

# Vzdrževanje hidravličnega olja v strojih za brizganje plastike

Boris Vodopivec, univ.dipl.fiz., HIDEX d.o.o.

## Povzetek

Stroji za brizganje plastike so v svoji osnovi modificirane hidravlične stiskalnice. Pretežni del teh strojev predstavljajo hidravlični cilindri in hidravlični agregati, kateri za svoje delovanje uporabljajo hidravlično olje. Zato ni presenetljivo, da je neoporečnost olja ena izmed ključnih komponent v brezhibnem delovanju sistema. Nečistoče v olju namreč povzročajo postopno obrabo materialov, slabšanje delovnih karakteristik stroja, kakor tudi trajne okvare strojev. Rešitev predstavlja kontinuirano vzdrževanje hidravličnega olja z uporabo oljnih filtrov in filtrirnih sistemov.

## Uvod

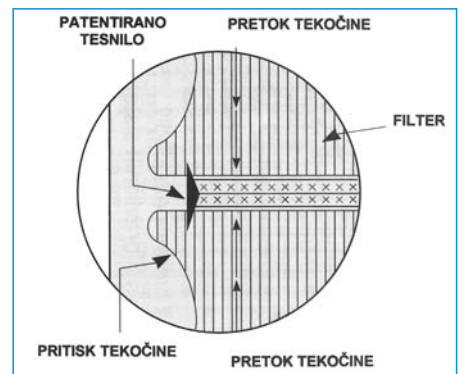
Nečistoče, kot so voda, delci prahu, oksidanti in svišč, se v olju v hidravličnih sistemih nabirajo na različne načine. Kopičijo se lahko že pri samem procesu izdelave strojev (npr. varilna žilindra, ostružki, delci embalaže), pri površnem vzdrževanju strojev, še najpogosteje pa pri rednem delovanju stroja zaradi njegove obrabe (npr. obrabljeni material, preprave tesnil, produkti izgoravanja). Še posebno škodljiv učinek na stroju pa povzročajo nekatere posebne kombinacije nečistoč, kot na primer voda - žveplo. Ta kombinacija tvori ob povišani temperaturi jedke kisline, ki poškodujejo sestavne dele stroja. V splošnem nečistoče krajšajo življenjsko dobo strojne opreme in dobo uporabljanih fluidov, večjajo število popravil na strojni opremi, slabšajo zanesljivost naprav in nenazadnje poleg večjih stroškov vzdrževanja strojev tudi povečujejo stroške ekološko sprejemljivega odstranjevanja odpadnih olj. Vsem naštetim težavam se da v veliki meri izogniti z uporabo ustreznih visokokvalitetnih oljnih filtrov. Eni izmed tovrstnih filtrov so tudi filtri podjetja Harvard [1]. Omenjeni filtri omogočajo patentirani princip filtriranja, ki je nastal na osnovi raziskovanj za potrebe letalske industrije (Lockhead), torej na področju, kjer se še posebej zahteva optimalna kakovost delovnih sredstev.

## Postopek filtriranja olja

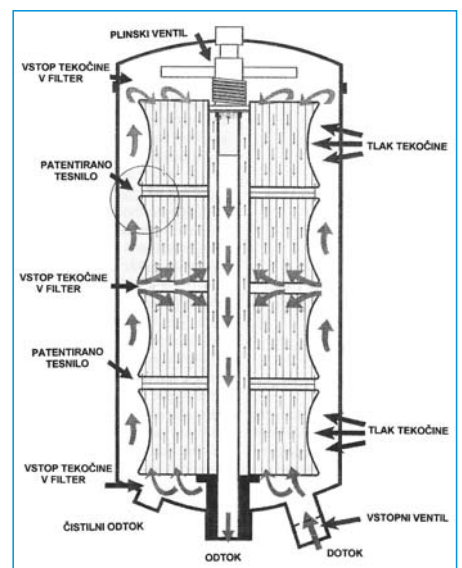
Med filtriranjem se kontaminirano olje pretaka skozi majhne polprepustne membrane, ki mehansko zaustavljajo večje nečistoče, medtem ko sami tekočini, katere sestavne molekule so dosti manjše od velikosti filtrirnih membran, omogočajo nadaljnji pretok. Pri večini oljnih sistemov se uporabljajo filtri površinskega tipa, t.i. polnpretočni filtri z relativno velikimi filtrirnimi porami. Ti filtri odstranijo večino večjih delcev, a le majhen del srednjevelikih in manjših delcev. Vzrok temu je vgradnja polnpretočnih filtrov neposredno za črpalko, kjer mora oljni filter opravljati filtriranje tako, da ne prihaja do prevelikega padca tlaka olja v glavnem vodu. Da bi kljub tem omejitvam olje kar najbolje očistili, se dodajajo glavnemu vodu paralelno vezani filtri (angl. "by-pass" filtri), ki zaradi svoje vezave ne povzročajo padca tlaka olja v glavnem vodu. To so t.i. filtri globinskega tipa. Njihova posebnost je, da filtrirajo le okoli 5 % do 10% volumenskega toka olja, vendar zato toliko bolj temeljito, saj so sposobni zaustaviti tudi delce velikosti 1  $\mu\text{m}$  (debelina lasu je 25  $\mu\text{m}$ ). Ujetje tako majhnih delcev in tujih kemijskih primesi poteka preko adsorpcije, torej preko molekularnega privlaka delcev na filtrirno površino.

Pri tej vrsti filtrov se pokaže glavna prednost filtrov Harvard pred ostalimi proizvajalci. Osnovna težava pri filtriranju se namreč pojavi pri t.i. kanalnem efektu pretakanja olja. Pri tem efektu si je tok olja ustvaril skozi filter "kanal" ali pot najmanjšega upora, po katerem teče skorajda neovirano. Tako se izogne filtriranju skozi pore in filter ne opravlja več zadovoljivo svoje naloge. Posebnost filtrov Harvard predstavlja patentirano tesnilo (Slika 1), ki zmanjšuje pojav kanalskega efekta. Neprepustnost tesnila in filterske ovojnice na zunanji strani filtra omogoča povečanje tlaka na filtrirne površine, kar ohranja konstantni tlak v filtru in mu obenem daje tudi večjo kompaktnost. S tem, ko je olje primorano teči skozi pore v filtru, se preprečuje nastanek kanalskega efekta ter poveča zmogljivost filtriranja

vse do 1  $\mu\text{m}$  (mikrona). Obenem je omogočeno tudi usmerjanje toka olja z vseh strani skozi filter vse do njegovega središča, od koder potem očiščeno olje neovirano zapusti filter (Slika 2). Poleg mehanskih nečistoč Harvard filtri zadržijo tudi polarne snovi kot sta voda in antifriz, ki pospešujeta nastanek oksidacije in usedlin, ter obenem zajemajo v olju raztopljene pline. Odstranjeni plini potem skozi posebni izpustni ventil zapustijo filter. Z odstranitvijo plinov iz olja filtri preprečujejo penjenje, korozijo ter nastanek drugih jedkih procesov v olju.



Slika 1. Shematski prikaz patentiranega tesnila



Slika 2. Shematski prikaz pretoka olja skozi filter

## Analize učinkovitosti filtriranja

Raziskave o uporabi Harvard filtrov, ki so jih opravili v podjetjih ESSO [2,3] in Petrol [4], so pokazale, da je filtriranje olj tako učinkovito, da tudi ko filtriramo že deloma uporabljena olja, le-ta po filtriranju dosegajo višjo stopnjo mehanske čistosti, kot so jo imela še pred uporabo in zato tudi presegajo zahtevane standarde čistosti, ki so obvezni za proizvajalce olj. Za analizo čistosti olja se uporabljata predvsem dve standardizirani preiskavi, namreč merjenje električne prebojnosti olja in štetje delcev mehanskih nečistoč v olju.

Nečistoče v olju namreč slabšajo tudi električne izolacijske lastnosti olja. V tabeli 1 so prikazani rezultati testiranja prebojne električne poljske jakosti olja v odvisnosti od čistosti olja oz. od vpliva filtriranja. Kot je razvidno, se izolacijske lastnosti olja po filtriranju močno izboljšajo.

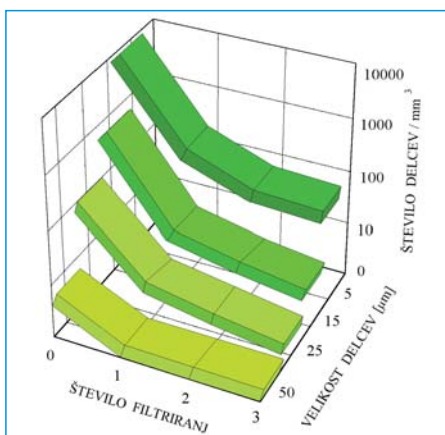
V tabeli 2 so prikazani rezultati testiranja števila delcev v olju. Iz rezultatov je razvidno, da je število trdnih delcev v rabljenem olju po filtriranju celo manjše kot v novem olju, kar potrjuje kakovost Harvard filtrov (Slika 3).

Št. filtrirnih ciklusov	Potek filtriranja	E [kV/m]
0	pred filtriranjem*	2.2
1	po enkratnem filtriranju	18.5
2	po dvakratnem filtriranju	23.9
3	po trikratnem filtriranju	28.4

**Tabela 1. Rezultati analize vpliva filtriranja na izolacijske lastnosti olja.\* Eno filtriranje traja šest pretočnih ciklusov. \*\* Običajno ima novo olje prebojno  $E=32$  kV/m.**

Velikost delcev [ $\mu\text{m}$ ]	Število delcev nečistoč v 1 ml olja				
	Novo olje	Rabljen olje			
		Pred filtriranjem	Po enkratnem filtriranju	Po dvakratnem filtriranju	Po trikratnem filtriranju
> 5	1347	8223	233	103	57
> 15	37	546	26	9	4
> 25	5	71	5	3	1
> 50	0	4	1	1	0
> 100	0	1	0	0	0

**Tabela 2. Rezultati analize vpliva filtriranja na število trdnih delcev v olju**



**Slika 3. Število delcev mehanskih nečistoč v olju v odvisnosti od števila filtrirnih ciklov in od velikosti nečistoč.**

Lastnosti, ki odlikujejo filtre Harvard so:

- izredna kakovost kontrole kontaminiranosti fluidov,
- izredna učinkovitost pri odstranjevanju vode iz fluidov,
- hitro in kontinuirano čiščenje,
- zmanjšanje stroškov vzdrževanja,
- zmanjšanje zastojev strojne opreme,
- podaljšanje življenjske dobe olja,
- podaljševanje življenjske dobe strojnih naprav in njihovih delov,
- nizki stroški namestitve filtrirnih sistemov,
- univerzalnost sistema glede na razne aplikacije in tekočine,
- izredno enostavna namestitev na obstoječe naprave brez filtrirnih podsistemov.

Po dosedaj opravljenih primerjavah se ob redni uporabi oljnih filtrov stroški vzdrževanja strojne opreme zmanjšajo za vsaj 30 %, medtem ko se življenjska doba najbolj občutljivih delov stroja podaljša za od 3 do 10-krat.

## Mobilne izvedbe filtrirnih sistemov

Izvedba filtrirnega sistema je predvsem odvisna od količine olja, ki ga je potrebno filtrirati, in od časovih zahtev. Pri večini strojev olja ni potrebno vsekozi filtrirati, temveč le občasno in zato namenski, stacionarni filtrirni sistemi večino časa niso v uporabi. Veliko večjo izkoriščenost imajo t.i. prenosni filtrirni sistemi (Slika 4). Njihova prednost pred stacionarnimi sistemi je ta, da jih lahko uporabniki po potrebi selijo od enega odjemalnega mesta do drugega in tako namesto večih filtrirnih sistemov uporabljajo le enega.

Najpogosteje se prenosni filtrirni sistem priključi na hidravlični sistem kar z vstavitvijo sesalnih cevi v oljni shranjevalnik, pri čemer lahko stroj vsekozi normalno obratuje. Z opisanim načinom čiščenja olja so stroški filtriranja v primerjavi z običajnimi, namenski filtrirni sistemi, občutno nižji.

Kot rečeno "by-pass" filtri ne omogočajo večjega pretoka olja skozi filter. Običajno je pretok skozi posamezni filter omejen na nekaj deset litrov na minuto. Vendar obstaja rešitev, saj se lahko by-pass filtrirnim sistemom dodajo novi, vzporedni vezani filtri in s tem poveča skupni pretok olja skozi filtrirni sistem. Pretok je tako omejen le s številom paralelno vezanih filtrov v filtrirnem sistemu.

V strojih za brizganje plastike nastajajo težave zaradi oksidacije olja, spreminjanja viskoznosti olja in tudi zaradi kemične neobstoynosti olja. Vzrok za



**Slika 4. Primer mobilnega filtrirnega sistema**

naštete težave so nečistoče v olju, ki posledično povzročajo poškodbe v črpalkah, cilindrih, servovalnih in drugih komponentah sistema. Zaradi zahtevne obdelave oz. ozkih toleranc so naštete komponente še posebej občutljive na nečistoče v hidravličnem olju.

## Zaključek

V članku so bili predstavljeni problemi, ki nastanejo s kontaminacijo hidravličnega olja v strojih za brizganje plastike, opisani pa so bili tudi rezultati analiz o vplivu filtriranja na kvaliteto olj. Rezultati govorijo v prid rednemu vzdrževanju hidravličnega olja. Kratkoročno sicer predstavlja uporaba filtrov in filtrirnih sistemov dodatni strošek, ki je skoraj povsem zanemarljiv glede na ceno novih strojev, vendar pa dolgoročno kvalitetno vzdrževanje olja omogoča dokazano znatno večje prihranke pri delovanju strojev.

## Viri

- [1] Harvard corporation: Constant contamination control, Eansville, Wisconsin 1997.
- [2] Industra - Lube: ISO cleanliness code report - Lubricating Oil Analysis and Specialized Industrial Testing, Edmonton, Alberta 1997.
- [3] OILSCOPE - Automotive & Industrial analytical services: Analysis report, EURO-M Mikrofiltertechnik Group, 1998.
- [4] PETROL - Sektor tehnična služba in kontrola kakovosti: Poročilo o preizkusih, Ljubljana 1998.