

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Инжењерски алати 1

Број индекса: 81/2015

Немања М. Јелесијевић

Израда 3D модела

пригушно-неповратног вентила

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Владимир Вукашиновић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Садржај

Резиме	2
1. Увод.....	3
1.1 Развој у техници ваздуха под притиском.....	3
1.2 Производња ваздуха под притиском	4
1.3 Примена и развој пнеуматских уређаја.....	5
1.4 Техничке предности и недостаци пнеуматских уређаја	6
2. Радни медиум	8
2.1 Ваздух.....	8
2.2 Струјање ваздуха.....	9
2.3 Притисак	11
2.5 Температура.....	12
2.6 Вискозост	13
2.7 Влажност ваздуха	14
3. Вентили.....	16
3.1 Разводници.....	16
3.2 Притисни вентили	18
3.3 Проточни вентили	19
3.4 Цевни затварачи	20
3.5 Неповратни вентили	20
3.5.1 Наизменични вентили	21
3.5.2 Пригушно-неповратни вентили	22
3.5.3 Неповратни вентил са обостраним притиском	24
3.5.4 Брзоиспусни вентили	25
3.6 Симболи	25
4. Пригушно-неповратни вентил.....	29
5. Израда 3D модела пригушно-неповратног вентила	31
Закључак	34
Литература.....	35

Abstract

By developing pneumatics as a science and pneumatic devices itself, improvements and innovations in pneumatic systems have been achieved. The development trend is aimed at finding new technologies, which would meet the requirements for increased use of pneumatics. This paper describes a non-return valve which is one of the main speed regulators in pneumatic systems.

The introductory part describes the importance of air under pressure, the oldest form of energy, as well as its development and use, from the creation to the present. In the central part of the paper pneumatic valves are presented as the basic components of the management and regulation of the working medium in pneumatic systems. Special significance is given to non-return valves. The final part of the paper presents the creation of a 3D model of a throttle non-return valve from the production program of the "Prva Petoletka" factory, Trstenik, as well as all its components.

Key words: Valve, non-returnable, pneumatic, air

Резиме

Развојем пнеуматике као науке и самих пнеуматских уређаја, постигнута су унапређења и иновације пнеуматских система. Тенденција развоја усмерена је на проналажење нових технологија, чиме би испунили захтеве за повећаном применом пнеуматике. У раду је описан пригушно-неповратни вентил који је један од главних регулатора брзине у пнеуматским системима.

У уводном делу рада се описује значај ваздуха под притиском, најстаријем виду енергије, као и његов развој и употребу, од настанка па до данас. У централном делу рада представљени су пнеуматски вентили као основне компоненте управљања и регулисања радног медија у пнеуматским системима. Посебно се придаје значај неповратним вентилима. Завршни део рада представља израду 3D модела пригушно неповратног вентила из производног програма фабрике „Прва Петолетка“, Трстеник, као и свих његових компонената.

Кључне речи: Вентил, пригушно- неповратни, пнеуматика, ваздух

1. Увод

1.1 Развој у техници ваздуха под притиском

Доказано је да је ваздух под притиском један од најстаријих облика енергије који човек познаје и примењује као замену за физички напор. Људи су ваздух под притиском употребљавали још у праисторији. У почетку се користио за распиривање ватре помоћу мехова и у дувачким инструментима. Тек много касније почео се користити и у техничке сврхе.[1]

Први човек, за кога са сигурношћу можемо тврдити да се бавио ваздухом под притиском као радним средством, односно пнеуматиком, био је грк Ктесибиос. Пре више од 1000 година саградио је катапулт помоћу ваздуха под притиском. Једна од првих књига која описује примену баздуха под притиском као носиоца енергије, појавила се у првом веку након Христа, и она описује уређаје који су били погоњени загрејаним ваздухом.

Реч „пнеума“ потиче од старих грка која значи дисање, ветар. А извод из поменуте речи настао је и између осталог и појам „Пнеуматика“. Наука о кретању ваздуха. И поред тога што основи пнеуматике спадају у најстарија сазнања људског рода, ипак тек у прошлом веку извршена су комплетна научна истраживања о понашању ваздуха. Било је и пре тога примене пнеуматике у разним областима, нпр, у рударству, грађевинарству и железницама. Након 1950. године и обављених истраживања тек можемо говорити о стварној примени пнеуматике као радног средства у производњи.

Наше доба карактерисе веома интензиван напредак у свим областима технике и привреде. Један од главних циљева је да се постигне бољи квалитет производа, да се повећа продуктивност рада и при томе смање трошкови производње. Решење је иновација и модернизација фирми и предузећа, односно увођење аутоматизације. Циљ аутоматизације није само да се људи ослободе непотребних физичких напора већ и побољшање темпа рада.

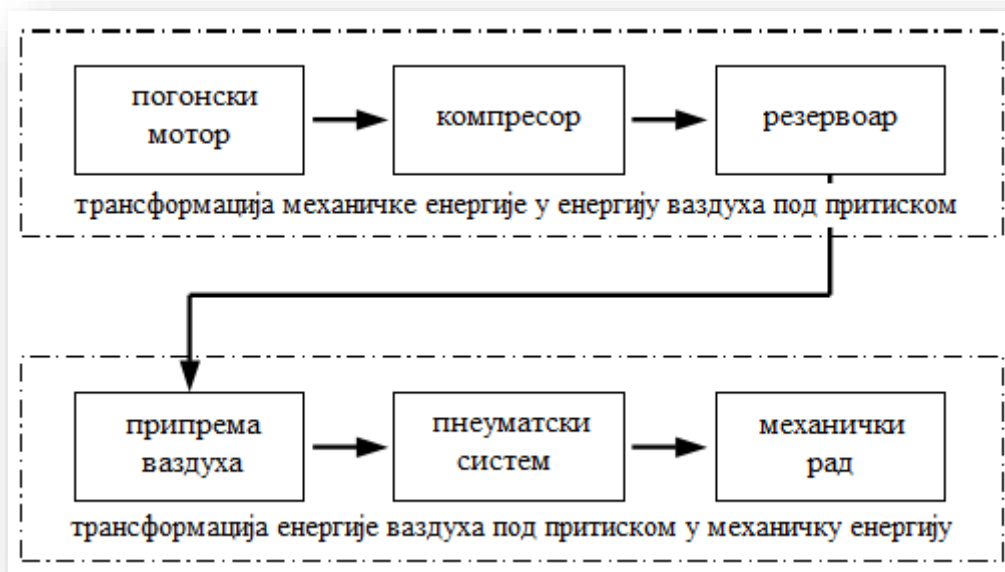
Стварна широка примена пнеуматике у индустрији је почела тек када се појавила потреба за аутоматизацијом и рационализацијом радних процеса. Велики проблем на самом почетку коришћења ове технике у обављању послова било је незнање и недостатак школованих кадрова. Упркос томе примена пнеуматике се стално повећавала. Данашња модерна индустрија се не може ни замислити без ваздуха под притиском. У свим гранама индустрије се примењују апарати и уређаји који раде на основу ваздуха под притиском.[4]

1.2 Производња ваздуха под притиском

За производњу ваздуха под притиском потребни су компресори који сабијају ваздух на жељени радни притисак. Код пнеуматских погона у управљању примењује се најчешће систем централног снабдевања ваздуха по притиском. Помоћу централног разводног система ваздух под притиском води се од централне компресорске станице према појединим уређајима.

Покретни системи са производњу ваздуха под притиском примењују се у грађевинарској индустрији или код машина које често мењају место рада. Зависно од производних захтева у односу на радни притисак и количину потребног ваздуха, примењују се и различити типови компресора. Компресори су само један део пнеуматског система.

Задаци пнеуматског система могу укључивати претварање, пренос и управљање енергијом. На слици је приказан принцип рада пнеуматског система. У горњем блоку приказано је претварање механичке енергије у енергију ваздуха под притиском који се складишти у резервоару. Кроз пнеуматску разводну мрежу тај ваздух се доводи у доњи блок, у којем се врши обрнуто претварање енергије. Након компонената за припрему ваздуха (чишћење, мешање, зауљивање), у пнеуматском систему енергија ваздуха претвара се у користан механички рад. Тај систем обухвата компоненте које управљају смером струјања, протоком и притиском ваздуха као и компоненте које врше претварање енергије. Осим трансформације у механички рад, пнеуматски систем често обавља и улогу управљања односно регулације.[2]



Слика 1,1 Принцип рада пнеуматског система

Елементи пнеуматског система могу се према његовој функцији у систему поделити на:

- елементи за производњу и развод ваздуха
- елементи за припрему ваздуха
- извршни елементи
- управљачки елементи
- управљачко-сигнални елементи
- помоћни елементи

Елементи за производњу и развод ваздуха имају задатак да корисницима осигурају потребну количину сабијеног ваздуха одговарајућих параметара (компресор, резервоар, цевоводне разводне мреже). Елементи за припрему, обављају припрему ваздуха, што укључује чишћење, подмазивање и регулацију (филтар, мазалица и прегулатор ваздуха). Извршни елементи су елементи који обављају жељене радње односно еханички рад (цилиндри, мотори). Управљачки елементи (вентили) управљају токовима енергије и информација. Управљање може да буде потпуно пнеуматско, а најчешће се изводи комбинацијом других елемената (електрично). Управљачко сигнални елементи имају задатак добављања информација о стању система (сензори, индикатори). Помоћни елементи испуњавају различите додатне функције (пригушивачи буке, бројачи, итд).

Карактеристике пнеуматских система:

- притисак ваздуха за напајање креће се од 1-15 bar (уобичајено 7 bar)
- погонске температуре ваздуха од -10 до 60 °C
- оптимална брзина струјања ваздуха 40 m/s
- кретање елемената: аксијално и ротацијоно
- брзина цилиндра се креће од 1-2 m/s (максимално 10 m/s)
- максимална остварива сила око 40 kN
- максимална снага 30 kW[2]

1.3 Примена и развој пнеуматских уређаја

Пнеуматски уређаји и системи били су познати још крајем XIX века. Тада су се још примењивале: пресе на пнеуматски погон, пнеуматски секачи, пнеуматски алати за грубо скидање неравнина на отковним комадима и сл. Од тада па до данас пнеуматика се развила као самостална дисциплина која се бави проучавањем процеса преноса и обраде гасова под притиском различитим од атмосферског. Нешто касније ваздух под притиском се користи и код машина које имају као погонски елемент ваздушни мотор.

У поређењу са другим елементима са управљање, развој пнеуматских компонената заостао је у једном периоду. Данас се пнеуматске компоненте израђују као извршни органи цилиндри, са разним конструктивним решењима, са стандардним пречницима,

разним начинима причвршћивања, произвољним ходом, једносмерног и двосмерног дејства. Посебно треба напоменути компоненте које управљају оваквим цилиндрима а то су вентили за развођеље радних флуида са различитим начинима активирања.

Развојем пнеуматских компонената, створени су услови за ширу примену пнеуматике уопште. Управљање цилиндрима и ваздушним моторима помоћу разводника омогућује даље путеве у свим областима на пољу аутоматизације. Пнеуматски елементи се данас успешно користе на скоро свим техничким гранама од производних линија, постројења, алата, робота и медицинских елемената, до кућних производа, итд.[1]

1.4 Техничке предности и недостаци пнеуматских уређаја

Пнеуматски уређају се одликују веома чврстом и једноставном конструкцијом, што омогућава да њихово коришћење буде применљиво свуда, где су услови рада тешки и где је потребно обезбедити сигурност у раду. У срединама где постоји опасност од хаварија и експлозија примењују се пнеуматски уређаји. Они примају велика оптерећења без последица, што није случај са електричним уређајима.

Пнеуматски уређаји увек раде под притиском већим од атмосферског, и због тога могу да раде у агресивној хемијској и влажној околини. Пнеуматски, хидраулични и електрични уређаји се могу допуњавати, односно комбиновати, што често можемо и видети у пракси.

Предност ваздуха под притиском:

- Количина: Ваздух за сабијање нам стоји на располагању у неограниченим количинама.
- Акумулација: Сабијени ваздух се може акумулирати у резервоарима.
- Транспорт: Сабијени ваздух се може транспортовати било у резервоарима или путем цевовода на велику удаљеност, док повратни водови нису потребни (испуштање у атмосферу)
- Брзина: Сабијени ваздух постиже велике брзине при транспорту, а и радни елементи имају велике брзине. Максималне брзине пнеуматских цилиндара, као извршних органа, су до 2 м/с.
- Регулација: Силе и брзине кретања извршних органа могу се једноставним уређајима (регулатори притиска и пригушно-неповратни вентили) континуално мењати.
- Температура: Сабијени ваздух је готово неосетљив на температурне промене.
- Сигурност: Сабијени ваздух може се примењивати у експлозивним средствим јер нема опасности од експлозије.

- Нема загађења: Сабијени ваздух ослобођен од влаге, уља и механичких нечистоћа врло је погодан за коришћење у прехранбеној, текстилној, кожној, дрвној, фармацеутској индустрији, јер не загађује околину.
- Поузданост: Сабијени ваздух, регулисаног притиска, врло је сигуран у раду и штити уређаје од преоптерећења и лома.

Недостаци сабијеног ваздуха:

- Припрема: Сабијени ваздух захтева добру припрему. Неопходно је одвојити влагу и механичке нечистоће из ваздуха. Уз добро зауљивање обезбеђује се дуг век пнеуматских уређаја.
- Издржљивост: Сабијени ваздух економичан је само за притиске до 8 бара
- Бучност: Сабијени ваздух на излазним водовима је бучан. Бука се смањује пригушницима буке али је немогуће потпуно елиминисати.
- Цена: Сабијени ваздух је скуп извор енергије. То се компензује ниском ценом елемената и дугим веком трајања.

2. Радни медиум

За пнеуматске системе карактеристични су термодинамички процеси при константној количини ваздуха. При преласку ваздуха из једног стања у друго, мењају се његови параметри. Веома је битно познавати особине ваздуха као радног флуида као и карактеристике струјања и понашања у пнеуматским системима.

И ако практично сваки гас може бити медиум за претварање и пренос пнеуматске енергије, ваздух има најширу примену у индустријским пнеуматским системима. Основни параметри који одређују стање ваздуха у пнеуматском систему јесу притисак, температура и густина.

2.1 Ваздух

Ваздух представља механичку смешу гасова која обавија Земљу као планету, стварајући њену атмосферу. Састав кисеоника варира на различитим висинама а може да садржи и чврсте честице као што су песак, пепео, прашина, кристали соли и органске честице као што су микроби. Њега доживљавамо као безбојан, прозиран, без мириса и неопипљив. Гасови који су највише присутни у ваздуху, односно они који чине ваздух су азот (N_2), кисеоник (O_2), аргон (Ar) и угљен-диоксид (CO_2).[1]

Запремински и масени удели који чине ваздух представљени су у наредној табели.

Табела 2.1 Запремински и масени удели гасова у ваздуху

Врста гаса	Запремински удео %	Масени удео%
Азот (N_2)	78,90%	75,510%
Кисеоник (O_2)	20,95%	23,150%
Аргон (Ar)	0,93%	1,280%
Угљен-диоксид (CO_2)	0,03%	0,046%

Најзначајније физикалне константе ваздуха су дате у следећој табели.

Табела 2.2 Физикалне константе ваздуха

Молекулска тежина	28,96 kg/kmol
Густина ваздуха на 288 K	1,21kg/m ³
Тачка кључања на 1 bar	78,8 K (-194,4 °C)
Тачка смрзавања на 1 bar	57-61 K (-212,2 до -216,2 °C)
Гасна константа	286,9 J/(kg·K)
Критичан притисак	37,7·10 ² kPa (37,7 bar)
Критична температура	132,5 K (-140,7 °C)

2.2 Струјање ваздуха

Као и сви гасови и течности и ваздух може да струји. Под струјањем се подразумева кретање материје из области вишег притиска у области нижег притиска. Рад материје, односно ваздуха може се остварити и на даљину захваљујући струјању.

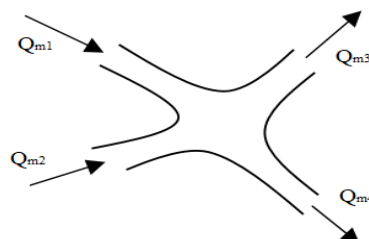
У случају кад се струјање може сматрати стационарним, закони одржања масе и енергије за струјање ваздуха у цевоводним мрежама пнеуматских система попримају следеће облике:

Једначина континуитета (закон одржања масе): Масени проток ваздуха у цеви је константан

$$Q_m = \rho \cdot Q = \rho \cdot v \cdot A = \text{const.},$$

при чему ρ означава густину ваздуха, v брзину ваздуха, а A је попречни пресек цеви. У цевоводним мрежама мора сума свих масених протока који улазе у чвор цевовода (рачву - Сл. 2.1) бити једнака суми свих масених протока који из чвора излазе

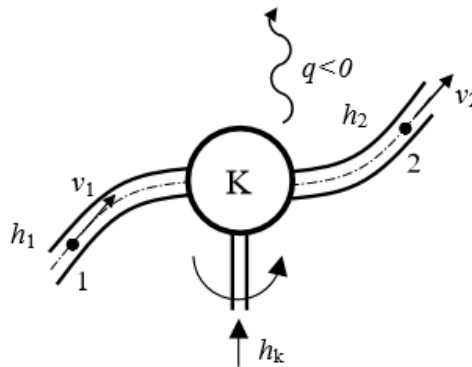
$$Q_{m1} + Q_{m2} = Q_{m3} + Q_{m4}$$



Слика 2.1 Чвор цевовода

Закон одржања енергије: Закон одржања енергије за струјање ваздуха кроз цевовод односно деоницу цевовода од одабраног улазног пресека 1 до излазног пресека 2 гласи

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2} + h_k + h_M + q = h_2 + \frac{v_2^2}{2},$$



Слика 2.2 Деоница цевовода са компресором

Струјање у пнеуматским цевоводима често се може сматрати изотермским ($T = \text{const.}$). За идеални ($p = \rho RT$) гас тада вреди $u_1 = u_2$, $h_1 = h_2$, $p/\rho = \text{const.}$ Из претходне релације тада је очигледно да повећање кинетичке енергије при струјању у цеви мора бити једнако топлоти доведеној из околине.

Обзиром на релативно ниске брзине струјања, у прорачунима губитака у цевоводу редовно се занемарује промена густине флуида ($\rho = \text{const.}$), тј. користи се модификована Бернулијева једначина за нестишљив флуид.

Уз извесна поједностављења, за деоницу цевовода у којој није присутан компресор нити пнеуматски мотор ова једначина може се од одабраног улазног пресека 1 до излазног пресека 2 записати у једноставном облику

$$p_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = p_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} + \sum \Delta p_v,$$

при чему p означава притисак ваздуха, ρ густина ваздуха, а $\sum \Delta p_v$ је збир свих успутних и локалних губитака притиска од пресека 1 до пресека 2.[2]

Успутни губици настају при струјању радног флуида на праволинијском делу пута. За деоницу цевовода дужине l и константног пресека d , успутни губици износе

$$\Delta p_{vu} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2},$$

Где је λ коефицијент отпора трења флуида у правој цеви, а v брзина струјања ваздуха кроз ту деоницу цевовода.

Локални губици настају на местима промене облика и величине проточних површина. У пнеуматским системима се јављају на следећим местима: нагло проширење нагло

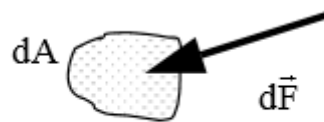
сужење, кривине, рачве, а и у различитим пнеуматским компонентама као сто су усисне корпе, вентили, пригушници, итд. Пад притиска услед локалних губитака, без обзира на врсту локалног отпора, одређује се изразом:

$$\Delta p_{vl} = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2},$$

где је ξ коефицијент одговарајућег локалног отпора.[5]

2.3 Притисак

Притисак је јединична сила и показује ниво механичке енергије у материји. У флуидима притисак се простире подједнако у свим правцима. У чврстој материји притисак мења интензитет у зависности од правца. Као сила и притисак је векторска величина. У општем случају интензитет притиска зависи од просторног положаја и времена $p(x,y,z,t)$.



Слика 2.3 Елементарна сила и површина

Математичка формулација:

$$\vec{p} = \frac{d\vec{F}}{dA} \left[\frac{N}{m^2} \right] = [P_a]$$

Паскал је веома мала јединица зато је уведена већа јединица под називом bar. Поменута мерна јединица је по величини веома близу старој мерној јединици атмосфера. Бар и атмосфера се приближно разликују 3% по величини.[3]

$$1 \text{ bar} = 10^5 P_a$$

Разликујемо хидростатички и хидродинамички притисак. Хидростатички притисак је дејство тежине флуидног слоја на одређену површину, и у флуиду се хидростатички притисак простире подједнако у свим правцима. Хидродинамички притисак настаје приликом скретања струје флуида. Дејство настаје услед ударања честица флуида о зид чврсте површине.

У техници за мерење притиска примењују се углавном уређаји који показују разлику притисака, тачније, разлику притиска на мерном месту и спољашњег притиска (атмосферског). У колико је разлика притисака позитивна, онда је то натпритисак, а ако је негативна, потпритисак.[3]

У прорачунима се користе вредности апсолутног притиска, које се добијају на следећи начин:

$$p_{aps} = p_a + p_m$$

$$p_{aps} = p_a + p_v$$

2.4 Густина

Свака материја у природи има своју запремину и масу, па тако и ваздух. Густина је по дефиницији однос масе и запремине.

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Реципрочна вредност густине је специфична запремина:

$$v = \frac{V}{m} \left[\frac{m^3}{kg} \right],$$

где долазимо до тога да је специфична густина једнака реципрочној вредности специфичне запремине:

$$\rho = \frac{1}{v} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

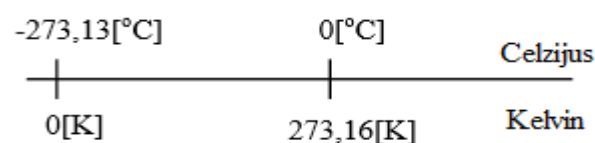
2.5 Температура

Температура је термички параметар стања и показује ниво унутрашње енергије материје. Микро посматрано, гледајући унутар материје, сразмерна је кинетичкој енергији честица флуида.

$$T = k \cdot \frac{m \cdot w^2}{2} \quad [^{\circ}C] \quad [K]$$

Температура се по међународној скали мери у $t = ^{\circ}C$ код нормалног притиска од 10^5 Pa. Код техничких прорачуна узима се као полазиште температура апсолутне нуле, на којој престаје кретање молекула. Такво стање догађа се на температури $-273,13^{\circ}C$. Мерења се врше од те полазне тачке и означавају јединицама К (Келвин). Претварање Келвина у Целзијусе изводи се на следећи начин:

$$T = 273 + t^{\circ}C \quad [K] \quad [3]$$

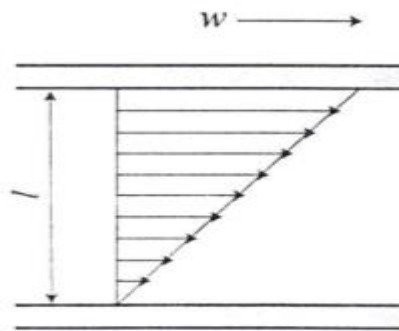


Слика 2.4 Скала температура

2.6 Вискозост

Струјање је кретање честица које се међусобно додирују, а додирују и зидове водова кроз које ваздух струји, тиме настаје трење. Трење које из тога произлази, узрокује пад притиска и губитак брзине струјања па према томе и губитак корисне енергије.

Вискозност је физичко својство радне материје да при кретању пружа отпор релативном померању својих делића. За лакше представљање трења које настаје између слојева и зидова послужиће две поче, од којих је доња непокретна, а горња се креће брзином w . Услед трења горње честице имају брзину кретања као и плоча, а уз доњу плочу, која се не креће, не крећу се ни честице ваздуха. [1]



Слика 2.5 Струјање између две паралелне плоче

Сила потребна за кретање горње плоче брзином w је:

$$F = \mu \cdot A \cdot \frac{dw}{dl} \text{ [N]}$$

Коефицијент унутрашњег трења μ назива се динамичка или апсолутна вискозност, а изражава се у $[Pa \cdot s]$, A је површина плоче изражена у m^2 .

Динамичка вискозност радног флуида зависи од притиска и температуре, али не постоји интегрисана аналитичка релација која изражава ову зависност.

Зависност динамичке вискозности од притиска може се приказати следећом релацијом:

$$\mu = \mu_0 \cdot e^{\alpha_{vp} \cdot p},$$

динамичка вискозност радног медијума значајно варира и са променом температуре:

$$\mu = \mu_0 \cdot e^{-\alpha_{vT} \cdot (T - T_0)},$$

У пракси се чешће користи кинематска вискозност, која представља однос динамичке вискозности и густине ваздуха.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

У табели су приказане средње вредности динамичке вискозности ваздуха за различите температуре.

Табела 2.3 Вредности динамичке вредности за различите температуре

T[K]	253	273	293	313	343
$\mu \left[\frac{kg}{ms} \right]$	$16.2 \cdot 10^{-6}$	$17.3 \cdot 10^{-6}$	$18.3 \cdot 10^{-6}$	$19.3 \cdot 10^{-6}$	$20.9 \cdot 10^{-6}$

На основу приказаних вредности у табели може се закључити да вискозност ваздуха расте када температура расте.[1]

2.7 Влажност ваздуха

Мешавина сувог ваздуха и воде (паре) назива се влажан ваздух . Термодинамичка својства сувог ваздуха углавном одређују гасови азот и кисеоник садржани у ваздуху, док се садржај и утицај преосталих сувих гасова у ваздуху најчешће може занемарити. Влажан ваздух проматра се као мешавина само две компоненте – сувог ваздуха (v) и водене паре (p).

Ако се замисли да се одстрани суви ваздух из неког затвореног суда испуњеног влажним ваздухом под апсолутним притиском p , преостала пара раширила би се по целом суду и попримила (мањи) притисак који се назива парцијални притисак паре p_p . За апсолутни притисак влажног ваздуха (укупни) p вреди

$$p = p_z + p_p$$

при чему је p_p означен парцијални притисак сувог ваздуха

Ако притисак влажног ваздуха износи око 1 bar, за његове компоненте довољно тачно вреди једначина стања идеалног гаса. Тако за суви ваздуха вреди једначина

$$p_v V = m_v R_v T$$

А за пару у ваздуху

$$p_p V = m_p R_p T$$

Влажност ваздуха x (апсолутна влажност) дефинише садржај воде (паре и капљица) у влажном ваздуху, а представља однос масе воде (m_t) и масе сувог ваздуха (m_v)

$$x = \frac{m_v}{m_t}$$

Количина водене паре у ваздуху ограничена је и зависи од температуре. На пример, при температури 0 °C, 1 m³ ваздуха може имати до 4,8 g водене паре, при 30 °C – до 30,4 g, при 100 °C – до 597,4 g. Однос количине водене паре, садржане у 1 m³ при задатој температури према максимално могућој количини влаге за ту температуру назива се релативна влажност. Снижавањем температуре мешавине ваздуха и водене паре настаје засићење и водена пара кондензује у виду росе. На тај начин је могуће добити осушен ваздух, што се и практично користи.[2]

Релативна влажност ваздуха φ дефинисана је зразом:

$$\varphi = \frac{p_p}{p}$$

3. Вентили

Вентили (пнеуматски управљачки елементи) су уређаји за регулацију и усмеравање радног флуида. Функције вентила укључују пропуштање, заустављање и промену смера флуида, регулацију протока и притиска.

Према функцији рада они се деле на:

- Разводнике
- Неповратне вентиле
- Проточне вентиле
- Притисне вентиле
- Цевне затвараче

У пнеуматским шемама користе се симболи вентила који показују њихову функцију. Вентил се приказује квадратним симболима, број квадрата одговара броју могућих разводних положаја датог вентила. Стрелице уцртане у поља показују разводне путеве и смер протока флуида. Затворен пут означава се попречном цртом унутар самог поља. Доводни и одводни прикључци уцртавају се на пољу нултог положаја (положај који вентил заузима када на њега не делује управљачки сигнал) или на пољу полазног положаја, ако вентил нема нулти положај. Начин активирања означава се са стране и могуће је на више начина то остварити.[2]

Прикључци вентила означавају се бројевима, и то:

- Напајање - 1(P)
- Радни прикључци: 2, 3 ,6.. (A, B, C)
- Одвод радног медија: 3, 5 ... (R, S, T)

3.1 Разводници

Разводници усмеравају ток радног медиума, и то пропуштањем, затварањем, променом смера тока. Разводници се разликују по следећим карактеристикама:

- Тип
- Величина
- Начин активирања
- Конструкција
- Дужина трајања сигнала

Тип разводника одређен је бројем прикључака и разводних положаја (поља у симболу). Ознака типа разводника ставља се испред назива, нпр. „3/2 разводник“ означава разводник са 3 прикључка и два положаја.

Величина разводника описана је прикључном мером која се одабере према протоку радног медиума.

Активирање може бити непосредно и посредно. Могући начини активирања разводника су:

- Физичко
- Механичко
- Притисно
- Електрично
- Комбиновано

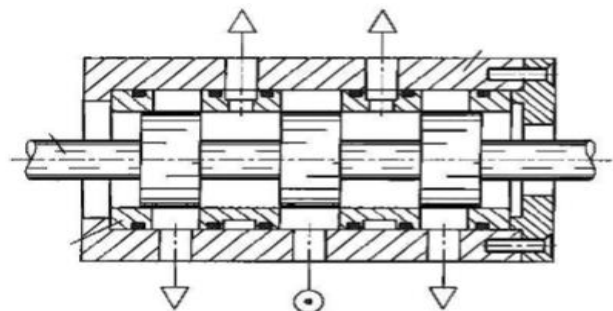
Према дужини трајања сигнала потребној за активирање разводника, разводници се деле на:

- Разводнике са трајним активирањем – који су активирани у времену док траје сигнал
- Разводнике са тренутним активирањем – који су стално активирани кратким сигналом.

Конструкција је јако битна у погледу трајности, силе потребне за активирање, величине, начина активирања, одржавања, поузданости рада разводника итд. Према конструкцији разводници се деле на:

- ❖ Разводнике са седиштем:
 - Равни
 - Конусни
 - Кугасти
- ❖ Разводнике са клизним прекривањем:
 - Клипни
 - Плочасти
 - Кулисни

Прикључци на вентилима са седиштем се отварају и затварају помоћу кугле, тањира, плочица или конуса. Заптивање седишта врши се на најједноставнији начин и то најчешће елеастичним заптивачима. Вентили са седиштем имају веома мало уграђених хабајућих делова те због тога имају дуг век трајања. Неосетљиви су на хабање и робусне конструкције. Сила активирања је релативно висока, јер су сила опруге за враћање вентила у почетни положај и притисак ваздуха високи.[2]



Слика 3.1 Клипни разводник

Разводници са клизним прекривањем најчешће у својој конструкцији као клизни елемент садрже клипни разводни елемент, који одговарајуће прикључке међусобно повезује или затвара и то померањем клипа лево или десно. Сила активирања је врло мала, пошто не мора да савлада било какву силу опруге или ваздуха са супротне стране клипа. Ови вентили могу бити активирани мануелно, механички, електрично или пнеуматски.[2]

3.2 Притисни вентили

Вентили за притиске су елементи који утичу претежно на стање притиска, односно управљани су на основу стања притиска. Ови вентилисе могу користити да: ограниче максимални притисак у систему, одржавају одређену вредност редукованог притиска у систему, успоставе против притисак на извршном органу или пренесу сигнал када се достигне одређени ниво притиска.

Без обзира на конструкцију, њихова функција се првенствено заснива на равнотежи сила притиска радне течности (које дејствују на затварачки елемент) и механичке силе у опрузи подешене према жељеној вредности притиска. У зависности од протока и притиска којим радни флуид деује на затварачки елемент вентила, затварачки елемент може заузети различите позиције између потпуно отворене и потпуно затворене.[2]

Према принципу дејства разликују се два типа притисних вентила:

- Притисни вентили директног дејства
- Притисни вентили индиректног дејства

Код притисних вентила директног дејства, отварање или затварање вентила и промена проточне површине, остварује се директним дејством притиска флуида на затварачки елемент. Код притисних вентила индиректног дејства, отварање или затварање вентила и промена проточне површине остварује се, не само директним дејством притиска на затварачки елемент, већ и додатним механизмима.

Према функцији коју обављају у систему, разликујемо:

- Регулаторе притиска
- Вентиле сигурности
- Условно активирани вентили

Регулатори притиска

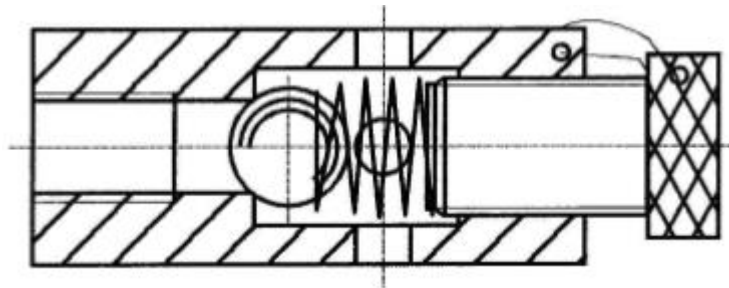
Регулатори имају задатак да одрже константан притисак, то значи да нерегулисани притисак на манометру треба да остане константан за радне или управљачке елементе, независно од тога што улазни притисак у мрежи мења своју вредност.

Постоје две основне врсте ових вентила:

- Регулатор без корекције прекорачења притиска у одводном каналу
- Регулатор са корекцијом прекорачења притиска у одводном каналу

Вентили сигурности

Вентили сигурности спречавају да дође до прекорачења максимално дозвољеног притиска у неком систему. Ако је на улазу вентила постигнута максимална вредност притиска, отвара се излаз вентила и ваздух струји у атмосферу. Вентил остаје отворен све дотле док притисак не опадне на регулисану вредност, када уграђена опруга, зависно од карактеристика опруге затвара вентил.[2]



Слика 3.2 Вентил сигурности

Условно активини вентили

Конструкција вентила је иста као код сигурносних вентила, али је намена различита. На њима је излаз (према другим уређајима) отворен само док је притисак на улазу већи од подешене вредности (прослеђују даље притисак, ако је већи од подешеног).[2]

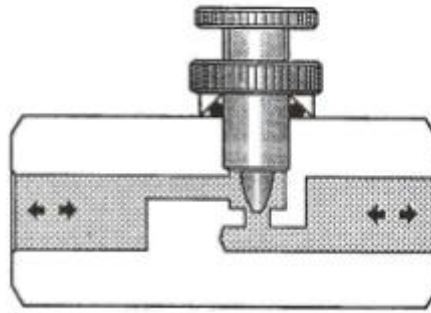
3.3 Проточни вентили

Проточни вентили, који су се некада називали вентили количине протока, утичу на проток ваздуха под притиском. Они утичу на количину протока ваздуха у оба правца струјања.

Користе се два типа проточних вентила:

- Пригушни (пригушују у оба смера)
- Једносмерно пригушни (пригушују у једном смеру)

Пригушно деловање остварује се сужењем (пригушница, бленда) које представља отпор струјању флуида.



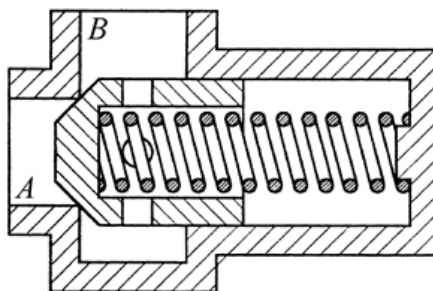
Слика 3.3 Проточни вентил

3.4 Цевни затварачи

Цевни затварачи су вентили и славине чија сврха је потпуно, статичко затварање цевовода, нпр. Приликом искључивања дела система, приликом захватима одржавања, ремонту, итд.[2]

3.5 Неповратни вентили

Неповратни вентили су вентили који обављају функцију развођења радне течности у пнеуматским системима тако што дозвољавају струјање радне течности у једном смеру, а у супротном смеру га потпуно блокирају или дозвољавају струјање под посебним условима.

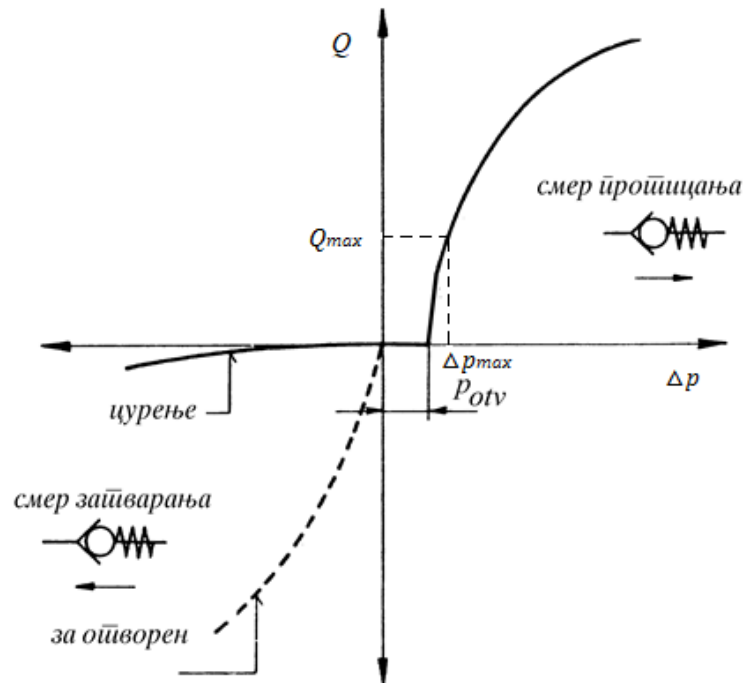


Слика 3.5 Неповратни вентил

Основну конструкцију чини неповратни вентил директног дејства који аутономно (без дејства спољашњег сигнала активирања) дозвољава струјање радне течности у једном смеру, а у супротном смеру потпуно блокира њено струјање. У неутралном положају затварачки елемент ових вентила који се изводи у облику кугле, конуса, тањира (плоче), под дејством силе у опрузи или сопствене тежине, налази се у положају који не омогућава струјање ваздуха кроз вентил. Пригушни отвор вентила се отвара под

дејством разлике притисака ваздуха на одговарајуће површине затварачког елемента, што омогућава струјање кроз вентил.[5]

Карактеристика неповратног вентила са опругом представљена је на слици:



Слика 3.5.1 Карактеристика неповратног вентила са опругом

На кривој карактеристике у проточном смеру уочавају се три области:

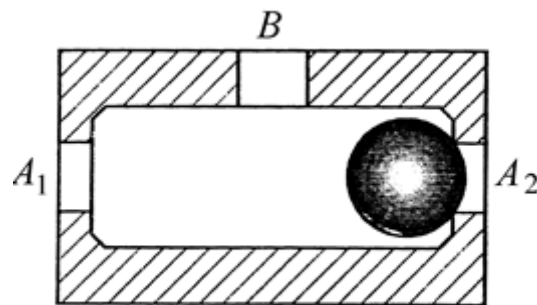
- Зона цурења, настаје до остваривања разлике притисака отварања вентила Δp_{ot} , која је одређена преднапрезањем опруге, односно сабијањем, јер је немогуће остварити идеално заптивање затварачког елемента
- Зона отварања вентила, која настаје по остваривању разлике притисака отварања вентила, када се опруга вентила сабија све док се пригушни отвор вентила потпуно не отвори и достигне разлика притисака Δp_{max} и проток Q_{max} .
- Зона струјања кроз потпуно отворени пригушни отвор, када зависност између пада притиска на вентилу и запреминског протока кроз вентил одговара карактеристици пригушног отовра.[5]

3.5.1 Наизменични вентил

Називају се још вентили двоструког управљања или двоструки неповратни вентили.

Наизменичан вентил има два улаза A_1 и A_2 а један излаз. Ако ваздух доводимо на улаз A_1 тада ће куглица затворити улаз A_2 и ваздух струји од улаза A_1 према излазу В.

Обрнуто струјање ће бити од A_2 према B , а уаз A_1 ће бити затворен. У случају повратног струјања ваздуха, то је случај код одвођења ваздуха из цилиндра, остаје куглица у свом првобитном положају под дејством односа притисака.



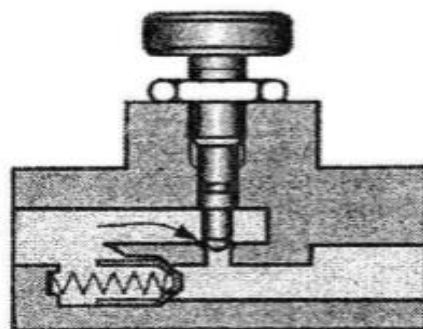
Слика 3.5.2 Наизменични вентил

Овај вентил се означава и као „или“ вентил, јер одваја сигнале граничних сигналних вентила који долазе са различитих места и спречавају струјање ваздуха од једног према другом граничном вентилу.

Ако треба да се активирају један цилиндар или управљачки разводник са два или више места, тада се примењује наизменично неповратни вентил.[4]

3.5.2 Пригушно-неповратни вентил

Познати су још под именом вентили за регулацију брзине. Код пригушно неповратних вентила делује пригушење само у једном смеру струјања ваздуха. Неповратни вентил спречава струјање ваздуха само у једном смеру, тако да ваздух може да струји само кроз пдешени попречни пресек вентила. У супротном смеру ваздух има слободан пролаз кроз пуни попречни пресек отвореног непвратног вентила.. Ови вентили се користе за регулацију брзине кретања цилиндра. Код цилиндра двостраног дејства, постоје у основи две врсте пригушења. Пригушно-неповратни вентил по могућности треба уградити директно на цилиндар.

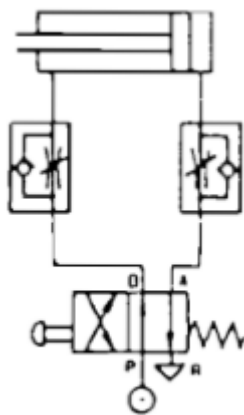


Слика 3.5.3 Пригушно неповратни вентил

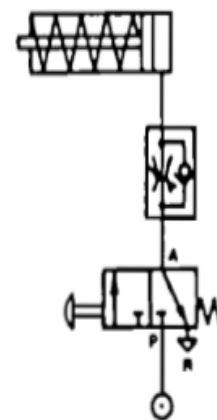
Пригушење секундарног излазног ваздуха

Код пригушења излазног ваздуха, ваздух слободно струји према цилиндру, а излазни ваздух из цилиндра се пригушује. Код овог начина пригушења Клип се налази увек између два ваздушна јастука. Када се пригушно неповратни вентил овако угради тада имамо знатно боље и равномерније кретање клипњаче при излазу из цилиндра. Због тога је важно да се принципијално код цилиндра двостраног дејства само излазни ваздух пригушује.

Код цилиндра малих запремина као и код цилиндра кратког хода може доћи довољно брзо до пригушења излазног ваздуха, тако да се евентуално мора применити систем пригушења излазног и улазног ваздуха.



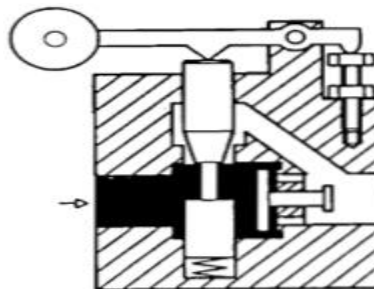
Слика 3.5.4 Шема пригушења улазног
и излазног ваздуха



Слика 3.5.5 Шема пригушења излазног
ваздуха

Пригушно-неповратни ентил са подесивим механичким пригушењем

Ови вентили се примењују у случајевима где се брзине клипњаче цилиндра једностраног и двостранг дејства требају мењати у току одвијања кретања.



Слика 3.5.6 Пригушно-неповратни вентил са механичким пригушењем

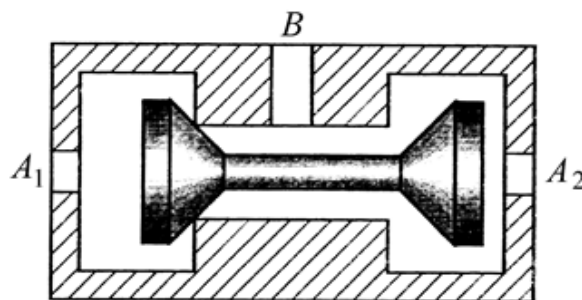
Код цилиндра двостраног дејства овај вентил се може применити за пригушења на крају хода клипа. Пре доласка клипа у крајњи положај, маса коју клип покреће се зауставља на тај начин што се благовремено врши затварање односно смањење попречног пресека излазног ваздуха из цилиндра. Примењује се у случајевима када је неопходно додатно пригушење на крају хода клипа.

Помоћу једног завртња регулише се основна жељена брзина кретања клипа. Помоћу профилисаног лењира потискује се полуга са куглицом на доле и тиме се за одговарајућу вредност смањује попречни пресек проточне површине кроз који ваздух струји.

При одвођењу ваздуха из радног цилиндра одваја се заптивна плоча од седишта вентила и ваздух може слободно излазити у атмосферу. Овај вентил може се применити као нормално отворен или нормално затворен.[4]

3.5.3 Неповратни вентил са обостраним притиском

Вентил има два улаза A_1 и A_2 и један излаз B . Притисак ваздуха на излазу појавиће се само ако постоји притисак ваздуха на оба улаза. Односно, конструкција вентила је таква да се сигнал мора појавити на оба улаза. Због тога се и зове вентил са обостраним притиском. Он утврђује логичку функцију И, јер се функција на излазу појављује једино ако постоји и један и други излаз. Често се назива и „И“ вентилом.

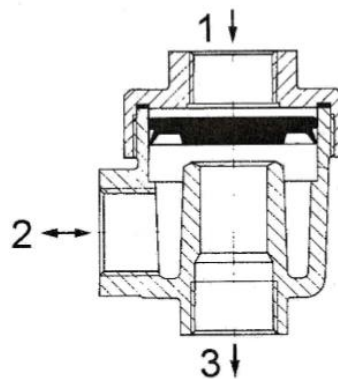


Слика 3.5.7 Неповратни вентил са обостраним притиском

Помични двострани клип се покреће када само са једне стране делује притисак ваздуха и затвара пролаз према излазу B . Тек ако постоји притисак ваздуха на улазу A_1 и на улазу A_2 , клип је у међуположају и ваздух слободно струји преко излаза B . У пнеуматским склоповима се користи свуда где треба остварити услов функције И.

3.5.4 Брзоиспусни вентили

Брзоиспусни вентили користе се за убрзање пражњења цилиндра, чиме се повећава брзина кретања цилиндра. Цилиндар се не празни преко управљачког разводника него преко брзоиспусног вентила. Брзоиспусни вентил има релативно велики проточни пресек и представља мањи отпор струјању ваздуха који излази из цилиндра него разводник. Такође, у случају пражњења цилиндра кроз разводник, на разводнику се јавља бука због пригушења ваздуха. Приликом пуњења цилиндра заптивни елемент брзоиспусног вентила (Сл. 3.5.8) затвара прикључк 3 и свјим деформисањем омогућава пролаз према 2 (цилиндр). Приликом пражњења заптивни елемент затвара прикључак, уз истовремено отварање пролаза од 2 (цилиндр) према 3 (одзрачни отвор).



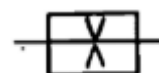
Слика 3.5.8 Брзоиспусни вентил

3.6 Символи

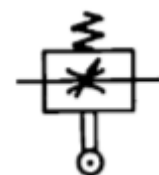
Пригушни вентил- код пригушног вентила је дужина пригушнице већа од пречника



Вентил са блендом- код овог вентила је дужина пригушнице мања од пречника



Пригушни вентил са механичким активирањем и повратном опругом



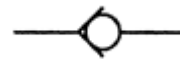
Пригушни вентил са промениљивим пригушењем



Пригушни вентил са константном пригушном површином



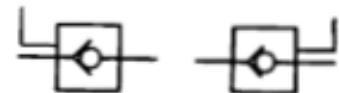
Неповратни вентил, који затвара пролаз ваздуха дејством силе на елемент за блокирање



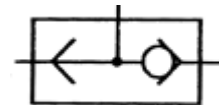
Затварање помоћу притиска (опруга), затворено је ако је излазни притисак већи или једнак улазном



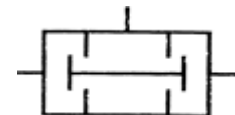
Неповратни вентил са управљањем



Наизменично - неповратни вентил



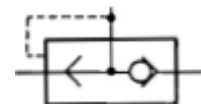
Неповратни вентил са обостраним притиском



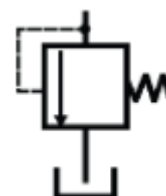
Пригушно - неповратни вентил



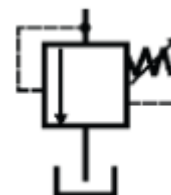
Брзоиспусни вентил



Преливни и вентил сигурности директног дејства



Преливни и вентил сигурности индиректног дејства



Начини активирања вентила

Постоје више начина активирања вентила:

- Мануелно
- Механичко
- Пнеуматско
- Електрично и
- Комбиновано

Мануелно активирање:

Мануелно - уопштен симбол



Мануелно – дугметом



Мануелно – полугом



Мануелно – педалом



Механичко активирање

Механичко – тастером



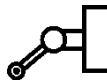
Механичко – опругом



Механичко – точкићем



Механичко – точкић тастером



Механичк – забрављивањем

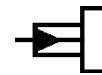


Пнеуматско активирање:

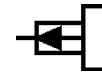
Пнеуматско – повећањем притиска



Пнеуматско – индиректно – повећањем притиска



Пнеуматско – индиректно – смањењем притиска



Електрично активирање:

Електрично – електромагнетом са једним намотајем



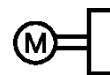
Електрично – електромагнетом са два истосмерна намотаја



Електрично – електромагнетом са два супротносмерна намотаја



Електрично- електромотором



Комбиновано активирање:

Комбиновано – електромагнетом и пнеуматско



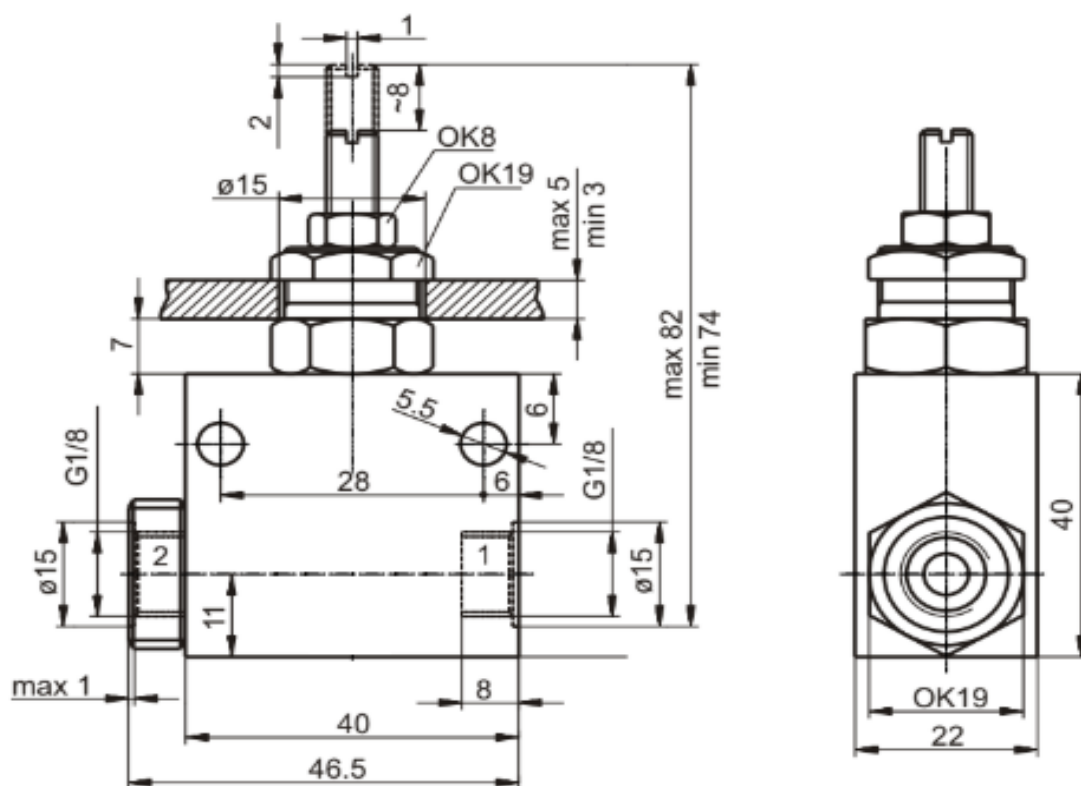
Комбиновано – електромагнетом или хидраулично



4. Пригушно-неповратни вентил

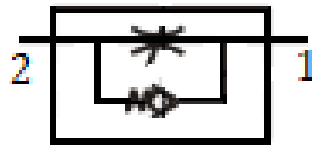
Код ових вентила пригушење ваздуха делује само у једном смеру, тако да ваздух може да струји само кроз подешени попречни пресек вентила. У супротном смеру ваздух има слободан пролаз кроз пуни отворени попречни пресек вентила.

Пригушно-неповратни вентили се најчешће користе за регулацију брзине цилиндра, због тога се још називају и вентили за регулацију брзине.



Слика 4.1 Пригушно - неповратни вентил

Отвор означен бројем 1 означава прикључак за довод радног флуида, док прикључак означен бројем 2, је одвод радног флуида ка пнеуматским извршним органима. Вентил је променљивог пригушења и заптивање је одређено преднапрезањем опруге. Пригушење се контролише помоћу пригушног елемента који се креће транлаторно, чије кретање је омогућено помоћу навојне везе.[6]



Слика 4.2 Симбол вентила

Технички подаци пригушно неповратног вентила, из производног програма „ПРВА ПЕТОЛЕТКА“ су дати у табели:

NO	4 mm
Prigušni otvor podesiv	0 do 4 mm
Dozvoljeni medijum	vazduh
Radni pritisak	0,2 - 10 bar
Temp. oblast primene	-10 do +60 °C
Masa	0,11 kg

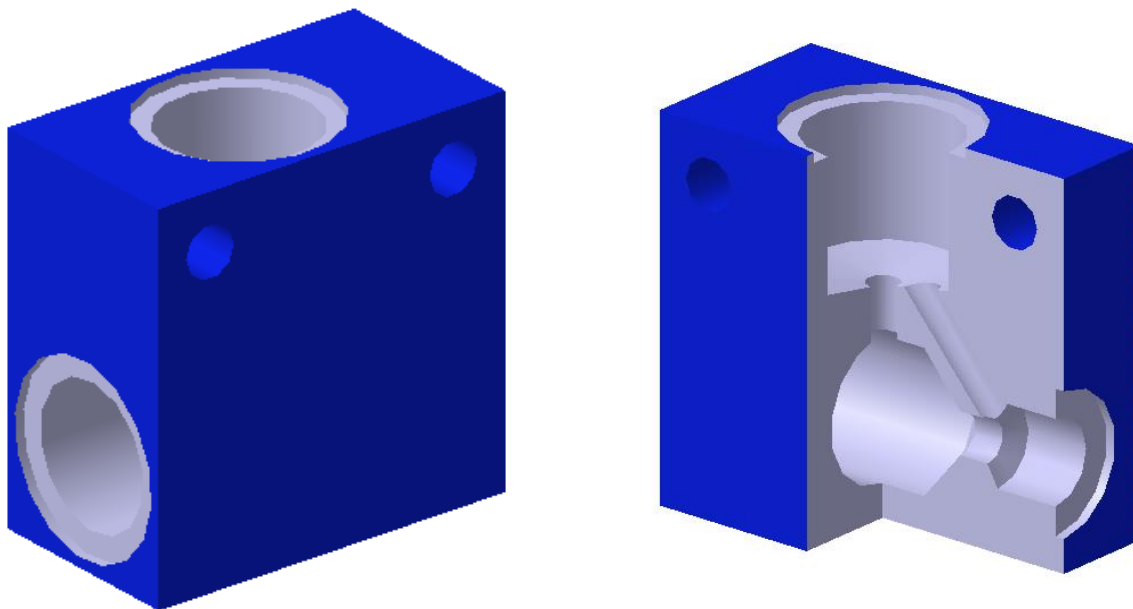
У погледу поступака и прописа о одржавању пнеуматских компонената представљене су препоруке „Индустријске пнеуматике“, предузећа „Прва петолетка“, Трстеник:

- Цтепен одржавања: II (оправка) – Оправку уређаја треба вршити стручно лице. Уређаји се рсклапају у делове и очисте. Похабане и очишћене делове заменити. Опруге такође испитати и по потреби заменити. При склапању уређаја применити назначено средство за подмазивање. На крају проверити функционисање уређаја, а затим поново уградити.
- Интервали: Сваке две године
- Средство за чишћење – прање: НЗ
- Средство за подмазивање и рад: В1 (врста масти) – Примењује се за гумене заптивке и њихове клизне површине у пнеуматским уређајима и хидрауличним уређајима који раде са минералним уљима.
- Време одржавањ и сервисирања пнеуматских уређаја одређује се према радним услоима.

5. Израда 3D модела пригушно-неповратног вентила

Завршни део рада садржи израду 3D модела пригушно-неповратног вентила, преузетог из производног програма фабрике „ПРВА ПЕТОЛЕТКА“, са фабричким бројем 236-568000. Модел је израђен у програму CATIA V5R21 и реализован је из више корака. Све компоненте моделиране су у модулу „Part Design“, а састављене у „Assembly Design“.

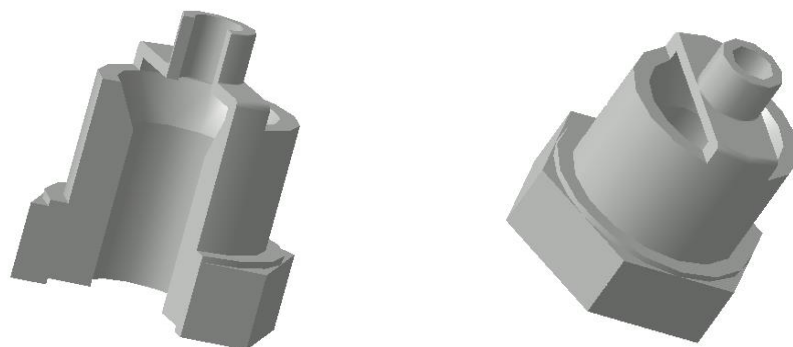
У наредном делу рада приказан је 3D модел пригушно-неповратног вентила.



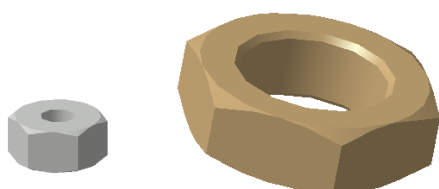
Слика 5.1 3D модел кућишта вентила



Слика 5.2 3D модел носача пригушника



Слика 5.3 3D модел прикључка одвода



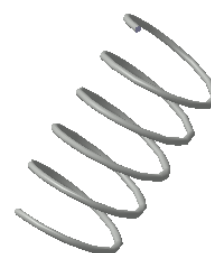
Слика 5.4 3D модел навртке



Слика 5.5 3D модел пригусника



Слика 5.6 3D модел заптивног елемента



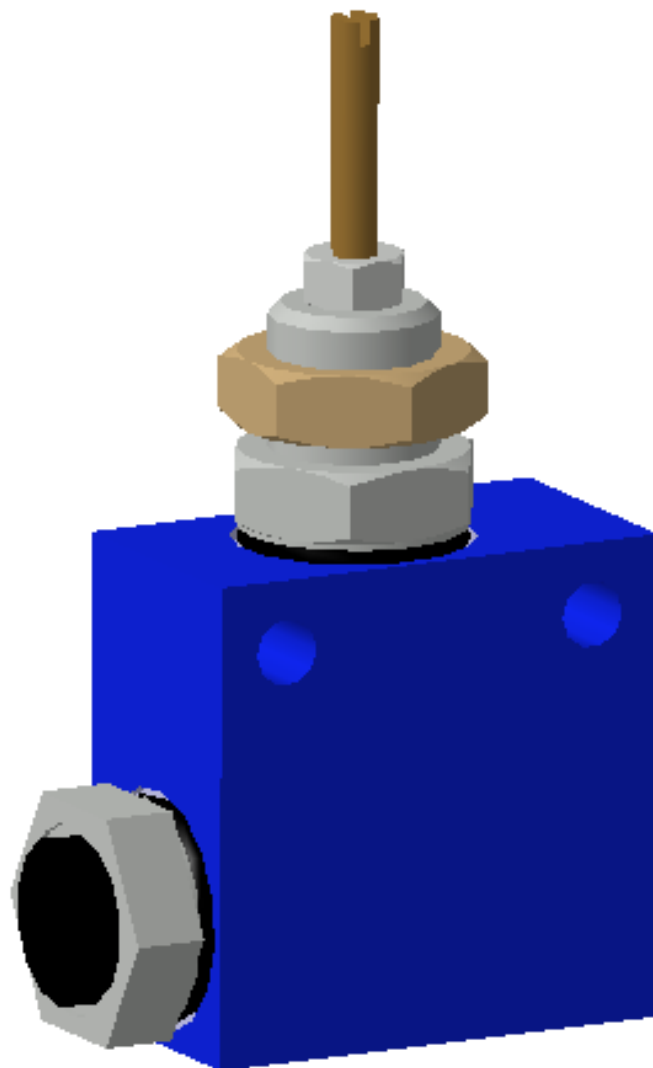
Слика 5.7 3D модел опруге



Слика 5.8 3D модел гумица



Слика 5.9 3D модел чепа



Слика 5.10 3D модел пригушно неповратног вентила

Закључак

Пнеуматски елементи нашли су велику примену у свим гранама индустрије, данас готово да и нема погона где пнеуматски елементи нису укључени у аутоматизацију. То су компоненте које пружају поузданост у раду у сваком систему и околини. Једноставних су конструкција и малих тежина чије одржавање је веома једноставно.

У овом раду је представљена ужа област примене компримованог ваздуха код вентила. Принцип рада, конструкциона решења, означавање и примена вентила, су садржај овог рада. На конкретном примеру пригушно неповратног вентила, представљен је поступак 3D моделирања ових пнеуматских компоненти. На самом крају рада дате су основне карактеристике и начини одржавања ових пнеуматских вентила.

Литература:

1. Гојко Николић: „Пнеуматика“, Загреб 2008. године
2. Радослав Корбар „Пнеуматика и хидраулика“, Карловац 2007 године
3. Њерш Јожеф „Пнеуматика“, Суботица 2001. године
4. Н. Мехнер, R. Kobler: „Einführung in die pneumatic“, Festo – didactit
5. Душан Гордић „Пренос снаге флуидом – хидраулика“, Крагујевац 2007. године
6. <https://www.scribd.com/doc/288102693/Prva-Petoletka-katalog-pdf>, интернет сајт