

**Zlecenia Realizowane na Zamówienie Jednostek Zewnętrznych**

**rok 2010**

**1. Wykonanie wielokanałowego stanowiska pomiarowego T-MOT2 do rejestracji temp. w badanych silnikach zasilanych z przekształtników wraz z koniecznymi zmianami programu DAMOT według przedstawionej specyfikacji wraz z instalacją w DFME DAMEL**

The Realization of Multi- Channels Test Equipment for Measurement and Recording of Temperature of Electric Machines, Supplying from Converters

Dąbrowska Fabryka Maszyn Elektrycznych DAMEL S. A.  
41-300 Dąbrowa Górnicza, Al. J. Piłsudskiego 2

Kierownik pracy: dr hab. inż. Witold Rams, prof. nz. AGH. Nr pracy: 5.5.120.911

T-MOT2 jest zestawem współpracującym z komputerowym systemem DAMOT. Służy on do zbierania danych pomiarowych przebiegów temperatury na stanowisku końcowych badań silników indukcyjnych. Pozwala na dołączenie maksymalnie 30 termopar typu J i 12 termorezystorów typu Pt 100. Wejścia termopar są izolowane od elektroniki i masy poprzez przetworniki FlexTop 2211 o wytrzymałości napięciowej 3.75 kV AC. Wejścia Pt 100 nie są izolowane galwanicznie.

Zestaw ma zastosowanie w próbach: nagrzewanie silnika metodą bezpośredniego obciążenia i sprawdzanie ochrony termicznej. Dla każdej próby można: zaplanować rozmieszczenie czujników, wykonać odpowiednie pomiary, narysować wybrane charakterystyki, przedstawić wyniki w postaci liczb i ewentualnie wykresów, stworzyć protokoły zbiorcze wyników oraz zapamiętać wyniki pomiarów.

T\_MOT2 is the set of equipment co-operating with computers system Damot. It is useful for acquisition of measurement data for tests of inductions motors. It is possible to measure maximum 30 temperatures using termocouples type J and 12 temperatures using temperature resistors PT100. The termocouples are isolated from equipment by temperature converters FlexTop 2211 (3.75kV AC). PT100 thermometers are not isolated.

This equipment can be used for testing machines by method of direct load and for testing a termic protection of machines. For every test it is possible to outline sensors placement, to do an appropriate measurements, to draw some diagrams and to visualize the results as the digitals or diagrams. Creation of protocols and archivisation of results is also possible.

**2. Opracowanie algorytmu i oprogramowania do nadzoru klatek wirników maszyn indukcyjnych na podstawie prądu w czasie rozruchu**

Procedure and software for automatic induction motor cage diagnosis based on startup current

PUP „SOMAR” Sp. z o.o.  
40-186 Katowice, ul. Karoliny 4

Kierownik pracy: dr inż. Michał Rad. Nr pracy: 5.5.120.936

Celem pracy było opracowanie i przetestowanie skutecznej metody automatycznej diagnostyki klatki wirnika maszyn indukcyjnych, na podstawie prądu rozruchu, do zastosowania w układach zabezpieczeń silników.

W wyniku pracy powstała automatyczna procedura wykrywająca moment rozruchu, a następnie analizująca przebieg prądu rozruchowego. Analiza polegała na zastosowaniu specjalnej dedykowanej falki opracowanej przez autorów. Wynikiem analizy jest współczynnik uznawany za miarę asymetrii badanego wirnika. Opracowana procedura została przetestowana na danych zarejestrowanych w laboratorium oraz danych pochodzących z przemysłu. Dodatkowym elementem pracy było sprawdzenie celowości wstępnej filtracji prądu rozruchu, filtrem tłumiącym częstotliwość zasilania dla polepszenia skuteczności całej analizy przy zastosowaniu przetwornika A/C o niezbyt dużej rozdzielczości.

The purpose of the work was developing method of automatic squirrel cage diagnosis of induction motors. This method is dedicated for protection systems of induction motors.

Prepared procedure detects moment of the startup, and then analyzes recorded current. Method of analyzing is based on special, dedicated wavelet devised by authors. Result of procedure is one coefficient, treated as a measure of rotor asymmetry. Whole method was tested on data from laboratory as well on data recorded in industry. Additional aspect of this work was advantages verification of using pass-stop filter suppressing main frequency supply. This increase efficiency of procedure in case of using A/D converter with small resolution.

### **3. Wykonanie ekspertyzy n/t celowości zastosowania softstartów w układach napędowych dmuchaw OS Czajka**

The analysis of expedience of soft-starters application in drive systems of compressors in OS Czajka

Siemens Sp. z o.o.  
03-821 Warszawa, ul. Żupnicza 11

Kierownik pracy: mgr inż. Henryk Krawiec. Nr pracy: 5.5.120.938

Przedmiotem analizy jest układ napędowy dmuchawy z silnikiem asynchronicznym 6kV, 810kW, zasilanym indywidualnie z transformatora 2500 kVA, 15kV/6kV.

Wymagania dostawcy dmuchawy są: czas rozruchu nie dłuższy niż 8s oraz zapewnienie przyspieszenia kąowego co najmniej  $10 \text{ rad/s}^2$  w zakresie obrotów 1500- 2200 1/min, co szczególnie ważne w przypadku zastosowania soft-startów. Nie spełnienie warunków wpływa na skrócenie żywotności oraz może spowodować uszkodzenie dmuchawy. Badania symulacyjne układu napędowego dmuchawy: rozruch bezpośredni oraz rozruch łagodny z zastosowaniem soft-startu przeprowadzono w MATLAB SIMULINK. Optymalne zastosowanie soft - startu (z ograniczeniem prądu do wartości  $1,5 - 2,5I_N$ ) w rozpatrywanym przypadku ma miejsce przy zadanym czasie rozruchu ca 30 s i wtedy zastosowanie soft -startu

byłoby uzasadnione, ale zostaje przekroczony kilkakrotnie dopuszczalny czas rozruchu określony przez dostawcę dmuchawy.

Przy zadanej sieci, warunkach rozruchu i wymaganiach na czas rozruchu zastosowanie soft startu jest nieskuteczne, jedyną alternatywą pozostaje rozruch bezpośredni.

Requirements as by the supplier of the compressor are : start-up time not longer than 8s and the angle acceleration shall be bigger than  $10 \text{ rad/s}^2$  in the area 1500 to 2200rpm, which is especially important if soft starters are used.

Requirements must be followed and no exceptions to this rule are allowed, as the lifetime of the compressors would be reduced or they could even be damaged. Simulations of compressor drive system, for direct-on-line motor starting and soft-start motor starting were executed using MATLAB SIMULINK. In this case, optimal use of soft-starters (with the current limited to 1,5 – 2,5 IN) is possible with the ramp slope time of motor supplying voltage ca 30s. This means that using soft-start is reasonable, yet, the admissible start-up time (as required by the supplier) has been surpassed several times. With the assigned network, the circumstances, conditions and requirements of start-up, the application of soft-start is ineffective which means that direct-on-line start-up remains the only solution.

#### **4. Analiza drganiowa i akustyczna silnika indukcyjnego SP1 355-4A**

Vibratory and acoustic analysis of induction motor SP1 355-4A

Dąbrowska Fabryka Maszyn Elektrycznych DAMEL S.A.  
41-300 Dąbrowa Górnicza, Al. J. Piłsudskiego 2

Kierownik pracy: dr hab. inż. Witold Rams, prof. nz. AGH. Nr pracy: 5.5.120.978

Zadaniem pracy było ustalenie przyczyn generowania nadmiernego hałasu przez silnik indukcyjny 400 kW chłodzony powietrzem.

W tym celu wykonano pomiary drgań, prądu i hałasu wytwarzanego przez silnik w czasie pracy na biegu jałowym, przy różnych napięciach zasilania, oraz w czasie pracy pod obciążeniem nominalnym. W tym drugim przypadku hałas pochodził też od maszyny obciążającej. Wyniki pomiarów poddano analizie widmowej. Dla wyjaśnienia mechanizmu powstawania głównych składników widmowych hałasu i drgań przeprowadzono analityczną i numeryczną analizę pola magnetycznego w szczeliny maszyny i wynikających z niego sił, działających na stojan silnika. Wyznaczono też pomiarowo częstości własne drgań kadłuba i zweryfikowano je z wartościami uzyskanymi na drodze obliczeniowej. Te wszystkie działania stanowiły podstawę dla sformułowanych wniosków końcowych, co do przyczyn nadmiernego hałasu wytwarzanego przez maszynę i możliwości zmniejszenia go poprzez zmiany konstrukcyjne w budowie silnika.

The aim of this work was to find out why 400kW air-cooled induction motor was producing excessive noise.

We performed measurement of current, vibrations and noise generated by the motor when it was running both on idle with different voltage and under nominal load. The results were studied using spectral analysis. In order to explain the origin of dominant frequencies of noise and vibrations we used both analytical and numerical methods to calculate magnetic field in the gap of the engine and resulting force working on the stator. We also measured natural frequencies of vibration of the body and compared them with theoretical results. Performed

analysis allowed us to locate sources of exceeding noise and propose changes in design of the motor which should allow to reduce it.

### **5. Ocena przyczyn awarii silnika napędowego M1B maszyny wyciągowej górniczego wyciągu szybowego szybu III**

KOMPANIA WĘGLOWA S.A. Centrum Wydobywcze WSCHÓD Oddział KWK  
ZIEMOWIT  
43-143 Łęczyny, ul. Pokoju 4

Kierownik pracy: dr hab. inż. Zygfryd Głowacz, prof. nz. AGH. Nr pracy: 5.5.120.949

### **6. Diagnostyka silników synchronicznych PMGZ Husów**

Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.  
01-224 Warszawa, ul. M. Kasprzaka 25

Kierownik pracy: dr hab. inż. Zygfryd Głowacz, prof. nz. AGH. Nr pracy: 5.5.120.985