

Henryk Banach
 Politechnika Lubelska, Lublin

OGRANICZANIE EMISJI HAŁASU NA STANOWISKACH DYDAKTYCZNYCH DO BADANIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH

REDUCING OF THE NOISE EMISSION ON THE TEACHING STANDS FOR TESTING OF ELECTRICAL MACHINES

Abstract: The article concerns how to reduce noise generated by the machine set.: the synchronous motor and d.c. machine. This machine set operates in the electrical machines laboratory of Lublin Technical University. The noise emission was very strong and it was a heavy burden on the human body. It was necessary to take action to reduce the noise emission. It was decided to rebuild the ventilation system of both machines. As a result of these actions was dramatically improving of the cooling of the synchronous motor and significant reduction of noise generated by the machine set. The average noise level was lowered from a few to several dB.

1. Wstęp

W laboratorium maszyn elektrycznych Katedry Napędów i Maszyn Elektrycznych Politechniki Lubelskiej znajdują się liczne zespoły maszynowe przewidziane do badań wybranych maszyn elektrycznych. Szczególnie dwa zespoły z maszynami synchronicznymi produkcji zakładu „Wamel” są źródłem uciążliwego hałasu przekraczającego wartość 90 dB. Już przy pracującym jednym zespole utrudniony jest kontakt werbalny ze studentami, a wielogodzinne przebywanie w laboratorium naraża pracowników dydaktycznych na znużenie i zmęczenie. Przepisy określają, że dopuszczalny poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy nie powinien przekraczać 85 dB, natomiast w przypadku odniesienia do tygodnia pracy, poziom ekspozycji nie powinien przekraczać 80 dB [5]. Obciążenie organizmu nadmiernym hałasem dekoncentruje i może negatywnie wpływać na poprawność wykonywania pomiarów przez studentów jak również na bezpieczeństwo pracy z układem pod napięciem. Ponieważ pojawiły się zastrzeżenia ze stron służb BHP uczelni do istniejącego stanu, należało podjąć środki zaradcze mające na celu zmniejszenia emisji hałasu do poziomu pozwalającego na swobodne prowadzenie zajęć dydaktycznych w laboratorium. Postawiony cel został osiągnięty przez przebudowę układów wentylacyjnych maszyn elektrycznych. Wybranie takiego kierunku działań wyniknęło z faktu, że hałasy emitowane przez wentylatory maszyn elektrycznych mają największy udział w generacji fal akustycznych.

2. Budowa zespołu maszynowego

Modernizowany zespół składał się z maszyny prądu stałego, która pracowała jako hamownica oraz maszyny synchronicznej pracującej jako silnik synchroniczny. Poniżej przedstawiono dane znamionowe obu maszyn, natomiast na rys.1 przedstawiono widok zespołu maszynowego.

Maszyna prądu stałego:

Typ PZMb 54b

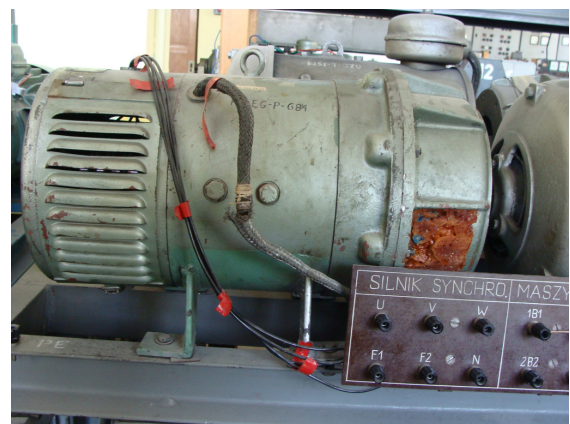
$P_N = 7,5 \text{ kW}$

$U_N = 220 \text{ V}$

$I_N = 38,5 \text{ A}$

$n_N = 2850 \text{ obr/min.}$

Producent „Komet”



Rys. 1. Widok zespołu maszynowego złożonego z silnika synchronicznego i hamownicy prądu stałego

Maszyna synchroniczna:

Typ GBOd 22G

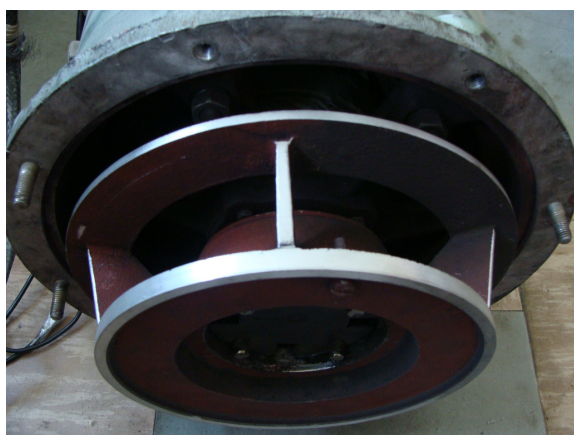
 $P_N = 4 \text{ kW}$ $U_N = 400 \text{ V}$ $I_N = 7,2 \text{ A}$ $n_s = 3000 \text{ obr/min.}$

Producent „Wamel”

Obie maszyny połączone były sprzęgłem rozłącznym z wkładką gumową. Ze względu na prędkość obrotową zespół ten można określić jako szybkobieżny.

3. Przebudowa układu wentylacyjnego maszyny synchronicznej

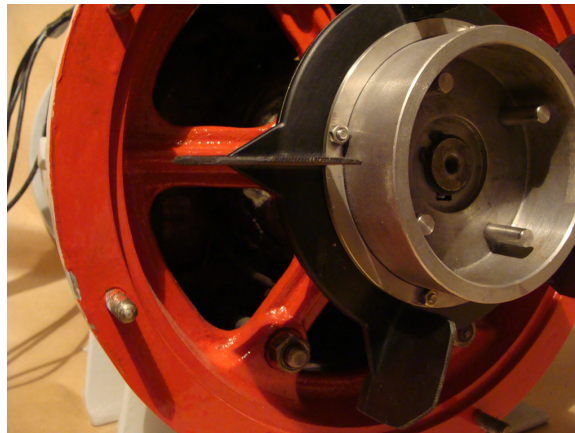
Wentylator maszyny synchronicznej był wentylatorem promieniowym wykonanym ze stali o bardzo solidnej konstrukcji i wynikającym stąd dużym ciężarze. Zamocowany był on na połówce sprzęgła, rys.2.



Rys. 2. Widok wentylatora wraz z połówką sprzęgła przed modernizacją

Konstrukcja wentylatora pozwalała na kierowanie strug powietrza prawie tylko w kierunku promieniowym, między innymi w stronę otworów umieszczonych w obudowie maszyny, co doprowadzało do generacji hałasu o dużym natężeniu. Takie rozwiązanie stwarzało możliwość powstawania efektów syrenowych. Aby zapobiec generacji takich uciążliwych dla otoczenia dźwięków, zaszpachlowano wspomniane otwory.

Aby skuteczniej chłodzić maszynę i obniżyć poziom hałasu zdecydowano się na wykonanie nowej połówki sprzęgła i osadzenia na niej wentylatora wykonanego z tworzywa sztucznego, rys.3.

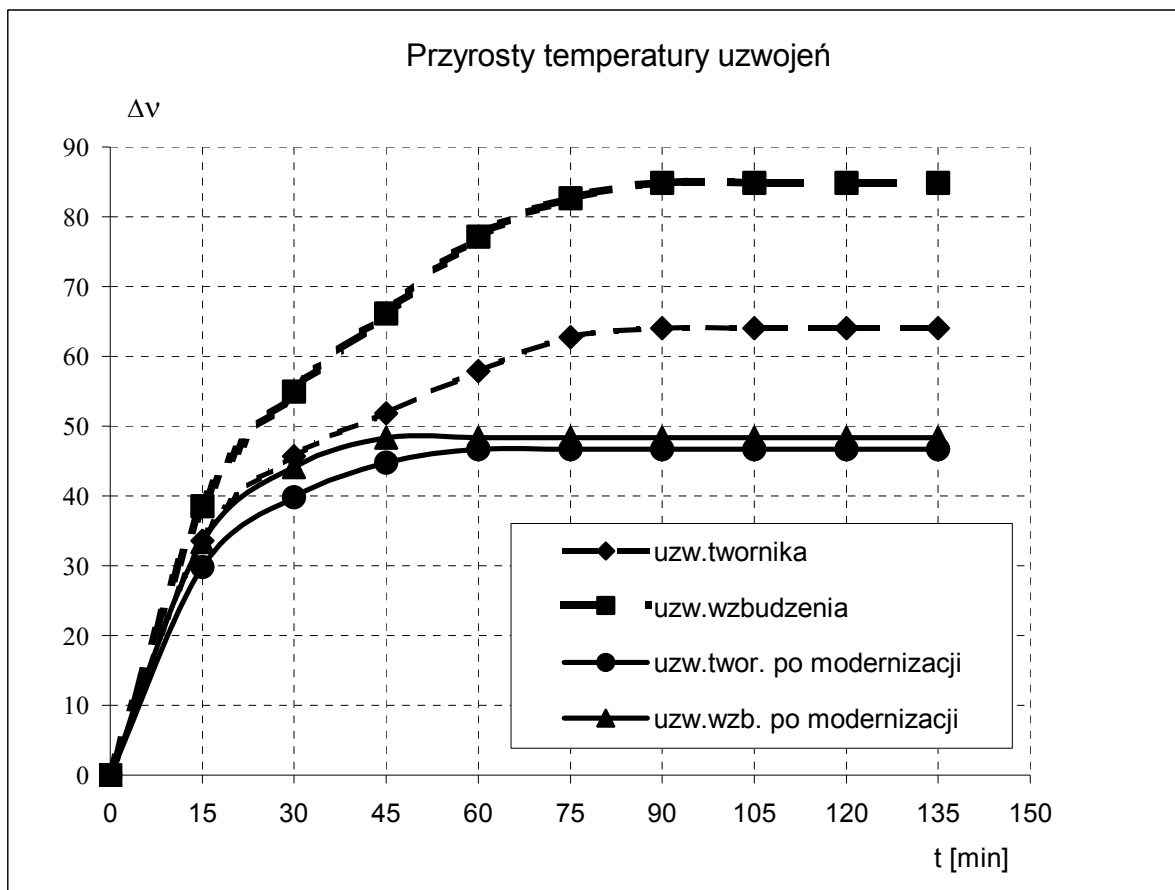


Rys. 3. Widok sprzęgła z osadzonym na nim wentylatorem z tworzywa sztucznego

Wpłynęło to na radykalną poprawę warunków chłodzenia maszyny synchronicznej. Jak wynika to z rys.3 strumień powietrza mógł się teraz przemieszczać w kierunku osiowym i być wyrzucany na zewnątrz, ponieważ obudowa otaczająca wentylator z połówką sprzęgła posiada otwór o znacznej średnicy, niezbędny do połączenia ze sobą obu elementów sprzęgła, rys.4.



Rys. 4. Maszyna synchroniczna z widoczną obudową wentylatora

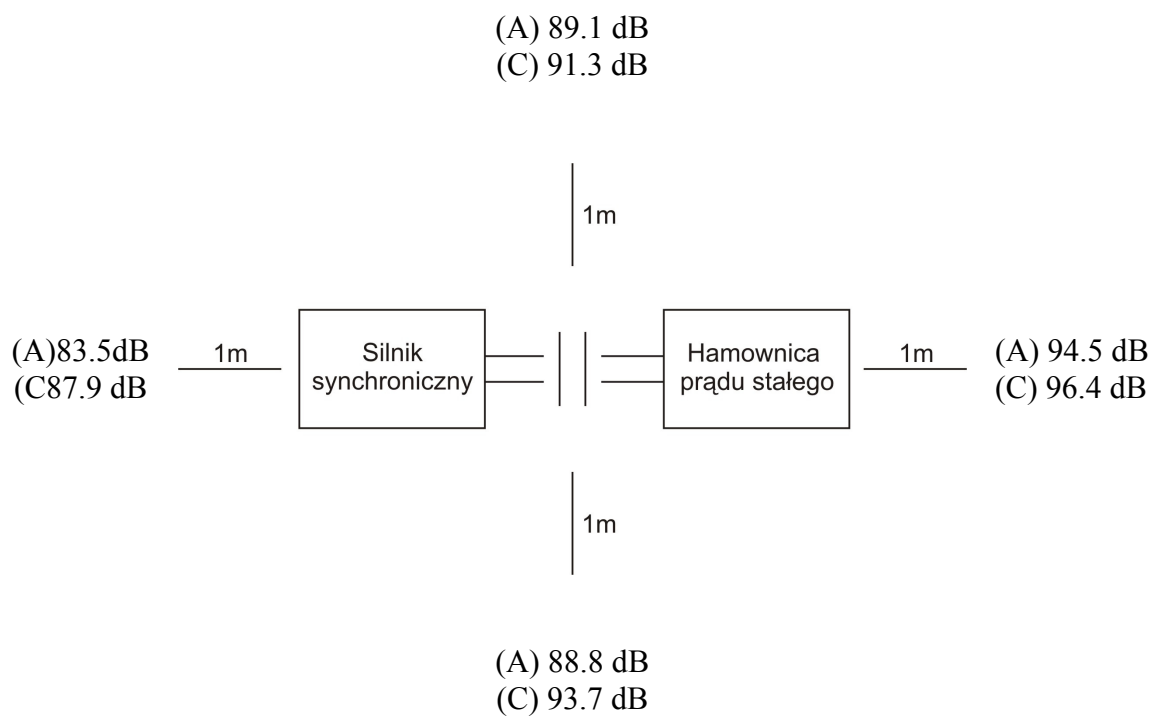


Rys. 5. Przyrosty temperatury uzwojeń twornika i wzbudzenia silnika synchronicznego uzyskane podczas próby nagrzewania przed modernizacją i po modernizacji układu wentylacyjnego

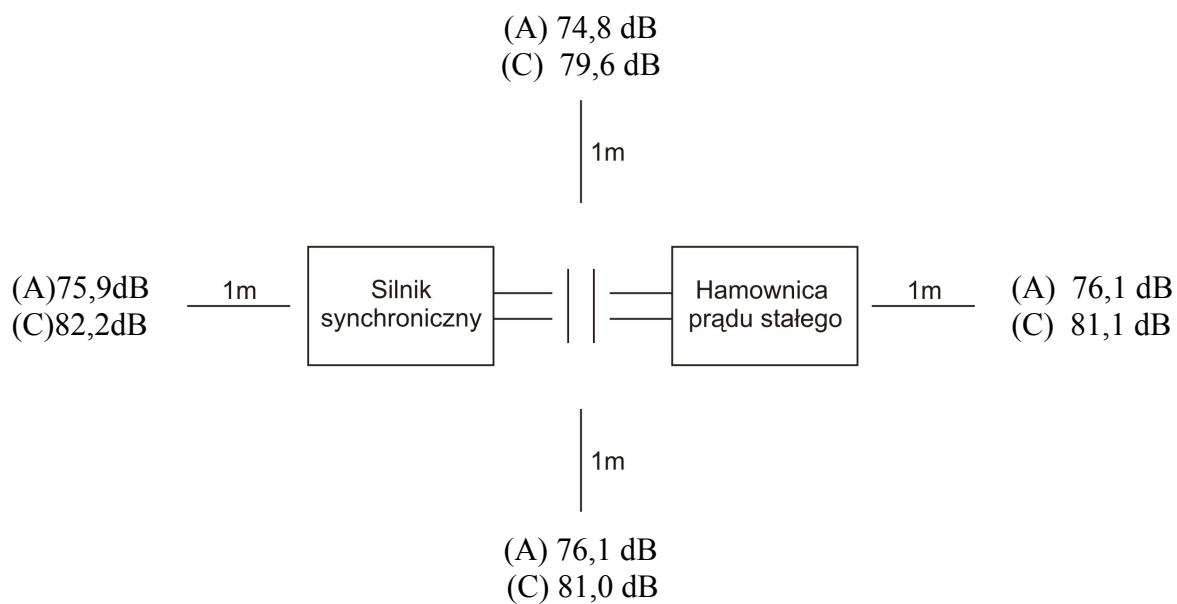
Przy poprzedniej konstrukcji wentylatora ruch powietrza w kierunku osiowym był niemożliwym. Efektem wprowadzonych zmian było znaczące obniżenie temperatury pracy uzwojeń jak również hałasu. Aby wykazać te korzystne zmiany przeprowadzono próbę nagrzewania maszyny synchronicznej znamionowym prądem twornika. Maszyny nie obciążano hamownicą lecz przy biegu jałowym i zasilaniu napięciem znamionowym, wymuszono przepływ prądu biernego twornika przez zwiększenie prądu wzbudzenia. Wyniki z prób nagrzewania przedstawiono na rys.5. Przyrosty temperatury uzwojenia twornika i uzwojenia wzbudzenia wyznaczono metodą oporową. Przyrosty temperatury uzwojenia wzbudzenia zmniejszono z 85 do 48 stopni, natomiast przyrosty temperatury uzwojenia twornika zmniejszono z 64 na 46 stopni.

4. Przebudowa układu wentylacyjnego maszyny prądu stałego

W przypadku hamownicy wentylator był osadzony na wale maszyny na gorąco, wobec czego jego demontaż był równoznaczny z jego zniszczeniem. Zrezygnowano wobec tego z zastosowania wentylatora wykonanego z tworzywa sztucznego i ograniczenie hałasu pracującej maszyny uzyskano w inny sposób. Polegał on na zmniejszeniu średnicy istniejącego wentylatora przez jego obtoczenie. Zmniejszono średnicę wentylatora prawie do średnicy wirnika maszyny, rys.8. Uzyskano w ten sposób radykalne obniżenie emisji hałasu. Mankamentem takiego rozwiązania było pogorszenie warunków chłodzenia maszyny. Jednakże w tym przypadku nie miało to większego wpływu na nagrzewanie się hamownicy, gdyż nawet przy obciążeniu silnika synchronicznego

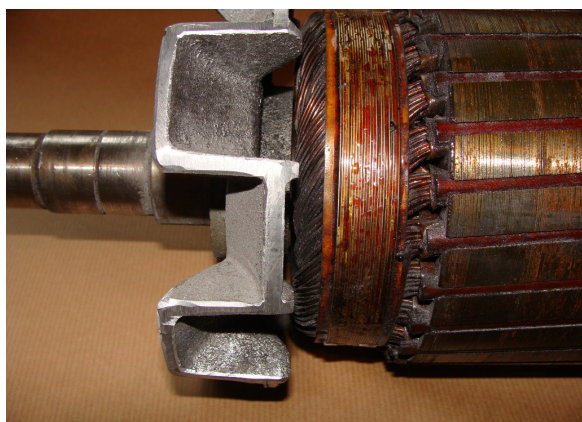


Rys. 6. Pomierzone wartości poziomu hałasu na poszczególnych kierunkach przed modernizacją układu wentylacyjnego



Rys. 7. Pomierzone wartości poziomu hałasu na poszczególnych kierunkach po modernizacji układu wentylacyjnego

jego mocą znamionową, hamownica będzie obciążona mocą około 60 % jej mocy znamionowej



Rys. 8. Widok wirnika hamownicy z obtoczonym wentylatorem

Przy takim obciążeniu straty w uzwojeniu twornika hamownicy będą wynosiły około 36 % strat przy jej znamionowym prądzie. Należy dodać, że obciążenie silnika synchronicznego mocą znamionową jest raczej krótkotrwałe i w związku z tym nie stwarza to żadnego zagrożenia dla izolacji uzwojenia twornika związanego z jej ewentualnym przegrzaniem.

5. Pomiary emisji hałasu

Pomiarów hałasu dokonano przy pracującym zespole z użyciem miernika firmy ELBRO ELM-2152. Zachowano określoną przepisami odległość 1 m od wirujących maszyn. Hałas był mierzony na wysokości osi wałów zespołu. Wyniki pomiarów hałasu przed modernizacją przedstawiono na rys. 6 i po modernizacji na rys. 7. Na rysunkach literą (A) oznaczono maksymalny poziom dźwięku, natomiast (C) określa szczytowy poziom dźwięku.

Z analizy przedstawionych pomiarów wynika jednoznacznie, że nastąpiło radykalne zmniejszenie poziomu hałasu od kilku do kilkunastu decybeli w zależności od kierunku pomiaru. Największe zmniejszenie emisji hałasu nastąpiło od strony hamownicy, szczególnie w osi hamownicy. Nasuwa to jednoznaczny wniosek, że hamownica była głównym źródłem generowanego hałasu.

6. Wnioski

Przedstawione w artykule rozważania wskazują na możliwość ograniczenia emisji hałasu przez przebudowę układu wentylacyjnego maszyn elektrycznych. Oczywiście takie działania mogą być realizowane w warunkach laboratorium,

w którym prowadzone są zajęcia ze studentami. Specyfika tych zajęć polega na tym, że badane zespoły maszynowe obciążane są dorywczo, a obciążenia mocą znamionową jest raczej krótkotrwałe. Nie stwarza to zagrożenia przegrzania uzwojeń maszyny, w której ewentualnie nastąpiłoby pogorszenie warunków chłodzenia. W przypadku opisanego zespołu, pracującego przy prędkości $n=3000$ obr/min. udało się osiągnąć założony cel, jakim było radykalne zmniejszenie emisji hałasu od kilku do kilkunastu decybeli w zależności od kierunku pomiaru. Po przebudowie układów wentylacyjnych możliwym stało się werbalne porozumiewanie się ze studentami w obecności pracującego zespołu, bez nadużywania głosu. Poprawił się komfort pracy w laboratorium. Dodatkowym, dość niespodziewanym efektem było znaczące zmniejszenie nagrzewania się uzwojenia wzbudzenia i uzwojenia twornika silnika synchronicznego w wyniku wymiany solidnego, stalowego wentylatora na wentylator z tworzywa sztucznego. Spowodowane to zostało polepszeniem się wentylacji wnętrza maszyny synchronicznej przez ułatwienie przepływu powietrza w kierunku osiowym.

7. Literatura

- [1]. Dziadosz S.: Modernizacja zespołu maszynowego: silnik synchroniczny – hamownica prądu stałego. Praca dyplomowa inżynierska. Politechnika Lubelska 2010 – opiekun pracy dr inż. H. Banach.
- [2]. Latek W.: Badanie maszyn elektrycznych w przemyśle. WNT W-wa 1979.
- [3]. Dąbrowski M.: Konstrukcja maszyn elektrycznych. WNT W-wa 1977.
- [4]. Kordecki A.: Budowa maszyn prądu stałego. WNT W-wa 1973.
- [5]. PN-EN ISO 9612:2009: Akustyka Wyznaczenie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna.
- [6]. PN-N-01307: Hałas. Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- [7]. PN-EN 1999:2000: Akustyka - Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem.

Autor

Dr inż. Henryk Banach
Katedra Napędów i Maszyn Elektrycznych
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 38 A, 20-618 Lublin
tel.(0-81) 538-46-06, h.banach@pollub.pl