

# Snímače kondice olejů nové generace

Jan NOVÁK

## Anotace

Snímače pro sledování parametrů průmyslových maziv jsou k dispozici řadu let, ale s rozvojem průmyslu 4.0 získávají větší pozornost a dostávají se i do širšího spektra průmyslových aplikací. Dnes na trh přicházejí inovativní technologie optických senzorů maziv, které eliminují nedostatky předchozích generací senzorů. Tyto senzory nabízejí pokročilou detekci a monitorování stavu maziv a díky své vysoké spolehlivosti a přesnosti poskytují uživatelům klíčové informace pro optimalizaci údržby a prodloužení životnosti strojů a zařízení.

**Klíčová slova:** senzory, olej, kontaminace

## 1 Úvod

Pokud firma chce být dlouhodobě úspěšná, tak musí vnímat údržbu jako investici a není náhodou, že právě ty nejúspěšnější firmy využívají moderní strategie údržby a intenzivně pracují s informacemi. Taková strategie využívá různé diagnostické nástroje, tak aby maximalizovali efektivitu provozu a díky práci s daty získávají další nástroje jak současnou efektivitu dále zvýšit.

Pro stroje, kde je konstrukčním prvkem mazivo je jedním z takových nástrojů tribodiagnostika. Tribodiagnostika je klíčovým nástrojem pro diagnostiku stavu strojů a předvídání možných poruch či selhání, protože olej je nositelem informací z celého stroje.

Hlavním cílem tribodiagnostiky je porozumět mechanismům mazání a opotřebení, identifikovat problémy spojené mazáním a na základě tohoto porozumění provádět taková opatření, která zvýší efektivitu, spolehlivost, bezpečnost nebo např. energetickou náročnost provozu strojů.

## 2 Tribodiagnostika

Rozvoj laboratorních metod a laboratoří umožnil zásadní změnu v přístup k olejům ve strojích. Dříve se nikdo nepozastavoval nad tím, že výměny olejů ve strojích probíhají dle plánu údržby, resp. předpisu v návodu – např. po jednom, dvou či čtyřech letech. Bohužel tento systém ne vždy vedl k vysoké spolehlivosti strojů a je také nákladný. Laboratorní analýza, která porovnává fyzikálně chemické vlastnosti oleje s vlastnostmi nového oleje, umožnila zásadním způsobem prodloužit životnost olejů ve strojích, protože velice často ukáže, že vlastnosti oleje jsou i po několika letech provozu v srovnatelné s parametry nového oleje a olej je schopen dalšího provozu.

Laboratorní analýza dokáže mnohem víc než jen stanovit zda je olej schopen dalšího provozu. Sledování vybraných parametrů a jejich trendová analýza je významný nástroj k vyhodnocení stavu

stroje/zařízení, který umožní včas předvídat vznikající poruchy a údržba tak může včas provést vhodné opatření předtím, než dojde k poruše a stroj je nutné odstavit a nákladně opravovat. Pravidelné trendování výsledků analýzy maziv minimalizuje prostoje, umožňuje efektivní a méně nákladnou údržbu strojů a zvyšuje efektivitu jejich provozu.

### 3 Od vzorků k on-line

Pokud chceme využít výsledky laboratorních analýz olejů z odebraných vzorků pro tribodiagnostiku, musíme splnit řadu podmínek. Mezi ty hlavní patří:

- Správný odběr vzorku – je nutné odebrat reprezentativní vzorek a nijak jej nekontaminovat
- Vhodný okamžik – stroje se nacházejí v různých pracovních stavech – zajímá nás nejčastěji stav kdy stroj je v provozu a v pracovním režimu, který je nejobvyklejší
- Dopravní zpoždění – vzorek se musí dostat do laboratoře co nejdříve
- Vhodné parametry – některé parametry oleje nám prozradí více o kondici oleje, jiné parametry nám více poradí o kondici stroje. Některé parametry se mění málo, některé se mění velice dynamicky.
- Vysoká frekvence odběru vzorků

Čím více dat o stroji máme, tím přesnější závěr může tribodiagnostik stanovit. A právě frekvence analýz je hlavní problém analýzy vzorků, protože analyzovaný vzorek oleje reprezentuje jeden konkrétní okamžik, jeden konkrétní stav stroje. Pokud odebíráme vzorky oleje např. 4x ročně, může se v mezidobí stát řada událostí, které mají vliv na technický stav stroje, ale díky malé četnosti vzorků nám tento „diagnostický signál“ unikne.

Jako příklad lze uvést tuto situaci – vlivem krátkodobého přetížení stroje (např. vedení požaduje krátkodobé navýšení objemu výroby) dojde také k přetížení třecích dvojic ve stroji a díky tomu dojde ke krátkodobému nicméně fatálnímu selhání funkce maziva a dojde ke zvýšené únavě materiálu a vzniknou částice opotřebení. Tyto částice olej odnáší pryč do systému. Podstatné je, že tyto částice jsou naprosto zásadní pro to, abychom pochopili co se stalo. Pokud nevíme, že takové opotřebení vzniklo a že takovým přetížením poškozujeme stroj, tak se takové situace budou opakovat. Nicméně koncentrace těchto částic se v celém objemu oleje stroje postupně naředí, částice sedimentují v nádrži, zachytí se nám na filtrech atp. Až příště odebereme vzorek, tak s největší pravděpodobností tyto částice v oleji už nenajdeme.

Další typický příklad je doplnění kontaminovaného oleje do stroje. Toto je častý příklad chyby, protože se mazivo kontaminuje např. díky zaprášené nálevce. Takto vniklá kontaminace pochopitelně může ovlivnit chování stroje a způsobit opotřebení, ale po čase opět koncentrace částic přirozeně klesá. V takovém případě obsluha neví, že něco dělá špatně a nemá ani důvod své chování měnit.

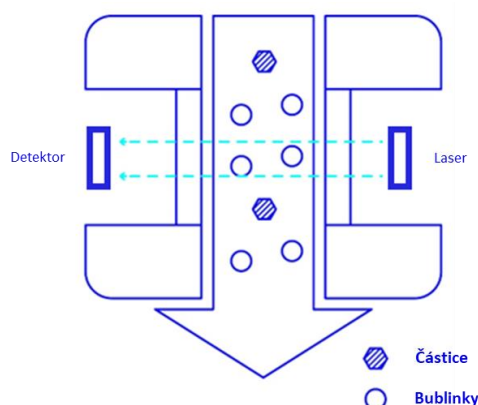
A přesně z těchto důvodů vznikly on-line snímače různých parametrů oleje. Díky nepřetržitému sledování získáváme nedocenitelná data o chování stroje a systému provozu a údržby. Taková data lze potom zpracovat pro velice přesné informace pro řízení výroby a údržby.

## 4 Sledování částic v oleji

Jak bylo uvedeno v předchozím textu, sledování částic v oleji v reálném čase je z pohledu identifikace kontaminace oleje, opotřebení a pochopení příčin a následků těchto dějů dokonalý nástroj.

Historie online senzorů částic sahá zpět několik desetiletí, přičemž vývoj a inovace v této oblasti byly úzce spojeny s pokrokem v technologii senzorů, elektroniky a informačních systémů. První online senzory částic se začaly objevovat v průmyslových aplikacích ve druhé polovině 20. století. Tyto senzory byly často založeny na zastaralých technologiích a měly omezenou přesnost a spolehlivost.

S rozvojem a pokrokem v oblasti laserového a fotoelektrického sensorování začaly vznikat online senzory částic založené na optických principech. Tyto senzory umožňují přesnější a citlivější detekci částic ve vzduchu nebo kapalinách.



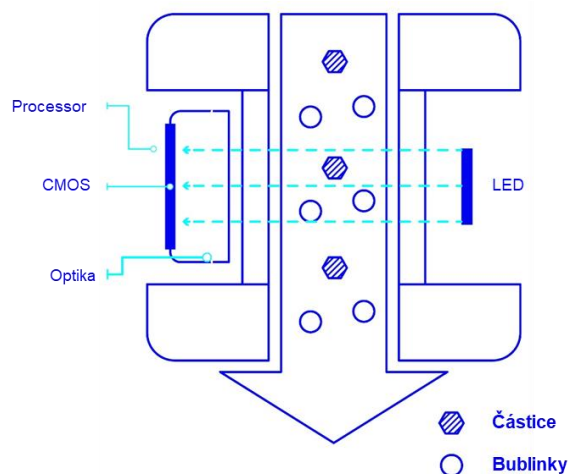
Obr. 1 - Princip laserového snímače částic v kapalině

Laserové snímače využívají pro svoji funkci jednoduchý princip, kdy částice procházející skrz optické pole laseru, přerušují tok světla do detektoru, který zaznamená pokles signálu a ten je pak elektronikou snímače převeden dle kalibrace na rozměr částice. Pokud tedy protéká olej snímačem, snímač je schopen změřit velikost procházejících částic a spočítat počet těchto částic v prošlém objemu a vyjádřit tyto hodnoty např. dle mezinárodního standardu ISO 4406, NAS 1638 a dalších.

Tento princip má však také svoje nevýhody. Zejména nedokáže rozlišit pevnou částici od částice aditiv nebo bublinky vzduchu. V laboratorních podmínkách si s tím dokáže laboratoř vhodnou přípravou vzorku poradit, ale v on-line monitoringu tento faktor může zanechat falešné diagnostické signály a nepřekonatelné problémy.

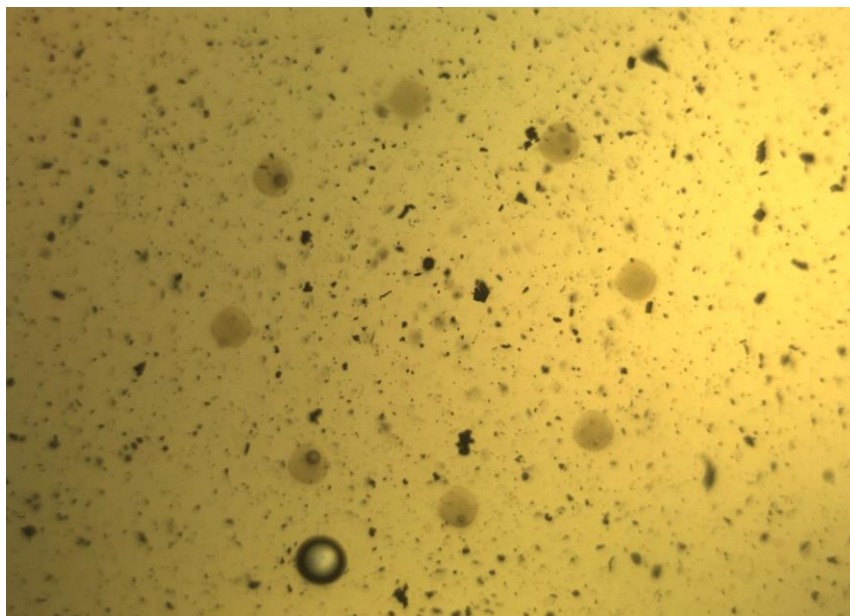
## 5 Unikátní diagnostika s AI

Firma Atten[2], která vznikla po 16 letech vývoje technologie optických snímačů v institutu Tekniker, přináší do průmyslového světa revoluční přístup k monitorování olejů a procesních kapalin – senzor OilWear. OilWear využívá bezčočkovou optiku a CMOS snímač s vysokým rozlišením a několikrát za sekundu snímkuje kapalinu protékající senzorem.



Obr. 2 - Princip optického snímače OilWear

V samotném snímači je velice výkonný procesor, který tyto snímky zpracovává a díky algoritmům počítačového vidění rozpozná částice v oleji, změří jejich velikost, tvar, sleduje jejich pohyb, takže stejnou částici nepočítá vícekrát atd. Díky algoritmu umělé inteligence také rozpozná případné bublinky vzduchu, které se v oleji za provozu strojů vyskytují téměř vždy nebo kapky vody. Díky tomu je tento snímač mnohem přesnější oproti konvenčním laserovým.



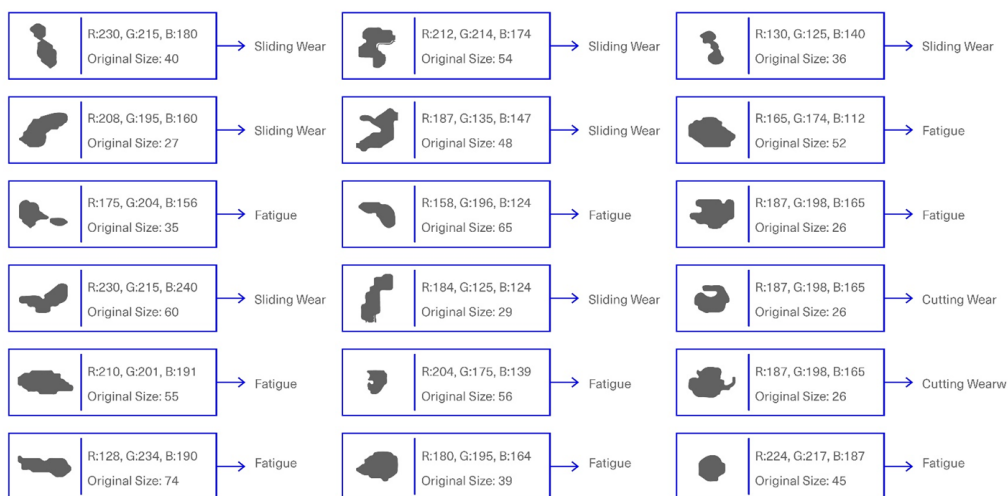
Obr. 3 - Snímek kontaminace oleje zaznamenaný snímačem

OilWear je tedy online senzor schopný detekovat částice nečistot větších než čtyři mikrony v kapalině stroje, rozdělit je do šesti velikostních rozsahů, stanovit stupeň degradace maziva.

Unikátní vlastností tohoto snímače je však, že díky algoritmu umělé inteligence natrénované na statisících vzorců je schopen identifikovat morfologii částic – tedy jaké částice opotřebení se v oleji vyskytují. Snímač je chopen identifikovat z tvaru částice, zda se jedná o částici opotřebení a jakého druhu.

## Root Cause analysis

Automatic Particles shapes recognition and classification



Obr. 4 Umělá inteligence je schopna rozpoznat, zda se jedná o částici opotřebení a kategorizovat druh

Tato informace je pro přesnost diagnostiky zcela zásadní. Pokud je diagnostikována přítomnost částic např. únavového opotřebení, zásah údržby může být mnohem efektivnější a kratší, protože lze omezit další diagnostiku a zásah jen na místa, kde se se takové opotřebení může vyskytnout.

V neposlední řadě, lze také identifikovat stavy, kdy počet částic nepřekračuje stanovený limit (např. překročení třídu počtu částic a samostatný čítač částic by hlásil, že je vše v pořádku), ale začínají se objevovat známky opotřebení. OilWear tento stav zaznamená a předává tak důležitý diagnostický signál pro provoz stroje. V tom je obrovská přidaná hodnota tohoto snímače.

## 6 Závěr

Díky pokroku v technologii senzorů, elektroniky a informačních technologií jsou dnešní online senzory částic výkonnější, přesnější a mají více funkcionalit než kdy jindy, což umožňuje průmyslovým společnostem získávat důležité informace o kvalitě olejů v reálném čase.

Uvedené faktory předurčují snímač OilWear jako ideální pro přehled o stavu stroje a jeho opotřebení na veškeré kritické aplikace. Možnosti aplikace jsou ale mnohem širší a tímto snímačem je možné monitorovat čistotu v podstatě libovolné kapaliny všude, kde je čistota kapaliny nutná – prací lázně, oplachy, nápoje a podobně.

### Autor:

Ing. Jan Novák  
Technický ředitel  
KLEENTEK spol. s r.o.,  
Kutnohorská 11/57, 111 01 Praha 10  
Tel.: +420 608 826 748 E-mail: jan.novak@kleentek.cz