

UDK: 631.558.1:631.561

Pregledni rad
Review paper

doi: 10.5937/PoljTeh1902001P

HIDRAULIČKI SIMBOLI - DEO II: PUMPE I IZVRŠNI ORGANI

Petrović V. Dragan^{*1}, Cerović B. Vera²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, R. Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, R.Srbija

Sažetak: Na sadašnjem nivou tehnološkog razvoja, opšte je prihvaćeno mišljenje da savremena poljoprivredna tehnika, između ostalog, svoj napredak zasniva na širokoj primeni elektronski kontrolisanih hidrauličkih sistema, podržanih mehaničkim elementima prenosa snage i upravljanja. Ovaj rukopis predstavlja logičan nastavak prvog dela rada, pod nazivom „Hidraulički simboli - deo I: opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora“, posvećenog pripadajućoj tematici. Zato je drugi deo rada posvećen prikazu i opisu hidrauličkih simbola pumpi i različitih tipova izvršnih hidrauličkih organa i to: linearnih, rotacionih i oscilatornih. Takođe su predstavljeni i simboli uređaja kombinovane namene, koji opciono mogu funkcionisati u dva različita radna režima, kao hidrauličke pumpe ili hidraulički motori. Simboli svih grupa hidrauličkih komponenata, koje su u fokusu ovog rada, standardizovani su i definisani ISO industrijskim standardima.

Ključne reči: hidraulika, sistem, simbol, šema, pumpa, izvršni hidraulički organ

UVOD

Razvoj savremene poljoprivredne tehnike jasno ukazuje na njenu tesnu vezu sa nizom različitih elektronskih, hidrauličkih, mehaničkih, električnih i termičkih sistema, međusobno spregnutih u funkciji ispunjenja istih ili povezanih sličnih zadataka [5].

* Kontakt autor. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs. Rad je proizašao iz aktivnosti projekta “Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda”, broj TR 31051, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Hidraulika kao tehnička i naučna disciplina svoju primenu nalazi u različitim oblastima poljoprivredne tehnike, među kojima se posebno ističu: prenos snage i upravljanja uljnim hidrauličkim sistemima [5], [6], [13], navodnjavanje [9], [10], zaštita bilja [4], [7], [12].

Dugotrajno i pouzdano funkcionisanje hidrauličkog sistema zahteva pravilan izbor, opterećenje u nominalnim granicama, ispravnost i međusobnu usklađenost svih pripadajućih komponenta. Ipak, čini se da inženjeri i tehničari u većini praktičnih realizacija hidrauličkih sistema posebnu pažnju posvećuju hidrauličnim pumpama i izvršnim organima, oko čijeg upravljanja se u većoj ili manjoj meri angažuju svi ostali elementi hidrauličkog sistema ili podsistema [6].

Izuzetno kompleksne konfiguracije hidrauličkih sistema čine veoma nepreglednim njihovo detaljno grafičko predstavljanje, uz istovremeno pružanje dovoljno informacija o njihovim namenama i funkcionalnim vezama u celosti. Zato se u praksi pristupa pojednostavljenom prikazu hidrauličkih sistema u formi uprošćenih hidrauličkih šema. Tada se, umesto detaljnih tehničkih crteža, komponente prikazuju jednostavnim grafičkim simbolima [11], [13]. Na taj način, moguće je formirati odgovarajuće pojednostavljene hidrauličke funkcionalne šeme originalnih sistema, koje daju mnogo jasniji prikaz pozicija svih komponenta u sistemu, njihovih funkcija i međusobnih veza [13], [14].

U ovom nastavku rada o hidrauličnim oznakama prikazani su najvažniji simboli pumpi i izvršnih organa, sledeći metodologiju primenjenu u prvom delu rada [11], i referencama [8] i [14]. Treba napomenuti da su simboli hidrauličkih komponenta definisani međunarodnim ISO standardima [1], [2], [3].

GRAFIČKI SIMBOLI HIDRAULIČKIH PUMPI

U ovom delu rada su predstavljene grafičke oznake različitih tipova hidrauličkih pumpi. Pri tome, dvostruka linija simbola (Tab.1.) označava vratilo za prijem snage od pogonskog motora.

Tabela 1. Jednostepene hidrauličke pumpe stalnog i promenljivog protoka.

Table 1. Single-stage, fixed or variable volume hydraulic pumps.

	<p>Jednostepena pumpa stalnog protoka:</p> <p>(a) jednosmernog dejstva (jednog smera potiskivanja);</p> <p>(b) dvosmernog dejstva (dva smera potiskivanja).</p>
	<p>Jednostepena pumpa promenljivog protoka:</p> <p>(a) jednosmernog dejstva - jednog smera potiskivanja;</p> <p>(b) dvosmernog dejstva - dva smera potiskivanja.</p>

Tabela 4. Jednostrujna jednosmerna dvostepena pumpa stalnog protoka.
 Table 4. Single flow, fixed volume, two-stage, unidirectional hydraulic pumps.

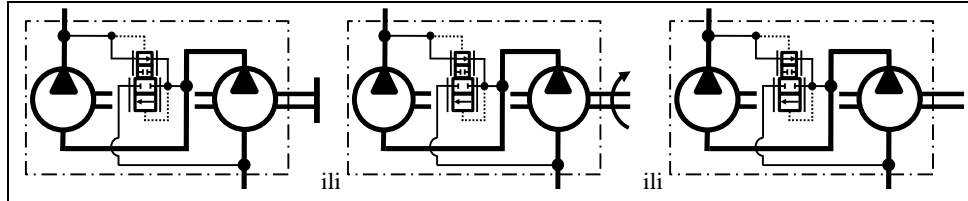


Tabela 5. Jednostepene pumpe jednosmernog dejstva, sa kompenzacijom pritiska.
 Table 5. Fixed volume, single-stage, unidirectional hydraulic pumps with pressure compensation .

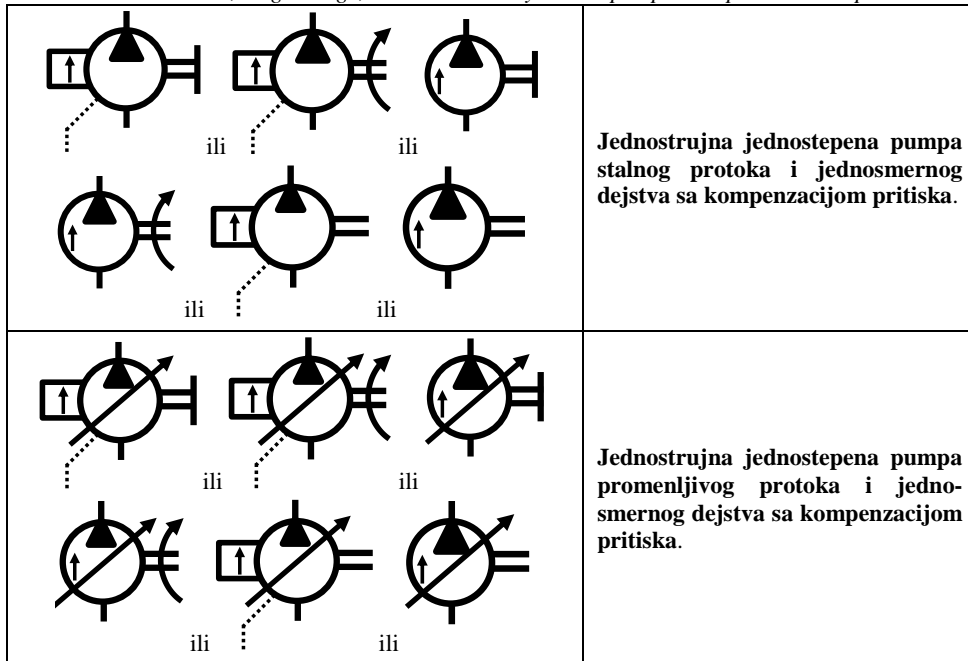


Tabela 5 prikazuje alternativne hidrauličke simbole za predstavljanje jednostrujnih jednostepenih pumpi stalnog i varijabilnog protoka, sa drenažom. Isprekidana linija označava drenažni vod.

GRAFIČKI SIMBOLI HIDRAULIČKIH IZVRŠNIH ORGANA

Hidraulički izvršni organi su važne funkcionalne komponente hidrauličkih sistema, namenjene pretvaranju hidrauličke energije radne tečnosti u mehaničku energiju koja se koristi za vršenje mehaničkog rada.

Zavisno od kinematičkog tipa (vrste) kretanja radnog elementa, hidraulički izvršni organi se dele u tri osnovne grupe:

1. Obrtni hidraulički izvršni organi, sa obrtnim kretanjem radnog elementa, koji se nazivaju hidromotori;
2. Translatorni hidraulički izvršni organi, sa linearnim kretanjem radnog elementa, koji se nazivaju hidraulički radni cilindri i
3. Zakretni hidromotori, sa oscilatornim kretanjem radnog elementa.

Zakretni motori imaju ograničeni ugao zakretanja, a zakretno (oscilatorno-obrtno kretanje) pri vršenju mehaničkog rada prenose na izlaz direktno ili indirektno. Direktno zakretanje se ostvaruje pomoću krila (analogno tzv. krilnom motoru sa jednim krilom – radnim elementom unutar cilindra sa fiksnom radialnom pregradom između potisnog i usisnog dela motora. Maksimalni ugao zakretanja takvog motora iznosi oko 300° . Indirektno zakretanje se ostvaruje se pomoću cilindra preko zupčaste letve i zupčanika.

Grafički simboli hidrauličkih izvršnih organa predstavljeni su u tabelama 5 - 12, uz napomenu da dvostruke pune linije označavaju izlazna vratila za predaju snage potrošačima.

Simboličke grafičke oznake obrtnih hidrauličkih izvršnih organa sa kontinualnim obrtanjem radnog elementa, odnosno hidromotora, predstavljeni su u tabeli 6. Obuhvaćeni su motori jednosmernog i dvosmernog dejstva (koji se mogu obrtati u jednom ili oba smera, respektivno), stalnog ili varijabilnog protoka.

Tabela 6. Hidromotori sa kontinualnom radnom zapreminom.

Table 6. Fixed volume hydromotors.

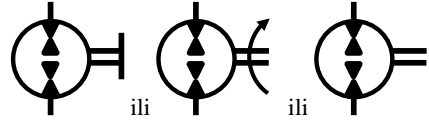
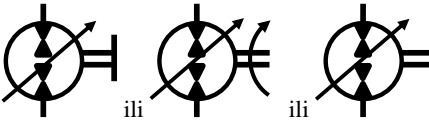
<p>(a)</p> <p>(b)</p>	<p>Obrtni motori stalnog protoka radne hidrauličke tečnosti i stalne učestanosti obrtanja radnog kola i izlaznog vratila sa:</p> <p>(a) jednim smerom obrtanja i strujanja radne tečnosti, i</p> <p>(b) dva smera obrtanja i strujanja radne tečnosti.</p>
<p>(a)</p> <p>(b)</p>	<p>Obrtni motori sa promenljivim protokom hidrauličke radne tečnosti i varijabilnom učestanošću obrtanja radnog kola i izlaznog vratila sa:</p> <p>(a) jednim smerom obrtanja i strujanja radne tečnosti i</p> <p>(b) dva smera obrtanja i strujanja radne tečnosti.</p>

Simboli dvosmernih hidrauličkih pumpi sa kontinualnim obrtanjem, koje mogu da rade i u režimu hidromotora, prikazani su u tabeli 7. Ove hidrauličke komponente se prema podesivosti protoka radne tečnosti dele u dve osnovne grupe.

Prva grupa radi sa stalnim protokom i učestanošću obrtanja radnog elementa, a druga ima mogućnost kontrolisane promene protoka radne tečnosti i učestanosti obrtanja.

Tabela 7. Dvosmerne reverzibilne hidrauličke pumpe koje funkcionišu i kao hidromotori, sa kontinualnim brojem obrtaja.

Table 7. Bidirectional reversible rotational hydraulic pumps that operates also as hydromotors.

	<p>Dvosmerne hidrauličke pumpe/motori stalnog protoka.</p>
	<p>Dvosmerne hidrauličke pumpe/motori promenljivog protoka.</p>

Zakretni motori predstavljaju posebnu grupu hidrauličkih izvršnih elemenata. Oni pretvaraju hidrauličku energiju radne tečnosti, dobijenu radom pumpe, u mehaničku energiju (rad) obrtnog izlaznog (radnog) vratila. Ugao zakretanja radnog vratila je ograničen u oba smera, zbog čega se nekada kaže da omogućavaju ograničeno oscilatorno kretanje radnog vratila. Njihove alternativne grafičke oznake-simboli predstavljene su u tabeli 8.

Tabela 8. Zakretni motori sa ograničenim oscilatornim kretanjem

Table 8. Semi-rotary actuators with limited oscillatory motion.

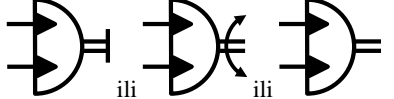
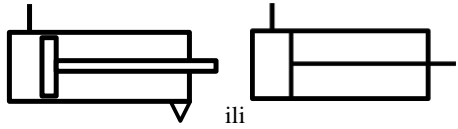
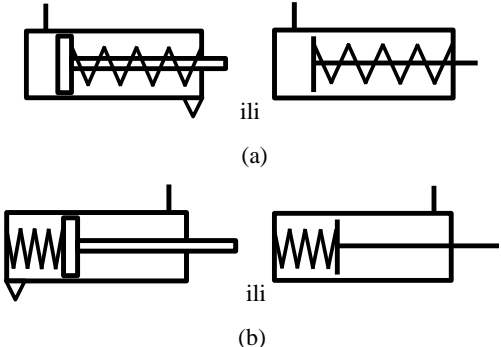
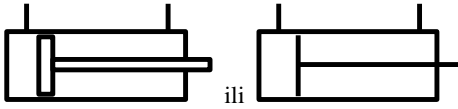
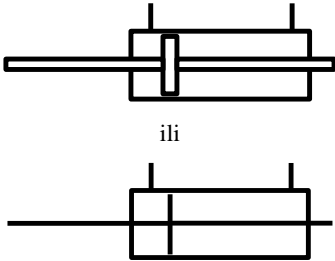
	<p>Zakretni motor, sa limitiranim oscilatornim obrtnim kretanjem.</p>
---	---

Tabela 9 prikazuje simbole hidrauličkih radnih cilindara jednosmernog i dvo-smernog dejstva, sa jednostrukom klipnjačom i bez prigušivanja. Termin "prigušivanje" u ovom slučaju označava samokočenje – automatsko usporavanje klipa u blizini krajnjih položaja, koje se ostvaruje zahvaljujući posebnim konstruktivnim zahvatima kod cilindara sa prigušivanjem.

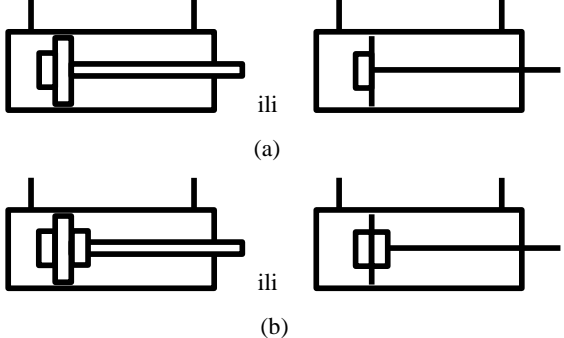
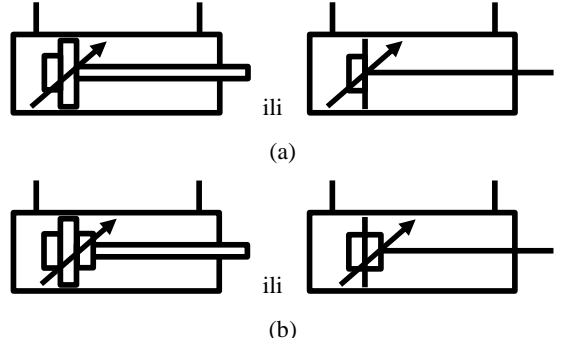
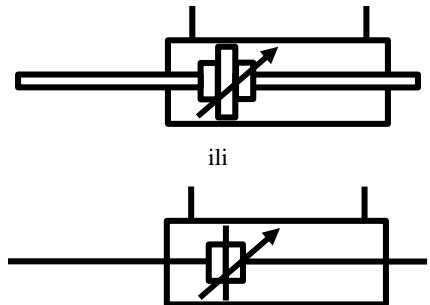
Nedostatak je, da samokočenje može predstavljati i važan nedostatak radnih hidrauličkih cilindara bez prigušivanja, jer zbog toga pri njihovom radu mogu nastati udarne sile manjeg ili većeg intenziteta, zavisno od radnih uslova. Za razliku od jednosmernih cilindara (cilindara jednosmernog dejstva) aktivnih samo u jednom smeru, cilindri dvosmernog dejstva po potrebi mogu vršiti rad u oba smera.

Tabela 9. Hidraulički radni cilindri bez prigušivanja.
 Table 9. Hydraulic cylinders without cushions.

	<p>Jednosmerni cilindar bez prigušivanja. Pomeranje klipnjače i obavljanje rada vrši se pod dejstvom radne tečnosti povišenog pritiska na klip. Za uvlačenje klipa korisnik mora obezbediti spoljašnju silu, ili se to obavlja dejstvom npr. podignutog tereta.</p>
	<p>Jednosmerni cilindar sa oprugom: (a) klipnjača vrši rad pri izvlačenju, koje se obavlja pod uticajem hidrauličke tečnosti povišenog pritiska, a uvlači je opruga; (b) klipnjaču izvlači opruga, a vršeje rada se odvija pri njenom uvlačenju pod dejstvom radne hidrauličke tečnosti povišenog pritiska.</p>
	<p>Dvosmerni cilindar bez prigušivanja sa jednostranom klipnjačom, postavljenom samo sa jedne strane klipa.</p>
	<p>Dvosmerni cilindar bez prigušivanja sa dvostranom klipnjačom, postavljenom sa obe strane klipa.</p>

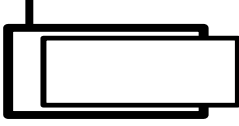
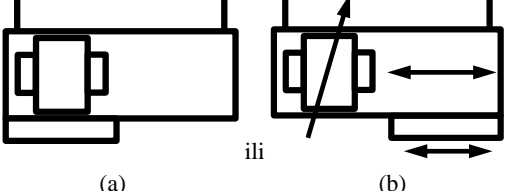
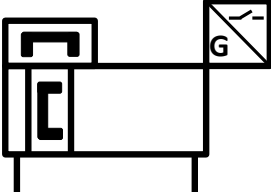
Grafički simboli dvosmernih radnih cilindara (cilindara dvosmernog dejstva) sa jednostranom i dvostranom klipnjačom, kao i fiksnim ili podesivim (varijabilnim) prigušivanjem, prikazani su u tabeli 10. Kod cilindara ove grupe, hidraulička tečnost povišenog pritiska izvlači i uvlači klipnjaču, a pri tome po potrebi može vršiti i rad. Dakle, aktivni su u oba smera. Kretanje klipa i klipnjače se konstruktivno hidraulički usporava (samokočenje) u zonama kada se približe graničnom položaju, radi sprečavanja pojave udarnih sila.

Tabela 10. Hidraulički radni cilindri dvostrukog dejstva, sa prigušivanjem.
 Table 10. Bidirectional hydraulic cylinders with cushions.

 <p>ili (a)</p> <p>ili (b)</p>	<p>Dvosmerni radni cilindri sa konstruktivno predpodešenim fiksnim prigušivanjem (samokočenjem): (a) jednostranim i (b) obostranim.</p>
 <p>ili (a)</p> <p>ili (b)</p>	<p>Dvosmerni radni cilindri sa promenljivim prigušivanjem (samokočenjem): (a) jednostranim i (b) obostranim.</p>
 <p>ili</p>	<p>Dvosmerni radni cilindri sa dvostranom klipnjačom i obostrano podesivim prigušivanjem (samokočenjem). Hidraulička tečnost povišenog pritiska izvlači i uvlači klipnjaču, a pri tome po potrebi može vršiti i rad. Cilindri mogu biti aktivni u oba smera, sa mogućnošću podešavanja intenziteta usporavanja klipa u obe zone približavanja krajnjim položajima.</p>

Kod jedne posebne grupe hidrauličnih cilindara, radni klip (tzv. “plunžer” – *engl. plunger*) istovremeno obavlja i funkciju klipnjače. Konstruktivno se izvode sa ili bez prigušivanja (samokočenja) klipa u blizini njegovih graničnih (krajnjih) položaja. Pri tome, prigušivanje može biti predpodešeno (fiksno) ili podesivo (varijabilno). Simboli plunžerskih cilindara prikazani su u tabeli 11.

Tabela 11. Hidraulički radni cilindri sa klipom bez kljipnjače – tzv. „plunžerski“ cilindri.
 Table 11. Plunger (ram, rodless) hydraulic cylinders.

	<p>Jednosmerni “plunžerski” cilindri bez prigušivanja (samokočenja) klipa.</p>
 <p>(a) ili (b)</p>	<p>Dvosmerni “plunžerski” cilindri sa prigušivanjem (samokočenjem klipa): (a) obostrano predpodešeno (stalno) prigušivanje i (b) obostrano podesivo (promenljivo) prigušivanje klipa.</p>
	<p>Dvosmerni magnetni hidraulički radni cilindar sa prekidačem u krajnjem položaju na jednoj strani.</p>

Višestepeni hidraulički radni cilindri se sastoje iz nekoliko cilindara koji se uvlače jedan unutar drugog. Stoga se nazivaju još i teleskopski. Osim spoljašnjeg cilindra najvećeg prečnika, ostali (unutrašnji) istovremeno obavljaju funkciju i klipa i kljipnjače. Ukupan hod teleskopskih cilindara je veći od dužine tela spoljašnjeg cilindra. Mogu biti jednosmernog ili dvosmernog dejstva, u zavisnosti od konstrukcije. Pripadajuće simboličke oznake teleskopskih cilindara prikazane su u tabeli 12.

Tabela 12. Višestepeni (teleskopski) hidraulički radni cilindri.
 Table 12. Telescoping hydraulic cylinders.

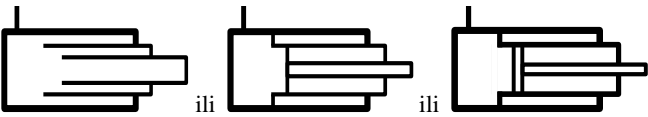
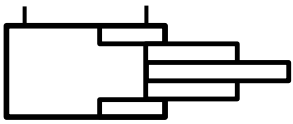
 <p>ili ili ili</p>	<p>Višestepeni radni cilindar jednosmernog dejstva.</p>
	<p>Višestepeni radni cilindar dvosmernog dejstva.</p>

Tabela 13. Membranski hidraulički radni cilindri.

Table 13. Hydraulic cylinders with diaphragm.

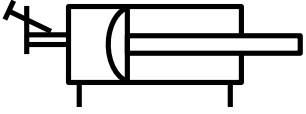
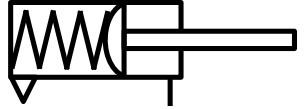
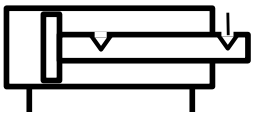
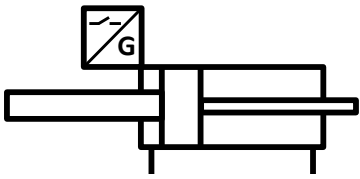
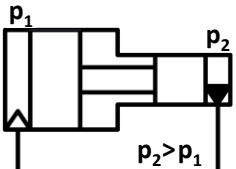
	Dvosmerni membranski radni cilindar sa ograničenjem hoda.
	Jednosmerni membranski radni cilindar sa povratnom oprugom.

Tabela 14. Specijalni hidraulički radni cilindri.

Table 14. Special hydraulic cylinders.

	Dvosmerni hidraulički radni cilindar sa mehaničkom blokadom u oba krajnja položaja klipa i klipnjače.
	Dvosmerni hidraulički radni cilindar sa dvostranom klipnjačom i prekidačima u krajnjim položajima na obe strane.
	Jednosmerni pojačavač pritiska, koji transformiše pneumatski pritisak u viši hidraulički pritisak radne tečnosti.

Simboli membranskih hidrauličkih radnih cilindara prikazani su u tabeli 13, a specijalnih cilindara u tabeli 14. Time je predstavljanje grafičkih simboličkih oznaka hidrauličkih radnih cilindara u ovom radu završeno.

ZAKLJUČAK

Napredak savremene poljoprivredne tehnike suštinski je povezan sa širokom primenom elektronski kontrolisanih hidrauličkih sistema spregnutih sa mehaničkim elementima prenosa snage i upravljanja. Ovaj rad predstavlja logičan nastavak prvog dela rada, pod nazivom „Hidraulički simboli - deo I: opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora“. Zato je drugi deo rada posvećen prikazivanju i opisivanju hidrauličkih simbola pumpi i račitih tipova izvršnih hidrauličkih organa: linearnih, rotacionih i oscilatornih.

Pored toga, prikazani su i grafički simboli reverzibilnih uređaja kombinovane namene, koji opciono mogu funkcionisati u dva različita radna režima, kao pumpe ili motori. Simboli svih grupa hidrauličkih komponenata, koje su u fokusu ovog rada, definisani su ISO industrijskim standardima.

LITERATURA

- [1] Anonymous: ISO 1219-1:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications, 3rd ed., p. 178. Reviewed and confirmed in 2017. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/60184.html>.
- [2] Anonymous: ISO 1219-2:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 2: Circuit diagrams, 2nd ed., p. 42. Reviewed and confirmed in 2018. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/51200.html>.
- [3] Anonymous: ISO 1219-3:2016(en) Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 3: Symbol modules and connected symbols in circuit diagrams, 1st ed., p. 23. Technical Committee: ISO/TC 131/SC 1 Symbols, terminology and classifications. Link: <https://www.iso.org/standard/62614.html>.
- [4] Barać, S., Petrović, D., Vuković, A., Biberdžić, M., Đikić, A., Đokić, D. 2017. Rezultati ispitivanja ratarskih prskalica u uslovima centralne Srbije: Savremena poljoprivredna tehnika, 43(1), pp. 17-26. Link: <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?query=ISSID%26and%2614285&page=2&sort=8&stype=0&backurl=%2fissue.aspx%3fissue%3d14285>.
- [5] Cerović, B., V., Petrović, V.D. 2018. Hidrostatički sistemi prenosa snage poljoprivrednih mašina: zapreminske pumpe. Poljoprivredna tehnika. 43(1): pp.12-21. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2018.pdf.
- [6] Cerović, B., V., Petrović, V.D. 2018. Ventili kao upravljačke komponente hidrostatičkih sistema. Poljoprivredna tehnika. 43(3): pp.11-25. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_03-2018.pdf.
- [7] Cerović, V., Petrović, V.D., Radojević, L.R. 2016. Simulacije procesa raspršivanja. Zbornik radova 18. naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede“, Beograd, 9. Decembar 2016., Srbija: pp. 14-21.
- [8] Majdić, F. 2013. Hidraulični Simboli - Povzeto po standardu ISO 1219-1 (2006-10-15). Laboratorij za pogonsko-krmilno hidrauliko (LPKH). Link: <http://lab.fs.uni-lj.si/ft/img/material/SW-Hidra-simboli-vse.pdf>.
- [9] Miodragović, R., Petrović, D., Mileusnić, Z., Dimitrijević, A. 2011. Energy and distribution parameters of the mobile wheel line sprinkler system. Proceedings of the 39th International symposium on agricultural engineering „Actual Tasks on Agricultural Engineering“, pp. 299-305, 22-25 Februar, 2011, Opatija, Hrvatska.
- [10] Miodragović, M.R., Petrović, V.D., Mileusnić, I.Z., Dimitrijević, Ž.A., Radojević, L.R. 2012: Water distribution uniformity of the traveling rain gun. African Journal of Agricultural Research 7(13), pp. 1988-1996. Link: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/326F84638540>.
- [11] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo I: opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora. Poljoprivredna tehnika. 44(1): pp. 45-56. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2019.pdf.
- [12] Petrović, V.D., Radojević, L.R., Vukša, P., Golubović, Z.Z. 2012. Droplet size distributions of conventional and air-induced nozzles. Proceedings of the DAS-29, 29th Danubia-Adria Symposium, 26th - 29th, pp. 166-169, September, University of Belgrade, Serbia.

[13] 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. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2017.pdf.

[14] Trinkel, E., Fluid Power Basics 2017. First eBook edition Penton Media, Inc., <https://www.hydraulicspneumatics.com/>.

HYDRAULIC SYMBOLS – PART TWO: PUMPS AND ACTUATORS

Petrović V. Dragan¹, Cerović B. Vera²

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Agricultural Engineering,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

²University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, The Queen Marija str. 16,
11120 Belgrade, Republic of Serbia

Abstract: At the current level of technological development, it is widely accepted that survival and progress of modern agricultural technology (among other things) is based on the widespread application of electronically controlled hydraulic systems, supported by mechanical elements of power transmission and control. This paper is a logical continuation of the first part, entitled "Hydraulic symbols - part I: general symbols and designations of measuring instruments and indicators". Therefore, the current second part of the paper is devoted to the presentation and description of hydraulic symbols of pumps and various types of actuators: linear, rotary and oscillatory. Symbols of the combined-function devices, which can optionally function in two different operating modes, such as pumps or motors, are also shown. Standard symbols of all groups of hydraulic components, which are in the focus of this paper, are standardized and defined by ISO industry standards.

Key words: hydraulics, system, symbol, scheme, pump, actuator

Prijavljen: 09.03.2019.
Submitted:
Ispravljen: 15.03.2019.
Revised:
Prihvaćen: 10.04.2019.
Accepted: