

Technická tribodiagnostika – účinný nástroj prediktivní údržby

Současná snaha firem o dosažení maximálních úspor navyšuje tlak na využívání diagnostických metod v údržbě strojů. Nezastupitelnou úlohu má i tribodiagnostika. Je již téměř všeobecně známo, že olej je nositelem informací. Pro jejich správnou interpretaci je důležitá trvalá stabilizace znečištění na co nejnižší úrovni a optimální četnost prováděných rozborů. Hlavním úkolem je ale včas upozornit na blížící se poruchu stroje, tedy správně diagnostikovat možná místa poškození. V tom je ukryt hlavní ekonomický efekt. Ten lze výrazně navýšit doplněním tribodiagnostiky dalšími diagnostickými metodami. Cílem příspěvku je ukázat na konkrétních příkladech dosažené výsledky aplikované diagnostiky a z toho plynoucí ekonomické efekty.

FAKTOR ČASU

Účinnost všech diagnostických metod, a tribodiagnostiku nevyjímaje, by měla být hodnocena poměrem docílených úspor a vynaložených nákladů. Mnoho firem si již zvyklo na provádění pravidelných rozborů olejů, ale stále je co zlepšovat v oblasti správné interpretace výsledků. Tribodiagnostika hodnotí nejen celkový stav oleje, ale hlavně stav zařízení, ve kterém se kapalina, v tomto případě olej, pohybuje. Základní zhodnocení provozuschopnosti oleje je poměrně jednoduché. Zjednodušeně by se dalo říci, že zde méně znamená více. Jinými slovy, je dobré se zaměřit na několik základních parametrů oleje a těmi se detailně zabývat. Velmi důležité ale je, posuzovat je ve vzájemných souvislostech. Až v případě negativní změny sáhnout k detailnějším analýzám. Předjdeme tak „přesycení“ informací.

Mnohem obtížnější je správný výklad informací o znečištění oleje, tedy stavu zařízení. Základním faktorem úspěchu je čas. Čas, který získáme včasou a přesnou identifikací závady, nám umožňuje prohloubit ekonomický profit. Problém spočívá v tom, že diagnostický signál, který musíme zachytit ve znečištění oleje, je v raném vývoji poruchy snadno přehlédnutelný. Zkrácení časového intervalu prováděných rozborů je sice jednou z možností, ale v reálné

praxi je mnohdy neproveditelné. A to nejen z ekonomických důvodů. Efektivnější cesta je soustředit se na dlouhodobou a trvalou stabilizaci znečištění na co nejnižší úrovni, optimalizovat počet a strukturu rozborů a kombinovat více diagnostických metod. Vše musí být podepřeno vzájemnou komunikací mezi obsluhou stroje, údržbou a tribodiagnostikem. Vysoká čistota oleje a systému stroje je sama o sobě tak významným ekonomickým faktorem, že již tím získáváme radikální úsporu nákladů. Je to první krok k dlouhodobému produktivnímu „životu“ stroje jakýmkoli kapalinovým systémem. Snížení počtu poruch umožňuje věnovat větší prostor diagnostice, tedy predikci, a posunout hranici efektivity ještě dál. Nejnižší znečištění zvyšuje šanci zachytit včas strojem vyslaný signál a získat čas na přípravu nápravných opatření. Příklady z praxe ukazují dosažené výsledky.

APLIKACE TRIBODIAGNOSTIKY

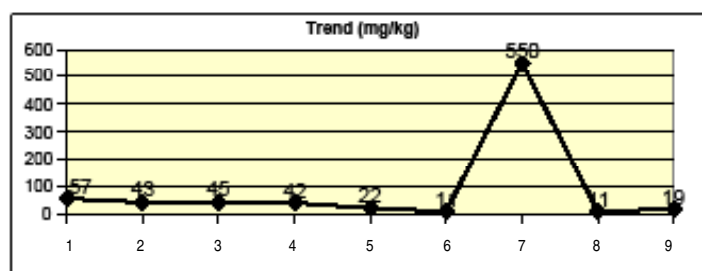
Firma pracuje v hromadné výrobě technických výlisků pro automobilový průmysl. Provozuje 48 vstřikovacích lisů. Provedené rozborů na lise ES 650/125 v roce 2007 ukazovaly na stabilizovaný stav nečistot a to jak dle norem ISO/NAS tak gravimetricky v mg/kg. Změna stavu, diagnostický signál byl zaznamenán poprvé v rozboru 3.12.2007 a následně potvrzen 5.2.2008 kdy došlo k řádovému nárůstu počtu částic znečištění i hmotností nečistot. Provedená kontrola obsahu ořezového železa a mědi signalizovala blížící se závalu hydraulického čerpadla. Obsluha stroje v této době nezaznamenala žádnou změnu v chování stroje. Porucha čerpadla následovala 8.2.2008, tedy cca dva měsíce od identifikace rozbořem (obr. 1, tabulka 1).

KOMBINACE TRIBODIAGNOSTIKY A ELEKTRODIAGNOSTIKY

Firma pracuje také v hromadné výrobě technických výlisků pro automobilový průmysl. Provozuje 14 vstřikovacích lisů. Pravidelné sledování znečištění se začalo provádět od roku 2007. Shodou okolností hned první rozbor z 9.2.2007 mohl signalizovat závalu čerpadla stroje. Protože nebyl k dispozici

Tabulka 1

VSTŘIKOVACÍ LIS ES 650/125 HL-V						
ČÍSLO ROZBORU	DATUM	ISO 4406:1999	NAS 1638	ČSN EN 12662 mg/kg	OBSAH Fe (mg/kg)	OBSAH Cu (mg/kg)
071030	4/3/2007	18/16/12	9	57		
071031	4/10/2007	15/14/10	7	43		
072329	8/20/2007	18/16/13	9	45		
072419	8/29/2007	15/14/12	6	42		
072455	9/3/2007	15/13/9	6	22		
073461	12/3/2007	20/18/15	11	11	33,5	14,6
080476	2/5/2008	28/25/20	12	550	47,9	7,5
080627	2/15/2008	15/13/11	6	11	31,6	
080801	2/25/2008	14/12/9	5	19	27	
NAS 1638	5-15	15-25	25-50	50-100	>100	TŘÍDA
071030	104 914	2 154	154	0	0	9
071031	16 004	371	0	0	0	7
072329	108 777	3 692	923	154	0	9
072419	14 804	1 515	379	63	0	6
072455	12 672	371	93	0	0	6
073461	274 973	12 154	1 692	0	0	11
080476	65 381 379	586 283	30 569	6 114	644	12
080627	12 068	814	271	0	0	6
080801	5 519	352	0	0	0	5
ISO 4406	>4	>6	>14	TŘÍDA		
071030	2 283	507	35	18/16/12		
071031	294	102	7	15/14/10		
072329	2 099	630	62	18/16/13		
072419	273	115	22	15/14/12		
072455	261	72	5	15/13/9		
073461	5 144	1 706	174	20/18/15		
080476	1 498 814	302 749	8 838	28/25/20		
080627	256	73	12	15/13/11		
080801	133	30	5	14/12/9		



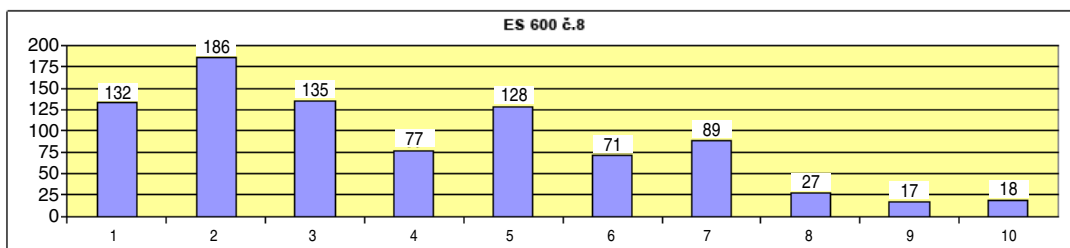
Obr. 1 Trend a diagnostický signál vstřikovacího lisu ES
Uvedený příklad je v tribodiagnostické praxi spíše výjimečný. Mnohem častější jsou případy kdy je diagnostický signál méně viditelný

dostatečně dlouhý „trend“ vývoje znečištění, provedla se kontrola chodu čerpadla pomocí elektrodagnostiky (obr. 2).

KOMBINACE TERMODIAGNOSTIKY, TRIBODIAGNOSTIKY A ELEKTRODIAGNOSTIKY

Pokud funguje komunikace mezi obsluhou stroje a údržbou může být prvotním impulsem k diagnostice hydrauliky negativní projev stroje. Změna koeficientu tření ve výkonných prvcích hydraulického obvodu se projevuje nárůstem teploty a hlučností. Právě tento případ byl

zdokumentován a ukazuje výhody kombinace více diagnostických metod. Na začátku března 2008 zaznamenala obsluha lisu zvýšenou hlučnost čerpadel. Jednalo se o vstřikovací lis vybavený dvěma výkonově odlišnými hydraulickými čerpadly. Prováděná termodiagnostika prokázala i nárůst provozní teploty. Znečištění oleje ze dne 6.3.2008 nejprve neprokázalo žádný nárůst znečištění. Dodatečná kontrola obsahu ořezových kovů a prachových částic překvapivě ukazovala na možnost rozvoje poškození čerpadel. Rozborů ukazovaly na trendový nárůst



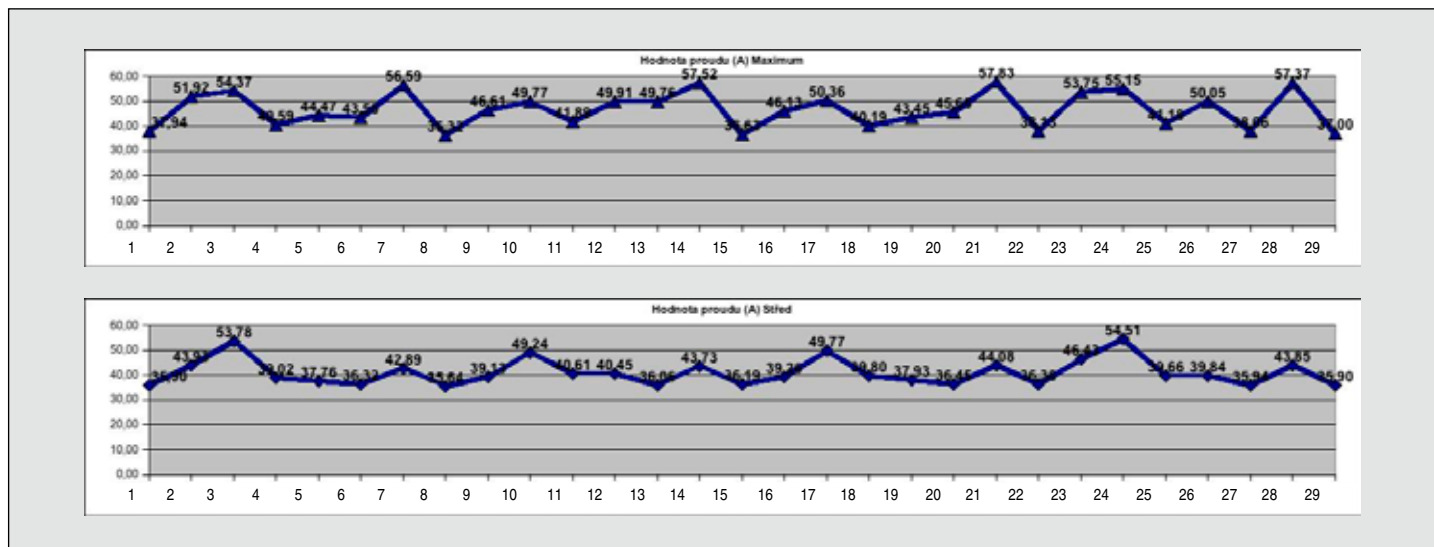
Tabulka 2 a

ES 600 Č.8									
ČÍSLO ROZBORU	DATUM	VISKOZITA PŘI 40°C, mm2/s	OBSAH VODY	Č. KYSELOSTI mg KOH/g	NEČISTOTY mg/kg	OBSAH Cu (mg/kg)	OBSAH Fe (mg/kg)	OBSAH ZINKU mg/kg	POZN. ND, PROSTOJ, VÝM/DOPL.,T, VODA
061093	26.4.2006	45,38	NEG.	0,35	120			246	ROZBOR NOVÉHO OLEJE RENOLIN B15
050793	5/2/2005	46,73	NEG.	0,32	132			300	OLEJ JE SCHOPEN DALŠÍHO PROVOZU.
061088	4/26/2006	45,48	NEG.	0,29	186			250	ZVÝŠENÝ OBSAH NEČISTOT. OLEJ JE SCHOPEN DALŠÍHO PROVOZU.
070470	9.2.2007				135	2,3	20,1		ZVÝŠENÝ OBSAH ŽELEZA.
070536	21.2.2007				77				
070665	3/2/2007				128	3,4	<5		PO VÝMĚNĚ ČERPADLA.
071498	5/30/2007				71		13		PŘED ELC
071591	6/5/2007				89				PO ELC
072352	8/14/2007				27				PŘED ELC
072353	8/28/2007				17				PO ELC
080552	2/15/2008				18				PO ELC

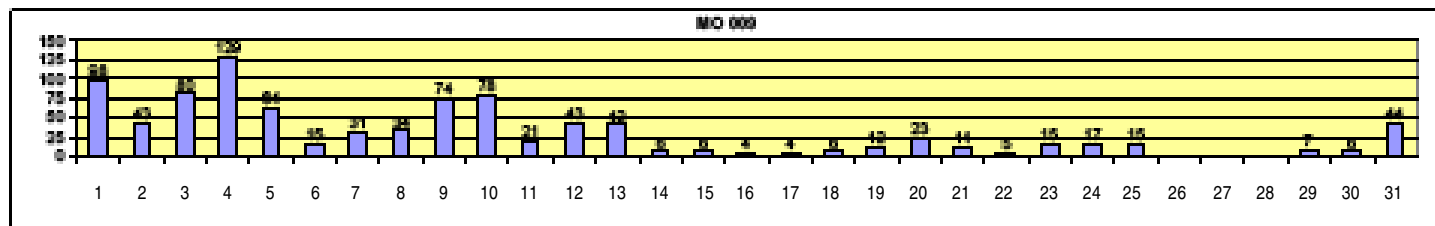
Měření proudu bylo provedeno 14.2.2007. Pomocí multimetru se zaznamenal přibližně dvacetiminutový průběh na jedné fázi elektromotoru čerpadla. Získaná data se zpracovala do formátu uvedeného na **obrázku 2**. Při vstřikování plastů by se měl průběh elektrického proudu cyklicky opakovat. Rozdíly v hodnotách proudu by se v jednotlivých cyklech měly lišit jenom minimálně. V tomto případě se hodnoty proudu lišily až o 5 A. Správnost předpokladu se potvrdila již 19.2.2007, kdy došlo k poruše čerpadla

Tabulka 2 b

HODNOTA PROUDU (A)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
MAXIMUM	37,94	51,92	54,37	40,59	44,47	43,55	56,59	36,32	46,61	49,77	41,89	49,91	49,76	57,52	36,63															
2/14/2007																														
HODNOTA PROUDU (A)	35,90	43,93	53,78	39,02	37,76	36,32	42,89	35,64	39,13	49,24	40,61	40,45	36,06	43,73	36,19															
STŘED																														
2/14/2007																														
HODNOTA PROUDU (A)	35,30	35,68	52,01	38,38	35,46	35,59	35,08	35,07	35,88	46,90	39,89	35,42	35,38	35,74	35,58															
MINIMUM																														
2/14/2007																														
HODNOTA PROUDU (A)	46,13	50,36	40,19	43,45	45,65	57,83	38,13	53,75	55,15	41,18	50,05	38,06	57,37	37,00																
MAXIMUM																														
2/14/2007																														
HODNOTA PROUDU (A)	39,26	49,77	39,80	37,93	36,45	44,08	36,36	46,43	54,51	39,66	39,84	35,94	43,85	35,90																
STŘED																														
2/14/2007																														
HODNOTA PROUDU (A)	35,96	46,54	39,51	35,56	35,56	35,74	35,61	38,89	53,88	39,17	36,01	35,33	35,62	35,02																
MINIMUM																														
2/14/2007																														

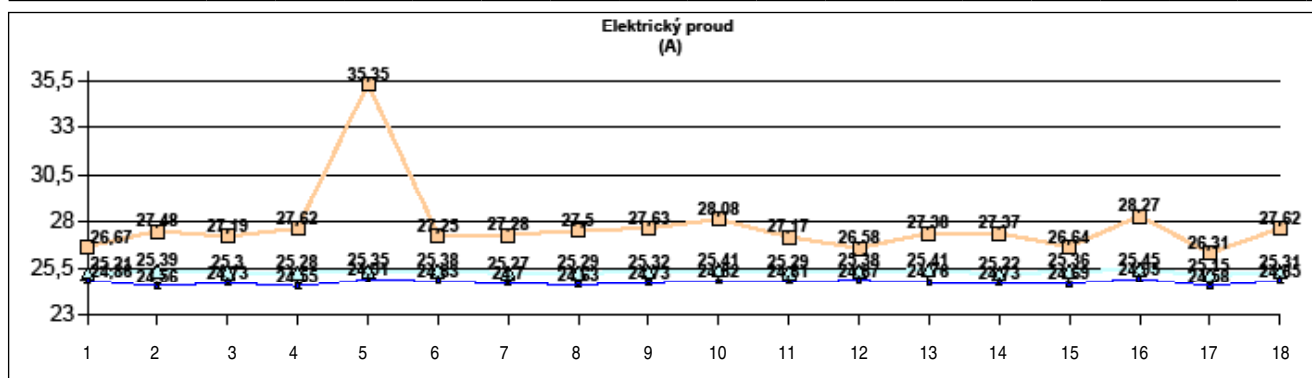


Obr.2 Doplnění trendu vývoje znečištění průběhem elektrického proudu



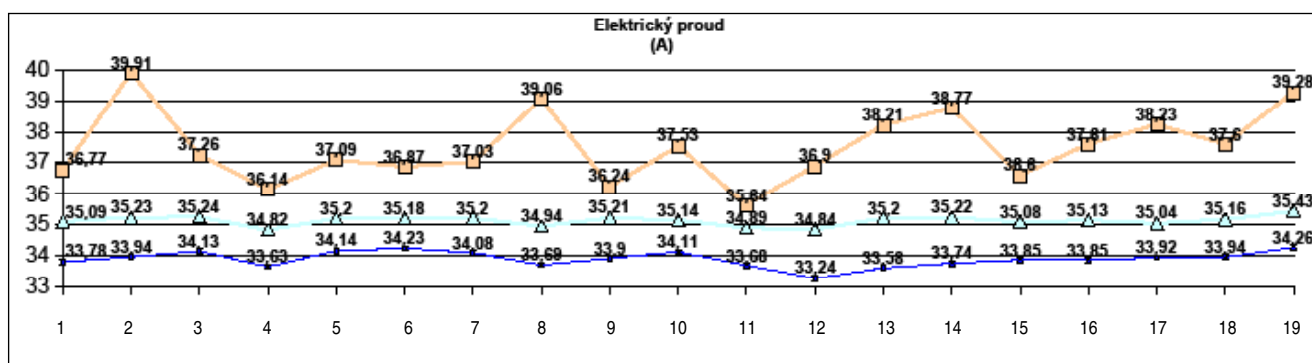
Tabulka 3b

55 KW																		
HODNOTA PROUDU (A)																		
MAXIMUM	26,67	27,48	27,19	27,62	35,35	27,25	27,28	27,5	27,63	28,08	27,17	26,58	27,38	27,37	26,64	28,27	26,31	27,62
5/26/2008																		
HODNOTA PROUDU (A)																		
STŘED	25,21	25,39	25,3	25,28	25,35	25,38	25,27	25,29	25,32	25,41	25,29	25,38	25,41	25,22	25,36	25,45	25,15	25,31
5/26/2008																		
HODNOTA PROUDU (A)																		
MINIMUM	24,86	24,56	24,73	24,55	24,91	24,83	24,7	24,63	24,73	24,82	24,81	24,87	24,76	24,73	24,69	24,95	24,58	24,85
5/26/2008																		



Tabulka 3c

75 KW																			
HODNOTA PROUDU (A)																			
MAXIMUM	36,77	39,91	37,26	36,14	37,09	36,87	37,03	39,06	36,24	37,53	35,64	36,9	38,21	38,77	36,6	37,61	38,23	37,6	39,28
5/26/2008																			
HODNOTA PROUDU (A)																			
STŘED	35,09	35,23	35,24	34,82	35,2	35,18	35,2	34,94	35,21	35,14	34,89	34,84	35,2	35,22	35,08	35,13	35,04	35,16	35,43
5/26/2008																			
HODNOTA PROUDU (A)																			
MINIMUM	33,78	33,94	34,13	33,63	34,14	34,23	34,08	33,69	33,9	34,11	33,68	33,24	33,58	33,74	33,85	33,85	33,92	33,94	34,26
5/26/2008																			



znečištění. Dominantním otěrovým kovem se stala měď. Na základě získaných poznatků z rozborů olejů se přistoupilo ke kontrole průběhu proudu na čerpadlech. Výsledky měření však neprokázaly žádné anomálie v chodu čerpadel. Pro stabilizaci chodu lisu se přistoupilo k vyčištění oleje. Po snížení znečištění došlo k výraznému snížení

hlučnosti a následně i provozních teplot čerpadel. Lis pracoval bez závad až do 24.2.2009, kdy došlo k poruše chladiče a k průniku vody do hydraulického oleje. Příčinou nárůstu znečištění v oleji bylo poškozování pájených spojů chladiče oleje. Zvýšená hlučnost čerpadel byla důsledkem, nikoli příčinou nečistot v oleji. Uvedený příklad

ukazuje jak mnohočetné mohou být výklady konkrétního projevu stroje (obrázek 3).

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Při kombinaci více diagnostických metod lze podstatně dříve a přesněji identifikovat blížící se poruchu stroje. Výrazně tím prodlužujeme čas, který máme

k přijetí adekvátních opatření minimalizujících ztráty ve výrobě. Vyloučení hypotézy o poruše čerpadla bez nutnosti přítomnosti externího servisu a bez přerušení výroby přineslo úsporu v rádech stanicí korun, s minimem vlastních nákladů.