

UDK: 631:354.2:62-58

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

RAZVOJ UNIVERZALNIH SAMOHODNIH ŠASIJA

Milan Veljić¹, Dragan Marković¹, Dragan Branković²

¹ *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu - Beograd*

² *ITN Mobile Hydraulics - Fluid Power - Beograd*

Sadržaj: U radu je data analiza mogućnosti razvoja i reinženjeringa samohodnih šasija na bazi postojećih samohodnih kombajna za šećernu repu starije generacije i njihova primena kao univerzalne radne šasije. Prikazana su idejna rešenja reinženjeringa hidrostatičkih sistema za pogon šasije kao i hidrauličnih sistema u cilju primene u novim radnim uslovima.

Ključne reči: *razvoj, reinženjering, samohodna šasija, hidrostatika, hidraulika.*

UVODNA RAZMATRANJA

U Srbiji se trenutno nalazi veliki broj samohodnih kombajna za šećernu repu starije generacije koje su bile dominantne mašine za vađenje šećerne repe od 1970. do 1999. godine, kada je počela njihova zamena samohodnim kombajnima za šećernu repu poslednje generacije. Upravo ovaj stariji tip kombajna po svojim konstrukcionim rešenjima izuzetno je pogodan za adaptaciju u univerzalnu samohodnu šasiju-samohodni nosač oruđa za obavljanje tehnoloških operacija u poljoprivredi. Kao kod svih samohodnih poljoprivrednih mašina, tako i kod ove, najveću vrednost imaju komponente: motor SUS, hidrostatska transmisija i hidraulični sistemi.

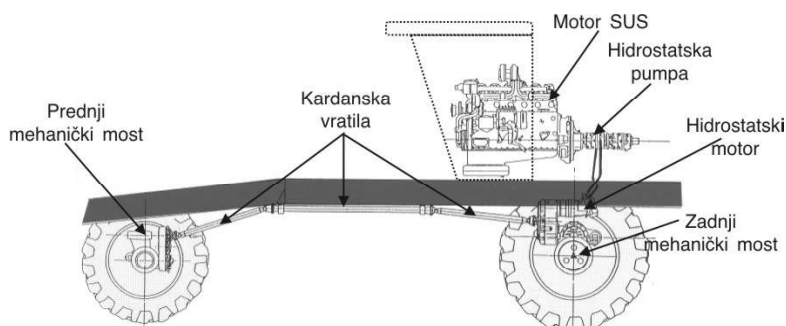
Zato je cilj ovog rada da se analiziraju mogućnosti i predlože rešenja razvoja novih i reinženjeringa postojećih univerzalnih samohodnih šasija.

ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Analiza postojećih konstrukcionih rešenja pokazuje, da sa samohodnog kombajna za šećernu repu treba demontirati sekač lišća-tarup (ukupne mase cca. 1800 kg), vadicu (ukupne mase cca. 2000 kg), sistem turbina za čišćenje (ukupne mase cca. 1000 kg), kompletnu konstrukciju međubunkera sa elevatorom za pražnjenje bunkera (ukupne mase cca. 2000 kg), čime se početna masa mašine od 17 t smanjuje na cca. 10 t, slika 1.

Motori SUS hlađeni vodom koji su ugrađivani u samohodne vadicice najčešće su snage od 183 kW (245 KS) do 260 kW (350 KS) u zavisnosti od godine proizvodnje i po svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebe univerzalne samohodne šasije.

Hidrostatski pogon samohodne šasije (slika 1), se sastoji od hidrostatske klipno-aksijalne pumpe promenljivog protoka, dvoprotočnog klipno-aksijalnog motora, prednjeg i zadnjeg mehaničkog mosta i tri kardanska vratila za prenos snage sa zadnjeg na prednji most. Ovakvo tehničko rešenje pokazalo se izuzetno pouzdano u eksploataciji, omogućava radne brzine do 10 km/h i transportnu brzinu do 25 km/h.



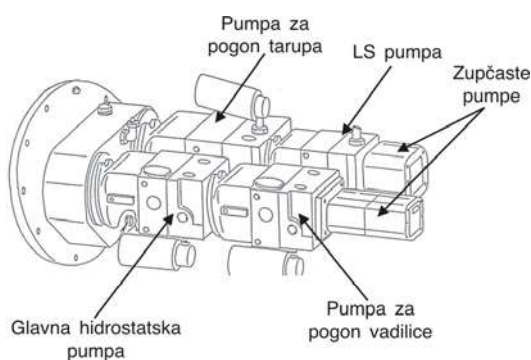
Sl. 1. Hidrostatska transmisija univerzalne šasije
Fig. 1. Hydrostatic transmission of all purpose self propelled chassis

Promenom prenosnih odnosa u zadnjem mehaničkom mostu moguće je povećati radnu brzinu do 15 km/h, a transportnu do 32 km/h.

Radni pritisak pumpe od 420 bar, protok pumpe od 380 l/min, kao i maksimalni obrtni momenat na izlaznom vratilu hidrostatskog motora od 1228 Nm, omogućavaju samohodnoj šasiji kretanje i u najtežim uslovima terena. Posebno povoljna karakteristika kretnog sistema je povećanje obrtnog momenta preko mehaničkih mostova što omogućava samohodnoj šasiji primenu sa radnim organima za sitnjenje i ravnjanje zemljišta.

HIDRAULIČNI SISTEM

Hidraulični sistem samohodnog kombajna za šećernu repu sastoji se od 4 klipno-aksijalne pumpe (glavna hidrostatska pumpa, pumpa za pogon tarupa, pumpa za pogon vadilice i LS pumpa za kola sa hidrauličnim cilindrima) i tri zupčaste pumpe (pumpe za servo uređaj i pumpe za male hidraulične motore), jednog hidrostatskog motora, dva klipno-aksijalna hidraulična motora, velikog broja elektro-ventila i manjih zupčastih motora, hidrauličnih cilindara velike podizne moći (preko 3 t) i slično. Ovakav sistem svojim mogućnostima i kapacitetima omogućava veliku fleksibilnost samohodne radne platforme, slika 2.



Sl. 2. Hidraulične pumpe
Fig. 2. Hydraulic pumps

Od četiri klipno-aksijalne pumpe glavna hidrostatska pumpa zadržava svoju izvornu namenu, dok će namena LS pumpe u suštini ostati ista (kontrola hidrauličnih cilindara koji podižu i spuštaju radne organe). Preostale dve klipno-aksijalne pumpe mogu se iskoristiti na više načina, na primer:

- Prva pumpa zajedno sa prvim klipno-aksijalnim (izvorno-hidraulični sistem za pogon tarupa) motorom može da pogoni radne organe za usitnjavanje i pripremu zemljišta koji se montiraju na prednjem delu platforme.

- Druga pumpa sa drugim klipno-aksijalnim motorom (izvorno-hidraulični sistem za pogon vadilice) mogu da budu iskorišćeni za konstruisanje pogona koji će imati ulogu PTO vratila traktora na zadnjem kraju šasijsa. Pri brzini izlaznog vratila motora od 1000 min^{-1} , motor ima realnu snagu od 60 kW (82 KS) na maksimalnom radnom pritisku što omogućava samohodnoj šasijsi da bude i uspešan agregat za mnoge priključne mašine vučenog tipa (npr. pneumatska sejalica, prskalica, i sl.). Upotrebom reduktora između izlaznog vratila hidrauličnog motora i PTO vratila sa prenosnim odnosom 1.5-2:1 može se povećati izlazna snaga i obrtni moment PTO vratila za dodatnih 50% čime se omogućava samohodnoj šasijsi da agregatira i veće priključne mašine vučenog tipa. Osnovne jednačine proračuna hidrauličnog motora u funkciji pritiska i broja obrtaja:

$$M_e = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi} \quad [\text{Nm}]$$

$$P_e = \frac{V_g \cdot n \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{600000} \quad [\text{kW}]$$

M_e - Izlazni obrtni momenat [Nm]

P_e - Izlazna snaga [kW]

V_g - Specifičan protok motora po obrtaju [cm^3]

Δp - Diferencijalni hidraulični pritisak [bar]

η_m - Koeficijent mehaničke efikasnosti

n - Broj obrtaja [min^{-1}]

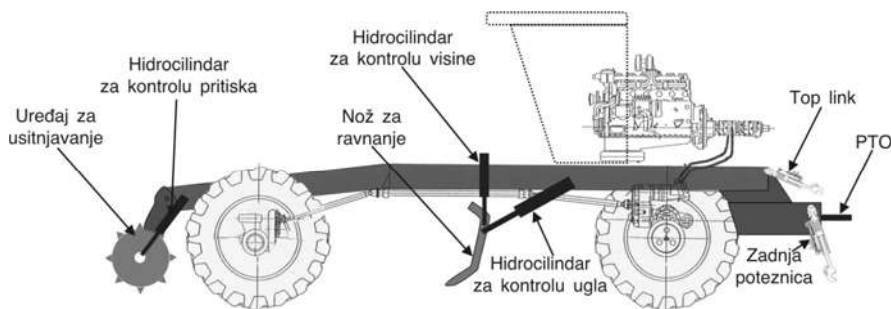
Zupčaste pumpe se mogu iskoristiti kao hidraulični agregati za potrebe priključnih mašina na zadnjoj poteznici šasijsa ili ukoliko nema potrebe mogu se ukloniti sa mašine, s obzirom da su vezane na zadnji kraj klipno-aksijalnih pumpi.

RADNI ORGANI

Radni organi univerzalne samohodne šasijsa u osnovnoj izvedbi, prikazani su na sl.3:

- Prednji radni organi za usitnjavanje zemljišta,
- Nož (daska) za ravnjanje,
- Zadnje vešanje u tri tačke sa spoljnom hidraulikom i PTO.

Radni organi za usitnjavanje zemljišta postavljeni na prednjem delu mašine, imaju istu konstrukciju kao i kod priključnih mašina za obradu zemljišta. Uređaj se sastoji od više brzo izmenjivih rotora postavljenih pod malim uglom u odnosu na pravac kretanja, a dodatnu efikasnost omogućava hidraulični motor promenljive brzine koji je priključen na centralno pogonsko vratilo rotora. Pritisak uređaja na tlo kao i njegovo podizanje i spuštanje se kontroliše sa dva hidraulična cilindra koja su izvorno korišćena za podizanje i spuštanje sekača lišća-tarupa.



Sl. 3. Idejno rešenje osnovnih radnih organa univerzalne šasije
 Fig. 3. General idea for attachments on all purpose self propelled chassis

Daska za ravnanje je postavljena između prednjeg i zadnjeg mehaničkog mosta i po svojoj konstrukciji je slična dasci sa građevinskih mašina-gredera. Daska može imati dva ili tri stepena slobode:

- Podizanje i spuštanje,
- Zaokretanje oko vertikalne ose mašine,
- Zaokretanje oko horizontalne ose mašine.

Zadnji polužni podizni sistem u tri tačke je standardan i odgovara podiznim sistemima traktora snage 100-120 kW. Podizna moć, ako se iskoriste postojeći hidrocilindri je oko 6 t. Upotrebom hidrauličnih cilindara većeg prečnika podizna moć se može povećati na 9 t. Postavljanjem zadnjeg vešanja zajedno sa spoljnom hidraulikom i PTO vratilom, samohodna šasija dobija mogućnost rada kao mašina koja vrši predsetvenu pripremu i setvu u istom proходу. Takođe, zbog velikih kapaciteta zupčastih pumpi (200 l/min) moguće je agregatiranje i drugih priključnih poljoprivrednih mašina što daje veliku univerzalnost ovakvoj koncepciji univerzalne samohodne šasije.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Razvoj univerzalne samohodne šasije na bazi platforme samohodnog kombajna za šećernu repu starije generacije je tehnički izvodljiv i ekonomski isplativ projekat. Svi ključni podsistemi (motor SUS, hidrostatska transmisija, hidraulični sistemi) po svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebe novoprojektovane mašine.

Samohodna šasija može po svojim tehničkim karakteristikama da vrši neke lakše operacije traktora srednje veličine, ali to nije osnovna projektovana funkcija ove mašine. Osnovna namena samohodne šasije je priprema i ravnanje terena, dok je mogućnost agregatiranja priključnih poljoprivrednih mašina prikazana kao jedan od pravaca daljeg razvoja novog rešenja univerzalne samohodne šasije u cilju što većeg iskorišćenja u toku jedne godine.

LITERATURA

- [1] Claas Industrietechnik GmbH – Product catalogue – Drive axles, Nemačka, 2004.
- [2] Instruction Manual Krone Forage Harvester BigX., Spelle, Nemačka, 2004.
- [3] Instruction Manual PMC Harvesters Ltd., Fakenham, UK, 2003.
- [4] International Vehicle Technology iVT, Dorking, UK, 2003.
- [5] Kelić N. V., *Hidroprenosnici*, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [6] *Livret d'entretien Moreau Lectra*, Francuska, 2004.
- [7] Marković D., Branković D.: *Primena najnovije generacije hidrostatskih transmisija u razvoju poljoprivrednih mašina*, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 29, No. 1-2, s. 31-38, Novi Sad, 2004.

- [8] Marković D., Branković D., Brajanoski B.: *Linije mašina za ubiranje i preradu konzumnog graška i kukuruza šećerca*, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 29, No.3, s. 114-124, Novi Sad, 2003.
- [9] Matthies J.H., Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2001.
- [10] Matthies J.H., Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2002.
- [11] Notice d'instructions Moreau VOLTRA, Noyelles, Francuska, 2003.
- [12] Novaković V.L., Ercegović Đ., Marković D.: *Развитие новых технологическо-технических схемы комбайна в Югославии*, International Scientific Conference, University of Rouse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 50-58, Rouse, Bulgaria, 1999.
- [13] Novaković V.L., Marković D., Krivokapić I., Čebela Ž.: *Automatsko regulisanje režima rada kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 387-393, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [14] Novaković V.L., Frolov K.V., Ercegović Đ., Marković D., Obradović V., Čebela Ž.: *New Technological solutions of Combine Drive and Technological Devices*, International Scientific Conference of Russian Science Academy IMAS-RAN, Proceedings, Moscow, Russia, 1998.
- [15] Novaković V.L., Marković D., Obradović B., Čebela Ž.: *Optimizacija pogona kretanja i tehnoloških uređaja kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 379-387, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [16] Novaković V.L., Marković D., Ercegović Đ.: *Новие концепции модульной системы с гидравлическим приводом рабочих модулей*, International Scientific Conference, University of Rouse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 16-25, Rouse, Bulgaria, 1999.
- [17] Obradović B.: *Očekivani pravci razvoja hidrostatičkih sistema i komponenata*, Jugoslovenski časopis za upravljanje proizvodnjom, Proizvodnja, Beograd, 1983.
- [18] *Pea Viner Performance Trials 1999/2000 Harvest*, Conducted for Heinz Watties Australia by the Natural Resources Engineering Group, Lincoln University, Canterbury, NZ, Mart, 2000.
- [19] *Products catalogue NAF*, Neunkirchen, Nemačka 2004.
- [20] *Products catalogue Poclair-Hydrostatic Transmissions*, Verberie, Francuska, 2003.
- [21] Savić V.: *Uljna hidraulika I – Hidraulične komponente i sistemi*, Zenica, 1990.
- [22] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 51 Motors*, Nemačka, 2003.
- [23] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Motors*, Nemačka, 2003.
- [24] *Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Pumps*, Nemačka, 2003.
- [25] *Danfoss Instruction Manual HZ.00.A2.02*
- [26] Veljić M., Marković D., Stokić M.: *Proizvodni programi i perspektive industrije poljoprivrednih mašina i opreme*, Naučni časopis: Poljoprivredna tehnika, No. 1-2, s. 1-7, Beograd-Zemun, 2001.

DEVELOPMENT OF SELF PROPELLED CHASSIS

Milan Veljić¹, Dragan Marković¹, Dragan Branković²

¹ Mechanical Faculty University of Belgrade - Belgrade

² ITN Mobile Hydraulics - Fluid Power - Belgrade

Abstract: This paper analyze possibility for development and reengineering old type of self propelled sugar beat harvesters and their application as all purpose self propelled chassis. Paper presents some new ideas how this new chassis can be used in completely new operating conditions.

Key words: Development, Reengineering, Self propelled chassis, Hydrostatics, Hydraulics.