Spis zawartości

1 Przedmiot specyfikacji 2
2 Zakres obowiązywania 2
2.1 Hierarchia dokumentów 2
2.2 Przepisy 2
2.3 Odstępstwa 2
3 Klasyfikacja maszyn 3
4 Zakres monitoringu 3
4.1 Maszyny z grupy A 3
4.2 Maszyny z grupy B 4
4.3 Maszyny z grupy C 5
4.4 Maszyny z grupy D 5
4.5 Zalecany zakres nastaw czujników temperatury 5
5 Zalecane konfiguracje monitoringu dla wybranych maszyn 6
5.1 Sprężarki 6
5.2 Pompy krytyczne pojedyncze 6
6 Silniki elektryczne 6
7 Dokumenty związane 7
7.1 Specyfikacje Grupy LOTOS S.A. 7
7.2 Normy 7
8 Karta zmian 7

Opracowanie jest własnością Grupy LOTOS SA i nie może być reprodukowane ani udostępniane osobom trzecim w całości lub w części bez pisemnej zgody Grupy LOTOS SA

1 Przedmiot specyfikacji

Niniejsza specyfikacja zastosowana w połączeniu z innymi specyfikacjami technicznymi Grupy LOTOS S.A. ustala minimalne wymagania odnośnie projektowania i wykonania dla monitoringu maszyn.

2 Zakres obowiązywania

Niniejsza specyfikacja ma zastosowanie przy sporządzaniu zapytań ofertowych i kontraktów dla nowo planowanych przedsięwzięć inwestycyjnych i modernizacyjnych Grupy LOTOS S.A.

Stanowi ona również podstawę do opracowania szczegółowych specyfikacji i zapytań ofertowych dla dostaw indywidualnych i pakietowych.

Odwołania do innych norm przemysłowych dotyczące zgodności, należy traktować jako nieodłączną część niniejszej specyfikacji.

2.1 Hierarchia dokumentów

W przypadku wystąpienia rozbieżności pomiędzy wymaganiami poszczególnych dokumentów należy zachować następującą hierarchię ważności:

- Aktualne polskie przepisy prawne
- Zapisy kontraktu i inne pisemnie uzgodnione wymagania Grupy LOTOS S.A.
- Arkusze danych zatwierdzone przez Grupę LOTOS S.A.
- Niniejsza specyfikacja
- Inne specyfikacje
- Rysunki i inne dokumenty
- Normy

2.2 Przepisy

Układ monitoringu maszyn musi spełniać wymagania obowiązujących przepisów, specyfikacji Grupy LOTOS S.A. oraz aktualnych norm technicznych przywołanych w dokumentach zamówienia.

2.3 Odstępstwa

Wszelkie odstępstwa od niniejszej specyfikacji oraz specyfikacji, norm i dokumentów związanych łącznie z propozycjami, które wg oferenta urządzeń lub prac pokazują bardziej ekonomiczne i/lub lepsze technicznie rozwiązania muszą być przedstawione na piśmie do sprawdzenia i zatwierdzenia przez Grupę LOTOS S.A. Niedopuszczalne są żadne odstępstwa niezatwierdzone na piśmie przez Grupę LOTOS S.A

Oferent winien zgłosić w formie pisemnej każdą niejasność w tej lub innej specyfikacji Grupy LOTOS S.A. lub niezgodność z przywołanymi dokumentami/normami i uzyskać pisemne wyjaśnienie Grupy Lotos S.A.

3 Klasyfikacja maszyn

Każda maszyna na etapie projektowania i akcji ofertowej powinna być zakwalifikowana przez Kontraktora do jednej z czterech grup wymienionych poniżej:

- **A -** maszyny krytyczne pojedyncze
- **B -** maszyny krytyczne dublowane
- **C -** maszyny ważne
- **D -** maszyny pozostałe

Kwalifikacja maszyn do poszczególnych grup powinna być każdorazowo uzgodniona z Grupą LOTOS S.A. (w oparciu o rekomendację przygotowaną przez projektanta, z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa procesowego i technicznego, prawdopodobieństwa awarii oraz złożoności działań remontowych danej maszyny).

4 Zakres monitoringu

Zaleca się, aby wszystkie czujniki do monitorowania maszyn (służące do pomiaru określonego parametru) pochodziły od jednego producenta. Dostawca maszyny w swojej ofercie zobowiązany jest podać typ zastosowanego systemu opomiarowania. Również do dostawcy maszyny należy określenie poziomów alarmów i wyłączenia dla wszystkich typów czujników.

Uwagi powyższe dotyczą maszyn zakwalifikowanych do każdej z w/w grup. Maszyny rezerwowe muszą posiadać identyczny system opomiarowania jak maszyny rezerwowane.

System monitoringu maszyn powinien być zgodny z wymaganiami normy API 670 (najnowsza edycja) oraz normami dotyczącymi poszczególnych rodzajów urządzeń, np. API 610, API 611, API 612, API 617, API 618, API 619, etc.

Szczegółowa konfiguracja systemów monitoringu powinna być zgodna ze specyfikacją Grupy LOTOS S.A nr 3200.

Proponowany przez dostawcę system monitoringu (w tym ilość i typ czujników) powinien być każdorazowo zweryfikowany i zatwierdzony przez Grupę LOTOS S.A.

Dla wszystkich urządzeń z grupy A i B system monitorowania powinien być ciągły i podłączony do systemu zabezpieczenia urządzenia.

Dla każdej z grup maszyn wymagany jest następujący wyszczególniony poniżej, minimalny zakres monitorowania parametrów pracy.

4.1 Maszyny z grupy A

Wszystkie maszyny zakwalifikowane do tej grupy powinny być wyposażone w następujące systemy monitorowania:

- pomiar drgań
- pomiar temperatur
- pomiar ciśnień
- pomiar wydajności
- pomiar prędkości (dla turbin)

Pomiar drgań:

- Do pomiaru drgań maszyn wyposażonych w łożyska ślizgowe zdecydowanie zaleca się stosowanie czujników wiroprądowych (pomiar drgań względnych wału).
- W przypadku maszyn, których wał jest podparty za pomocą łożysk tocznych, do pomiaru drgań należy stosować czujniki wiroprądowe obserwujące zewnętrzny pierścień łożyska tocznego lub czujniki piezoelektryczne (czujniki przyspieszeń) rejestrujące drgania bezwzględne obudowy łożyska. W obu przypadkach na każdym z węzłów łożyskowych należy zainstalować po dwa czujniki (tego samego typu) ustawione względem siebie pod kątem ok. 90°.
- Znacznik fazy (tzw. key-phasor) dla pomiarów charakterystyki fazowej i pomiaru prędkości obrotowej wału
- Monitorowanie położenia wzdłużnego (osiowego) zespołu wirującego (rotoru) powinno być realizowane za pomocą minimum dwóch czujników wiroprądowych.

Pomiar temperatur:

- Dla łożysk ślizgowych zdecydowanie preferuje się stosowanie termopar (zalecane termopary: typu K, po 2 pomiary + 1 rezerwa na 1 łożysko),
- Dla łożysk tocznych pomiar temperatury powinien być dokonywany za pomocą czujników termooporowych lub termopar (rejestracja temperatury pierścieni zewnętrznych łożysk tocznych).

Ponadto dla tej grupy maszyn powinny być stosowane dodatkowo pomiary:

- temperatury oleju na dopływie (wspólny pomiar) i wypływie z łożysk ślizgowych,
- temperatury uzwojeń silnika (dwa czujniki Pt100 na fazę, jeden z nich jako rezerwowy),
- temperatury uszczelnień (w aplikacjach, dla których jest to niezbędne).

Pomiary ciśnień powinny umożliwiać też pomiar wartości pulsacji ciśnienia.

Zaleca się dla tej grupy maszyn stosowanie pomiarów wydajności, które mogą być w określonych przypadkach dobrym wskaźnikiem stanu technicznego maszyny.

4.2 Maszyny z grupy B

Nadzór maszyn grupy B powinien być realizowany w oparciu o zasady identyczne jak to opisano dla maszyn z grupy A, jednak ze względu na występowanie w tym wariancie maszyn rezerwowych, niektóre wymagania systemu monitoringu mogą być ograniczone na podstawie uzgodnień z Grupą Lotos S.A.

Maszyny zakwalifikowane do tej grupy mogą być wyposażone zarówno w łożyska ślizgowe jak i w łożyska toczne, dlatego zasadniczo rodzaj łożysk decyduje o zastosowaniu czujników określonego typu, aby nadzór maszyny był efektywny.

Maszyny z grupy B, których wały są podparte za pomocą łożysk ślizgowych powinny być wyposażone następująco:

- łożyska poprzeczne – dwa czujniki drgań względnych (wiroprądowe) , usytuowane wzajemnie prostopadle w każdym węźle łożyskowym
- łożysko oporowe – co najmniej dwa czujniki wiroprądowe kontrolujące położenie osiowe wału (rotora),

- znacznik fazy (tzw. key-phasor) dla pomiarów charakterystyki fazowej i pomiaru prędkości obrotowej wału,
- pomiar temperatury łożysk (preferowane termopary: typu K; po 2 pomiary + 1 rezerwa na każde łożysko). Dla maszyn rezerwowanych (A/B) rezerwowy pomiar nie jest wymagany.

Maszyny z grupy B, których wały są podparte za pomocą łożysk tocznych powinny być wyposażone następująco:

- 2 usytuowane wzajemnie prostopadle czujniki wiroprądowe w każdym węźle łożyskowym (pomiar przemieszczenia w sąsiedztwie łożyska tocznego) lub po 2 usytuowane wzajemnie prostopadłe czujniki przyspieszeń w każdym węźle łożyskowym,
- znacznik fazy (tzw. key-phasor) dla pomiarów charakterystyki fazowej i pomiaru prędkości obrotowej wału,
- pomiar temperatury łożysk (pomiar temperatury pierścienia zewnętrznego łożysk tocznych za pomocą termoelementów).

4.3 Maszyny z grupy C

Maszyny zakwalifikowane do tej grupy, powinny być wyposażone w jeden czujnik przyspieszeń na każdym węźle łożyskowym.

Drgania na kierunku prostopadłym do zamocowanego czujnika będą mierzone okresowo za pomocą przenośnych przyrządów diagnostycznych. Dostawca maszyny jest zobowiązany do przygotowania powierzchni (lub prętów pomiarowych) na węzłach łożyskowych, do których czujnik przenośnego analizatora drgań będzie mocowany.

4.4 Maszyny z grupy D

Dla maszyn z tej grupy system ciągłego monitorowania stanu technicznego nie jest wymagany, jednakże jest możliwe nadzorowanie stanu technicznego za pomocą przenośnych przyrządów diagnostycznych. Dostawca maszyny jest zobowiązany do przygotowania powierzchni (lub prętów pomiarowych) na węzłach łożyskowych, do których czujnik przenośnego analizatora drgań będzie mocowany.

4.5 Zalecany zakres nastaw czujników temperatury

Dla wszystkich grup maszyn, wymagających pomiaru temperatury zaleca się następujące zakresy alarmów i nastaw progów temperaturowych w zależności od typu zastosowanych olejów smarnych. (każdorazowo dokładne zakresy nastaw należy uzgodnić z Grupą LOTOS S.A.):

- dla bloków łożyskowych smarowanych olejem mineralnym:

- praca (run temperature) - 80°C
- alarm - 90°C
- wyłączenie (ang. Trip) - 100°C

- dla bloków łożyskowych smarowanych olejem syntetycznym:

- praca (run temperature) - 100°C
- alarm - 115°C
- wyłączenie (ang. trip) - 125°C

5 Zalecane konfiguracje monitoringu dla wybranych maszyn

5.1 Sprężarki

Sprężarki tłokowe o mocy powyżej 50 kW winny być wyposażone w:

- System monitorowania temperatury pokryw zaworów, temperatur i ciśnień międzystopniowych oraz wydajności,
- Czujniki opadnięcia tłoczysk (wiroprądowe),
- Przetworniki ciśnienia, umożliwiające wyznaczanie wykresów indykatorowych dla każdego z cylindrów,
- Czujniki przyśpieszeń (po jednym na każdym cylindrze),
- Czujniki prędkości (dwa przetworniki zainstalowane po obu stronach skrzyni korbowej sprężarki),
- Czujnik fazy – key-phasor /pomiar kąta fazowego/
- Pomiar temperatur (panewki łożysk, olej smarujący)

Wszystkie mierzone wielkości winny być przesyłane do sterowni i rejestrowane przez DCS. Dla maszyn z grupy C dopuszcza się stosowanie lokalnej sygnalizacji nadmiernych drgań (bez przesyłania sygnałów do sterowni).

5.2 Pompy krytyczne pojedyncze

Dla krytycznych pomp z wałami podpartymi za pomocą łożysk ślizgowych system monitorowania stanu dynamicznego urządzenia powinien obejmować następujące pomiary:

- każdy węzeł łożyskowy winien być wyposażony w parę czujników drgań względnych usytuowanych względem siebie pod kątem ok. 90°,
- przemieszczenia wzdłużne tarczy łożyska oporowego rotora winny być rejestrowane za pomocą minimum dwóch czujników wiroprądowych,
- pomiar kąta fazowego (czujnik fazy),
- pomiar temperatury panewki bądź segmentu łożyska za pomocą termopar (zaleca się termopary typu K; po 2 pomiary + 1 rezerwa na każde łożysko), pomiar temperatury oleju smarującego łożyska na wlocie i na wylocie z węzłów łożyskowych.

Sygnały generowane przez czujniki układu monitorowania powinny być przesyłane do sterowni i rejestrowane przez DCS.

Konfiguracja systemu monitorowania parametrów pracy krytycznych pomp posiadających rezerwę może być ograniczona na podstawie uzgodnień z przedstawicielami Grupy LOTOS S.A.

6 Silniki elektryczne

Specyfikacja nr 4200 mówi o wymaganym opomiarowaniu silników elektrycznych w zakresie pomiaru temperatur.

Silniki powinny być wyposażone w czujniki drgań tak jak wymaga tego kategoria maszyny napędzanej przez silnik elektryczny.

Jeśli silnik nie jest wyposażony w czujniki drgań, węzeł łożyskowy po stronie nie napędzanej (ang. non drive end /NDE/) winien być wyposażony w dwa wzajemnie prostopadłe pręty umożliwiające pomiar drgań za pomocą przenośnego analizatora drgań. Usytuowanie i zamocowanie prętów w korpusie łożyskowym winno zapewniać jak najmniejsze zniekształcenie sygnału wibroakustycznego generowanego w węźle łożyskowym.

Pręty nie są wymagane w przypadku silników małych tj. wielkość mechaniczna poniżej 160M.

7 Dokumenty związane

7.1 Specyfikacje Grupy LOTOS S.A.

Pozostałe specyfikacje techniczne, wymienione na przekazanym wykazie Specyfikacje Techniczne Grupy LOTOS S.A.

7.2 Normy

Normy i przepisy wyszczególnione poniżej stanowią część niniejszej specyfikacji. Jeśli nie uzgoniono inaczej wiążące jest najnowsze wydanie norm i ich aneksy obowiązujące w dniu podpisania kontraktu:

- API Std 670 – Machinery Protection Systems
- PN-ISO 10816-1 – Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach nie wirujących

8 Karta zmian

Lp.	Data	Opis zmian	Zmianę wprowadził
0		Niniejsza specyfikacja zastępuje w całości poprzedni standard Grupy LOTOS S.A. nr PR 07 248 o tym samym tytule.	T. Wójcik
1	17.11.2006.	Wprowadzono zmianę w punkcie 4.2. – pomiar temperatury.	B. Kowalewski
2	30-11-2013 (rev.2)	Przegląd, aktualizacja, ujednolicenie i zmiany standardu w ramach zlecenia OK/990/2012	Redakcja zbiorowa. Koordynacja: T. Wróbel
-	31-08-2015	Korekta nagłówka strony, bez mian w treści dokumentu	T. Wróbel