

UDK: : 631.558.1:631.561

Pregledni rad

VENTILI KAO UPRAVLJAČKE KOMPONENTE HIDROSTATIČKIH SISTEMA

Vera B. Cerović¹, Dragan V. Petrović*²

¹ Student doktorskih studija, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet,
Kraljice Marije 27, 11000 Beograd

² Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11081 Beograd-Zemun

Sažetak: Efikasnu, ekonomičnu i samoodrživu savremenu poljoprivrednu tehniku teško je, pored niza drugih agroekoloških, tehničkih ekonomski i drugih zahteva, zamisliti bez širokog uključivanja manuelnih, mehaničkih, hidrauličkih, pneumatskih, električnih, analognih i digitalnih sistema upravljanja, kao i njihovih usklađenih međusobnih aktivnosti vezanih za prenos snage (energije) i upravljačkih signala. U ovom radu su prikazani najčešće korišćeni tipovi ventila u hidrauličkim sistemima. Literatura prikazuje više klasifikacija ventila, prema konstrukciji, nameni itd., pri čemu se čak i isti tip ventila nekada svrstava u različite grupe. Zato su nekada i ventili svrstani u okviru istog klasifikacionog kriterijuma, mogu međusobno značajno razlikovati. Iz navedenih razloga, ovaj prikaz je organizovan principijelnim svrstavanjem ventila u četiri osnovne grupe, prema osnovnim namenama, mada postoje i drugačije podele prema nameni ventila. Ostale klasifikacije, prisutne u dostupnoj literaturi, samo su preliminarno komentarisane. U ovom radu su opisani i analizirani osnovni elementi konstrukcije najvažnijih tipova ventila, navedene njihove najbitnije tehničko-operativne karakteristike, opisani bazni funkcionalni principi i tehnička ograničenja, te date smernice i preporuke za njihovu optimalnu primenu u poljoprivrednoj tehnici.

Ključne reči: Ventili, hidraulika, snaga, upravljačke funkcije, pritisak, protok, fluid

UVOD

Hidraulika ima veliku primenu u poljoprivrednoj tehnici [14],[15]. Proučava i mehaničke osobine vode i drugih tečnosti (nestišljivih fluida) i primene tih osobina u tehnici [10].

* Kontakt autor. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs

Rezultati istraživanja su proizašli iz aktivnosti projekta „Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda“, broj TR 31051, pod pokroviteljstvom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Za prenos snage, hidraulički sistemi koriste statički i dinamički pritisak radne tečnosti, ali ne i pripadajuću toplotnu energiju. U zavisnosti od odnosa ovih pritisaka, hidraulički sistemi se dele na hidrostatičke i hidrodinamičke, [14], [15]. U ovom radu su diskutovani hidrostatički sistemi. Snaga (energija), koju u hidrauličkom sistemu pumpa prima od pogonskog motora i istovremeno je predaje radnoj tečnosti, mora se kontrolisati i usmeravati prema potrošačima u skladu sa njihovim prioritetima i promeljivim potrebama u realnom vremenu [14], [15]. To se, između ostalog, može postići pažljivim projektovanjem i razumnom upotrebom sistema u okviru predviđenih graničnih radnih uslova. Operativnim ponašanjem hidrauličkog sistema u celini se upravlja podešavanjem fizičkih parametara radnog fluida, prvenstveno pritiska i brzine strujanja (protoka) fluida u odgovarajućim strujnim sekcijama u realnom vremenu. Time se ostvaruje kontrola rada izvršnih organa hidrauličkog sistema [14], [15]. Nezamenljivu ulogu u upravljanju hidrauličkim sistemima imaju ventili. Izbor tehnički najprikladnijeg ventila, u okviru predviđene namene i operativnih uslova, zahteva poznavanje njegove konstrukcije i radnih karakteristika.

Podela hidrauličkih ventila prema nameni nije jedinstvena u literaturnim izvorima, [5], [6], [10], [11], [12], [13]. U ovom radu je prihvaćena klasifikacija [5] koja podrazumeva četiri osnovne grupe ventila namenjenih za:

- usmeravanje pravca strujanja (razvodni ventili - razvodnici),
- podešavanje protoka (protočni ventili),
- sprečavanje povratnog strujanja radne tečnosti (nepovratni ventili) i
- kontrolu pritiska (ventili pritiska).

Pored navedene podele, hidraulički ventili se mogu svrstati u različite grupe i prema drugim kriterijuma [13] :

- broj raspoloživih ulaznih i izlaznih priključaka radne tečnosti;
- način aktiviranja [17] : manuelno; - mehanički; - pneumatski; - hidraulički; i električno.
- broj mogućih radnih položaja;
- konstrukciji pomičnog elementa, koji vrši njihovu osnovnu funkciju:
 - ventile sa sedištem i pomičnim telom (zatvaračem) oblika kugle, tanjira, kupe;
 - ventile bez sedišta, sa rotirajućim zatvaračem oblika diska (leptir ventil) ili kugle sa otvorom (loptasti ventil);
 - ventile sa aksijalno klizećim elementom (klipom) i
 - klizno obrtne ventile.

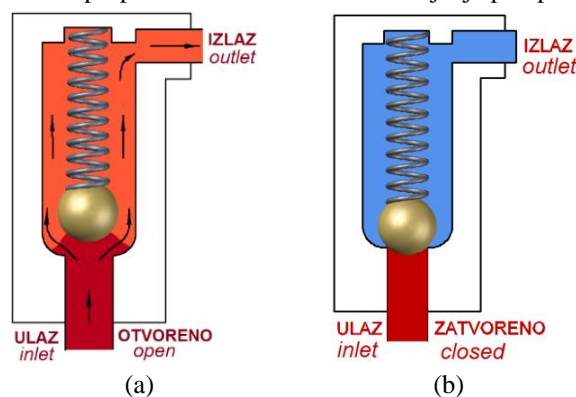
Osnovni funkcionalni principi većine ventila za hidrauličke i pneumatske sisteme se suštinski ne razlikuju. Konstruktivne, operativne i druge razlike hidrauličkih i pneumatskih sistema primarno potiču od različitih fizičkih osobina radnih fluida: nestišljivog fluida (tečnosti) u hidraulici i stišljivog fluida (gasa, najčešće sabijenog vazduha) u pneumatskim sistemima. Stoga, pneumatske sisteme karakteriše mnogo manji pritisak i gustina, kao i veća brzina strujanja fluida u poređenju sa hidrauličkim.

MATERIJAL I METODE RADA

Hidrostatički sistemi prenose energiju posredstvom fluida pod pritiskom [14], [15]. Za potreban rad u hidrauličkom sistemu, potrebno je postaviti odgovarajuće ventile.

Njihov zadatak je da regulišu strujni tok u smislu regulisanja pritiska i protoka radnog fluida, usmeravanje strujanja i sprečavanje povratnog toka [12]. Neki ventili mogu imati više funkcija, te se istovremeno mogu svrstati u više različitih grupa prema nameni.

Ventili za pritisak kontrolišu pritisak fluida u sistemu. Često korišćeni ventili iz ove grupe su *sigurnosni ventili*. Njihov zadatak je zaštita hidrauličkog sistema ili neke njegove komponente od visokog pritiska radnog fluida, koji bi prouzrokovao oštećenja i druge neželjene uticaje. Slika 1 prikazuje jednu od konstrukcija sigurnosnog ventila namenjenog zaštiti pojedinačne komponente sistema. Na sedište ventila naleže kuglica uz pomoć opruge. Sve dok je elastična sila opruge na kuglicu veća od rezultante pritiska fluida, kuglica će ostati na sedištu. Kada sila od pritiska fluida postane veća, podiže se kuglica oslobađajući prolaz fluidu prema rezervoaru ili pumpi. Podešavanje elastične sile opruge, a samim tim i kritičnog pritiska otvaranja sigurnosnog ventila, vrši se automatski ili sam korisnik podešava sabijenost opruge (najčešće uz pomoć zavrtnja). Time se definiše maksimalni radni pritisak sistema [1]. Problem sigurnosnih ventila je što se otvaraju pre nego što pritisak dostigne propisanu vrednost, pa remete rad hidrauličkog sistema. Prava, opasnost nastaje kad se ventil blokira ili ošteti, te u kombinaciji sa dotrajalim cevima i komponentama sistema može doći do njihovog pucanja i curenja fluida. Sigurnosni ventil se na primer, postavlja u potisnoj cevi pumpe, radi sprečavanja povećanja pritiska iznad propisane vrednosti bez zaustavljanja pumpe.



Slika 1. Sigurnosni ventil: (a) otvoren položaj, (b) zatvoren položaj.

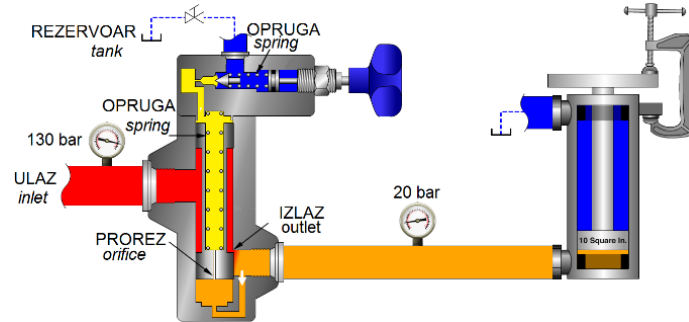
Figure 1. Relief valve: (a) open position, (b) closed position.

Kod glavnog sigurnosnog ventila sistema, zaštita se postiže punim otvaranjem ventila. Nakon pada pritiska unutar nominalnog opsega, on se ne vraća na sedište (ne zatvara se) već je potrebno ručno zatvoriti ventil pre ponovnog startovanja sistema.

Ventili za smanjenje pritiska su slični sigurnosnim ventilima, ali imaju drugačiju funkciju, slika 2. Postavljaju se u hidrauličkom sistemu ispred komponente sistema kome je potreban fluid manjeg pritiska od pritiska fluida u glavnom delu sistema.

Na primer, u hidrauličkom sistemu za utiskivanje oznake u metalni lim postoje dva cilindra, jedan za utiskivanje žiga, a drugi cilindar za pridržavanje lima.

Oba cilindra dobijaju energiju od iste pumpe, ali cilindru za držanje lima nije potreban visoki pritisak. Postavljanje ventila za smanjenje pritiska ima za cilj smanjenje ulaznog pritiska fluida na potrebnu vrednost. Takva potreba može postojati i kod cilindara različitih veličina.

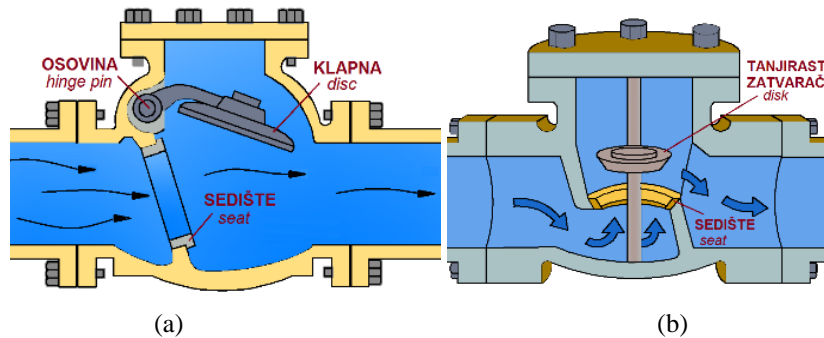


Slika 2. Ventil za smanjenje pritiska, [2].

Figure 2. Pressure of reducing valve, [2].

Ventili za usmeravanje strujanja dozvoljavaju strujanje u željenom pravcu, a sprečavaju ga u neželjenom pravcu. Najjednostavniji ventili iz ove grupe su *nepovratni ventili*. Nepovratne ventile pokreće fluid koji struji u cevima. Njihov zadatak je da propuštaju tok fluida u jednom smeru, dok ne dopuštaju strujanje u povratnom smeru, jer u tom slučaju fluid zatvara ventil.

Postoje različiti tipovi nepovratnih ventila za razne primene. Ovi ventili su obično mali dimenzija, jednostavne konstrukcije i jeftini. Nepovratni ventil se automatski pokreće, nije potrebna ljudska intervencija ili neki spoljašnji kontrolni sistem. Nakon dugotrajne upotrebe može doći do habanja ili nastanka pukotine. Tri najjednostavnija tipa nepovratnih ventila su ventili sa klapnom, loptasti nepovratni ventil i tanjirasti nepovratni ventil, slike 3 i 4. Ovi ventili dozvoljavaju strujanje u jednom smeru i nakon prestanka strujanja pod uticajem gravitacije se vraćaju na sedište što se događa i kada strujanje promeni smer.



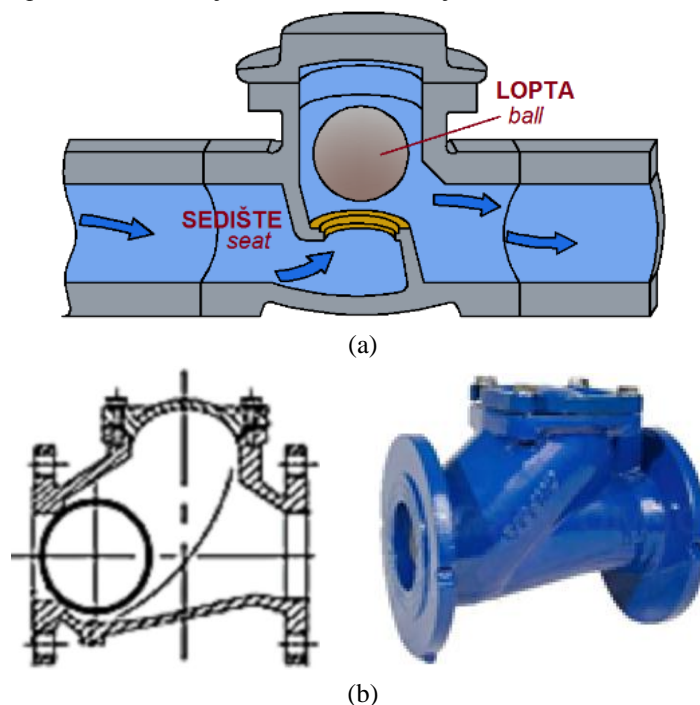
Slika 3. Glavni tipovi nepovratnih ventila (a) sa klapnom (b) sa zatvaračem u obliku pečurke.

Figure 3. Main types of check valves (a) swing check valve (b) lift check valve.

Ventili sa klapnom imaju vertikalno ili nagnuto sedište (oko 20°), što omogućuje bolje naleganje klapne i pri povratnim strujanjima sa nižim pritiscima, slika 3(a). Sedište može biti zavareno ili zamenljivo. Pogodni su i za strujanja sa visokom pritiscima i velikim brzinama strujanja. Mogu imati i dodatnu opremu kao što su tegić i/ili opruga da bi omogućili mirnije naleganje klapne na sedište. Mogu raditi i u horizontalnoj i u vertikalnoj poziciji.

Pad pritiska kroz ventil je minimalni kao i formiranje turbulentnog strujanja. Nisu pogodni za učestala povratna strujanja. Obično se ugrađuju zajedno sa zasunima.

Tanjirasti nepovratni ventili imaju sedište i tanjirasti zatvarač koji naleže na sedište ukoliko nema strujanja, slika 3(b). Strujanje fluida ispod zatvarača podiže zatvarač i propušta fluid. Pri prestanku strujanja, ili promeni smera, zatvarač se vraća na sedište pod uticajem svoje težine i pritiska povratnog toka. Postavljaju se i u horizontalnom i vertikalnom položaju. Koriste se za česta povratna strujanja za koje nisu pogodni ventili sa klapnom zbog habanja. Pogodni su i za strujanja fluida većim brzinama. U sistemu u kome je postavljen ventil sa pečurkom (globe valve) za regulisanje protoka obično se postavlja i tanjirasti nepovratni ventil. Mogu se izraditi tako da izlaz bude pod uglom od 90° ili većim, kao npr. kod bojlera za zagrevanje vode, odnosno pogodni su i za veće pritiske i temperature. Lako ih je zameniti i cena im je niža.



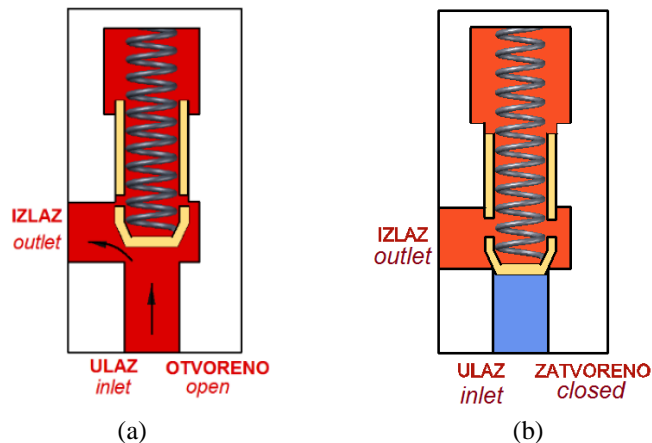
Slika 4. Loptasti nepovratni ventil (a) standardni, (b) sa zakrenutim izlazom, [16]

Figure: Ball check valve a) standard, b) Y-type, [16].

Loptasti nepovratni ventili su jeftini i imaju široku primenu, slika 4(a). Zbog okretanja kuglice dolazi do čišćenja sedišta. Izrađuju se i u varijanti sa zakrenutim izlazom, kada imaju i mali koeficijent otpora strujanja fluida, slika 4(b).

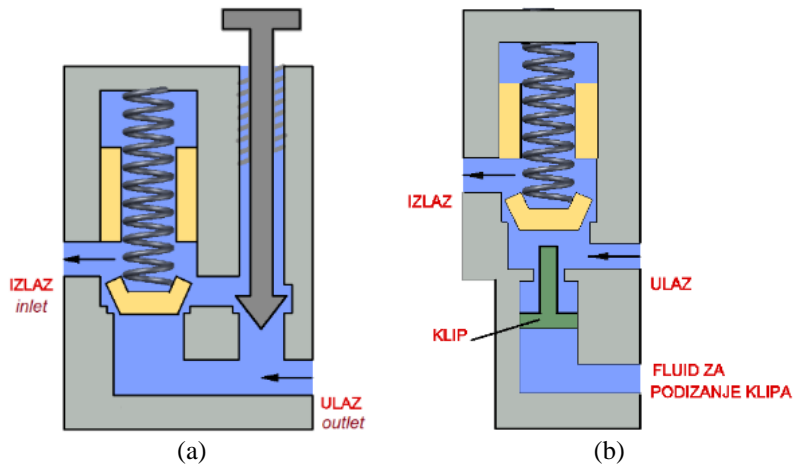
Za regulisanje pritiska otvaranja izlaznog voda može se koristiti opruga, slika 5. Curenje ulja kod ovih ventila je glavni problem i znatno umanjuje njihove performanse. Opruga može otkazati, a zaprljanost može sprečiti ispravno zaustavljanje toka ili se može nataložiti na sedištu ventila. Zatvarajući element može biti kuglica ili uložak sa oprugom (eng. poppet). Nepovratni ventil sa oprugom ima prednosti u odnosu na kuglični: ne curi fluid, dug radni vek i primenljivost za uređaje sa velikim pritiscima.

Koristi se kod mini pumpi za dozatore za tečnost ili gel, kod prskalica, injektora sa ponovnim punjenjem itd. Slika 5 prikazuje izlaz pod pravim uglom u odnosu na ulaz. Njegova prednost je manji pad pritiska i primenljivost i za veće protoke u odnosu na izlaz koji je istog pravca kao i ulaz.



Slika 5. Nepovratni ventil sa pečurkastim zatvaračem i oprugom: (a) otvoren i (b) zatvoren.

Figure 5. Poppet check valve in different positions: (a) open and (b) closed.



Slika 6. Nepovratni ventili sa pečurkom i sa ograničenjem protoka povratnog toka:

(a) sa kupastim zatvaračem povratnog toka, (b) sprovedni tip sa klipom.

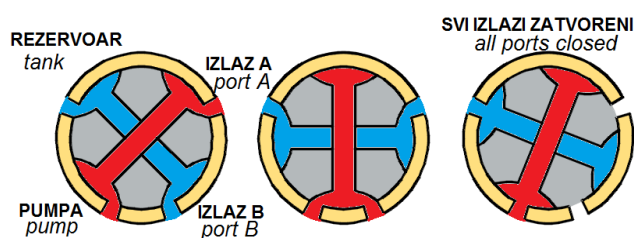
Figure 6. Poppet restriction check valves: (a) with shutter cone, (b) conduction type with piston.

Nepovratni ventili mogu konstrukcijski da omogućavaju slobodan tok fluida u jednom smeru i kontrolisan tok fluida u povratnom smeru. Za kontrolisanje protoka u povratnom smeru koristi se kupasti zatvarač čije je stablo narezano, slika 6(a).

Sprovedni nepovratni ventil je još jedan značajan tip ventila, slika 6(b). On ima dodatni klip, koji se, kad deluje pritisak na njega, pomera i podiže uložak.

Sve dok je uložak u podignutom položaju koji podupire klip, dotle je omogućen povratak fluida, odnosno promena smera strujanja.

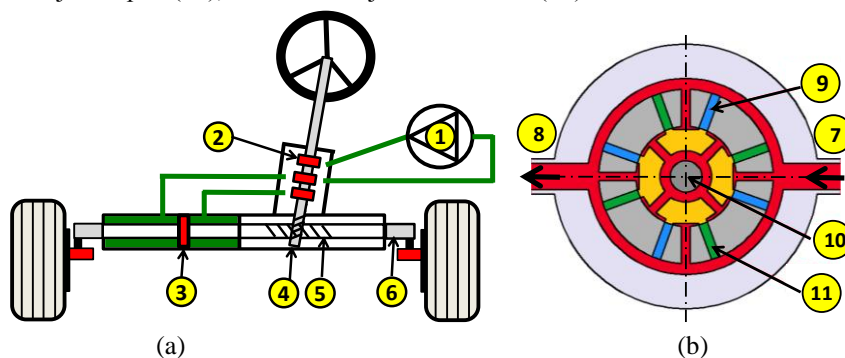
Obrtno klizni razvodni ventili za usmeravanje toka (slike 7, 8 i 9) se koriste zbog svoje jednostavnosti. Nedostatak ove konstrukcije je malo rastojanje između rotirajućeg klipa i njegovog kućišta što dovodi do trenja i vremenom do curenja fluida. Zaprljani fluid takođe dovodi do curenja fluida. Pri malim pritiscima i brzinama fluida ti problemi nisu izraženi kao kod visokih pritisaka. Mogu biti konstruisani da imaju dva, tri, četiri ili više izlaza, koji se otvaraju naizmenično ili istovremeno, odnosno služe kao razvodnici, slika 7. Upravljanje obrtnim ventilom može biti mehaničko, električno, hidrauličko ili ručno.



Slika 7. Obrtno klizni razvodnik sa dva izlaza.

Figure 7. Rotary valve with two ports.

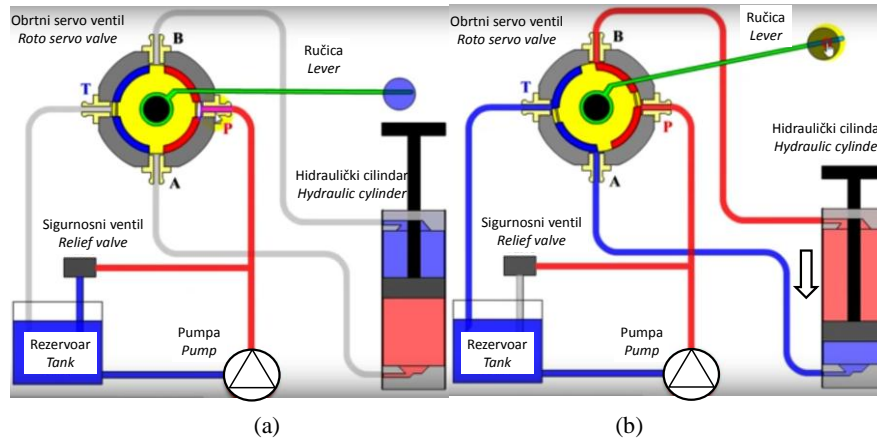
Ručno postavljanje obrtno kliznog ventila se primenjuje kod upravljačkog sistema motornih vozila [8], slika 8. Ovaj sistem je u osnovi veoma jednostavan. Sastoji se od pumpe (1), obrtno kliznog razvodnika (2), hidrauličkog cilindra sa klipom (3), zupčanika (4), zupčaste letve (5) i spona (6). Obrtni (obrotno-klizni) razvodnika ima sledeće priključke: dovod ulja iz pumpe (7), odvod ka rezervoaru (8), vod ka levoj strani cilindra (9), rotirajuća šipka (10), vod ka desnoj strani cilindra (11).



Slika 8. Hidraulički upravljački sistem: (a) funkcionalna šemasa i (b) obrtni ventil, [4].

Figure 8. Hydraulic steering system (a) functional scheme and (b) rotary valve, [4].

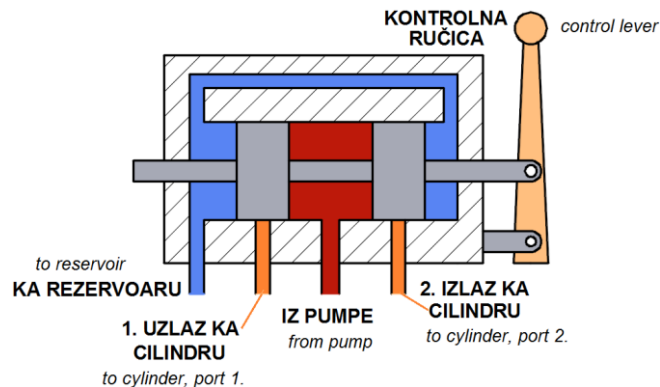
Na slici (9) je prikazan obrtni servo razvodnik za upravljanje kretanjem klipa hidrauličkog cilindra. Ventilom se upravlja ručno, pomoću ručice povezane sa njegovim vratilom. Kada je ručica u horizontalnom položaju, klip cilindra miruje u neutranom položaju (slika 9a). Podizanjem ručice (slika 9b) u komoru iznad klipa se uvodi ulje visokog pritiska iz pumpe, a donja komora se povezuje sa rezervoarom radne tečnosti, što zajedno rezultira spuštanjem klipa. U slučaju spuštanja ručice, situacija je obratna.



Slika 9. Obrtni servo razvodnik za upravljanje kretanjem klipa hidrauličkog cilindra, [9]

Figure 9. Rotary servo valve for cylinder piston operation, [9].

Razvodnici sa aksijalno klizećim klipom imaju nešto komplikovaniju konstrukciju. Pokreću se na razne načine: ručno, mehanički, hidraulički, elektromagnetno. Slikom br. 10 je ilustrativno prikazan najjednostavniji klipni razvodnik kojim se upravlja ručno. Razvodnik je prikazan u neutralnom položaju kada su zatvoreni izlazi ka radnim cilindrima.



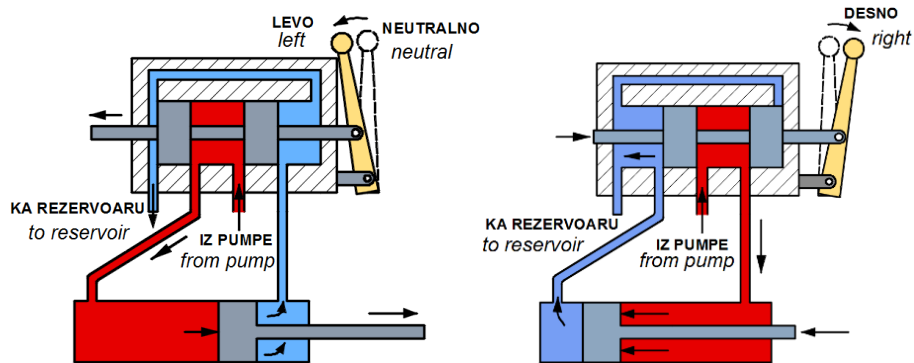
Slika 10. Klipni aksijalni razvodnik sa ručnim upravljanjem u neutralnom položaju.

Figure 10. Manually driven spool valve in neutral position.

Pomeranjem klipa otvara se prolaz fluida od rezervoara do radnog cilindra. Fluid visokog pritiska u cilindru potiskuje klip i fluid niskog pritiska ispred njega se potiskuje u rezervoar.

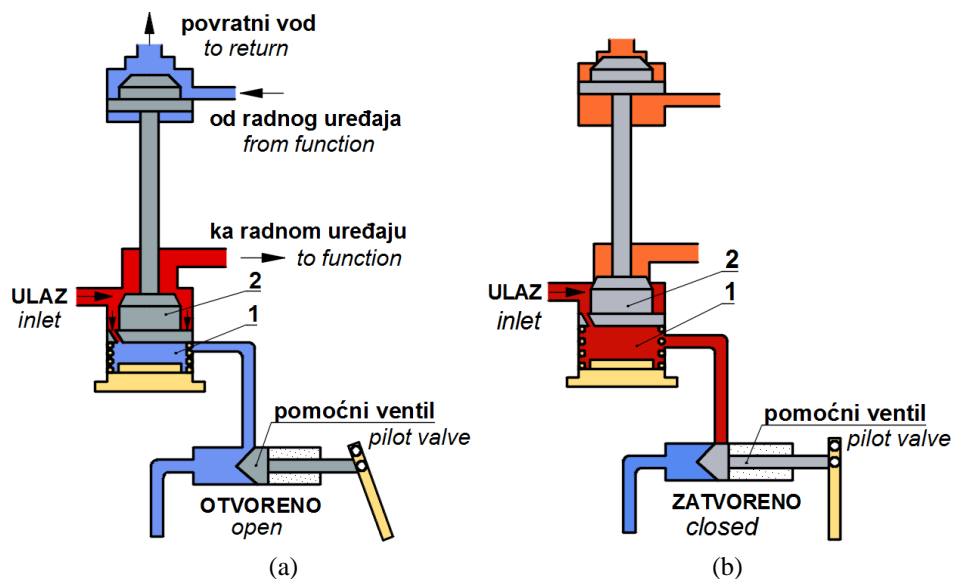
Naizmeničnim pomeranjem klipa razvodnika se naizmenično pune leva i desna strana radnog cilindra, slika 11. Kao i kod izrade pumpi [16], bitna je precizna izrada klipova i kućišta sa vrlo uskim tolerancijama [6]. Time je obezbeđeno da se fluid većeg pritiska ne meša sa fluidom manjeg pritiska koji se nalaze na suprotnim stranama klipa.

Problem nastaje kada vremenom dolazi do habanja ili zapašenja, kako na klipovima, tako i na hidrauličkim vodovima.



Slika 11. Radni položaji razvodnika sa aksijalno kliznim elementom – klipom.

Figure 11. Spool valve in working positions.



Slika 12. Razvodni ventil sa zatvaračem: (a) otvoreni odvodi, (b) zatvoreni odvodi.

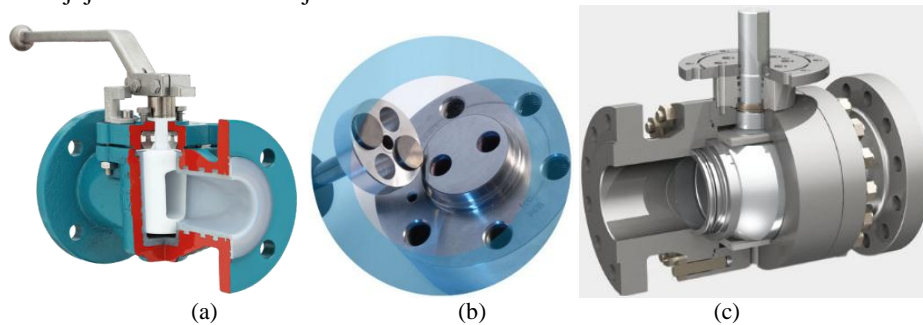
Figure 12. Poppet directional control valve: (a) open (b) closed.

Razvodni ventil sa zatvaračem se pomera gore-dole (slika 12). U gornjem položaju oba priključka su zatvorena, dok su u donjem položaju ventila oba otvorena. Upravljanje ventila se može vršiti postavljanjem pomoćnog klipnog ventila. Pomoćni ventil ima dve radne pozicije: otvoreno-zatvoreno, što se postiže ili ručno ili uz pomoć elektronike. Kada je u poziciji otvoreno (slika 12a), omogućeno je slobodno isticanje fluida iz komore 1. Dolazni fluid je pod većim pritiskom od onog u komori 1 i zbog toga dolazi do kretanja dela 2 na dole. Time se i otvaraju oba priključka.

Jednim priključkom struji fluid ka radnom uređaju (npr. cilindru, motoru), dok se drugim priključkom vraća fluid iz radnog uređaja. Sve dok je pomoćni ventil otvoren, biće i oba odvoda iskaćućeg ventila otvorena. Zatvaranjem pomoćnog ventila se pomera klip u njemu onemogućavajući slobodno isticanje fluida iz komore 1. Vrlo brzo se, zahvaljujući prorezu na delu 2, izjednačuju pritisci ispod i iznad njega. Kako je donja površina dela 2 veća od gornje, klip se pomera na gore i zatvara oba odvoda (slika 12). Prednost ovih ventila je što se mogu postaviti blizu uređaja čiji rad kontrolišu, pa nema potrebe za korišćenjem dugih cevovoda. Manje je podložan curenju fluida. Pozitivna strana je što se može podesiti i protok fluida.

Ventili za kontrolu protoka mogu da regulišu samo brzinu fluida (tako na primer kontrolišu brzinu motora) ili da osim regulisanja brzine fluida vrše i grananje toka fluida [11]. Namena može biti da samo obezbede dva položaja: uključen-isključen.

Zasuni (eng. gate valves) su dobili ime po vertikalnom kretanju zatvarača i potpunom zatvaranju horizontalnog strujnog toka, kao kod brana. Najčešći su ventili izbora kada su potrebna samo dva položaja ventila: potpuno otvoreno i potpuno zatvoreno, slika 14(a). Za manje ventile se podizanje zatvarača vrši ručno, dok se za ventile velikih dimenzija potrebni moment ili sila ostvaruju automatski. Zatvarači su u obliku konusa ili duplog diska. Kada je zatvarač podignut otpor strujanju je jako mali ili ne postoji. Nedostatak imaju što zauzimaju više mesta od drugih ventila i potrebno je duže vreme da se otvore i zatvore. Kod većih temperaturnih promena ili promena pritiska, može doći do curenja i potrebna je veća snaga za otvaranje. Kod delimično otvorenog ventila može doći do vibracija. U petro-hemijskoj industriji se široko primenjuju. Proizvodna cena je male vrednosti.



Slika 13. (a) Ventil sa umetkom, [1]; (b) Obrtni zasun, [7];
(c) Loptasti ventil, [3].

Figure 13. (a) Plug valve, [1]; (b) Rotary gate valve, [7];
(c) Ball valve, [3].

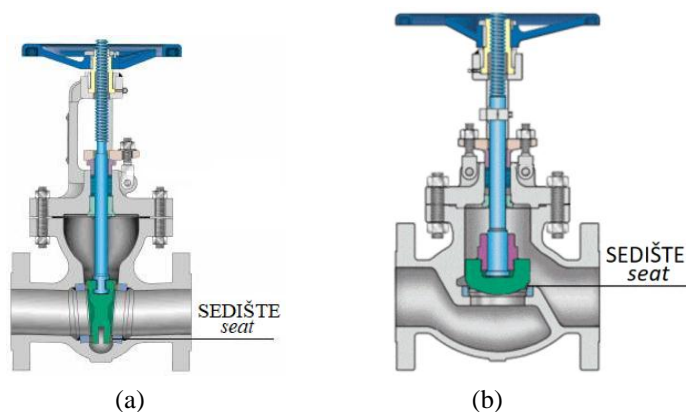
Ventili sa umetkom (eng. plug valve), slika 13(a), su ventili sa cilindričnim ili konusnim zatvaračkim elementima – umetcima, koji se rotiraju unutar kućišta ventila za kontrolu protoka kroz ventil.

Ovi umetnuti elementi u priključnom ventilu imaju jedan ili više otvora (procepa), tako da tečnost može proći kroz zatvarač ventila kada je ventil otvoren. Ovaj tip ventila nije pogodan za finu regulaciju protoka, zato se koristi kao ventil sa dva položaja: otvoreno/zatvoreno. Otpor strujanju je mali kada je potpuno otvoren. Brzo se otvara i zatvara. Obezbeđuje čvrsto naleganje i nepropustljivost fluida do približno 200 bar.

Ovaj ventil i pored podmazivanja ipak ima tendenciju zaglavlivanja. Koristi se za vodu, gorivo, korozivne fluide i za fluide povišene temperature.

Obrtni zasun je ventil dva položaja isključeno-uključeno sa dva ulaza, mada se mogu napraviti različite kombinacije broja ulaza i izlaza. Zatvarač je taj koji se okreće i na taj način se povezuju ulazne i izlazne cevi. Obrtni zasuni su u fazi razvoja novih modela, slika 13(b).

Loptasti ventil nije namenjen finoj regulaciji protoka, slika 13(c). Ima namenu da obezbedi dva položaja, kao: otvoreno/zatvoreno. Brzo i lako se otvara i zatvara uz pomoć ručice koja se okrene za 90° . Ne zahteva podmazivanje. Daje mali pad pritiska fluidu kad je potpuno otvoren. Koristi se i za gasove i tečnosti koje ne moraju biti čiste, za korozivne fluide. Pouzdan je i dugovečan. Postoje dve vrste konstrukcije ovih sedišta. Kod jednosmernih fluid obezbeđuje svojim pritiskom čvrsto naleganje sedišta na na loptasti zatvarač dok je strujanje direktno. Kod dvosmernih je obezbeđeno dobro naleganje i kod povratnog strujanja.



Slika 14. (a) Zasun, [16]; (b) Ventil sa pečurkom, [19].

Figure 14. (a) Gate valve, [16]; (b) Globe valve, [19].

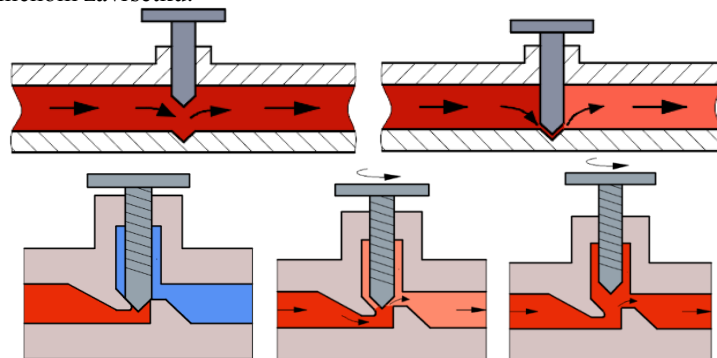
Ventili sa pečurkom su dobili naziv (srpski jezik) po pečurkastom obliku zavarackog elementa. Engleski naziv (termin: Globe valve) imaju po sfernom obliku kućišta (tela), slika 14(b). Često se koriste za regulisanje protoka fluida. Obezbeđuju finu regulaciju. Nedostatak im je pad pritiska fluida usled pomene toka strujanja, čak i kad je ventil potpuno otvoren, što se može donekle ublažiti povećanjem prečnika sedišta, kako bi odgovarao prečniku cevi ili naginjanjem sedišta. Sedište se može oštetiti usled zaprljanosti fluida. Koriste se u sistemima visokog pritiska za potpuno zatvaranje, koje je neophodno zbog sigurnosti.

Za fluide visokog pritiska, koriste se ventili sa nagnutim izlazom. Zatvarači mogu biti različitog oblika pa se dele u dve grupe: disk zatvarače i pečurka zatvarače. Disk zatvarači nisu tako pogodni kao pečurkasti zatvarači.

Pečurkasti zatvarači se izrađuju različitog oblika, od igličastog do poluloptastog, tako da imaju i različitu kontrolu protoka. Sedište se izrađuje da bude izjedna sa telom ventila ili zavareno ili zašrafljeno. Sedište se izrađuje od različitog materijala. Imaju dug radni vek.

Igličasti ventil je jednostavan kontrolor protoka, slika 15. Njegovim zatvaranjem smanjuje se površina protočnog preseka, što dovodi i do promene brzine fluida.

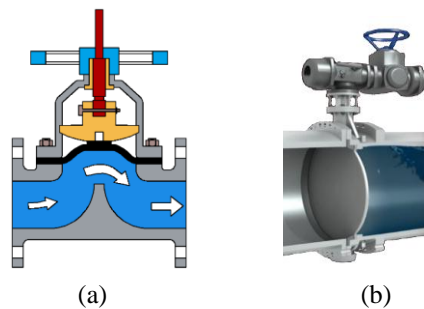
Mogućnost kvarova je relativno mala, može samo doći do mehaničkog oštećenja ili do curenja ispod ventila. Postižu dobru regulaciju protoka kod cevi manjih prečnika. Namenjeni su čistim fluidima kontroli manjih protoka. U otvorenom položaju prouzrokuju primetan pad pritiska radnog fluida. Ovi ventili se koriste i kod traktora za kontrolu protoka ulja, a samim tim i kontrolu prenesene energije. Ime su dobili po oštrom koničnom završetku.



Slika 15. Igličasti ventil

Figure 15. Needle valve

Primenom membranskih ventila, slika 16(a), moguće je ostvariti finu regulaciju protoka. Jednostavni su za izradu i jeftini su. Najveće habanje je na membrani, ali se ona jednostavno zamenjuje. Nisu pogodni za visoke pritiske, upravo zbog membrane. Dolazi i do značajnog pada pritiska fluida pri prolasku kroz ventil.



Slika 16. (a) Membranski ventil b) Leptir-ventil, [20].

Figure 16. (a) Diaphragm valve (b) Butterfly valve, [20].

Leptir ventili regulišu protok tako što mogu zauzeti bilo koji položaj od potpuno otvorenog do potpuno zatvorenog, slika 16(b). Hod ručice je $\frac{1}{4}$ kruga pa se na osnovu njenog položaja lako može oceniti položaj zatvaračkog elementa, odnosno otvorenost ventila. U otvorenom položaju leptira (zatvaračkog elementa), dozvoljavaju strujanje radnog fluida u oba smera. Prvenstveno su namenjeni manjim protocima i nisu pouzdani za apsolutno zatvaranje protoka. Koriste se još od vremena parnih mašina i namenjeni su kako za tečne tako i za gasovite fluide.

Ispravno funkcionisanje leptir ventila zahteva visoku čistoću radnih fluida, kako bi se sprečilo njihovo habanje i obezbedilo što bolje zaptivanje u konstruktivnim granicama ovih ventila.

Leptir ventili mogu prouzrokovati i kavitaciju. Manjih su dimenzija od većine ostalih ventila iste namene. Mogu regulisati protok fluida nižeg pritiska, dok za veće pritiske služe samo za pozicije otvoreno/zatvoreno.

ZAKLJUČAK

U radu su prikazane osnovne grupe i tipovi ventila, koji se primenjuju u upravljanju hidrostatičkim hidrauličnim sistemima različitih namena, imajući u vidu i sisteme u oblasti poljoprivredne tehnike [14], [15]. Treba istaći da se u oblasti hidraulike primenjuje veliki broj ventila, kao i da njihova klasifikacija nije jedinstvena u širokoj paleti različitih literaturnih izvora. Dešava se i da su isti ventili istovremeno svrstani u različite grupe ventila, u skladu sa različitim kriterijumima klasifikacije, od kojih je većina navedena u uvodu rada. To nije neuobičajeno u tehničkoj praksi i kada su komponente sistema u drugim granama tehnike u pitanju.

Optimalan rad hidrauličkog sistema zavisi od mnogo faktora, među kojima ne treba zaboraviti ni ventile. U pogledu ugradnje i upotrebe ventila, među važnijima između velikog broja kriterijuma mogu se navesti: pravilan izbor odgovarajućih tipova ventila, njihova ispravna konstrukcija, precizna proizvodnja, izbor kvalitetenih proizvodnih materijala i optimalno upravljanje ventilima u okviru nominalnih granica. To nije jednostavan proces odlučivanja, jer zavisi od mnogo faktora: raspoložive proizvodne strukture i ponude na lokalnom svetskom i lokalnom tržištu, predviđenih uslova rada hidrauličkog sistema, raspoloživih investicionih sredstava, planiranih eksploatacionih troškova, dužine eksploatacionog veka, zahteva za pouzdanošću i bezbednošću rada itd.

LITERATURA

- [1] AZ Armaturen, 2018. *Plug valve with chemical-resistant, vacuum proof lining with ISO top flange, sealing system Type CA*. Waldstrasse 7, D-78087 Mönchweiler, Germany. Dostupno na: <https://az-armaturen.de/en/product-overview/lined-plug-valves/iso-standard-a-ca/> [Septembar 2018].
- [2] CD Industrial Group Inc. 2018. *Pilot Operated Pressure Reducing Valve*. Alberta, Canada, Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=A2JTf1NWH4k> [septembar 2018].
- [3] IMI Critical Engineering, 2018. *Side Entry Ball Valves*. Lakeside, Solihull Parkway, Birmingham Business Park, Birmingham B37 7XZ, UK. Dostupno na: <http://www.imi-critical.com/products/Pages/Product-Side-Entry-Ball.aspx> [Septembar 2018].
- [4] Loof, J. 2018. *Modeling and control of a track steering-system for active driver suport*, 208, Technische Universiteit Eindhoven. Dostupno na: https://pure.tue.nl/ws/files/90582488/20180219_Loof.pdf [jun 2018.]
- [5] Korbar, R. 2007. *Pneumatika i hidraulika*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
- [6] Kuhar, E. J. 1992. *The fundamentals of service and theory of operation for hydraulic systems in off-road vehicles, trucks and automobiles*. John Deere Publishing, Illinois, USA.

- [7] LB Bentley - A Severn Glocon Group Company, 2018. *Rotary gate valves*, Stroud Kingfisher Business Park, London Road, Stroud, GL5 2BY, UK. Dostupno na: <https://www.lb-bentley.com/rotary-gate-valves/> [Septembar 2018].
- [8] Maik Automotive, 2018. *Hydraulic power steering pinions*, 480 Rue des Cygnes, 74130 Bonneville France. Dostupno na: <http://en.maik-automotive.com/functions/steering-system/#hydraulic-power-steering-pinions> [Septembar 2018].
- [9] Mekanizmalar, 2018. Self Adjusting platform. Dostupno na: <http://www.mekanizmalar.com/self-adjusting-platform.html> [Septembar 2018].
- [10] Miller, R., Miller, M., Stewart, H., 2004. *Pumps & Hydraulics*, Kunkemueller V., Shafer K., Long C., 577. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, Inc.
- [11] Mirković, R. 2003. *Hidraulika, Uvod sa primerima upravljanja*. Beograd, Srbija,
- [12] Parr, A., 2011. *Hydraulics and Pneumatics - A Technician's and Engineer's Guide*, 3rd edition. Butterworth-Heinemann for Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK Oxford, UK.
- [13] Petrić, J., 2012. *Hidraulika i pneumatika, 1. dio: hidraulika*. Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- [14] Petrović, V.D., Urošević, M., Radojević, L.R., Mileusnić, I.Z., Petrović, S., 2017. Razvoj hidrauličko-mehaničkog sistema automatske nivelacije berača maline i kupine. *Poljoprivredna tehnika*. 42(2): pp.1-10.
- [15] Vera B. Cerović, Dragan V. Petrović, 2018. Hidrostatički sistem prenosa snage poljoprivrednih mašina: zapreminske pume. *Poljoprivredna tehnika*. 43(1): pp.12-21.
- [16] Promansa, 2018. *Gate valve*, Lopez Mateos 150 La Grange, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66490 Mexico. Dostupno na: <http://promansa.com/valvulas/valv-de-compuerta-2/> [Septembar 2018].
- [17] SANSPAR, 2018. *Uni Flo Ball Check Valve FIG BCV*. 10 Nuwejaarsvoël Avenue, Chloorkop, Kempton Park, 1619Johanesburg. Dostupno na: <http://sanspar.co.za/wp-content/uploads/2018/06/Uni-Flo-Ball-Check-Valve.pdf> [septembar 2018].
- [18] Shrikrishna, N. Joshi. 2018. *Module5: Hydraulic Systems*, Department of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology Guwahati, India. Dostupno na: <http://nptel.ac.in/courses/112103174/module5/lec1/1.html> [jun 2018.]
- [19] Velan, 2018. *Globe valves*, Velan Head Office, 70007 Cote de Liesse, Montreal QC H4T 1G2, Canada. Dostupno na: https://www.velan.com/en/products/globe-valves.html/16/32/?product_id=42 [Septembar 2018].
- [20] YouTube 2016. *Butterfly valve elements and working animation*. Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=Xfiz6kfVQg0> [Septembar 2018].

CONTROL COMPONENTS OF HYDROSTATIC AND HYDRAULIC SYSTEMS: THE VALVES

Vera B. Cerovic¹, Dragan V. Petrovic²

¹*University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering,
Kraljice marije 27, Belgrade, Serbia*

²*University of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, Belgrade-Zemun, Serbia*

Summary: Modern agricultural engineering involves the wide application of hydraulic and pneumatic systems for the transmission of power (energy) and control signals. This paper presents the most commonly used types of valves in hydraulic systems. In the literature, more classification of hydraulic valves is reported, according to their construction, purposes, etc., which, even within the same classification criteria, sometimes strongly differ one from the another. Therefore, this presentation is organized by principled valve assignment into four basic groups based on purpose, although there are other divisions according to the purpose of the valve. Other classifications, although present in the available literature, have not been commented in detail, due to space constraints. In this manuscript, the basic elements of the construction of the most important types of valves are described and analyzed, their most important characteristics are described, the base functional principles and technical limitations described, and the given guidelines and recommendations for their optimal application.

Key words: Valves, hydraulics, power, control, pressure, flow rate

Prijavljen: 12.09.2018
Ispravljen: 30.09.2018
Prihvaćen: 04.10.2018