

Pomiar wody w oleju

Urządzenia pomiarowe E+E Elektronik



Pojawienie się wody w oleju bez względu na to czy jest to olej silnikowy, hydrauliczny czy też izolacyjny jest zjawiskiem niekorzystnym i należy mu zapobiegać, gdyż prowadzi ono do uszkodzeń maszyn oraz transformatorów.

W zależności od ilości wody oraz temperatury woda będzie występowała w trzech formach:

- 1) woda rozpuszczona
- 2) emulsja
- 3) woda wydzielona

Każda z tych trzech form będzie miała inny wpływ na właściwości oleju.

Woda rozpuszczona występuje do momentu nasycenia się oleju ($aw < 1$). W tej fazie woda nie jest widoczna. Jej ilość (masa) zależy od typu oleju i temperatury.

Po przekroczeniu punktu nasycenia woda w połączeniu z olejem tworzy emulsję. Tworzą się mikroskopijne krople wody (~10µm), a olej nabiera mętniej konsystencji. Zwiększenie ilości wody doprowadzi do wydzielania się osobnej jej warstwy.

Efekty pracy oleju, w którym woda znajduje się w formie emulsji lub jest już wydzielona są o wiele gorsze od pracy oleju, w którym woda jest w fazie rozpuszczonej.

Badanie poziomu nasycenia oleju (współczynnika aw), znacznie zmniejsza ryzyko zaistnienia tych niekorzystnych warunków, a przypadku ich pojawienia się pozwala na właściwą reakcję użytkownika.

Pomiar jednostki:

1. Aktywność wody (a_w)
wyrażana jest wzorem

$$a_w = \frac{e}{e_w}$$

gdzie:

e – ciśnienie parcjale pary wodnej dla naczynia z olejem o określonej zawartości wody

e_w – ciśnienie nasycenia pary wodnej dla naczynia z wodą

Parametr ten nie posiada jednostki;

zakres: **0** (olej całkowicie pozbawiony wody)

1 (olej nasycony wodą)

Istotą tego parametru jest to, że daje nam bezpośrednio informację na temat stanu w jakim znajduje się badany olej w danej chwili. Możemy go jednak używać tylko i wyłącznie dla wody gdy jest rozpuszczona w oleju.

2. Zawartość wody (x)

Parametr ten jest bardzo popularny i najczęściej wykorzystywany jeżeli chodzi o badanie zawartości wody.

$$x = \frac{\text{masa wody}}{\text{masa próbki oleju}}$$

[mg wody/kg oleju]

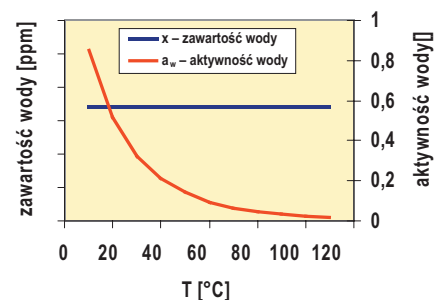
jednostka: ppm (mg/kg)
lub % (kg/kg *100)

Parametrem tym można określić ilość wody we wszystkich trzech formach jej występowania w oleju.

Porównanie parametrów:

zawartość wody (x)	aktywność wody (a_w)
• parametr znany użytkownikom • pomiar możliwy dla wszystkich form występowania wody w oleju • opisuje bezwzględną zawartość wody w oleju • użyteczny tylko w przypadku dobrze znanych i zbadanych aplikacji • mierzony z dużą dokładnością metodami "off-line"	• pomiar wody rozpuszczonej w oleju • opisuje zawartość wody w oleju odnosząc ją do punktu nasycenia • użyteczny bez względu na typ oleju jak i rodzaj aplikacji • bezpośrednia informacja o niebezpieczeństwie wydzielania się wody z oleju (nasycenia) • możliwość dokładnego pomiaru on-line

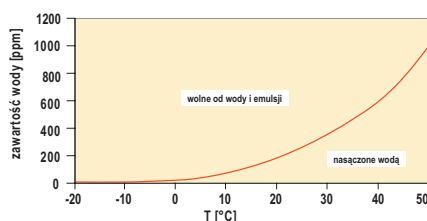
Zależność temperaturowa parametrów:



Wykres pokazuje że pomiar zawartości wody (x) nie będzie zależał od temperatury oleju, natomiast aktywność wody (a_w) jest silnie temperaturowo zależna.



Rys. 1. Przetwornik EE36 w metalowej obudowie



W połączeniu z przedstawionym wykresem nasycenia oleju wynika, że wraz ze zmianą temperatury w oleju może zmienić swoją postać – olej może się nasycić mimo niezmienionego poziomu zawartości wody (x).

PRZETWORNIKI POMIAROWE E+E Elektronik

EE36

Firma E+E Elektronik opracowała przetwornik umożliwiający ciągły monitoring jakości oleju.

Przetwornik EE36 mierzy wartość aw korzystając ze sprawdzonych czujników wilgotności serii HC1000. Gwarantują one bardzo wysoką dokładność ($\pm 0,01$ aw), długotrwałą stabilność pomiarów oraz dużą odporność na zabrudzenia chemiczne. Dodatkowo urządzenie mierzy temperaturę badanego oleju. Na podstawie tych dwóch pomiarów dla transformatorowych olei mineralnych obliczana jest zawartość wody (x) wyrażana w ppm. W przypadku innych typów olei aby umożliwić pomiar w ppm niezbędne jest wprowadzenie do przetwornika odpowiednich parametrów danego oleju.

Zmierzone i przeliczone wartości mogą być przekazane na dwa dowolnie skalowane wyjścia analogowe lub też przedstawiane na opcjonalnym wyświetlaczu. Jako opcja występuje również moduł wyjść przekaźnikowych, do zastosowania zarówno jako alarm jak i do sterowania procesem. Wszelkich zmian konfiguracji oraz skalowania wyjść dokonuje się za pomocą dotychczasowego zestawu oprogramowania. Sonda urządzenia może być umieszczona bezpośrednio w oleju i poddana temperaturze do 180°C oraz ciśnieniu do 10 bar. Dodatkowo bezpośredni montaż i wyposażenie sondy w zawór umożliwia przenoszenie i odcinanie przetwornika bez konieczności przerywania monitorowanego procesu.

Wersja przenośna

W oparciu o miernik przenośny Omniport oraz sondę wykorzystującą czujnik przetwornika EE36 skonstruowany został przyrząd pozwalający na szybki pomiar w miejscu instalacji urządzenia bez konieczności transportu oleju do laboratorium pomiarowego.



Rys. 2. Przenośny miernik Omniport 20

APLIKACJE I WYKORZYSTANIE POMIARU

1. Transformatory

Pomiar stacjonarny

Olej transformatorowy jest wykorzystywany jako izolator oraz czynnik chłodzący. Pośród wielu parametrów oleju monitorowanych przez służby techniczne jest również zawartość wody, gdyż jej obecność m.in. znacznie obniża napięcie przebicia. Woda pojawia się w oleju w wyniku reakcji chemicznych oraz oddziaływania otoczenia. Jednak problem dotyczy również nowego oleju. Zawilgocenie następuje w trakcie transportu i przed uruchomieniem olej musi być osuszony.

Umieszczenie przetwornika bezpośrednio na wirówce służącej do osuszania oleju, umożliwia śledzenie na bieżąco procesu osuszania. W efekcie niezwłocznie po otrzymaniu satysfakcjonującego pomiaru można przerwać proces, oszczędzając tym samym czas i energię.

2. Silniki okrętowe

Silniki oraz generatory okrętowe narażone są w dużym stopniu na przedostanie się wody zarówno do paliwa jak i olejów smarnych. Mimo stosowanych środków mających na celu zapobiegać takim niebezpiecznym dla prawidłowego funkcjonowania silników zjawiskom, prowadzona jest okresowa kontrola jakości oleju. Stosowanie przetworników prowadzących ciągły

pomiar zawartości wody w oleju jest szczególnie istotne, ze względu na specyficzne warunki pracy oraz skutki ewentualnego uszkodzenia silników.

3. Inne aplikacje.

W przemyśle jest wiele aplikacji, w których olej wykorzystywany jest nie tylko do celów smarowniczych czy izolacyjnych ale również do zasilania układów hydraulicznych czy też chłodzących. Dla przykładu, pojawienie się wody w instalacji hydraulicznej będzie prowadziło do zamarzania układów w warunkach zimowych. Dodatkowo opierając się na wynikach badania można ustalać częstotliwość wymiany oleju i serwisu urządzenia,

PODSUMOWANIE

Ze względu na zależność temperaturową (zmianę punktu nasycenia) nie zawsze pomiar zawartości wody w oleju (x) da dostateczną informację na temat oleju. Należy dodatkowo brać pod uwagę aktywność wody (aw), jako dokładną informację o możliwości nasycenia oleju.

Korzystne jest takie skonfigurowanie układu pomiarowego, że poprzez wyjścia analogowe przetwornika mierzona jest zawartość wody w oleju (x) oraz temperatura, natomiast dodatkowe wyjście przekaźnikowe (alarm) sygnalizuje niebezpieczeństwo nasycenia oleju (przykładowo próg zadziałania ustawiony na aw = 0,8).

Przy pomocy przetworników pomiarowych można na bieżąco monitorować w razie konieczności reagować na pojawienie się wody w oleju. Pomiar ten również pozwoli uniknąć zbędnych serwisów, a więc przestoju maszyn i wysokich kosztów obsługi.



Opracowanie
Paweł Szuba

Pracuje w Introlu od 2004 roku, obecnie na stanowisku kierownika działu temperatur. Zajmuje się ponadto pomiarami wilgotności oraz pomiarami powiązanimi (m.in. zawartością wody w oleju).

tel. 032/7890110
e-mail: temperatura@introl.pl