния тръбопровод А се повиши и включващият клапан 1.3 се превключи и се задействува сигнализаторът 1.5, тогава цилиндърът за разграфяване може да се върне в изходно положение.

12.9. Задача: Контрол на затварящи капачки на чаши за извара

Капачките се придвижват към опаковъчната машина чрез лента. Те трябва правилно да лежат върху лентата, като струен сигнализатор контролира всяка отделна капачка. При неправилно положение се получава импулсен сигнал за изхвърляне и капачката се издухва от лентата.

Скица на ситуацията:

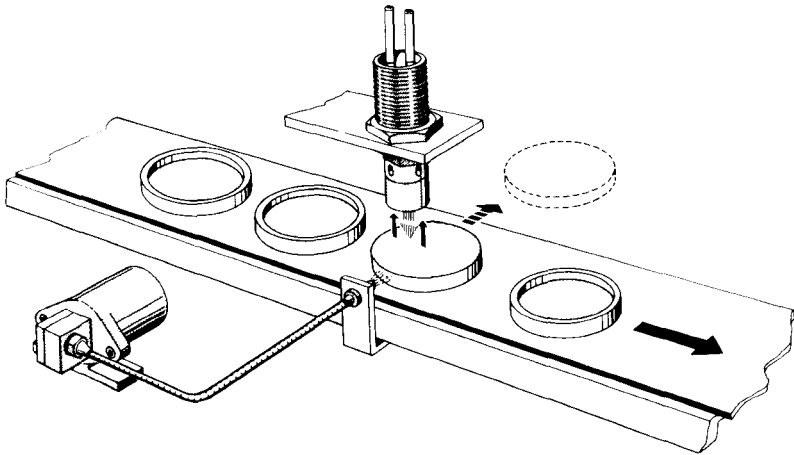
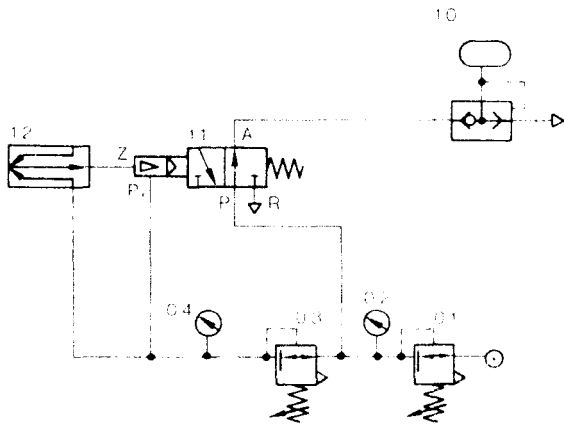


Схема на свързване:



Решение:

Сгъстеният въздух протича през регулатор на налягане 0.1. Разпределителят 1.1 е нормално отворен, резервоарът в импулсния изхвъргач е напълнен със сгъстен въздух. Регулаторът на налягане 0.3 редуцира налягането в долния обхват. Ако една от капачките не лежи в правилно положение, разпределителят 1.1 получава сигнал през отражателното око. Същият се превключва и импулсния изхвъргач издухва детайла.

12.10. Задача: Подаваща станция за дървесинни плоскости

Дървесинните плоскости се подават ръчно в приспособление, където се дообработват. За да може тежките дървесинни плоскости лесно да се подават към приспособлението, точното положение се отчита с помощта на струен сигнализатор (тип дюза-преграда).

Когато дървесинната плоскост се отнеме от купчината, цилиндърът, повдигащ плоскостите, застава автоматично в точната позиция (за подаване на следващата плоскост). Когато не са налице плоскости, обратният ход се извършва с разпределител.

Скица на ситуацията:

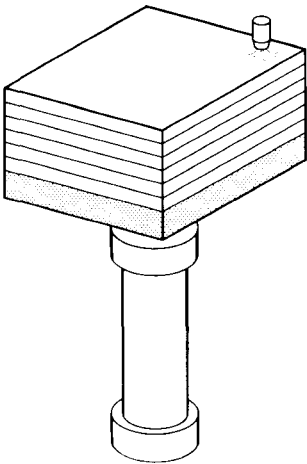
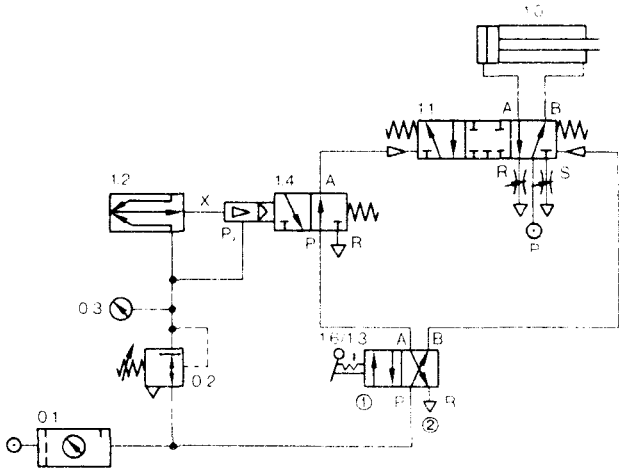


Схема на свързване:



Решение:

Елементите се захранват със сгъстен въздух от пневмоподготвящата група 0.1. Струйният сигнализатор 1.2 и усилвателят 1.4 получават през регулатора за налягане 0.2 сгъстен въздух с ниско налягане.

Основната позиция на цилиндъра 1.0 е долно крайно положение при позиция 2 на разпределители с ръчно управление и фиксиране 1.6/1.3. Ако дървесинните плоскости се поставят на цилиндъра и се включи позиция 1, то цилиндърът се издига в горно крайно положение.

Със струйния сигнализатор 1.2 винаги точно се позиционира най-горната плоскост.

Ако дървесинната плоскост се намира в необходимото положение, под струйния сигнализатор 1.2 се превключва усилвателят 1.4. По този начин се прекъсва сигнала Z към разпределителя 1.1, последният се включва в затворена средна позиция и цилиндърът остава в същото положение. Ако се отнеме една дървесинна плоскост, разпределителят възпроизвежда отново същото позициониране. Ако няма повече дървесинни плоскости, цилиндърът 1.0 се връща в изходно положение чрез включване на позиция 2 на разпределителя 1.6/1.3.