

**Adrian Barasiński, Centralna Szkoła Państwowa Straży Pożarnej, Częstochowa**  
**Janusz Flaszka, Politechnika Częstochowska, Częstochowa**

## ANALIZA PRACY MASZYN ELEKTRYCZNYCH WIRUJĄCYCH PRĄDU PRZEMIENNEGO Z UWZGLĘDNIENIEM SPEKTRUM NAGRZEWANIA W ZAKRESIE NISZCZĄCYCH WARUNKÓW TERMICZNYCH

### JOB ANALYSIS ELECTRICAL MACHINES AC POWER ROTATING INCLUDING HEAT SPECTRUM OF DESTRUCTIVE OF THERMAL

**Abstract:** This paper presents a rotating electric machine testing of AC including the work of destructive thermal conditions, which are specialized research studies are beyond the scope of general studies of electrical machines. These tests are designed to observe the electrical machine and specify the conditions in terms of such fire safety.

#### 1. Wprowadzenie

Ocena wytrzymałości maszyn i urządzeń oraz osprzętu ma bardzo ważne znaczenie w aspekcie bezpieczeństwa pożarowego.

Wydzielanie ciepła przez maszyny na skutek przepływu prądu elektrycznego lub tarcia jest normalnym zjawiskiem. Uwzględnia się to podczas projektowania maszyn i urządzeń, stosując systemy chłodzące, np. montując w obudowie zestaw wentylatorów, klimatyzatory oraz stosując smary ograniczające skutki tarcia. W ten sposób zapobiega się nadmiernemu nagrzewaniu maszyn, które mogłyby prowadzić do spadku ich wydajności (lub urządzeń z nimi sąsiadujących), skrócenia żywotności, a w skrajnych wypadkach do pożaru lub wybuchu, [1]

#### 2. Diagnostyka układów elektromaszynowych

Niezawodność, a przede wszystkim bezpieczeństwo eksploatacji układów napędowych ma duże znaczenie ekonomiczne w przemyśle. Nieprzewidziane awarie, a nawet krótkie postoje maszyn i urządzeń z reguły prowadzą do znacznych strat produkcyjnych. Niezbędne jest szybkie rozpoznawanie aktualnego stanu technicznego maszyny oraz związanej z nim szybkiej detekcji i lokalizacji uszkodzenia na podstawie obserwacji pewnych symptomów uszkodzeń pojawiających się w sygnałach pomiarowych, [2],[4]

Należy zaznaczyć, że prawidłowo przeprowadzana i prowadzona diagnostyka w znacznym stopniu organizuje późniejsze aplikacje w przemyśle poprzez wyeliminowanie pojawiających się uszkodzeń na obiekcie laboratoryjnym.

Dzięki tak skonstruowanemu stanowisku badawczemu uzyskamy wiedzę na temat przyczyny awarii oraz nieoczekiwanych, nieplanowanych postojów układów elektromaszynowych z prognozowaną chronologią przyczyn, jak:

- stan łożysk;
- izolacji uzwojeń silników indukcyjnych;
- niesymetrii szczeliny pomiędzy stojanem, a wirnikiem;
- nagrzewaniem się poszczególnych elementów układu elektromaszynowego, [3].

#### 3. Koncepcja modelu

Pierwotną koncepcją opracowywanego modelu stanowiska jest przybliżenie zjawisk zachodzących w układach rzeczywistych i możliwość wykonania eksperymentu, jak i dokonanie możliwie dokładniej analizy zachodzących zjawisk pod względem bezpieczeństwa pożarowego.

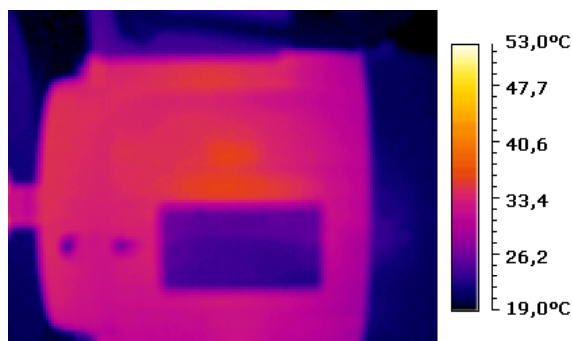
Model układu badanego przedstawia fot.3.1.



Fot. 3.1. Układ badany model I, [opr. wł.]

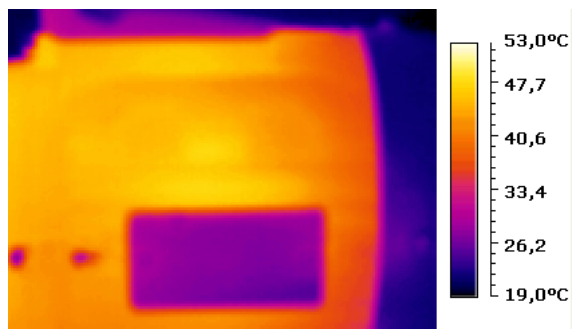
Pracujący silnik zamienia energię elektryczną na mechaniczną. Efektem ubocznym działania silnika jest nagrzewanie się elementów składowych. Przy pracy trwającej nieprzerwanie kilka godzin promieniowanie ciepłe przenika również części wchodzące w skład maszyny oraz elementy znajdujące się w pobliżu. Krzywa nagrzewania silnika jest uzależniona od wielu składowych, a najważniejszą z nich jest obciążenie.

Przy zadaniu wartości znamionowych napięcia (230V), poboru prądu przez silnik w granicach 1,8 A – 1,85A, częstotliwości 50Hz oraz obciążeniu w postaci halogenów o wartości 500W wykonano pomiary temperatury w odstępach 5 minutowych. Do pomiaru temperatury wykorzystano kamerę termowizyjną, co przy zachowaniu tej samej skali pomiarowej obrazuje różnicę temperatur rys. 3.1.



Rys. 3.1 Termogram silnika po 5 min. pracy, [opr. wł.]

Obserwując zdjęcia termogramu można zauważyć zmiany temperatury wynikające z pracy silnika. Zmiany te są najlepiej widoczne w środkowej części (tuż nad tabliczką znamionową). Rysunek nr 3.2 pokazuje stopniowy przyrost temperatury korpusu silnika od miejsca znajdującego się najbliżej wentylacji.



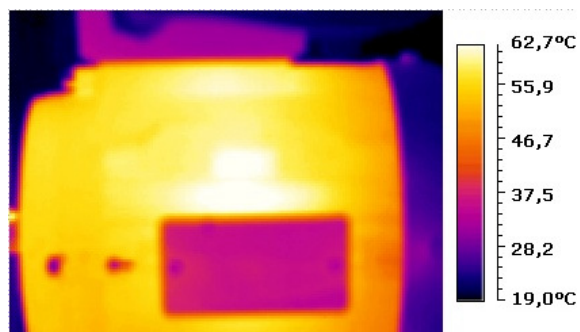
Rys. 3.2. Termogram silnika po 50 min. pracy, [opr. wł.]

Wraz z upływem czasu wartość temperatury rośnie. Początkowo szybko, co 5 °C między pomiarami, a po przekroczeniu wartości 47 °C dużo wolniej. Zmiany te są wyraźnie widoczne na rys. 3.3.

Na podstawie rys. 3.3. stwierdzić można, że obciążenie 500 W nie sprawia silnikowi o danych zam. w tabeli 1 problemów, a jego nagrzewanie się jest liniowe i wraz z upływem czasu stabilizuje się na poziomie 55 – 60 °C.

Zupełnie inaczej wygląda przyrost temperatury w czasie dla obciążenia przekraczającego 1500W. Wartości te są dużo wyższe dla 5 min. okresu próbkowania.

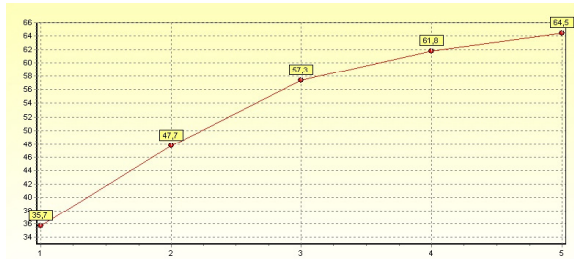
Skoki temperatury wynoszą ok. 10°C, a cały pomiar skraca się o połowę. Po 15 minutach silnik osiąga wartość wyższą od maksymalnej wartości dla pierwszego badania. Ostatnim pomiarem temperatury, jaki udało się uzyskać wynosi 64,5 °C, ponieważ po przekroczeniu 65°C silnik wyłączył się. Zdziały zabezpieczenia termiczne (80°C wewnątrz silnika). Kolejnym etapem dla oceny zagrożenia pożarowego będzie wyeliminowanie zabezpieczenia seryjnego producenta i dokonanie pomiarów.



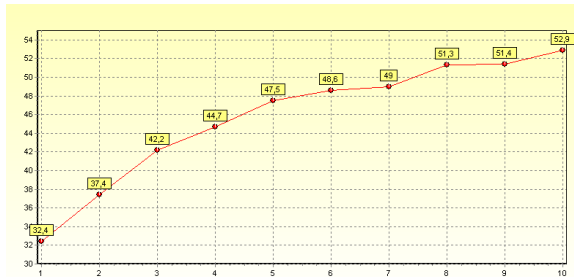
Rys. 3.5. Termogram obciążonego silnika po 25 min. pracy dla obciążenia 720 W, [opr. wł.]

Tabela 1. Dane znamionowe badanego silnika, [opr. wł.]

Lp.	IP	55
1	Praca	S1
2	cosφ	0.83
3	f	50Hz
4	Moc	0.75 kW
5	U	230/400D/Y
6	n	2770



Rys. 3.3. Zmiany temperatur w czasie dla obciążonego silnika – (500W), [opr. wł.]



Rys. 3.4. Zmiany temperatury w czasie dla obciążonego silnika – (1500W), [opr. wł.]

Zupełnie inaczej wygląda przyrost temperatury w czasie dla obciążenia przekraczającego 1500W, rys. 3.4.

Wartości te są dużo wyższe dla 5 min. okresu próbkowania. Skoki temperatury wynoszą ok. 10°C.

Obserwując zdjęcia wykonane kamerą termowizyjną – rys.3.5 - przy zachowaniu tej samej skali pomiarowej jak w pierwszym badaniu można zaobserwować gwałtowne zmiany temperatury silnika.

#### 4. Podsumowanie

Podstawowym zadaniem prowadzenia diagnostyki technicznej maszyn i urządzeń jest uzyskanie wiedzy o stanie pracy maszyny lub urządzenia oraz identyfikacja uszkodzeń występujących w urządzeniach, a także bezpieczeństwo pożarowe. W większości przypadków wystawienie oceny o stanie pracy urządzenia lub określenia przyczyn nieprawidłowości jego działania wymaga zastosowania różnych metod diagnostycznych. Bez wątpienia zastosowanie termowizyjnej metody wizualizacji rozkładów temperatury i możliwość bezdotykowego pomiaru temperatury podnosi skuteczność przeprowadzania diagnostyki urządzeń, dostarczając informacji, których nie otrzymanoby żadną inną metodą. Wątpliwości pojawiają się, gdy uświadomimy sobie, że obiekt nie tylko emituje promieniowanie cieplne świadczące o jego

temperaturze, ale też odbija promieniowanie sąsiednich obiektów. Kamera termowizyjna mierzy promieniowanie, nie rozróżniając, w jakim stopniu jest ono sumą różnych składników. Dlatego właściwa interpretacja wymaga doświadczenia oraz znajomości właściwości badanego obiektu oraz jego otoczenia, a przede wszystkim parametrów takich, jak emisyjność lub refleksyjność.

#### 5. Literatura

- [1]. automatykab2b.pl: *Termowizja w utrzymaniu ruchu. Inspekcja termowizyjna i wibrodiagnostyka w utrzymaniu ruchu zakładów przemysłowych*, 18.04.2011r.
- [2]. Barasiński A., Flaszka J.: *Stanowisko laboratoryjne – dydaktyczne do osiowania elektromaszynowych urządzeń napędowych, projekt na bazie programu inventor firmy Autodesk*. Transcomp – XV International Conference, Computer systems aide science, industry and transport, XII.2011r.
- [3]. Szymaniec S.: *Diagnostyka w przemysłowych napędach elektrycznych*, Wirtualny Nowy Przemysł, Napędy i Sterowanie, 2009.
- [4]. Skiepkó E.: *Instalacje przeciwpożarowe*. Warszawa, Dom Wydawniczy Medium 2009.

#### Autorzy

mgr inż. Adrian Barasiński  
 Centralna Szkoła Państwowa Straży Pożarnej  
 w Częstochowie  
 42-200 Częstochowa, ul. Sabinowska 62  
 e-mail: baras11@vp.pl  
 dr inż. Janusz FLASZA  
 Politechnika Częstochowska  
 Wydział Elektryczny  
 42-200 Częstochowa, Al. Armii Krajowej 17  
 fje@el.pcz.czyst.pl