



STANDARDY TECHNICZNE ORLEN Południe S.A. DLA MASZYN WIRUJĄCYCH

WYMAGANIA TECHNICZNE DLA SYSTEMÓW  
MONITOROWANIA MASZYN

*TECHN/CAL STANDARDS OF OPD S.A. GROUP FOR ROTATING  
EQUIPMENT*

*TECHN/CAL REQUIREMENTS FOR  
MACHINES MONITORING SYSTEMS*

Opracowanie / Developed by:

Akceptacja / Accepted by:

Zatwierdzam / Approved by:

Trzebinia maj 2018 r.



Dział Utrzymania Ruchu i Zarządzania Majątkiem	WYMAGANIA TECHNICZNE DLA SYSTEMÓW MONITOROWANIA MASZYN	Nr egzemplarza // Copy Number <b>A</b>
Data opracowania // Release Date.  maj 2018	Data aktualizacji // Dale of update:	Nr aktualizacji strony// The number of update page: 1 Nr strony // Page no 3

1.	REQUIREMENTS FOR MACHINES PROTECTION AND MONITORING SYSTEM	WYMAGANIA DLA SYSTEMÓW ZABEZPIECZENIA I MONITOROWANIA MASZYN
1.1.	Machine protection and monitoring system, shall be installed for the most important (critical) machines on the Plant. It shall cover the rotary compressors, geared compressors, reciprocating compressors, gearboxes, steam turbines, gas turbines, pumps, fans, blowers, electric motors and other machines operation of which has a decisive significance on operation of the plant.	Systemy zabezpieczenia i monitorowania maszyn powinny być zainstalowane dla ważnych (krytycznych) maszyn w Zakładzie. System monitorowania powinien obejmować sprężarki wirowe, sprężarki przekładniowe, sprężarki tłokowe, przekładnie zębate, turbiny parowe, turbiny gazowe, pompy, wentylatory, dmuchawy silniki elektryczne i inne maszyny, których działanie ma decydujące znaczenie na ciąg/ość pracy instalacji.
1.2.	<p>The Machine Monitoring System shall:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be the system of measuring and protecting type, with programmable by the user measurement sets and system of alarm and interlock logic,</li> <li>- be an autonomous system of the module structure, equipped with monitors for continuous measurements (on-line), meeting requirements defined in API 670 Standard,</li> <li>- provide data transmission to OCS,</li> <li>- be equipped with relays. Contact for trip shall be of SPOT or OPOT 24V, 05A type directly connected to ESO(PLC) system,</li> <li>- have buffered outlets of signal,</li> <li>- automatically perform, register and archive the primary measuring values and advanced diagnostic analyses of measured signals include of the following: synchronous time-wave forms of vibration signal + orbits, shaft centerline movement in the bearing, spectrum (full-spectrum) of vibrations, vibrations signal envelope, spectrum analysis, waterfall spectrum (Full-spectrum), cascade plots, Bode's plots, polar plots and indicator plots (for reciprocating compressors),</li> <li>- register and archive measuring events and system events,</li> <li>- be equipped with self-control and self-diagnostic system for self-diagnosis of measuring loops,</li> <li>- have the system for continuous visualization of measuring data and configuration of the system,</li> <li>- allow access to virtual servers via the local Ethernet network keeping the safety requirements applicable OPD</li> <li>- be delivered with the software with license, up-grade and technical support for 5 years,</li> <li>- have in DCS system one alarm in the cabinet with converters and another one for information about the measuring and protecting cassette, converters, etc...</li> </ul>	<p>System monitorowania maszyn musi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- być systemem pomiarowym i zabezpieczającym z możliwością programowania przez użytkownika zestawów pomiarowych i układu logiki alarmowania i blokad,</li> <li>- być systemem autonomicznym o modułowej strukturze wyposażonym w monitory pomiarowe do pomiarów ciągłych (on-line), spełniających wymagania określone w normie API 670,</li> <li>- zapewniać transmisję danych do OCS ,</li> <li>- być wyposażonym w przekaźniki do automatycznego wyłączenia maszyny (typu SPOT lub OPOT 24V, 05A) podłączone bezpośrednio do systemu ESO (PLC),</li> <li>- mieć buforowane wyjścia sygnału pomiarowego,</li> <li>- automatycznie rejestrować i archiwizować zarówno podstawowe wartości pomiarowe jak i zaawansowane analizy diagnostyczne mierzonego sygnału takie jak np.: synchroniczne przebiegi czasie sygnału drganiowego + trajektorie ruchu czopa wału (orbity), położenie środka czopa wału w łożysku, spektrum (full-spectrum) sygnału drganiowego, obwódźnia sygnału drganiowego, analizy cepstrum, wykresy typu waterfall (full-spectrum), wykresy typu cascada, Bode, polar i wykresy indykatorowe (dla sprężarek tłokowych),</li> <li>- rejestrować i archiwizować zdarzenia pomiarowe i zdarzenia systemowe,</li> <li>- być wyposażony w systemy autokontroli i autodiagnostyki obwodów pomiarowych,</li> <li>- mieć układy do ciągłej wizualizacji parametrów pomiarowych i parametrów do konfigurowania systemu,</li> <li>- umożliwiać dostęp do serwerów wirtualnych poprzez lokalną sieć Ethernet z zachowaniem wymagań bezpieczeństwa obowiązujących w OPD</li> <li>- być dostarczony z oprogramowaniem, licencjami, up-grade'em i technicznym wsparciem na 5 lat,</li> <li>- mieć układ w OCS informujący i alarmujący o parametrach kabiny z kasetami pomiarowo-zabezpieczającymi, konwertarami, itp...</li> </ul>

Dział Utrzymywania Ruchu i Zarządzania Majątkiem	WYMAGANIA TECHNICZNE DLA SYSTEMÓW MONITOROWANIA MASZYN	Nr egzemplarza /i/ Copy Number <b>A</b>
Data opracowania /i/ Release Date.  maj 2018	Data aktualizacji // Dale of update:	Nr aktualizacji strony// The number of update page: 1 Nr strony // Page no 4

1.3.	<p>The centrifugal compressors, geared compressors, screw compressors pumps, fans, blowers and steam turbines, gas turbines shall be equipped with the following measurements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- measurement of the relative shaft vibrations (two eddy current sensors in each slide bearing assembly),</li> <li>- measurement of the shaft axial position (three eddy current sensors for each shaft),</li> <li>- machine rotary speed measurement providing also a function of the Keyphasor® for the drivers of both constant and variable rotary speeds,</li> <li>- measurement of shaft eccentricity for steam turbine shaft and gas turbine shaft,</li> <li>- measurement of relative elongation (for steam turbines,)</li> <li>- measurement of absolute elongation of steam turbine casings,</li> <li>- measurement of absolute vibrations of bearing casings (one or two accelerometers or velocity probes on each bearing casing),</li> <li>- from one absolute vibration transducer shall be provided: measurements of effective velocities - <math>V_{rms}</math> [mm/s] and measurements of true peak acceleration - <math>Acc.0\text{-peak}</math> [<math>m/s^2</math>]; and possibility (for low-speed machines) measurements of peak-to-peak displacement <math>Displ.p-p</math> [<math>\mu m</math>],</li> <li>- temperature measurement of radial and thrust slide bearings (2 redundant temperature sensors) installed in each carrying components of the bearing),</li> <li>- medium dynamic pressure and temperature measurements,</li> <li>- medium flow measurement,</li> <li>- load (efficiency) measurement,</li> <li>- class cleanness of lubricated oil.</li> </ul>	<p>Sprężarki wirowe, sprężarki przekładniowe, śrubowe, pompy, wentylatory, dmuchawy i turbiny parowe, turbiny gazowe muszą być wyposażone w następujące pomiary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary drgań względnych wału (2 bezdotykowe, wiroprowdowe przetworniki w każdym łożysku ślizgowym),</li> <li>- pomiary osiowego położenia wału (3 bezdotykowe, wiroprowdowe przetworniki dla każdego wału),</li> <li>- pomiar prędkości obrotowej maszyny dostarczający jednocześnie sygnał funkcji Keyphasor®a zarówno dla maszyn o stałej jak i zmiennej prędkości obrotowej,</li> <li>- pomiary ekscentryczności wału turbin parowych i wału turbin gazowych,</li> <li>- pomiary wydłużeń względnych (dla turbin parowych,)</li> <li>- pomiary wydłużeń bezwzględnych/absolutnych korpusów turbin parowych,</li> <li>- pomiary drgań absolutnych korpusów łożyskowych Geden lub dwa akcelerometry lub czujniki prędkości drgań na każdym korpusie łożyskowym,)</li> <li>- z jednego czujnika drgań absolutnych powinny być dostarczane: pomiary skutecznych prędkości drgań - <math>V_{rms}</math> [mm/s] i pomiary rzeczywistych szczytowych przyspieszeń drgań - <math>Acc.0\text{-peak}</math> [<math>m/s^2</math>]; ewentualnie (dla maszyn wolnoobrotowych) pomiar międzyszczytowych przemieszczeń drgań - <math>Displ.p-p</math> [<math>\mu m</math>],</li> <li>- pomiary temperatury nośnych jak i oporowych łożysk ślizgowych (2 redundantne czujniki temperatury) zainstalowane w każdym elemencie nośnym łożyska),</li> <li>- pomiary ciśnień dynamicznych i temperatury medium roboczego,</li> <li>- pomiar przepływu medium roboczego,</li> <li>- pomiar obciążenia (wydajności) maszyny,</li> <li>- pomiar klasy czystości oleju smarującego.</li> </ul>
1.4.	<p>The piston compressors shall be equipped with the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- measurement of absolute vibrations on each cylinder,</li> <li>- crankcase absolute vibration measurement,</li> <li>- measurement of absolute vibrations of crosshead chamber,</li> <li>- from one absolute vibration transducer shall be provided: measurements of effective velocities - <math>V_{rms}</math> [mm/s] and measurements of true peak acceleration - <math>Acc.0\text{-peak}</math> [<math>m/s^2</math>]; and possibility (for low-speed machines) measurements of peak-to-peak displacement <math>Displ.p-p</math> [<math>\mu m</math>],</li> <li>- measurement of absolute vibrations (velocity vibration) on the main bearing casings,</li> <li>- relative shaft vibration measurement (two eddy current sensors in the each compressor main slide bearings,)</li> </ul>	<p>Sprężarki tłokowe muszą być wyposażone w następujące pomiary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary drgań absolutnych na każdym cylindrze,</li> <li>- pomiary drgań absolutnych skrzyni korbowej,</li> <li>- pomiary drgań absolutnych komór wodzikowych,</li> <li>- z jednego czujnika drgań absolutnych powinny być dostarczane: pomiary skutecznych prędkości drgań - <math>V_{rms}</math> [mm/s] i pomiary rzeczywistych szczytowych przyspieszeń drgań - <math>Acc.0\text{-peak}</math> [<math>m/s^2</math>]; ewentualnie (dla maszyn wolnoobrotowych) pomiar międzyszczytowych przemieszczeń drgań - <math>Displ.p-p</math> [<math>\mu m</math>],</li> <li>- pomiary drgań absolutnych (prędkości drgań) na obudowach łożysk głównych,</li> <li>- pomiary drgań względnych wału (2 bezdotykowe, wiroprowdowe przetworniki w każdym głównym łożysku ślizgowym),</li> </ul>

Dział Utrzymania Ruchu i Zarządzania Majątkiem	WYMAGANIA TECHNICZNE DLA SYSTEMÓW MONITOROWANIA MASZYN	Nr egzemplarza /i/ Copy Number <b>A</b>
Data opracowania /i/ Release Date.  maj 2018	Data aktualizacji // Dale of update:	Nr aktualizacji strony// The number of update page: 1
		Nr strony // Page no 5

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- temperature measurement of slide bearings (2 redundant temperature sensors) installed in each carrying components of the bearing,)</li> <li>- temperature measurement of suction and discharge valves,</li> <li>- rod drop and rod position measurements; 2 eddy current sensors (in horizontal and vertical directions,)</li> <li>- dynamic pressure measurement in each cylinder,</li> <li>- suction and discharge gas temperature measurement,</li> <li>- cylinder pressure measurements and p-V indicator graphs.</li> </ul> <p><b>As a protection against failure the piston compressor should be equipped with a mechanical switch from excessive vibration - mechanical vibraswitch.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary temperatury łożysk ślizgowych (2 redundantne czujniki temperatury) zainstalowane w każdym elemencie nośnym łożyska),</li> <li>- pomiary temperatury zaworów ssących i tłocznych,</li> <li>- pomiary opadania i pozycji tłoczyska; 2 bezdotkowe, wiroprądowe przetworniki (w kierunku poziomym i pionowym,)</li> <li>- pomiary ciśnienia dynamicznego w każdym cylindrze,</li> <li>- pomiary temperatury gazu na ssaniu i tłoczeniu,</li> <li>- pomiary ciśnienia w cylindrze i wykonywanie wykresów indykatorowych p-V.</li> </ul> <p><b>Jako zabezpieczenie przed skutkami awarii sprężarka tłokowa powinna być wyposażona w mechaniczny wyłącznik od nadmiernych drgań tzw. vibraswitch.</b></p>
1.5.	<p>The electric motors on slide bearings and power above 200 kW shall be equipped with the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- shaft relative vibration measurement (2 eddy current sensors in the each slide bearing,)</li> <li>- motor bearing casing absolute vibration measurement,</li> <li>- bearing temperature measurement (2 redundant temperature sensors) installed in each carrying components of the bearing,</li> <li>- motor winding temperature measurement (2 redundant temperature sensors for each winding).</li> </ul>	<p>Silniki elektryczne na łożyskach ślizgowych o mocy powyżej 200 kW powinny być wyposażone w następujące pomiary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary drgań względnych wału (2 bezdotkowe, wiroprądowe przetworniki w każdym łożysku ślizgowym),</li> <li>- pomiary drgań absolutnych korpusów łożyskowych,</li> <li>- pomiary temperatury łożysk ślizgowych (2 redundantne czujniki temperatury) zainstalowane w każdym elemencie nośnym łożyska,</li> <li>- pomiary temperatury uzwojeń (2 redundantne czujniki temperatury dla każdego uzwojenia.)</li> </ul>
1.6.	<p>The electric motors on rolling bearings and power above 200 kW shall be equipped with the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- motor bearing casing absolute vibration measurement with possibility monitoring of parameters for detect roll bearings malfunctions,</li> <li>- rolling bearing temperature measurement,</li> <li>- motor winding temperature measurement (2 redundant temperature sensors for each winding).</li> </ul>	<p>Silniki elektryczne na łożyskach tocznych o mocy powyżej 200 kW powinny być wyposażone w następujące pomiary:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary drgań absolutnych korpusów łożyskowych z możliwością monitorowania parametrów ukierunkowanych na wykrywanie niesprawności łożysk tocznych,</li> <li>- pomiary temperatury łożysk tocznych,</li> <li>- pomiary temperatury uzwojeń (2 redundantne czujniki temperatury dla każdego uzwojenia).</li> </ul>
1.7.	<p>The non-critical machines with roll bearings shall be equipped with the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bearing casing absolute vibration measurement with possibility monitoring of parameters for detect roll bearings malfunctions,</li> <li>- rolling bearing temperature measurement.</li> </ul>	<p>Maszyny niekrytyczne z łożyskami tocznymi powinny być wyposażone w następujące pomiary specjalne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary drgań absolutnych z możliwością monitorowania parametrów ukierunkowanych na wykrywanie niesprawności łożysk tocznych,</li> <li>- pomiary temperatury łożysk tocznych.</li> </ul>
1.8.	<p>Additional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- measuring vibration and temperature sensors shall be installed in accordance with guidelines of API 670 Standard,</li> <li>- measuring loops in the trip system shall be double (redundant) and complete,</li> </ul>	<p>Wymagania dodatkowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- czujniki drgań i temperatury powinny być zainstalowane w maszynach zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie API 670,</li> <li>- blokadowe obwody pomiarowe powinny być podwójne (redundowane),</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cables should be specified by producer of Machine Monitoring Systems,</li> <li>- transmission cables should be lead in separately ducts; exclude noise from for instance energetic cables,</li> <li>- transmission cables should have minimum connections (without any additional junction boxes other than that on the skid),</li> <li>- transmission cable should be situated keep away from any other power and supply cables,</li> <li>- all equipment should be correct grounded.</li> </ul> <p>Machine monitoring system (with sensors) shall be chosen in accordance with the Area Explosion Hazard Classification Protocol. EX execution is recommended.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kable powinny być wyspecyfikowane przez producenta aparatury do monitorowania parametrów maszyn,</li> <li>- kable transmisyjne (obiektowe) powinny być przeprowadzone w oddzielnych korytkach zabezpieczających je przed wpływem zakłóceń od np. kabli energetycznych,</li> <li>- kable transmisyjne (obiektowe) powinny mieć minimalną ilość połączeń (bez dodatkowych skrzynek łączących oprócz skrzynki przy maszynie),</li> <li>- kable transmisyjne (obiektowe) powinny być usytuowane z daleka od kabli zasilających,</li> <li>- cała aparatura pomiarowa powinna być poprawnie uziemiona.</li> </ul> <p>System monitorowania maszyn (z czujnikami) powinien być dobrany zgodnie z wymaganiami wybuchowości strefy (ang. Area Explosion Hazard Classification Protocol - Exei).</p>