

# VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 4. DEL

Franc Majdič

V tretjem delu Vzdrževanja hidravličnih naprav smo predstavili temperaturno-viskozno razmerje za hidravlično kapljevino, določitev ustreznega razreda viskoznosti, kako omejimo zgornji nivo delovne temperature hidravlične kapljevine, kako preprečimo poškodbe zaradi povišanih temperatur ter omejimo vzroke visokih temperatur hidravlične kapljevine.

V članku Vzdrževanje hidravličnih naprav – 2. del smo predstavili priporočila za kontrolo čistoče hidravličnih kapljev (HK) in napotke, kako lahko izboljšamo njihovo čistočo ter na kaj moramo biti pri tem pozorni. Predstavljena so bila tudi praktična priporočila o izpiranju hidravličnih sistemov ter utemeljitev, zakaj je zelo priporočljivo nadzirati stanje hidravličnih kapljev. Na koncu prispevka je bil predstavljen tudi praktični primer nujnosti spremljanja stanja HK.

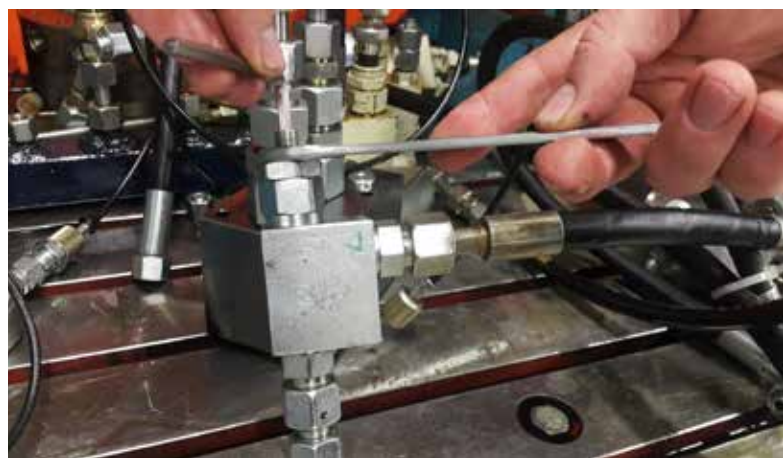
## Povzetek

Vzdrževanje po tovarniških specifikacijah pomeni redno preverjanje delovanja in nastavitve vseh varnostnih elementov (tlačna, nivojska in temperaturna stikala ...) hidravličnega sistema. Najprej si bomo ogledali, kako napačno nastavljeni oz. nedelujoči varnostni elementi skrajšujejo uporabno dobo celotnega hidravličnega sistema. Načrtovanje menjave hidravličnih sestavin pred okvaro vključuje najprej določitev uporabne dobe posamezne sestavine in pravočasno menjavo, da ne pride do nenadnega in nepričakovanega zastoja proizvodnje. Ogledali si bomo, kakšne so posledice, če pravočasno ne zamenjamo sestavin in kako narastejo obratovalni stroški.

## Posledice slabo nastavljenih hidravličnih sistemov

Neustrezno nastavljeni varnostni elementi lahko vplivajo na manjšo produktivnost stroja in povzročajo poškodbe hidravličnih sestavin zaradi tlačne preobremenitve, kavitacije in prezračevanja hidravlične kapljevine (angl. »aeration«).

Tlačna preobremenitev se pojavi, ko tlak hidravlične kapljevine kjerkoli v sistemu preseže dopustni nivo. To se običajno pojavi zaradi napačno nastavljenega



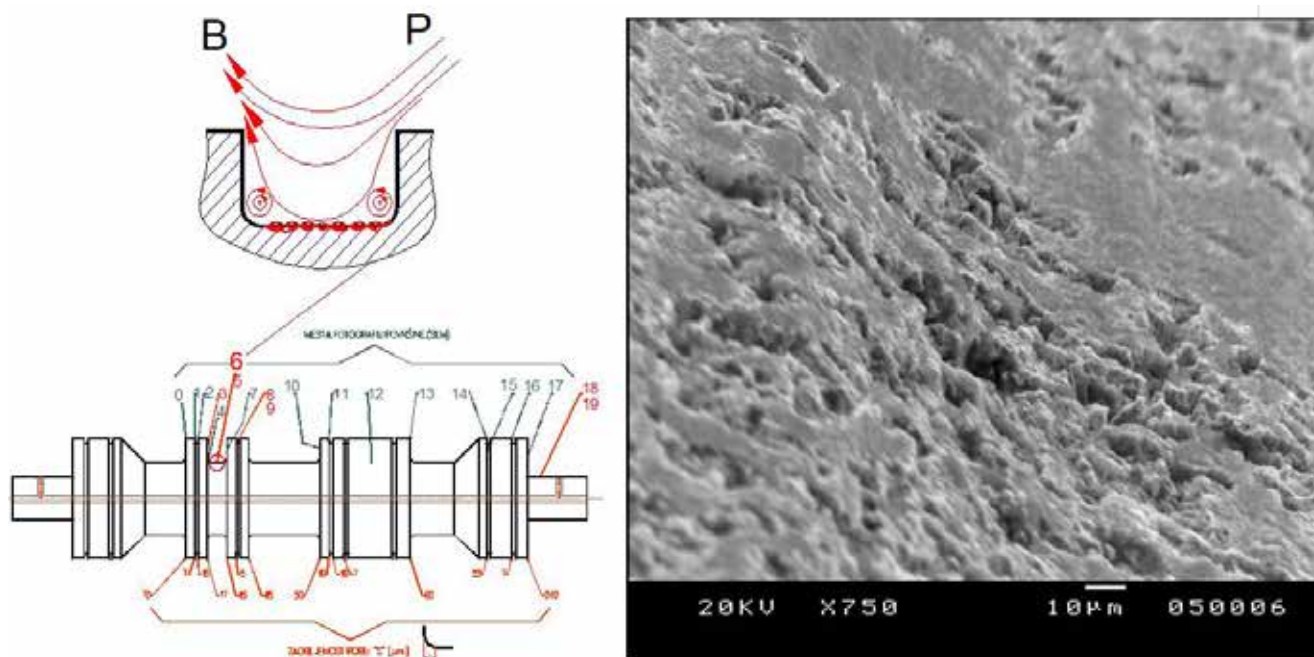
Slika 1 : Nastavitev tlačnega omejitelnega ventila

tlačnega omejitelnega (varnostnega) ventila (slika 1). Posledice napačne nastavitve so najpogostejše vidne v razpokah hidravličnih gibkih cevi, poškodbah tesnil in mehanskih poškodbah črpalk, motorjev, hidravličnih valjev in ventilov.

Kavitacija se pojavi, ko je potreben pretok hidravličnega olja večji, kot ga trenutno dobavljamo. To znotraj hidravličnega sistema povzroča lokalni pojav vakuuma, ki vodi v lokalno uparjanje. Kavitacija povzroča erozijo materiala s površin (slika 2), kar poškoduje hidravlične sestavine in onesnaži hidravlično kapljevino. V ekstremnih primerih kavitacija lahko povzroči poškodbo hidravličnih črpalk in motorjev. Na to vpliva več dejavnikov, najpogostejši pa so napačno nastavljeni ventili, ki preprečujejo kavitacijo, kot na primer zavorni in antikavitacijski ventili.

Prezračevanje (angl. »aeration«) povzroča zrak znotraj hidravlične kapljevine. Kot smo povedali v pretekli številki IRT3000, nezaželen zrak vstopa v hidravlično kapljevino predvsem preko sesalnega priključka črpalke in batničnih tesnil pri hidravličnih valjih. Zrak prav tako lahko vstopa v hidravlično kapljevino preko tesnilne prirobe batnice dvostransko

Doc, dr. **Franc Majdič**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

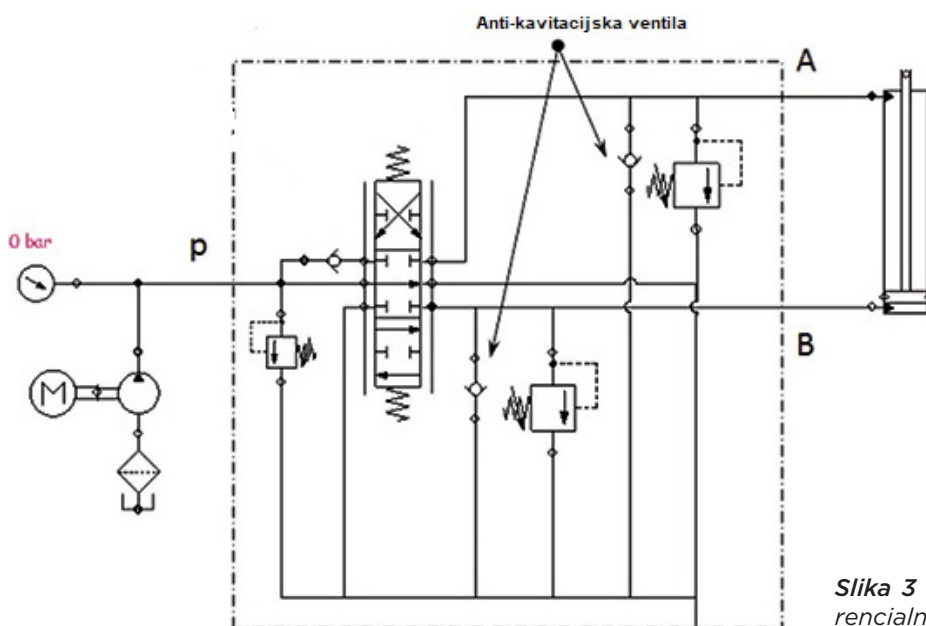


Slika 2 : Pojav kavitacijske obrabe na krmilnem batu potnega ventila

delujočega hidravličnega valja zaradi neustrezno nastavljenega zavornega ventila, povratno dušilnega ventila ali antikavitacijskega ventila (slika 3).

Ko se batnica diferencialnega dvostransko delujočega hidravličnega valja zaradi gravitacijske obremenitve pomika (uvlači) v cev, se lahko zgodi, da je potreben dotok olja na strani batnice večji, kot ga uspe ustvariti črpalka. Kot je bilo že razloženo, to posledično povzroča kavitacijo. Lokalni pojav vakuum na strani batnice lahko posledično pripomore k vdoru zraka preko batničnih tesnil. Običajna oblika batničnih tesnil preprečuje le puščanje olja pod tlakom z notranje strani navzven, niso pa oblikovana

tako, da bi preprečila vstop zraka od zunaj navznoter, če se znotraj hidravličnega valja pojavi vakuum. Posledica nezaželenega vstopa zraka v hidravlično olje je najbolj očitno vidna v kavitaciji, kar pa povzroča poškodbe hidravličnega valja. Prezračevanje olja povzroča slabo mazanje in pregrevanje hidravlične kapljevine zaradi segrevanja zračnih mehurčkov pri visokih tlakih (kompresija zračnih mehurčkov). Mešanica stisnjene zraka in olja (mehurčki) v hidravličnih valjih lahko eksplodira, poškoduje hidravlični valj in uniči tesnila. Takemu pojavu rečemo »dizel efekt« zaradi podobnosti procesu zgorevanja goriva (mineralno hidravlično olje je tudi naftni derivat) pri dizelskih motorjih.



Slika 3 : Antikavitacijska ventila pri diferencialnem hidravličnem valju (vir H & P)

### Preverjanje in nastavitve parametrov hidravličnih sistemov

Redna kontrola nastavitvev hidravličnega sistema ne pomeni zgolj zagotavljanje delovne učinkovitosti stroja, ampak tudi kontrolo delovanja vseh varnostnih sestavin, preden pride do okvare.

Proizvajalci strojev običajno napišejo natančna navodila za kontrolo in nastavitve parametrov hidravličnega sistema pri njegovi delovni temperaturi. Taka navodila običajno vključujejo seznam potrebne opreme za izvajanje nadzora in nastavitvev. Najpogostejša in najnujnejša oprema so manometri za različna območja tlakov.

Nameščeni merilni priključki (*slika 4*) na ustreznih lokacijah hidravlične naprave zelo olajšajo meritve tlaka. Merilni priključek je hidravlična sestavina cevnega razvoda, preko katere se preprosto z merilno cevjo priključi manometer. Proizvajalci strojev običajno namestijo merilne priključke na vsa ključna mesta v hidravličnem sistemu. Sicer pa lahko (razlog, da tega ni, je lahko neznanje ali pa varčevanje) to storijo tudi vzdrževalci naknadno.



**Slika 4 :** Zgradba merilnega priključka in njegov videz (levo - Hydrotechnik, desno - Stauff)

Zahtevnejša merilna oprema, kot npr. merilniki pretoka, merilniki tlačnih vrhov (»špic tlaka«) in multiometri itd., je potrebna pri kontroli delovanja in nastavitvah zahtevnejših zvezno delujočih električno krmiljenih hidravličnih sistemov. Če imamo veliko hidravlične opreme, je zelo smiselno nakup kvalitetne merilne opreme. Če nimate dostopa do potrebne merilne opreme, morate najeti strokovnjaka, ki to ima.

Ni splošnih pravil, kako pogosto je treba kontrolirati nastavitve hidravličnih parametrov strojev ter preverjati delovanje varnostnih sestavin (tlačnih, termičnih in nivojskih stikal ...). Nastavitve in kontrole naj bi se vedno izvajale pri prvih zagonih in pri vseh vmesnih zagonih po odpravi posameznih okvar ali menjav posameznih sestavin sistema in pri vseh planiranih vzdrževalnih posegih (»re-

monti«). Po izkušnjah pa naj bi se nastavitve in kontrole hidravličnih parametrov stroja izvajale najmanj vsakih 1.000 do 2.000 delovnih ur, odvisno tudi od tega, kako kritičen je opazovani sistem in kako kvalitetno preventivno vzdrževanje želite imeti.

### Koristi redno in dobro nastavljenih hidravličnih sistemov

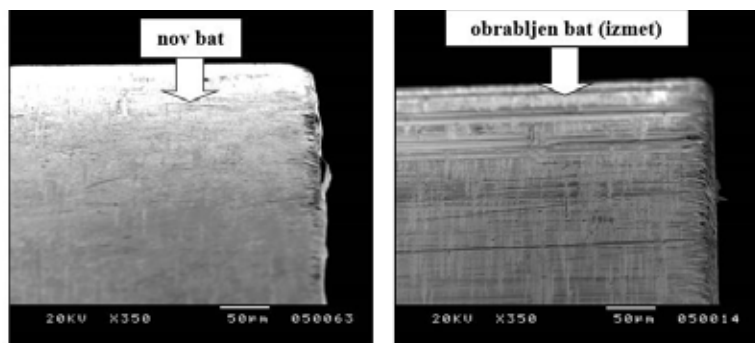
Koristi redno in kvalitetno nastavljenih sistemskih hidravličnih parametrov in redne kontrole delovanja varnostnih sestavin so nazorno razvidne na primeru okvare velikega in dragega diferencialnega dvostransko delujočega hidravličnega valja (HV) gradbenega bagra. Omenjeni HV je bil zamenjan zaradi zunanjega puščanja tesnil batnice po znatno krajšem času, kot je predvideno. Ugotovljeno je bilo, da je do okvare prišlo zaradi poškodovanih tesnil batnice kot posledice »dizel efekta« (*slika 5*). Poškodovani so bili tudi drugi deli HV. Omenili smo že, da ta efekt nastopi ob nezaželenem vstopu zraka preko batničnih tesnil v HV. Kombinacija zraka in hidravličnega olja pa lahko povzroči lokalne mikroeksplozije, ko naraste tlak. Ugotovljeno je bilo, da je do te predčasne okvare prišlo zaradi napačnega ničelnega položaja potnega ventila. V tem primeru bi moral plavajoči položaj ventila omogočiti hitro spuščanje roke pod vplivom lastne teže. Ventil mora v tem primeru pretočno povezati oba priključka HV, kar omogoči spuščanje zaradi lastne teže. Del olja se tako s strani bata umika na stran batnice, višek pa odteka v rezervoar. Zožitev tokovodnika (nastavljiva zaslonka ali dušilka) določa hitrost, s katero se pomika batnica HV. Če je ta ventil poškodovan ali napačno nastavljen, stran batnice dobi premalo olja in nastane podtlak, kar vodi v sesanje zraka preko tesnil batnice HV in do dizel efekta ter poškodbe HV. Če bi se redno kontroliralo delovanje plavajočega ventila, ne bi prišlo do poškodbe dragega HV. Podobno je pri vseh hidravličnih sistemih.



**Slika 5 :** Poškodba tesnil zaradi pojavnega »dizel efekta« znotraj HV

## Posledice okvare hidravličnih sestavin

Ko nastane poškodba hidravlične sestavine, se pogosto tvori veliko število nezaželenih kovinskih delcev. Nastali delci potem krožijo po hidravlični kapljevini in pogosto povzročajo poškodbe drsno-tesnilnih površin v (hidrostatičnih) režah znotraj hidravličnih sestavin, še preden jih odstranijo filtri. V ekstremnih primerih kontaminacija z delci zaradi prekomerne obrabe pri okvari posamezne sestavine lahko povzroči tudi hitro zamašitev filtra. Posledično se pogosto odpre obtok mimo filtra (by-pass ventil), sledi kroženje nefiltrirane kapljevine po sistemu. Strošek obnove hidravlične sestavine, ki odpove med obratovanjem, je skoraj vedno večji, kot je strošek obnove pred okvaro zamenjane sestavine. Okvara med obratovanjem običajno povzroča mehanske poškodbe notranjih tesnilno-drsnih površin hidravličnih sestavin (slika 6). Posledično običajno takih sestavin ni več mogoče popraviti, ampak jih je treba zamenjati. V ekstremnih primerih sestavine, kjer je popravilo ekonomično, postanejo nepopravljive, ker stroški obnove presežejo 40 odstotkov vrednosti nove sestavine.



**Slika 6 :** a) Drsno-tesnilna površina novega in b) prekomerno abrazivno obrabljenega krmilnega bata pognega ventila

## Določitev pričakovane uporabne dobe

Pričakovana uporabna doba posameznih hidravličnih sestavin je različna in je odvisna od različnih faktorjev. Ti so odvisni od vrste konstrukcije, vrste tokokroga, delovne obremenitve in obremenitvenega cikla. Proizvajalci strojev določijo pričakovano uporabno dobo sestavin znotraj določenega sistema z upoštevanjem omenjenih pogojev v kombinaciji z izkustvenimi podatki, ki so jih dobili od podobnih strojev v preteklosti. Podatke o uporabni dobi običajno lahko dobite od proizvajalcev strojev po dodatni zahtevi. Da se zmanjša nevarnost pojava nenadne okvare stroja oz. posamezne sestavine, proizvajalci priporočajo načrtovano menjavo posameznih sestavin glede na pričakovano uporabno dobo. Na sliki 7 je prikazan primer poškodovanega batnega tesnila hidravličnega valja zaradi previsoke delovne temperature in neustrezne – previsoke – reže med kovinskim delom bata in cevi.



**Slika 7 :** Primer prekomerno poškodovanega batnega tesnila hidravličnega valja

## Prednosti predčasne načrtovane menjave hidravličnih sestavin

Prednosti dobro ponazarja naslednji primer. Avtorja knjige *Insider secrets to hydraulics* Brendana Caseyja so najeli, da bi določil delovne parametre obstoječih štirih batnih črpalk, ki poganjajo veliko prešo. Črpalke so obratovalle že 10.000 ur in uporabnika je skrbelo, da se bo z njihovimi okvarami ustavila celotna proizvodnja. Rezultati meritev njihovih zmogljivosti so pokazali, da delujejo znotraj sprejemljivih meja. V tehničnem poročilu je avtor knjige zapisal, da z menjavo starih črpalk z novimi ne bodo veliko pridobili na celotnem izkoristku. Zapisal pa je še, da je treba takoj določiti terminski plan menjave. Razlog za ta zapis je bil, da je bila uporabna doba črpalk že presežena in zato obstaja tveganje za pojav nenadne okvare ležajev. Okvara le enega ležaja v eni od štirih črpalk bi lahko zaradi nastalih delcev posledično povzročila okvaro celotnega hidravličnega sistema preše. Proizvajalec je upošteval nasvet, vendar je prepočasni začel z menjavo batnih črpalk. Tik pred začetkom menjave črpalk se je poškodoval ležaj. Delci ležajne kletke so potovali po hidravličnem olju do glavnega hidravličnega valja preše. To je povzročilo 5.000 EUR škode na hidravličnem valju in posledično je bila obnova črpalke s poškodovanim ležajem dražja za 50 odstotkov v primerjavi s stroškom obnove preostalih treh črpalk. Dodatni stroški popravil so bili v tem primeru izrazito visoki in bi se jim lahko izognili, če bi črpalke zamenjali oziroma obnovili, preden so dosegli njihovo priporočeno uporabno dobo. V večini primerov se izkaže, da je uporaba posameznih hidravličnih sestavin daljša od priporočene dobe ekonomsko neupravičena.

## Viri

- [1] Pezdinik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, skripta; Ljubljana, 2011.
- [2] Findeisen, D.: ÖHydraulik, 5. Auflage, Berlin, 2005.
- [3] Casey, B.: Insider secrets to hydraulics, Brendan Casey, West Perth, 2002.