

dr hab. inż. Artur Bejger, prof. PM

Opinia promotora dot. rozprawy doktorskiej mgr inż. Radosława Gordona pt. „Wykorzystanie emisji akustycznej w diagnozowaniu morskich urządzeń elektroenergetycznych na przykładzie półprzewodnikowych przyrządów mocy”

Współczesne obiekty pływające, ale także stałe instalacje morskie i oceaniczne (platformy wiertnicze, siłownie wiatrowe), to system skomplikowanych (niejednokrotnie pracujących w bardzo zróżnicowanych warunkach), urządzeń i mechanizmów stanowiących powiązany ze sobą układ mechaniczno-energetyczny. Podstawowym problemem związanym z identyfikacją aktualnego stanu technicznego danego urządzenia sterującego jest to, że brakuje jednoznacznych narzędzi, ale także metod diagnostycznych określających z dużą pewnością aktualny bądź prognozowany stan. Klasyczne metody drganiowe nie zawsze sprawdzają się w warunkach rzeczywistej pracy urządzeń okrętowych lub offshore'owych. Stosunkowo niskie częstotliwości pomiarowe sensorów i dedykowanych urządzeń powodują, że uzyskany sygnał jest niejednoznaczny w sensie efektu diagnozy. Bardzo często w „okrętowej/morskiej” praktyce diagnostycznej, wskazanie na konkretne urządzenie czy rozpatrywany/diagnozowany element nie potwierdza rzeczywistości. Połączone ze sobą zazwyczaj konstrukcyjnie jedno urządzenie, dodatkowo skomasowanie nawet kilkudziesięciu maszyn na stosunkowo niewielkiej powierzchni powoduje, że drgania przenoszą się w sposób, który nie pozwala jednoznacznie wyodrębnić źródła uzyskiwanego sygnału. W przedstawionej pracy doktorskiej wykorzystano narzędzie i możliwości jakie dają fale sprężyste emisji akustycznej. Uzyskiwany (zazwyczaj) wysokoczęstotliwościowy sygnał diagnostyczny pochodzi z tzw. bliskiego źródła. Wykorzystano specyfikę generowanej i rozchodzącej się fali do przyporządkowania jej konkretnemu zjawisku. Doktorant zaproponował wykorzystanie generowanych sygnałów (fal sprężystych) emisji akustycznej jako nowej metody pozwalającej na wykrycie wczesnych stanów (przed ich uszkodzeniem) elementów półprzewodnikowych, w szczególności tranzystorów i tyrystorów. Przeprowadzono szereg badań udowadniając, że w trakcie przełączania, w półprzewodniku generowana jest fala sprężysta emisji akustycznej. Zaproponowano również odpowiednie miary sygnału diagnostycznego, który mogłyby być użyte do identyfikacji aktualnego stanu elementu/urządzenia. Ponadto, wykazano zależności, które można wykorzystać w prognozowaniu przyszłych uszkodzeń lub określenia stanów granicznych zależnych od temperatury pracy elementu półprzewodnikowego. Zaburzenia poprawnej pracy związanej z podwyższoną temperaturą mają szczególnie istotne znaczenie w przypadku okrętowych czy offshore'owych urządzeń energoelektronicznych. Każda zatem możliwość przyczyniająca się do zmniejszenia niebezpieczeństwa awarii ma ogromne znaczenie nie tylko ze względu na bezpieczeństwo i zdrowie załogi, ale także ekonomiczne. W przypadku np. turbin wiatrowych, wrażliwych na zmienne warunki atmosferyczne, uderzenia fal morskich czy niestacjonarność wiatru, gdzie szafa sterująca osiąga wartość rzędu setek tysięcy dolarów, wykluczenie awarii spowodowanej zmiennymi warunkami pracy, staje się bardzo znaczące. Uzyskano również sygnały pochodzące od pracy danego elementu półprzewodnikowego, które w analizie amplitudowo-czasowo-częstotliwościowej pozwalają wyodrębnić wartości częstotliwości odpowiedzialne za poszczególne ich stany. Wykazano także, że w przypadku prawidłowo działającego tranzystora, emisja akustyczna przełączenia jest

powtarzalna. Zbadano również wpływ pola magnetycznego na wykorzystywane sensory pomiarowe, a przez to poprawność uzyskiwanej diagnozy.

W celu potwierdzenia poprawności wnioskowania diagnostycznego, doktorant wykorzystał nie tylko zaprojektowane w Politechnice Morskiej urządzenie pomiarowe, ale również dwa dodatkowe, niezależne urządzenia (najbardziej liczących się w świecie firm zajmujących się emisją akustyczną), które pozwoliły wykluczyć ewentualne błędy uzyskiwanych sygnałów. Opiniowana praca doktorska ma charakter aplikacyjny i na obecną chwilę publikowane w ramach badań własnych doktoranta artykuły, stały się podstawą do ich cytowania w wielu znaczących czasopismach naukowych. Doktorant oprócz odpowiednich analiz samego sygnału, musiał prawidłowo skonfigurować tor pomiarowy oraz wykorzystywane urządzenia pomiarowe, które nie są dedykowanymi dla tego typu badań. Wydaje się, że uzyskane w pracy wnioski mogą przyczynić się do wykonania dedykowanego w przyszłości urządzenia, które w znaczący sposób będzie mogło wzbogacić systemy diagnostyczne trudnodiagnozowalnych urządzeń szczególnie w zastosowaniu morskim.

W mojej opinii, doktorant udowodnił postawioną tezę, że *„Istnieje możliwość wykorzystania fal sprężystych emisji akustycznej do diagnozowania zmiennych stanów pracy, energoelektronicznych urządzeń półprzewodnikowych”*. Wnioskuje zatem o dopuszczenie prezentowanej pracy doktorskiej do dalszego etapu procedowania.

Z poważaniem,

Artur Bejger