

Energetska učinkovitost v hidravliki

Varčevanje z energijo ob uporabi diferencialnega hidravličnega valja

Gerd SCHEFFEL

Hidravlični valji so običajno zasnovani sočasno s konstruiranjem stroja, kompaktni hidravlični valji z eno batnico pa so pogosto prva izbira. Površina bata je izbrana na osnovi zahtevanih sil in razpoložljivega tlaka v hidravličnem sistemu, ravno tako pa lahko na sile vplivamo tudi s samim tokokrogom hidravličnega sistema. V običajnem tokokrogu sta obe strani hidravličnega valja izmenično povezani z napajalnim in povratnim vodom. Regenerativni tokokrog pa med iztegovanjem hidravličnega valja vrača olje s strani z batnico na stran bata, s čimer se hidravličnemu valju zmanjša sila, hkrati pa se zmanjša tudi zahtevan dotok olja v hidravlični valj. Zato ta tokokrog imenujemo tudi varčevalni tokokrog.

z ventilom. Pri krmiljenju s črpalko potrebujemo določen sestav črpalke in motorja, ki je namenjen vsakemu posameznemu hidravličnemu valju posebej. Pri krmiljenju z ventili pa imamo en tlačni izvor, ki je razdeljen med več aktuatorjev, s tem je razdeljen tudi njegov strošek – tako lahko že govorimo o prihranku. Kadar vsak posamezni aktuator poganjamo z lastno črpalko, lahko zagotavljamo točno tako kombinacijo toka in tlaka, kot jo zahteva aktuator. Tako ta rešitev omogoča energetske prihranke, zanemarljivo pa višje stroške investicije v lastno črpalko in motor. Tudi pri krmiljenju z ventilom hidravlični valj oskrbujemo s točno takšno količino energije, kot je zahtevana. Vendar pa vse energije, ki jo dobavlja tokokrog s konstantnim tlakom, hidravlični valj ne potrebuje in se s pomočjo dušenja pretvori v toploto, ki jo nato odstrani tok olja. Tudi tu je možno doseči energetske prihranke, vendar mora biti sistem primerno zasnovan.

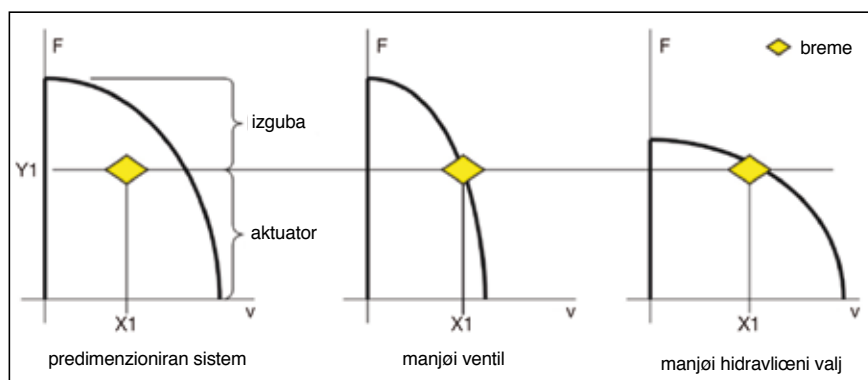
Hidravlični valj doseže največjo silo, ki je produkt tlaka na izvoru in delovne površine njegovega bata, v mirujočem stanju. Takoj, ko se bat hidravličnega valja prične premikati, se sila hidravličnega valja zmanjša sorazmerno s padcem izvirnega tlaka, ki je posledica dušenja na ventilu. Pri popolnoma razbremenjenem hidravličnem valju, ki se giblje z maksimalno hitrostjo, se praktično vsa energija na vstopu v ventil zaradi dušenja pretvori v toploto. »Krmiljenje z ventili oziroma z dušenjem« deluje na osnovi regulacije dotoka energije s pomočjo dušenja, in to je točno tista lastnost, ki nudi velik potencial za izboljšanje energetske učinkovitosti.

Hidravlični valj in njegov ventil naj bosta čim bolj prilagojena svojemu bremenu. Energijo prihranimo takrat, ko dušenje znižamo na najnižji možni nivo. Z manj dušenja lahko tudi silo, ki jo omogoča hidravlični

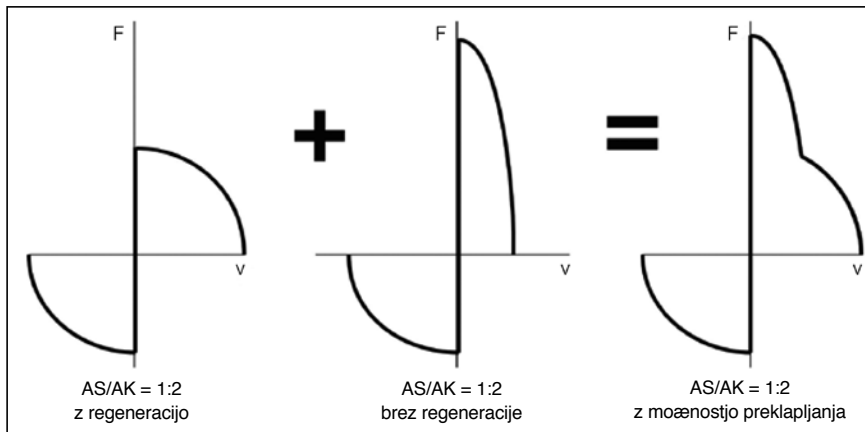
Preden pričnemo govoriti o varčevanju, pa se moramo jasno odločiti, na kakšen način bi radi te prihranke dosegli. Hidravlični valj lahko krmilimo neposredno s črpalko ali

Dr.-Ing. Gerd Scheffel, Parker Hannifin Germany, Hydraulic Controls Division

Prevedel: Aleš Bizjak, Kladivar, d. o. o., Žiri



Slika 1. Prilagajanje hidravličnega valja in ventila bremenu



Slika 2. Vpliv tokokroga na silo

valj, približamo sili, ki jo dejansko zahteva stroj. Obstaja razlika med prilagajanjem sile in prilagajanjem hitrosti. Silo lahko prilagodimo s spreminjanjem premera bata in batnice, medtem ko lahko hitrost prilagodimo z izborom ustrezne velikosti ventila. Če izberemo prevelik hidravlični valj, dobimo prekomerno porabo energije, saj moramo dovajati preveliko količino olja. Po drugi strani pa imamo lahko v sistemu prevelik ventil in s tem možnost doseganja nepotrebno visoke hitrosti. Tu pa ne nastane prekomerna poraba energije, ampak dobimo prevelik obseg možnih hitrosti. Čeprav bo zmanjšanje hoda bata hidravličnega ventila omejilo hitrost

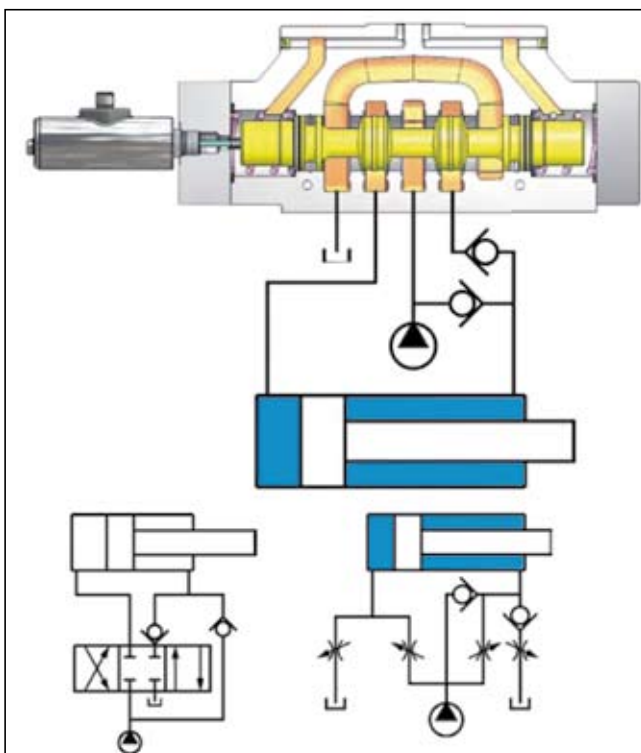
na želeno območje, pa bomo tako dobili tudi manjšo natančnost krmiljenja. Ob nespremenjenem bremenu zahteva manjši hidravlični valj tudi manjši tlačni padec za premagovanje upora. Za hidravlične valje tudi velja, da je njihovo delovanje ob polnem bremenu tudi bolj učinkovito kot ob delnem bremenu.

Silo in hitrost hidravličnega valja krmilimo z dotokom energije z ventila. Na splošno je znano, da lahko zagotovimo dobro krmiljenje, če pri največji hitrosti izgubimo približno tretjino moči. Tako se nazivni tok tokokroga s tlačnim izvorom 210 bar navaja pri tlačnem padcu 70 bar.

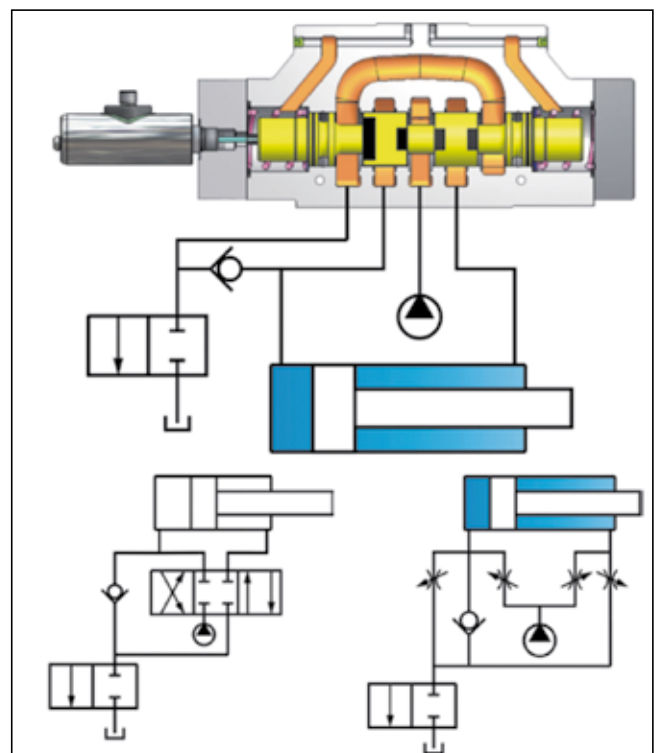
Takšno izhodišče je pri snovanju hidravličnega sistema še vedno široko uporabljeno ne glede na to, da lahko sodobna krmilna tehnologija, visoko učinkoviti ventili in varčevalni tokokrogi znatno zmanjšajo nastale izgube.

Ker ima vsak hidravlični valj dve delovni površini, tudi smer gibanja njegovega bata vpliva na način prilagoditve sil obremenitvam in hitrosti velikostim ventilov. Projektant hidravličnega sistema mora imeti možnost, da sam izbere dimenzijo hidravličnega valja ter hkrati tudi velikost ventila v krmilju, kar je tudi prvi pogoj za zagotavljanje učinkovitega in energetskega varčnega ventilskega upravljanja hidravličnega valja.

Po izboru hidravličnega valja in ventila sledi zasnova tokokroga, ki zagotavlja optimalno prilagojenost danemu bremenu. V običajnem tokokrogu sta delovna voda hidravličnega valja izmenično povezana z napajalnim ter povratnim vodom, hidravlični valj pa lahko deluje s polno silo. Regeneracijski tokokrog vrača olje iztezajočega se hidravličnega valja s strani z batnico nazaj na stran bata in hkrati zmanjša njegovo silo. To pa daje novo možnost prilagoditve sile



Slika 3. P-povrtek z dodatnimi zunanji ventili



Slika 4. A-povrtek z dodatnimi zunanji ventili

dejanskim potrebam. Na primer: če imamo obremenitve enake v obeh smereh gibanja, potem je uporaba hidravličnega valja z razmerjem 2 : 1 v kombinaciji z regenerativnim tokokrogom smiselna. Nesimetrični diferencialni hidravlični valj deluje tako skoraj simetrično v smislu zagotavljanja sile, hitrosti in porabe energije. Če potrebujemo polno silo hidravličnega valja, na primer proti koncu hoda v iztegnjenem položaju, enostavno spremenimo tokokrog iz regeneracijskega v običajnega.

Z različnimi kombinacijami delovnih površin hidravličnega valja, dušenja na krmilnih robovih ventila ter izbranega tokokroga dobimo velik nabor možnosti za prilagajanje sile in hitrosti hidravličnega valja. Vredno je ponoviti: bolje kot je delovanje hidravličnega valja prilagojeno bremenu, nižja je poraba energije.

Običajni tokokrog je že dovolj dobro poznan. Omeniti je treba, da moramo ob večjih razmerjih delovnih površin hidravličnega valja ustrezno ventilu prilagoditi tudi dušenje na krmilnih robovih ventila ter tako zagotoviti ustrezno natančno upravljanje.

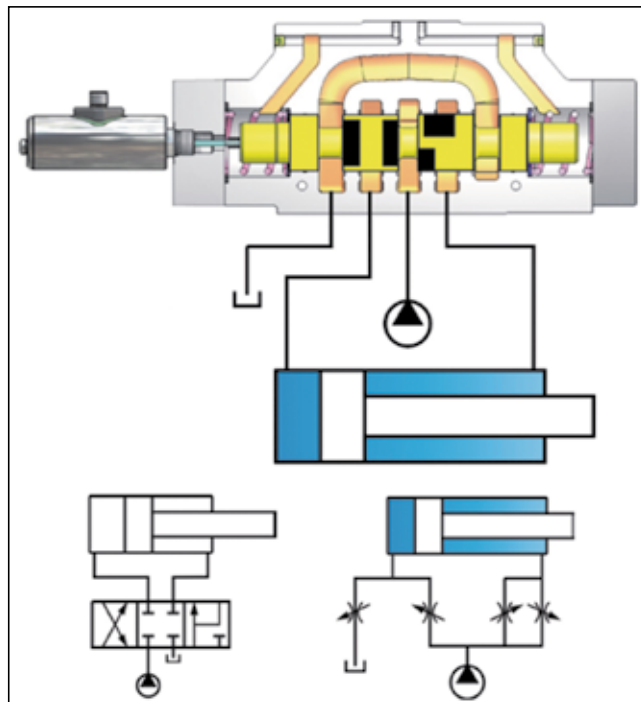
Osnova regenerativnega tokokroga je kombinacija standardnega potnega ventila z dvema protipovratnima ventiloma, ki omogočata vračanje olja s strani hidravličnega valja z batnico skozi dovodni vod ventila (P-povratak) na batno stran. S tem se izognemo toku olja mimo enega krmilnega roba ventila ter tako krmilimo preko treh namesto preko štirih krmilnih robov, kar pa ima negativen vpliv na samo krmiljenje. S takšnim regenerativnim tokokrogom lahko zelo učinkovito blokiramo vlečne sile s tem, da lahko na tok vplivamo le na eni strani hidravličnega valja. Regeneracija je vedno aktivna.

Regeneracija mimo dovoda črpalke je možna s kombinacijo standardnega potnega ventila, zunanega protipovratnega ventila v povratnem vodu in zunanega protipovratnega ventila, ki vrača olje z batnične strani hidravličnega valja neposredno na batno stran (A-povratak) namesto v povratni vod. Tak tokokrog ima omejitve glede uporab-

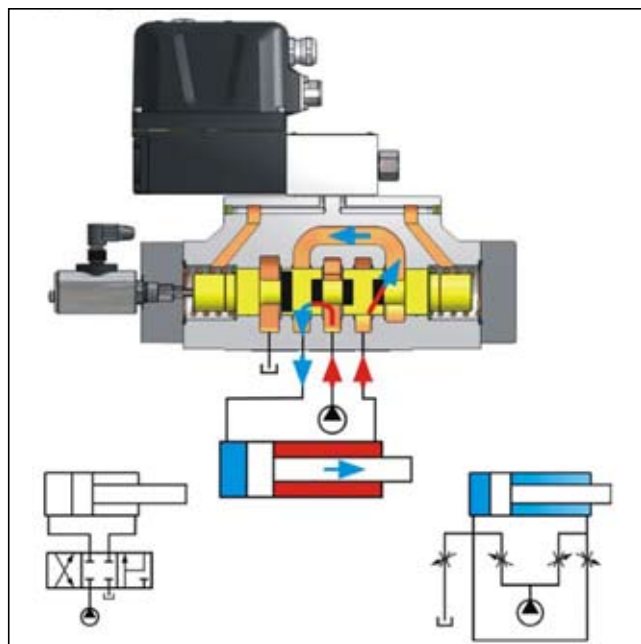
nosti, saj moramo z vsako spremembo smeri gibanja hidravličnega valja prekllopiti tudi protipovratni ventil. Olje se ne bo vračalo v hidravlični valj, če bo povratni vod odprt.

Posebna oblika krmilnega bata v potnem ventilu omogoča stalno regeneracijo brez zunanega protipovratnega ventila. Olje z batnične strani se vrača na batno stran znotraj ventila skozi dovodni vod (P-povratak). Zaradi dušenja na krmilnem robu ventila, ki povezuje dovod črpalke in hidravlični valj, je tlak na batnični strani hidravličnega valja vedno večji kot tlak črpalke. Kot posledico pomnoževanja tlaka, ki nastane zaradi takšnega bremena, lahko izpostavimo potni ventil in batnično stran hidravličnega valja do dvakrat večjemu tlaku od tlaka črpalke. V praksi tako dobimo omejitve, ki onemogočajo uporabo polnega tlačnega območja sestavin.

Takšen način regeneracije lahko dobimo tudi s štiripoložajnim potnim ventilm. V fazi iztezanja hidravličnega valja en položaj ventila predstavlja standardni, drugi pa regenerativni tokokrog. Preklapljanje med obema funkcijama je odvisno od položaja krmilnega bata ali od hitrosti, kar pomeni, da so prihranki možni le v določenih hitrostnih območjih. Prehod



Slika 5. P-povratak s posebnim krmilnim batom



Slika 6. Novi A-regenerativni tokokrog

med obema simboloma je kritičen tudi zaradi možnosti pojava pomnoževanja tlaka v hidravličnem valju.

Nova zasnova standardnega potnega ventila omogoča vračanje olja v ventilu neposredno na stran bata hidravličnega valja (A-priključek), tako da se tok olja izogne dovodnemu vodu P. Vsi štirje krmilni robovi potnega ventila so kot pri standardnem tokokrogu stalno v funkciji. Tak tokokrog je idealen za krmilne

sisteme. Zmanjšuje tlak na batnični strani hidravličnega valja (največji tlak = tlak črpalke) in zmanjšuje tlačne izgube zaradi pretoka med batno in batnično stranjo hidravličnega valja. S tem se zmanjšuje tudi tlačna obremenitev hidravličnega valja ter ventila in tako izboljšuje energetska učinkovitost.

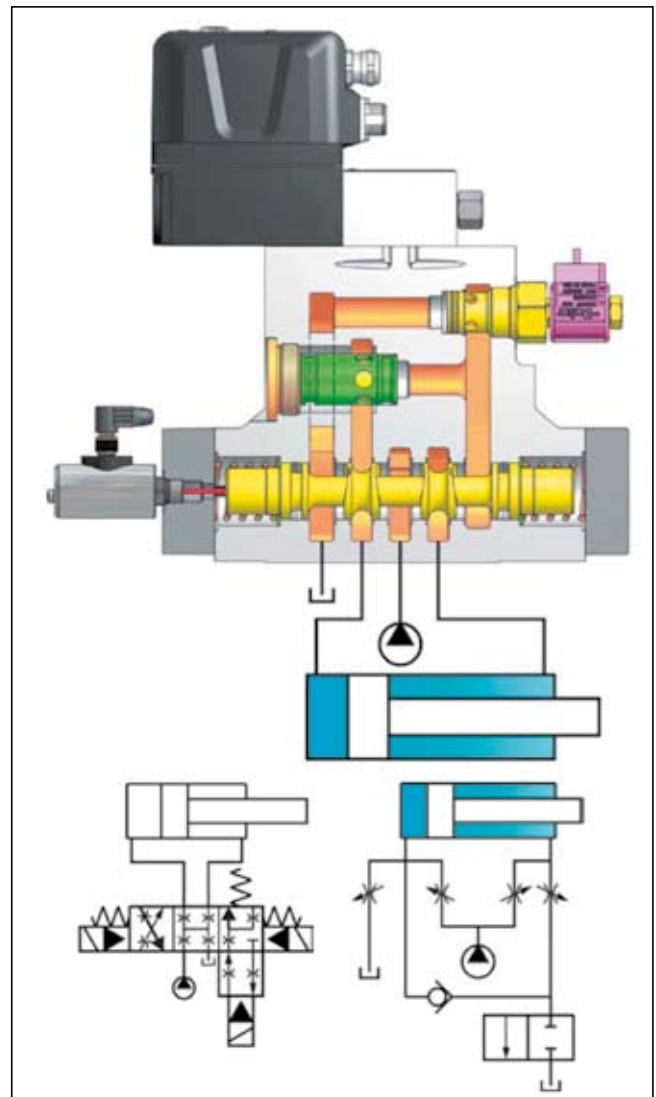
Dva dodatna ventila, integrirana v standardni potni ventil, omogočata da lahko tak A-regenerativni tokokrog preklapimo v standardni tokokrog (A-hibridni tokokrog). Ker preklapljanje ni več odvisno od položaja krmilnega bata, lahko uporabimo katero koli hitrost v obeh možnostih tokokroga. Preklapljanje lahko, na primer, izvajamo glede na želeni tlak – če sila regenerativnega tokokroga ne zadostuje, preklapimo na standardni tokokrog. Povratni vod z nizkimi tlačnimi izgubami omogoča, da je tak tokokrog združljiv s hidravličnimi valji z različnimi razmerji površin.

Preklapljanje lahko izvedemo pri različnih hitrostih, ne da tvegamo pojav tlačnega pomnoževanja na hidravličnem valju. Preklapljanje med obema tokokrogoma je ravno tako brez tveganja v obeh smereh: iz standardnega v regenerativni tokokrog in iz regenerativnega v standardni tokokrog. Možnost prostega preklapljanja v vsakem trenutku omogoča energetske prihranke brez omejitev pri delovanju.

Ker so dodatni ventili vgrajeni v zgornjem delu standardnega potnega ventila, se spodnji del ne spreminja in ohranja priključno sliko, s tem pa je omogočena zamenljivost z drugimi standardnimi ventili.

Konkurenčni tehnologiji obsegata elektromehanske aktuatorje in aktuatorje, krmiljene s črpalko, obe pa zagotavljata silo in hitrost neodvisno od smeri gibanja. Diferencialni hidravlični valji v povezavi z A-hibridnim tokokrogom lahko sedaj – v eni smeri – zagotavljajo takojšnji porast sile s poljubnim preklapljanjem na polno delovno površino hidravličnega valja. To pa jim bo v prihodnosti zagotavljalo posebno mesto med linearnimi aktuatorji.

Zagotavljanje prihrankov z linearnim hidravličnim aktuatorjem, ki je krmiljen z ventilom, še nikoli ni bilo tako preprosto. Potni ventil s standardno priključno sliko in integriranim varčevalnim tokokrogom na A-povratku – z možnostjo izklopa – zmanjšuje potrebni tok na dovodu olja ob delno razbremenjenem hidravličnem valju. Preklop med energetsko varčnim režimom ob delni obremenitvi in polno porabo energije pri polni obremenitvi z aktiviranjem standardnega tokokroga



Slika 7. Novi A-hibridni tokokrog

lahko izvedemo kadarkoli neodvisno od položaja krmilnega bata.

Vir

- [1] Prevod po HY11-3339UK, Energy efficiency in Hydraulics, Parker Hannifin Corporation, maj 2009.

Δ

