

Хидраулика и пнеуматика

Неповратни вентили - 08

Машински факултет Универзитет у Београду

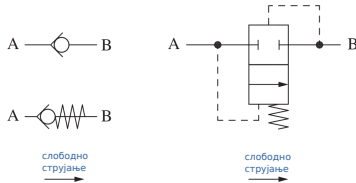


доц. др Милан Раковић
Катедра за механику флуида

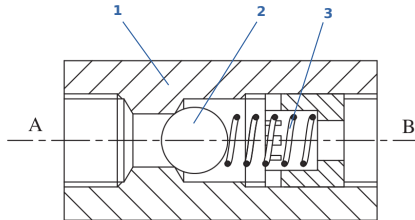
- **Неповратни вентили** спадају у групу регулационих елемената хидрауличких система
- основни задатак им је да дозволе струјање флуида у једном смеру, а да га у другом смеру у потпуности спрече, или дозволе под посебним условима
- овде ће бити речи о следећим типовима:
 - обични неповратни вентил
 - наизменични неповратни вентил
 - управљани (блокирајући) НВ
 - двоструки (двострани) управљани НВ
 - неповратно пригушни вентил
 - антикавитациони НВ (НВ за пуњење)
 - неповратни разводни вентил

8.2 Основна конструкција неповратног вентила

- приказани су шематски симболи неповратних вентила



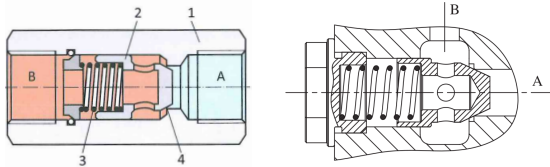
- приказана је конструкција и принцип рада обичног неповратног вентила



- у кућишту (1), налази се куглица (2), коју опруга (3) држи притиснута на седиште
- опруга ствара веома малу силу (циљ је остварити проток при што мањем паду притиска), и намењена је само да куглицу држи у том положај
- постоје чак и вентили без опруге, али се при монтажи морају поставити вертикално, тако да куглица, услед сопствене тежине, заузме положај на седишту
- при протицању флуида у смеру $A \rightarrow B$, притисак течности лако савладава силу опруге, помера куглицу и проток ће бити успостављен
- при покушају протицања у смеру $B \rightarrow A$ куглица ће бити притиснута на седиште, силом опруге и још више силом притиска флуида
- што је већи притисак, већа је сила налегања, тако да не постоји цурење течности у смеру $B \rightarrow A$ (**заптивање је потпуно**)

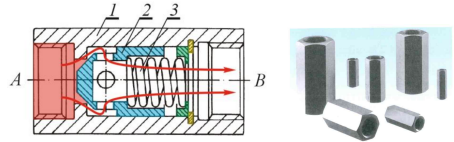
8.2 Основна конструкција неповратног вентила

- заптивни елемент, поред **куглице**, може бити и **конус** или **плочица**, а седиште вентила може бити оштра ивица (додир и заптивање су по додирној линији) или конусна површ (заптивање по додирној површи)
- обичан неповратни вентил који има **конусни заптивни клип**. Он належе на седиште оштре ивице (заптивање по линији)

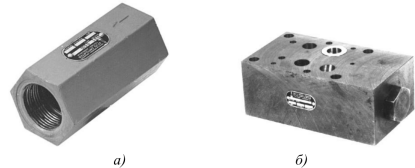


- све више се користи конус уместо куглице, јер ако се приликом ремонта куглица не врати на одговарајући начин може доћи до проблема са заптивањем. Конусни затварач нема тај проблем
- при кретању флуида у смеру $A \rightarrow B$ флуид помера клип, сабија опругу, пролази кроз отворе на њему и улазећи у његов средишњи део пролази ка прикључку B. Проток у супротном смеру није могућ

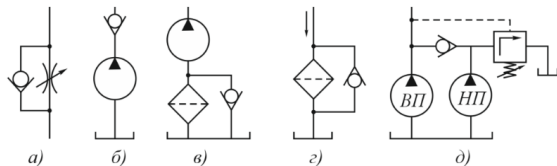
- приказан је отворени положај неповратног вентила



- до сада је приказана конструкција обичног неповратног вентила. И она и све врсте НВ које ће бити приказане се израђују у варијанти спајања на цевоводе (а) и варијанти за сендвич уградњу (б)



8.3 Улоге и места постављања НВ

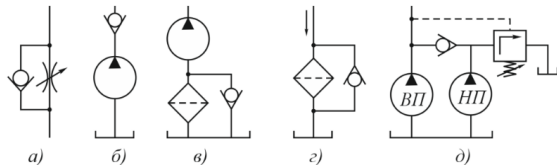


На слици су приказана места уобичајене примене неповратних вентила

- (а) виђено на примеру дизалице (лекција о ХЦ). При протоку уља од пумпе ка цилиндру проток ће бити кроз вентил, уз мале губитке притиска. При повратку уља из цилиндра у резервоар, вентил спречава директан повратак, већ уље мора да струји кроз пригушницу и тако спречи кретање терета већом брзином (пад). Променом пригушења регулише се брзина повратног хода
- (б) уобичајен случај постављања НВ иза пумпе. У случају изненадног повећања притиска у систему, пре активирања вентила сигурности, пумпа би била оптерећена и угрожена. Неповратни вентил ће спречити овај удар и заштитити пумпу. Поред тога, при дужем заустављању система, уље би исцурило и оставило пумпу сувом. Поновно укључивање било би проблематично

- (в) док год је уложак пречистача (филтера) чист и не ствара веће отпоре, уље ће, услед потпритиска, струјати кроз њега. Чим се он задрља и створи већи отпор кретању уља, потпритисак ће отворити неповратни вентил, па ће уље протицати кроз њега
- (г) пречистач на крају повратног вода - струјање ће бити кроз уложак пречистача услед повратног притиска. Када се уложак задрља, ствара притисак испред себе, који отвара неповратни вентил и пропушта уље у резервоар
- овако постављени вентили омогућавају рад система за задрљаним пречистачем, али ће то бити рад са непречишћеним уљем. Зато се у овај вентил поставља микропрекидач, који пали сигналну лампицу и упозорава да уље не иде кроз пречистач. Овај вентил је познатији под називом by-pass (бајпас) вентил
- (д) ако систем има две пумпе, високог и ниског притиска, неповратни вентил регулише комбинацију њиховог ангажовања. Обично је пумпа ниског притиска већег капацитета и реализује дуг празан ход при ниском притиску. При порасту притиска у завршници радног хода, пумпа високог притиска преузима улогу јединог изворног претварача, а неповратни вентил спречава преношење тог притиска на пумпу ниског притиска (пример - привући и стегнути обрадак)

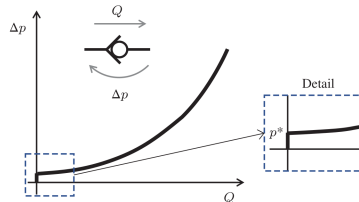
8.3 Улоге и места постављања НВ



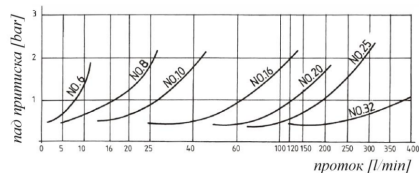
Колики притисак је потребан за отварање НВ?

- то зависи од примене. НВ при отвореном положају треба да прави што мањи пад притиска, због тога се користе опруге веома мале крутости
- притисак потребан за савладавање опруге и отварање вентила врло често износи $p^* = (0,1 \div 0,2) \text{ bar}$
- међутим, ако би НВ са тако слабом опругом био коришћен у случају (в) или (г), уље би пролазило кроз њега а не кроз филтер
- када се НВ уграђује паралелно са филтером, опруга се подешава тако да притисак отварања НВ ($p^* = p_A - p_B \approx 7 \text{ bar}$) износи и до (20 bar)

- зависност пада притиска од протока је приказана на следећем дијаграму

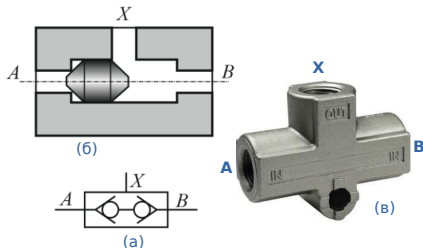


- ова зависност за неповратне вентиле различите величине је дата на слици (ППТ Трстеник)



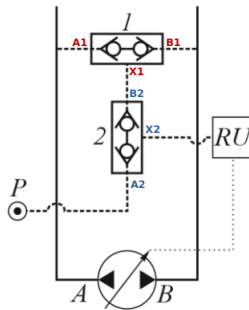
8.4 Наизменични неповратни вентил

- је логички елемент који служи да вод X споји са водом A или B , у зависности од тога у којем влада виши притисак



- (а) - шематска ознака (симбол), (б) - попречни пресек, (в) - изглед елемента
- унутар кућишта са три прикључка се налази радни елемент који може да врши ограничено кретање између прикључака A и B
- ако је $p_B > p_A$, већи притисак ће потиснути радни елемент у леву страну и затворити вод A (као на слици), и биће обезбеђена веза $B - X$ (и супротно)

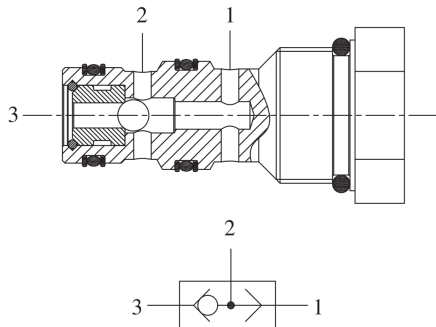
- један од примера употребе **наизменичних НВ** за управљање **регулационим уређајем** који обезбеђује промену специфичне запремине пумпе



- **PV** за свој рад захтева притисак на свом улазу. При укључењу пумпа не може да обезбеди тај притисак, па се користи екстерни извор P
- притисак ће померити радни елемент у вентилу 2, затворити пролаз ка вентилу 1 и проћи до PV
- Када се у једном од водова (на пример A) генерише притисак, спољни извор P постаје непотребан
- Уље под притиском из вода A потискује радни елемент вентила 1, затвара вод B (који нема притисак) и усмерава уље ка вентилу 2. Помера његов радни елемент, тако да затвара извор P и прослеђује уље ка PV
- **PV** увек добија напајање са места највећег притиска

8.4 Наизменични неповратни вентил

- још једна конструкција наизменичног неповратног вентила

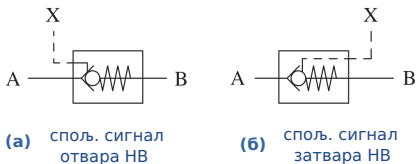


- обе ознаке се могу сусрести у техничкој документацији, мада се може рећи да је ова друга исправнија јер се унутар вентила налази један покретни заптивни елемент који блокира један од водова (у овом случају 1 или 3)

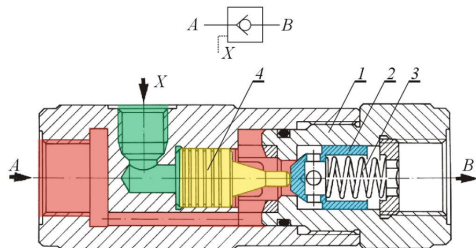
- приметити разлику у симболу (шематској ознаци) у односу на онај приказан на претходној страни

8.5 Управљани неповратни вентили (блокирајући)

- посебна врста НВ код које постоји могућност **спољашњег управљања**, које може бити механичко, хидраулично (најчешће), пнеуматско или електромагнетом
- ако нема спољашњег дејства овај вентил функционише као обичан НВ
- међутим, спољашњим дејством (које је приказано водом X) овај вентил се у сваком тренутку може отворити или затворити без обзира на вредности притиска у водовима A и B



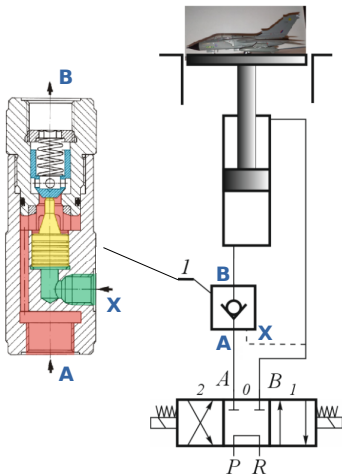
- један овакав вентил је приказан на слици. Уочљиви су основни делови (1) тело, (2) клип, (3) опруга
- могућ је смер струјања $A \rightarrow B$. Струјање у супротном смеру није могуће, осим ако се кроз вод X доведе управљачко уље под притиском



- оно делује на чело клипа (4) и доводи до његовог померања удесно
- клип (4) потискује главни клип (2), сабија опругу (3) и отвара вентил, омогућавајући струјање у смеру $B \rightarrow A$
- управљање вентилом је извршено хидраулички, управљачким притиском p_x
- сила коју он ствара делујући на клип (4), савладава силу у опрузи и силу коју ствара притисак p_B делујући на главни клип (2)

8.5 Управљани неповратни вентили (блокирајући)

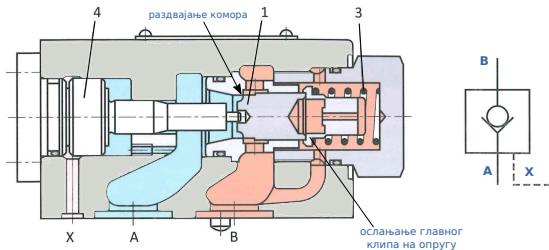
- пример примене управљаног неповратног вентила - **држање терета у задатом положају**



- ако у приказаном систему не би постојао НВ, уље би процуривало кроз зазоре разводног вентила (када је он у положају 0) због притиска који ствара терет
- да би се то спречило, у оптерећени вод је постављен управљани неповратни вентил (1), који ће задржати терет. Кроз њега нема цурења, цилиндар је блокиран. Зато се ови вентили, често називају **блокирајући**
- када се разводник доведе у положај (2), уље под притиском се шаље у клипначину комору, али терет се може спустити само ако се отвори (одблокира) НВ
- то се постиже помоћу управљачког уља које се овде доводи из напојног вода
- управљачки притисак преко управљачког клипа отвара главни клип НВ и омогућава да уље из клипне коморе оде у резервоар
- како притисак p_x може да савлада силу у опрузи и притисак клипне коморе? На вредност притиска у клипној комори утиче притисак пумпе (који се доводи у клипначину комору) али и притисак који ствара терет
- однос активних површина утиче на то да сила буде довољна. Колика је активна површина преко које притисак p_B делује на главни клип?
- управљачки притисак се у случају са слике назива се интерним јер је добијен од пумпе која шаље уље ка регулисаном актуатору. Уколико се за деблокирање вентила користи неки други, спољни извор, онда се ради о екстерном управљању
- ако се разводник доведе у положај (1), притисак пумпе ће отворити НВ (као да је обичан НВ) и подићи терет

8.5 Управљани неповратни вентили (блокирајући)

- конструкција управљаног НВ може бити изведена и као што је приказано на следећој слици

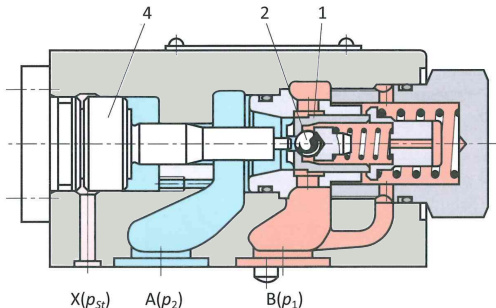


- (1) главни клип, (3) опруга, (4) управљачки клип
- пут $A \rightarrow B$ је слободан, а пут $B \rightarrow A$ само када управљачко уље под притиском p_x покрене управљачки клип (4) и отвори главни клип (1)

- проблем који се јавља код управљаних НВ је везан за тренутак одблокирања вентила
- под дејством управљачког притиска p_x главни клип се отвара на силу, иако разлика притисака $p_B > p_A$ тежи да вентил држи затвореним
- проблематично је управно ово тренутно спајање две коморе различитих притисака јер тада долази до тренутне декомпресије уља у комори В
- проблем је изражен при вишим вредностима притиска p_B и при већим димензијама вентила (већа запремина уља)
- додатни проблем који се јавља у вентилима већих димензија (намењених за веће протоке) је везан за савладавање велике силе притиска са блокиране стране
- са повећањем димензија вентила повећава се површина на коју делује притисак p_B
- савладавање ове силе некад би захтевало високу вредност притиска у управљачком воду p_x
- да би се проблем избегао и декомпресија уља ублажила користе се **предуправљани вентили** или **вентили са растерећењем**
- растеређење - се односи на притисак у комори В

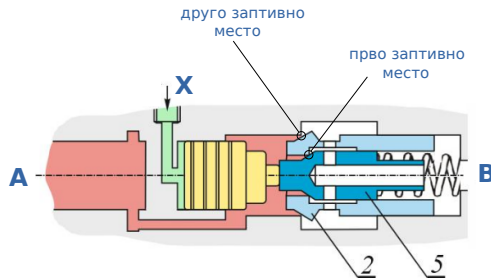
8.5 Управљани неповратни вентили (блокирајући)

- **предуправљани вентили** или **вентили са растеређењем**
- растеређење - се односи на притисак у комори В

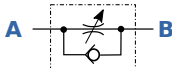


- у главном клипу смештен је још један елемент (на слици је то куглица), који омогућава да се спајање комора А и В изврши из **два корака**
- управљачки клип делује на куглицу својим уским врхом
- сила потребна да се помери куглица је много мања од силе потребне да се помери главни клип

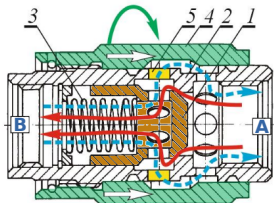
- померањем куглице са седишта долази до спајања комора А и В, а проточни пресек отвора има знатно мању површину него при померању главног клипа
- то значи да се декомпресија уља у комори В одвија облажено
- притисци p_A и p_B се постепено изједначавају
- даљим кретањем управљачки клип својим ширим делом делује на главни клип и отвара га
- резултат је да је неповратни вентил одблокиран и да је струјање у смеру $B \rightarrow A$ могуће. Отварање вентила је извршено поступно



8.6 Пригушни неповратни вентили



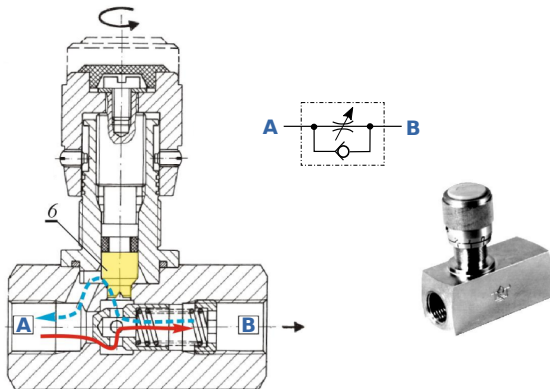
- са оваквим симболом смо се већ сусретали
- у смеру $A \rightarrow B$ струјање је слободно, а у смеру $B \rightarrow A$ је или потпуно онемогућено, или омогућено уз контролисано пригушење
- оваква функција може бити остварена паралелном везом два елемента, или само једим елементом који називамо **пригушни неповратни вентил**



- у основи има све елементе као и обичан НВ: тело (2), клип (1) и опруга (3), с том разликом што су у телу вентила избушена два реда отвора

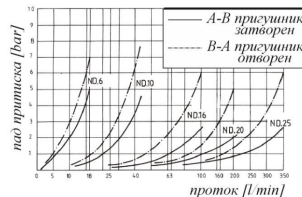
- један је у висини отвора на клипу (5, обојени жутом бојом), и други у подручју испред вентила, према прикључку А
- око тела вентила постављен је цилиндрични пригушник (4, обојен зеленом бојом). Тело и пригушник су спрегнути навојном везом, тако да се пригушник, при закретању, аксијално помера по телу
- у смеру $A \rightarrow B$ уље лако савладава опругу (3) и полази према прикључку В (црвена линија). Додатно ће уље моћи да протиче и кроз отворе на телу вентила (околна путања)
- у смеру $B \rightarrow A$ главни клип је затворен, али постоји могућност да се он заобиђе кроз отворе на телу вентила
- уље ће из правца В проћи кроз први ред отвора на телу (жута боја) и поред пригушника (4) кроз други ред отвора на телу ка прикључку А (плава испрекидана линија)
- закретањем пригушника се врши његово аксијално померање. Тиме се одређује да ли ће он унутрашњом површином ни мало, делимично или потпуно прекрити први ред отвора (жута боја). На тај начин се регулише проток $B \rightarrow A$
- када пригушник потпуно прекрије први ред отвора вентил функционише као обичан неповратни вентил

8.6 Пригушни неповратни вентили



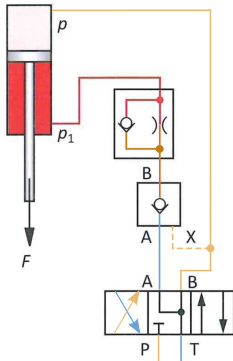
- на слици је приказан неповратни пригушни вентил другачије конструкције пригушника
- на телу обичног неповратног вентила избушена су два отвора, један испред клипа (према прикључку A), а други у висини отвора на клипу и спојен је са прикључком B

- други отвор је зачепљен пригушником (6)
- пригушник је у вези са навојним вретеном и његовим окретањем се може делимично или потпуно извући из отвора
- када је пригушник извучен из отвора, вентил кроз ова два отвора омогућава кретање уља у смеру $B \rightarrow A$ (плава испрекидана линија)
- уколико је пригушник делимично затворио отвор, проток у овом смеру ће бити пригушен
- при потпуно затвореном отвору проток у смеру $B \rightarrow A$ је потпуно онемогућен и вентил ради као обичан неповратни вентил
- проток у смеру $A \rightarrow B$ је све време могућ и остварује се сабијањем опруге и отварањем главног клипа

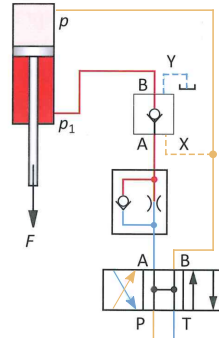


Пример заједничке примене управљаног неповратног вентила (блокирајућег) и пригушног неповратног вентила

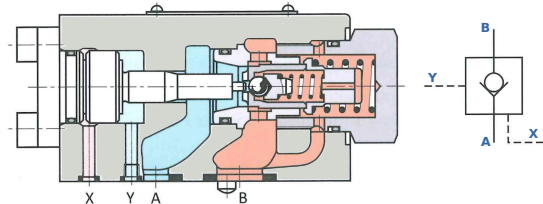
- управљани неповратни вентил (блокирајући) служи за држање терета у задатом положају, а пригушни неповратни вентил служи за контролисано спуштање терета



- боје које приказују вредности притиска одговарају случају контролисаног спуштања терета (разводни вентил у левом положају)
- блокирајући вентил је са интерним довођењем управљачког уља и са интерним одвођењем
- када разводник дође у неутрални положај, неповратни вентил се затвара, а управљачко уље ће кроз вод А и разводник отићи у резервоар (видети слику на стр 11)

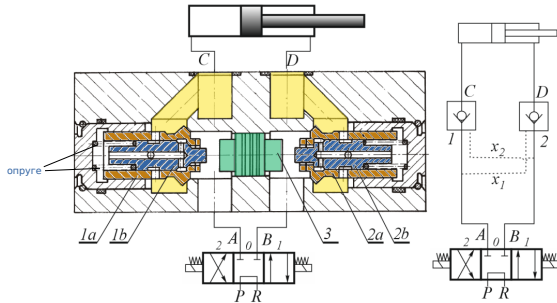


- систем обавља исти задатак, само је другачији редослед вентила
- између блокирајућег вентила и разводника се налази неповратни пригушни вентил
- зато се примењује управљани неповратни вентил са екстерним одвођењем управљачког уља
- десна комора управљачког клипа није повезана са водом А, што се види на слици



8.7 Двоструки блокирајући вентили

- ако је реч о двосмерном ХЦ чије обе коморе под оптерећењем морају бити блокиране, примењује се **двоструки (двострани) блокирајући вентил**

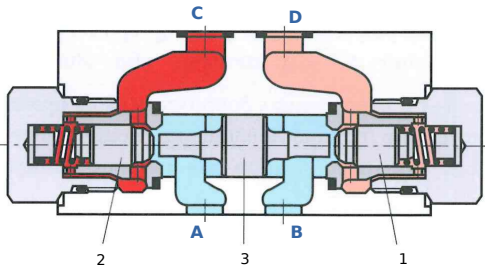


- приказана су два блокирајућа вентила, смештена у исто кућиште
- када је разводник у неутралном положају ХЦ је укочен без обзира на смер спољашњег оптерећења, јер су му обе коморе блокиране

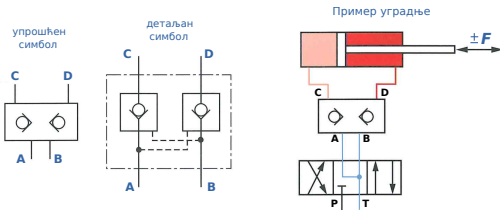
- уље под притиском (у воду С или D) које ствара спољашње оптерећење ће главни клип неповратног вентила (1а или 2а) држати у затвореном положају
- тима је онемогућено да уље из ХЦ истекне и клип ХЦ се помери заједно са клипњачом и теретом - **ХЦ је укочен**
- шта се догађа када се разводник преведе у неки од радних положаја, нпр. положај 1?
- уље под притиском пумпе долази у леви део двоструког вентила, потискује предуплављани и главни клип **1а** и **1б** и шаље уље ка ХЦ
- истовремено, уље под притиском пумпе потискује **пливајући клип (3)** удесно, који најпре отвара предуплављани клип **2б**, а затим и главни клип **2а**
- оба блокирајућа вентила су отворена и остварује се струјање $P \rightarrow C$ и $D \rightarrow R$. То се може разумети и са приказане шематске ознаке
- постављањем разводника у положај 2, пливајући клип се потискује улево
- предуплављани клипови нису обавезни, они омогућавају да покретање актуатора буде постепеније

8.7 Двоструки блокирајући вентили

- двоструки вентил који нема предуправљане клипове



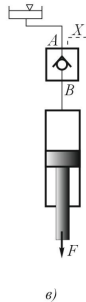
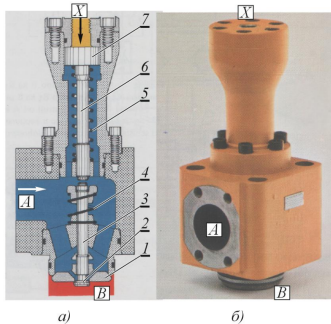
- уље под притиском пумпе отвара оба блокирајућа вентила, један директно (делујући силом притиска), а други индиректно (преко пливајућег клипа)
- када је разводни вентил (па и пливајући клип 3) у неутралном положају, клипови (1) и (2) под дејством силе опруге затварају отвор
- они блокирају вод актуатора са којим су повезани. Ако у том воду дође до повећања притиска (услед деловања спољашњег оптерећења), притисак се преноси у уље које се налази иза клипа (у простору опруге) и додатно обезбеђује да вентил остане блокиран



- приказани су упрошћен и детаљан симбол (шематска ознака), као и пример уградње
- када се клипњача ХЦ доведе у жељени положај, без обзира на смер спољашње силе, она ће остати закована у тренутном положају
- пошто нема процуривања, клипњача и терет ће бити непомични и дужи временски период (нема *пузајућег* кретања)
- постоји опасност да притисак у прикључцима **A** или **B** помери пливајући клип (3) и тако отвори неки од блокираних вентила
- да се то не би десило прикључци **A** и **B** морају бити **растеређени** (спојени су са резервоаром)

8.8 Вентил за пуњење

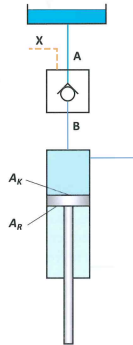
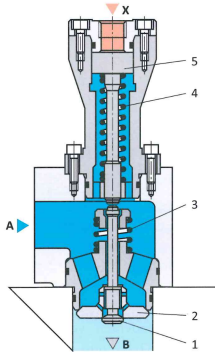
- још се назива неповратни уисни вентил и може се монтирати на поклопац ХЦ



- код великих цилиндара (великих протока и притисака) постављених вертикално, јавља се проблем при заустављању током кретања терета наниже
- велики терет ће, услед инерције, наставити кретање и после затварања клипне коморе

- то ће изазвати **потпритисак у клипној комори** због кога ће доћи до издвајања засићених пара уља и гасова, који су до тада били растворени у уљу
- ова појава је предуслов кавитације и озбиљних оштећења, па се настајање овог потпритиска мора елиминисати
- у том циљу се на врх цилиндра поставља **неповратни вентил за пуњење**
- заптивни елементи (конуси) вентила (1) и предуправљаног вентила (2) су опругом (4) преко осовинице (3) притиснути на своја седишта
- прикључак А је прикључен на резервоар, који се налази изнад цилиндра
- при настанку потпритиска у цилиндру, доћи ће до отварања ових вентила и уље из резервоара улази у цилиндар и елиминише настали потпритисак
- када клип хидроцилиндра у повратном ходу крене навише, управљачким притиском на прикључку Х се делује на клип (7) и преко осовиница (6) и (3) отварају се вентили (1) и (2), па се уље враћа назад у резервоар

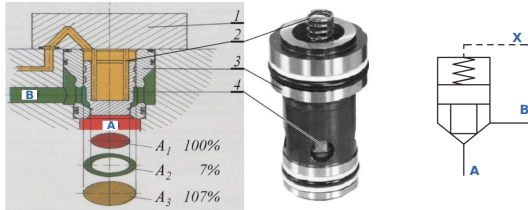
8.8 Вентил за пуњење



- проблем не мора настати само при заустављању клипа, како је претходно објашњено, већ и у току хода наниже
- пример: хидроцилиндри преса који су великих димензија ради остваривања великих сила
- када се спушта клип пресе, уље се доводи у клипну комору

- услед тежине клипа, клипњаче и алата, он тежи да се спушта брже него што то омогућава проток који шаље пумпа
- у таквим условима се ствара потпритисак. Он доводи до отварања вентила за пуњење и уље из резервоара доспева у клипну комору, спречавајући прекомерни потпритисак
- када алат дође у додир са отпреском, клип успорава, притисак у клипној комори расте и он затвара вентил за пуњење
- пумпа повећава притисак у клипној комори и извршава се пресовање
- при повратном ходу (подизању клипа) пумпа шаље уље у клипњачину комору, а истовремено се шаље управљачки притисак на вод X који отвара вентил
- на тај начин је омогућено да уље из клине коморе одлази ка резервоару

8.9 Неповратни разводни вентил (логички елемент)



- приказан је двограни разводни вентил ознаке 2/2
- користе се у системима са велики протоком
- вентил се састоји од четири елемента: поклопца (1), опруге (2), уградног склопа - чауре (3) и затварача (4)
- има два положаја: отворено и затворено
- уграђују се у хидрауличке блокове у отворе који су намењени за њих, па се зато називају двограни уградни елементи
- затварач (4) под дејством опруге (2) належе својим конусним делом на излазни део чауре, ту се остварује **заптиваче** (раздвајање комора А и В)

- поклопац (1) затвара блок, и служи као ослонац опрузи
- кроз њега се у простор опруге доводи уље под управљачким притиском p_x
- у просторима везаним за прикључак А и В владају притисци p_A и p_B и **оба теже да отворе вентил**
- притисак p_A делује на чело затварача површине A_1 . Ова површина се сматра базном и означава се са 100%
- притисак p_B делује на прстен површине A_2 , његова површина је од 7% до 50% површине A_1
- $A_3 = A_1 + A_2$
- управљачки притисак p_x и сила опруге F_0 теже да затворе вентил
- вентил ће бити отворен ако је: $F_0 + p_x A_3 < p_A A_1 + p_B A_2$ у супротном биће затворен
- отварање се може постићи смањењем притиска p_x или повећањем притисака p_A и p_B
- Применом логичког вентила у комбинацији са другим елементима могу се обезбедити многе функције, као ограничење притиска, пригушење и сл. Комбинацијом више елемената може се постићи функција разводника са више радних положаја