

Co je dynamická účinnost filtrů?

Stále se zvyšující nároky na čistotu hydraulických kapalin a mazacích olejů vedou k neustálému zvyšování výkonových parametrů filtračních prvků. Posledním trendem ve vývoji a testování filtrů je hodnocení jejich účinnosti metodou DFE, kdy se stanovuje dynamická účinnost filtrů (Dynamic Filter Efficiency).



Až dosud měli výrobci a uživatelé pro posouzení účinnosti filtrů k dispozici pouze multipass testy. Tyto testy jsou definované normou ISO 16889, přijatou v prosinci 1999, kdy nahradila předchozí normu ISO 4572.

Larson Testing Laboratories ve Fishers - Indiana začaly s výzkumem DFE v roce 1997 během vývoje nové generace filtračních vložek pro Hy-Pro Corporation. Výzkum byl iniciován výrobcí servomotorů, kteří ve svých laboratorních testech i konkurenční ventily na vliv znečištění kapalin a také prohlášením řady OEM výrobců mobilní techniky, kte-

ISO16889 stanovuje, že filtrační vložkou protéká během testu stálý průtok. Otázkou je, kolik filtračních vložek pracuje v takto příznivých podmínkách? Jen velmi málo! Proto se během testu DFE průtok přes filtr opakovaně mění mezi dvěma hodnotami a tím se test od ideálních laboratorních podmínek přibližuje skutečným provozním podmínkám. Testy DFE tedy slučují multipass testy s testy meze únavy při proměnlivém průtoku. Testy navíc zahrnují i vibrační analýzu. To je další význačná vlastnost testů DFE, která není obsažena v běžných metodách multipass testů.

Každý hydraulický systém je vystaven vibracím generovaným čerpadly ve formě tlakových pulsací nebo buzných pohybujícím se zařízením. Vibrace mohou mít nepříznivý vliv na účinnost filtračních vložek zvláště v případech, kdy se jedna nebo více frekvencí v systému shoduje s harmonickými kmity filtrační vložky. Pak vzniká nebezpečí, že filtrační vložka bude rezonovat a uvolní většinu předtím zachycených nečistot. Metodika testu DFE sleduje vibrační charakteristiky filtračních vložek v průběhu každé zkoušky a zaručuje, že filtrační vložka nepracuje s harmonickou frekvencí v rozsahu svého výkonového rozsahu.

TEST

Pro porovnání výkonnosti stanovené dle ISO1688 a dle DFE byly provedeny testy celé řady podobných filtračních vložek (výchozí parametry testů viz. tab.1). Výsledky byly překvapující. Filtrační vložky vyvinuté a testované dle normy ISO nedosáhly takových parametrů jako vložky vyvinuté dle DFE a projevíly se u nich následující

Tabulka 1. Parametry multipas testů ISO16889 & DFE

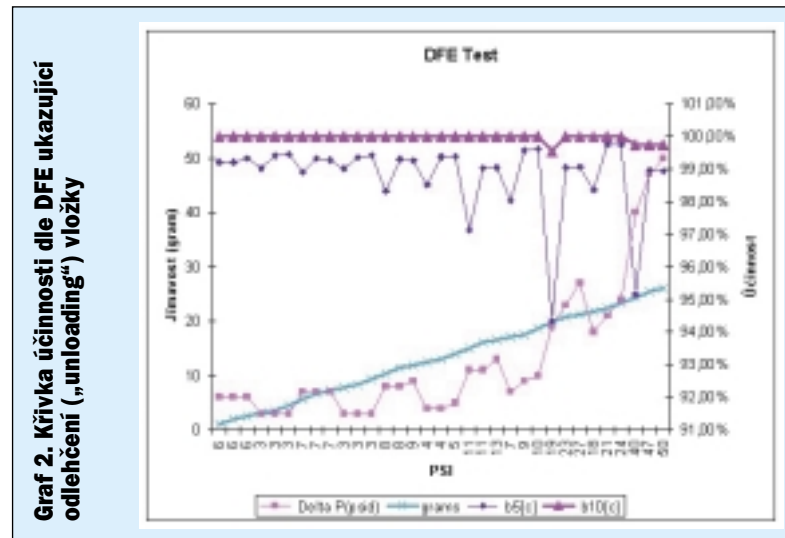
Průtok	30gpm (15gpm druhá hodnota průtoku při DFE) 114 l/min (57 l/min)
Koncentrace zkušební prachu	3mg/l
Teplota	37,7 °C
Viskozita	VG32
Zkušební znečištění	ISOMDT - medium test dust (střední)
Zkušební kapalina	MIL-H-5606
Koncový tlakový spád	60 psid (4,2 bar)
Filtrace (koeficient Beta)	5[c] = 200

ří se ve svých laboratorních setkání s jevem definovaným jako „odlehčení“ (unloading) a jehož příčiny nedokázali odhalit. Na výzkumu se podílelo rovněž několik vládních agentur a vojenských složek U.S.A. Po zveřejnění výsledků výzkumu v roce 1999 byla DFE navržena komisí NFPA a SAE jako nový standard pro multipass testy.

Aby bylo porozuměno testům DFE, shrňme nejdříve základy Multipass testu. Tento test se provádí v uzavřeném hydraulickém obvodu, ve kterém

nepříznivé vlastnosti: odlehčení vložky („unloading“), selhání filtračního materiálu („media breakdown“) a snížení jímavosti nečistot („reduced capacity“).

a. Odlehčení vložky („unloading“). Když byl průtok měněn opakovaně v rozsahu od 57 l/min do 114 l/min, filtrační vložky vykazovaly tendenci uvolňovat částice nečistot, která se projevovovala výrazným zvýšením počtu částic za filtrem vytvořením shluku nečistot. Krátce po změně průtoku se čistota kapaliny za filtrem ustálila,



předepsaný výrobcí hydraulických komponentů a tím zvýšit nebezpečí poruchy. Pro shluky nečistot, vytvořené po změně průtoku za filtrem, bylo typické, že obsahovaly velký podíl větších částic, které by za ustáleného stavu dle ISO16889 neměly nikdy filtrem projít. Jev nazývaný jako odlehčení („unloading“) je možno připisovat následujícím okolnostem. Stlačení a uvolnění filtračního materiálu vlivem změn rychlosti proudění kapaliny může způsobit změny ve vláknové struktuře filtračního materiálu, která zajišťuje vnitřní únosnost materiálu a únosnost skladů materiálu, tedy vlastnosti kritické pro účinnost filtru. Na účinnost filtrů DFE má vliv i jeho konstrukce jmenovitě počet skladů jejich rozteč a výška.

b. Selhání filtračního materiálu („media breakdown“). Na některých testovaných filtračních vložkách se projevily problémy s integritou materiálu, pokud byly současně vystaveny znečištěné kapalině a měnícímu se průtoku. Při pokračování testů se projevovoval pokles účinnosti nejen v okamžiku změny průtoku ale u některých vložek nastal průběžně celkový pokles účinnosti (viz. bgraf 3). Vložka zobrazená na grafu 3 měla udaný koeficient 10[c] = 200 (99,5% filtrační účinnost) a tlakový spád v čistém stavu 0,14 bar. Ovšem při tlakovém spádu 2,3 bar a několika změnách průtoku měla stejná vložka koeficient 10[c] = 7 (85,8% filtrační účinnost). To je závažný výsledek, neboť vložka se stala podřadným filtračním prvkem, jakmile byla podrobena skutečným provozním podmínkám. DFE test umožňuje sledovat okamžitou výkonnost vložky bez nutnosti pracovat s časově závislým průměrem hodnot.

c. Snížení jímavosti („reduced capacity“). Při rozboru hmotnosti nečistot zachycených testovanými vložkami bylo zjištěno snížení jímavosti pokud byla vložka testována podle DFE. Pokud byla testovaná vložka podrobena testům dle ISO16889 zachytila 32 gramů nečistot. Jakmile byla shodná vložka podrobena testům dle DFE byla hmotnost zachycených nečistot pouze 26 gramů. To je pokles o 23%. (viz tab. 2)

d. Souhrn výsledků. Během porovnávání testů dle DFE a dle ISO 16889 byly sledovány různé vlastnosti filt-

račních vložek jako jsou změny (dynamické) filtrační účinnosti, nižší celková účinnost v závislosti na čase, shluky nečistot za filtrem, problémy selhání filtračního materiálu (porušení jeho soudržnosti). Výsledky testů jednoznačně prokázaly, že výkonové charakteristiky všech filtračních vložek byly horší při testech DFE než při použití standardní metody dle ISO16889.

Výsledky tohoto posledního výzkumu opět posílily argumenty pro tvrzení, že ne všechny filtrační vložky jsou kvalitativně srovnatelné. Uživatelé často zvolí dodavatele filtračních vložek pouze z pohledu okamžitých úspor bez hlubších znalostí. Cena filtrační vložky ale nemůže být jediným kritériem. Pokud se například při nákupu vložky ušetří okamžitě 10%, ale vložka má pouze poloviční životnost, pak se nedá mluvit o úspoře. Filtrace je celý soubor činností a skutečné náklady na filtraci nejsou pouze ceny filtračních vložek. Kratší životnost

kladná oprava nebo výměna drahého zařízení a jeho dlouhé prostoje?

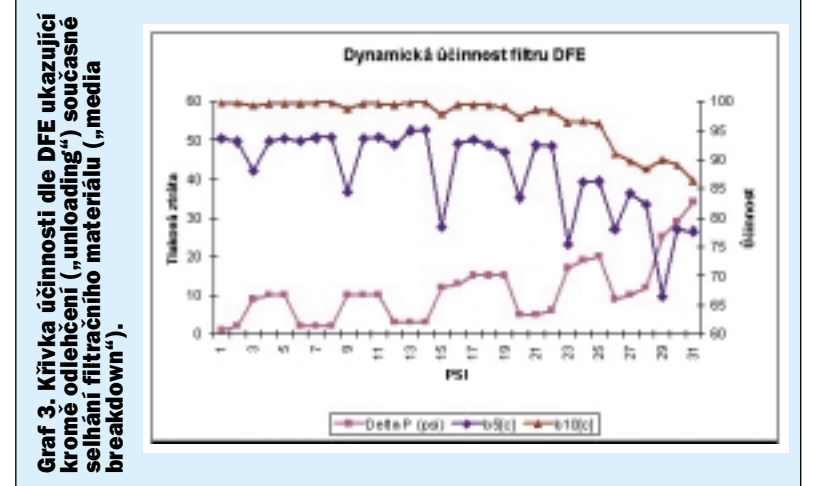
Filtrační vložky, které nejsou testovány dle DFE, si většinou neudrží výrobcem uvedené výkonové parametry a tedy nezajistí ani minimální požadovanou třídu čistoty kapaliny po celou dobu provozu. Pokud ovšem výrobci čerpadel a dalších hydraulických prvků předepisují minimální třídy čistoty pro své výrobky, myslí tím po celou dobu provozu, ne pouze po většinu doby provozu.

Firma Hy-Pro Corporation se sídlem v Indiana/USA, iniciátor vývoje testů DFE se prvořadě orientuje na vývoj a výrobu filtračních vložek a filtrů pro hydraulické a mazací systémy. Základ sortimentu tvoří filtrační vložky ze skelných vláken Dualglass, ale nechy-



bí ani vložky z nerezových vláken nebo vložky absorbující vodu.

Nekompromisní důraz na kvalitu filtračních vložek je veden snahou nabídnout uživatelům prvky s co nejvyššími výkonovými parametry odpovídajícími posledním poznatkům v oblasti filtrace. To je důvod, proč veškerý sortiment filtračních vložek Hy-Pro je kro-



znamená častější výměnu a tedy více vložek a více času na údržbu. Častější údržba vyžaduje přerušování výroby a tedy více prostojů zařízení. Pokud je kvůli selhání filtračního materiálu snížena účinnost filtrace, vzniká velké nebezpečí poškození dalších prvků hydraulických systémů. Tyto náklady je velmi těžké měřit, ale jsou důležitou součástí celkových nákladů. Jaká je tedy skutečná hodnota úspory několika korun na filtrační vložce nižší kvality, když výsledkem může být ná-

mě standardních testů dle ISO 16889 hodnocen současně metodou DFE. Pouze filtrační vložky testované metodou DFE dávají uživateli záruku, že filtrační vložky budou pracovat s definovanými parametry a udrží předepsanou třídu čistoty po celou dobu své životnosti. Proto firma Hy-Pro vyřadila ze svého sortimentu filtrační vložky z papírových vláken, u nichž se zvláště výrazně projevuje pokles výkonových parametrů krátce po uvedení do provozu.

Tabulka 2: Srovnání výsledků testů dle DFE a ISO16889 z grafů 1 a 2

	DFE % účinnost	ISO 16889 % účinnost	DFE Hodnota5[c]	ISO 16889 Hodnota5[c]
Průměr $\beta_{5[c]}$	99,28%*	99,59%	140*	247
$\beta_{5[c]}$ při vyšším průtoku	99,14%*	99,59%	117*	247
$\beta_{5[c]}$ při nižším průtoku	99,56%	N/A	229	N/A
Snížení průtoku $\beta_{5[c]}$	98,69%*	N/A	76	N/A
Zvýšení průtoku $\beta_{5[c]}$	97,71%*	N/A	45	N/A
Jímavost nečistot	26 g	32 g		

*Poznámka: za absolutní filtrační schopnost je považována hodnota 5[c] = 200 (tj. účinnost 99,5%)

Poznámky k výsledkům v tabulce 2.

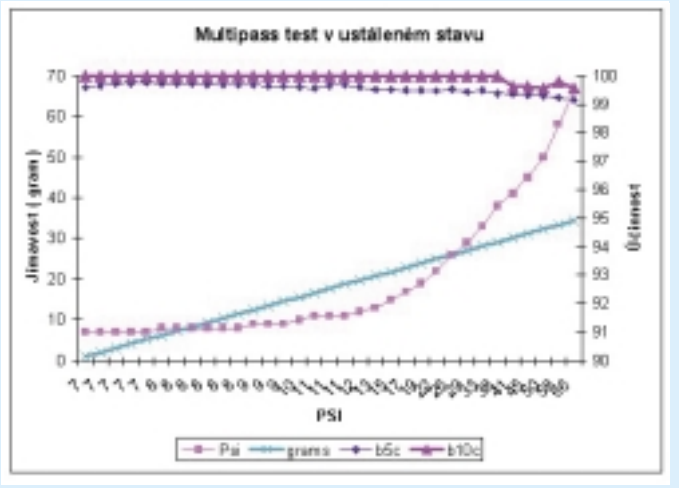
Při testech DFE vykazovaly vložky nižší průměrnou účinnost ve všech fázích testu a ta byla vždy nižší, než deklaroval výrobce.

Při testech DFE měly vložky výrazně nižší účinnost v průběhu změny průtoku.

Při testech DFE prokázal rozbor kapaliny vyšší znečištění podle ISO tříd čistoty ve všech fázích testu a výraznější bylo zvláště v průběhu změny průtoku.

Testované vložky vykazovaly nižší jímavost nečistot než při testech v ustáleném stavu.

Graf 1. Průběh účinnosti filtru dle ISO16889



hydraulická kapalina protékající přes filtr je průběžně kontaminována přesně definovaným množstvím nečistot. Kapalina prochází filtrem opakovaně a je měřen počet nečistot před filtrem a za filtrem. Tyto hodnoty definují, jak účinně filtrační vložka odstraňuje částice nečistot a kolik částic je schopna přibližně zadržet.

ale bylo pozorovatelné snížení účinnosti (dynamické účinnosti). Snížení účinnosti bylo mnohem výraznější při stoupnutí průtoku z 57 na 114 l/min, ale projevilo se i při poklesu průtoku z 114 na 57 l/min (viz. graf 2). Tato krátkodobá zvýšení počtu nečistot za filtrem mohou posunout úroveň čistoty kapaliny mimo přípustný rozsah

Kompletní sortiment filtračních vložek Hy-Pro je k dispozici v síti autorizovaných distributorů SKF Ložiska, a.s., nebo přímo na adrese:

STUDII POSKYTLI: AARON HOEG & ROB MURAD HY-PRO CORP.