

Moderní metody čištění hydraulických olejů

Vhodně zvolená filtrace má za úkol zajistit jak správnou funkci jednotlivých prvků, tak jejich dlouhou životnost. Správně navržená a aplikovaná filtrace současně zajistí nenáročnou a levnou údržbu. Rovněž minimalizuje nepředvídatelné poruchy a z toho plynoucí výpadky výroby a navazující nutné opravy, zlepšuje celkovou hospodárnost, pohotovost i spolehlivost zařízení.

Způsoby čištění kapalin lze rozdělit na konvenční a jiné, například elektrostatické čištění kapalin. Mezi konvenční způsoby čištění patří zejména mechanické filtry, odstředivky a magnetické odlučovače. Odstředivky a magnetické odlučovače mají natolik specifickou oblast použití, že rozhodování o způsobu filtrace olejů se dnes většinou zužuje na použití buď mechanických filtrů, nebo zařízení pro elektrostatické čištění olejů. Magnetické odlučovače nečistoty však dnes zažívají renesanci, proto jim věnujeme přiměřenou pozornost.

Magnetické odlučovače

Celosvětově patentovaná metoda filtrace vyvinutá anglickou firmou Fluid Conditioning Systems Ltd. umožňuje zachytávat částice již o velikosti 0,07 μm díky silným permanentním magnetům tvaru lamel. Zachycují se především feromagnetické částice, ale i paramagnetické materiály (měď, bronz aj.). Vlivem adheze a jevu heterokoagulace mezi lamelami ulpívají i nemagnetické částice. Protože nečistoty se usazují mezi lamelami, nedochází k zanášení průtočných kanálů a tím ke zvýšení tlakové ztráty na filtru, která zůstává trvale nízká. Výhodou je velká jímavost filtru. Například filtr o hmotnosti 1,1 kg zachytí 190 g nečistot, filtr o hmotnosti 16,9 kg zachytí 4 kg nečistot. Nečistoty se z trnu s lamelami odstraní tlakovou vodou a magnetický trn se dá znovu použít. Magnetické odlučovače se hodí především k čištění chladicích emulzí při obrábění kovů, zejména při broušení, nebo k čištění mazacího oleje v automobilovém mo-

toru, ale mohly by pomoci k dokonalejší filtraci velkých objemů pracovní kapalin v hydraulických systémech, například v hutních provozech.

Mechanické filtry

Funkce filtru je založena na zachycování nečistot průchodem kapalinou přes porézní materiál. Filtrační vložky jsou z různých materiálů a rozličných konstrukcí. V důsledku různé velikosti pórů není rozměr zachycených částic přesně ohraničen. Průmyslovými filtry se dnes zachycují částice nečistot o velikosti až 3 μm , u zvláště jemných filtrů i menší. Standardní je dnes filtrace částic o velikosti nad 10 μm . Platí nepřímá úměra: čím jemnější filtrace, tím dražší je filtrační vložka a tím častěji se musí vyměňovat.

Pro posouzení úrovně filtrace se používají dva pojmy – účinnost filtrace η_x a filtrační koeficient β_x . Filtrační koeficient β_x se stanovuje pomocí multi-pass testu jako

$$\beta_x = \frac{N_x - \text{počet částic před filtrem}}{M_x - \text{počet částic za filtrem}}$$

Účinnost filtrace η_x se vypočítává podle vztahu

$$\eta_x = 100 - \frac{100}{\beta_x} \quad (\%),$$

kde x je velikost sledovaných částic v μm .

Účinnost filtrace je dána především materiálem a uspořádáním filtrační vložky. Filtrační vložky mohou zachycovat nečistoty povrchově nebo hloubkově. Výrobci nabízejí široký sortiment výrobků. Některé filtrační vložky se vyznačují až 100% za-

chycením nečistot. Standardem jsou hodnoty $\beta_{10} > 100$ a $\eta_{10} > 99\%$. Také zde platí: čím vyšší je účinnost filtrace, tím dražší je filtrační vložka.

Kromě výše uvedených sledovaných parametrů filtrace má velký význam jímavost filtru. Hodnotí se hmotností zachycených nečistot. Filtry se jmenovitým průtokem 100 $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ mívají jímavost kolem 20 g nečistot velikosti 10 až 20 μm , nebo asi 12 až 15 g nečistot velikosti 5 μm . Při překročení doporučené hodnoty jímavosti tlakový spád na filtru rychle roste.

Filtrace mechanickými filtry má několik výhod:

- filtr je součástí dodávky, jedinou povinností uživatele je včasná výměna filtrační vložky;
- náklady na výměnu filtračních vložek, zejména papírových, bývají poměrně nízké.

Elektrostatické čištění kapalin

Elektrostatické čištění kapalin (ELC – Electrostatic Liquid Cleaning) se zcela liší od dosud užívaných mechanických způsobů filtrace zejména tím, že se na nečistoty pohlíží z elektrického hlediska. Při tomto předpokladu existují pouze tři druhy nečistot:

- elektricky pozitivně nabitě částice;
- elektricky negativně nabitě částice;
- elektricky neutrální částice.

Jako základní princip odlučování částic využívají přístroje na elektrostatické čištění dva jevy obecně nazývané elektroforéza a dielektroforéza. Tyto jevy jsou založeny na fyzikálním principu Coulombova zákona.

Elektroforéza je jev, kdy pozitivně a negativně nabitě částice v kapalině jsou přitahovány k elektrodám s opačnými náboji. Tak jsou elektrodami přitahovány částice feromagnetických látek, jako ocelový ořez, rez, okuje apod.

Při dielektroforéze dojde k deformaci elektrostatického pole a vytvoření oblasti s jeho největší intenzitou tak, že vložíme dielektrický materiál mezi elektrody. Elektrostatické pole pak působí na všechny druhy v oleji nerozpustných částic, bez ohledu na jejich druh, tvar a velikost.

Zařízení pro elektrostatické čištění olejů sestává z nádoby, v níž jsou elektrody a tzv. kolektory, vhodné tvarované vložky, na nichž se částice působením elektrostatických sil ukládají. Například jímavost kolektorů v nádobě o objemu 56 litrů dosahuje až 8,6 kg nečistot.

Nejvýraznější výhody elektrostatického čištění:

- odstraňuje částice již od velikosti 0,05 μm ;
- jímavost kolektorů proti klasickým filtračním prvkům je řádově vyšší;
- tlaková ztráta na mechanických filtrech je vyšší než tlaková ztráta na kolektorech;
- odstraňuje všechny částice, které nejsou zcela rozpustné v hydraulickém oleji, tedy i kaly a jiné nečistoty, které mají stejnou měrnou hmotnost jako olej; aditiva, která jsou dokonale rozpustná v oleji, zůstávají nedotčena.

Nejvýraznější nevýhody:

- je dražší než konvenční metody čištění;
- stanovení intervalů a optimální doby nasazení zařízení pro ELC je obtížné.

Protože uživatel posuzuje nejen kvalitu filtrace, ale i s ní spojené náklady, rozhoduje často o nasazení zařízení ELC ekonomická rozvaha.

Ekonomické porovnání obou metod

Do ekonomické rozvahy je třeba zahrnout fixní náklady (náklady na pořízení) a provozní náklady. Do provozních nákladů je nutno započítat náklady na výměnu filtračních vložek, náklady na výměnu oleje, náklady na pronájem zařízení pro ELC, náklady na spotřebu elektrické energie (na provoz zařízení pro ELC nebo na překonávání tlakové ztráty na filtru), prostroje a s nimi spojené náklady na vlastní výpadek produkce, diagnostiku poruchy stroje, opravu nebo výměnu poškozených hydraulických prvků, pomalejší najíždění strojů, pomalejší pohyb strojů, seřizování funkcí stroje na optimální pracovní podmínky, defektní výrobky a jejich nápravu (po výpadku stroje a opětovném náběhu).

Na katedře hydromechaniky a hydraulických zařízení byla dvěma studentům oboru ba-

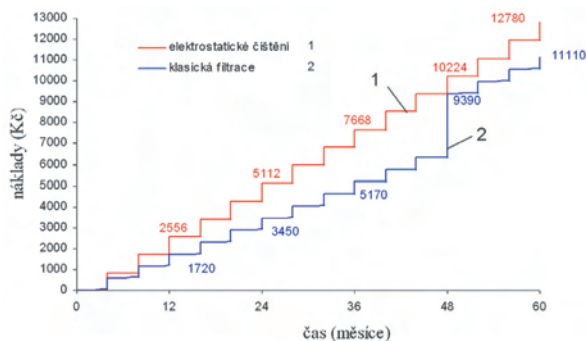
kalářského studia zadána bakalářská práce na téma porovnání provozních nákladů při použití klasické mechanické filtrace a při použití zařízení ELC.

Porovnání první...

První student zahrnul do provozních nákladů jen první čtyři položky, tedy náklady na výměnu filtračních vložek, náklady na vý-

díl se dále sníží (viz obr. 1, kde po 48 měsících provozu došlo k výměně pracovní kapaliny u obvodu s mechanickými filtry). Se zahrnutím nákladů na odstraňování poruch, nákladů plynoucích z prostojů výroby atd. může být ekonomicky výhodnější použití zařízení ELC.

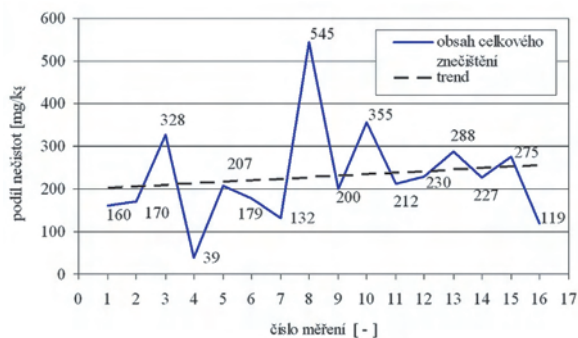
... porovnání druhé



Obr. 1. Příklad porovnání vybraných provozních nákladů

měnu oleje, náklady na pronájem zařízení pro ELC a náklady na spotřebu elektrické energie. Pro zvolený obvod s klasickými prvky (hydraulický válec $\varnothing 63/\varnothing 36$ mm řízený rozváděčem, hydrogenerátor $15 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ o výkonu 8,6 kW, nádrž 100 dm^3) bylo zjištěno, že náklady na ELC za 2 roky provozu činí 5112 Kč, náklady na klasickou mechanickou filtraci činí 3450 Kč, viz obr. 1.

Druhý student se zaměřil na stanovení optimální doby nasazení a intervalů nasazení zařízení pro ELC. Vybral si jako příklad jeden případ z praxe. Jde o hydraulický systém stroje s proporčním řízením a olejovou náplní 1500 dm^3 (olej HLP viskozitní třídy VG 46). Tento hydraulický systém pracuje ve velmi prašném prostředí zpracovatelského surovinového průmyslu, a přes-

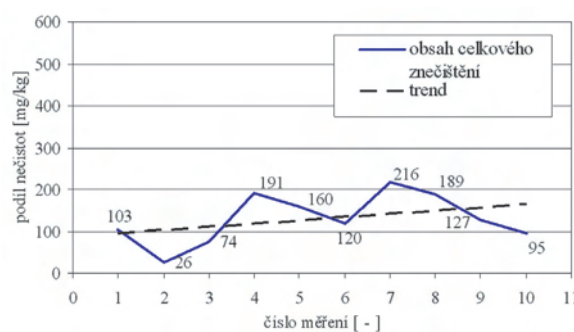


Obr. 2. Výsledky měření podílu nečistot v průběhu roku 2001

Ve výpočtu bylo uvažováno s nasazením zařízení pro ELC vždy jednou za čtyři měsíce po dobu 5 dnů. Měření ukazují, že doba nasazení zařízení pro ELC se pohybuje od pěti dnů výše. Náklady na ELC by tedy mohly být i vyšší. Bez zahrnutí nákladů na poruchy, opravy, výpadky výroby atd. je dnes elektrostatické čištění olejů o něco dražší než klasická filtrace. Uvažujeme-li však s častější výměnou pracovní kapaliny v případě obvodu s mechanickými filtry, roz-

taže je na toto prostředí konstruován, dochází ke značnému znečištění olejové náplně. Provoz je nepřetržitý a případné odstávky stroje lze vyčíslit v řádu statisiců korun za hodinu.

V roce 2001 bylo zahájeno pravidelné sledování čistoty pracovní kapaliny, a výsledek je uveden v grafu na obr. 2. V čase odpovídajícím měření 3 došlo k poruše a po ní k nasazení zařízení ELC. Totéž se opakovalo v čase 8, celkem za rok pětkrát. Trend znečištění stále stoupá.



Obr. 3. Výsledky měření podílu nečistot v průběhu roku 2002

V roce 2002 byly doby nasazení zařízení ELC prodlouženy, nedošlo k žádné poruše, avšak trend znečištění stále stoupá a jen otázkou času, kdy dojde k poruše – viz obr. 3.

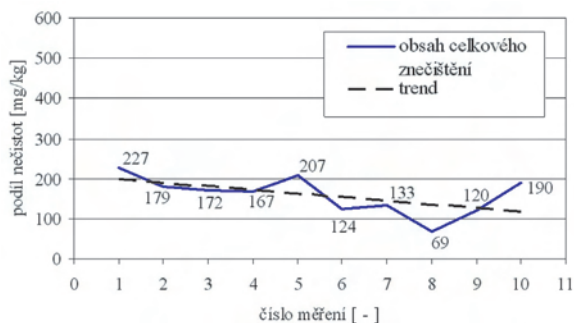
V roce 2003 byly doby nasazení zařízení ELC dále prodlouženy a trend znečištění se obrátil – viz obr. 4. Na zařízení nedošlo k žádné poruše.

Z ukázky vyplývá, že optimální intervaly a doby nasazení ELC

valeh a po delší dobu.

Například u hydraulického agregátu používaného ve školní laboratoři katedry hydromechaniky a hydraulických zařízení na VŠB-TU Ostrava bylo aplikováno zařízení ELC po dobu pěti dnů. Hydraulický agregát obsahuje 200 l oleje OH-HM 32. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce.

Již během dvou hodin filtrace se podařilo zvýšit čistotu kapaliny



Obr. 4. Výsledky měření podílu nečistot v průběhu roku 2003

lze zjistit až za provozu pravidelným dlouhodobým sledováním trendu znečištění a úpravou intervalů a doby nasazení zařízení ELC.

z třídy 6 na třídu 5, po pěti dnech dokonce na třídu 3. Tato hodnota se však v průběhu dalšího půl roku zvýšila na původní hodnotu, třebaže zařízení během této doby

Měření na hydraulickém agregátu		
Datum	ISO 4406	NAS 1638
18. 4. 2005	15/12	6
18. 4. 2005*	14/11	5
19. 4. 2005	14/11	5
20. 4. 2005	13/10	4
21. 4. 2005	13/10	4
22. 4. 2005	12/9	3

* Stav olejové náplně po dvouhodinovém čištění pomocí ELC

Při aplikaci zařízení pro elektrostatické čištění olejů na znečištěný obvod s usazeninami na stěnách potrubí a nádrže je třeba vědět, že olejová náplň se vyčistí poměrně rychle, například během dvou dnů, ale úsady ze stěn se rozpouštějí a odstraňují pomalu. V těchto případech je třeba alespoň zpočátku nasazovat zařízení ELC v kratších inter-

bylo v provozu jen pár hodin při laboratorních cvičeních studentů. Docházelo však k uvolňování nečistot z obvodu a úsad ze stěn potrubí a nádrže.

DOC. ING. BOHUSLAV PAVLOK, CSC.

www.mmspektrum.com
060522
VŠB-TU Ostrava