

Badania emisji hałasu maszyn z zastosowaniem mobilnego systemu pomiarowego

Autor: Mgr inż. Grzegorz Szczepański

Promotor: Dr hab. inż. Dariusz Pleban, prof. CIOP-PIB

Promotor pomocniczy: Dr inż. Leszek Morzyński

Streszczenie

Słowa kluczowe: *mobilny manipulator, emisja hałasu, metody natężeniowe, moc akustyczna*

Hałas od wielu lat pozostaje najczęściej występującym czynnikiem szkodliwym środowiska pracy w Polsce. W warunkach przemysłowych często występuje wiele źródeł, które emitują hałas. Pomiar wielkości charakteryzujących emisję hałasu maszyn przemysłowych są niezwykle istotne z punktu widzenia ochrony człowieka przed hałasem. Wyniki tych pomiarów są niezbędne do opracowania rozwiązań ukierunkowanych na redukcję hałasu z wykorzystaniem środków technicznych lub administracyjno-organizacyjnych. Pomiar emisji hałasu maszyn są pomiarami obowiązkowymi w ściśle określonych przez prawo przypadkach. Z punktu widzenia pracodawcy ich wyniki pozwalają na określenie warunków wykonywania pracy dla operatorów maszyn jak również osób znajdujących się w ich otoczeniu. Powszechnie stosowane metody pomiarowe mają swoje ograniczenia, z których część można starać się zniwelować poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. Dotychczas niewiele jest jednak rozwiązań usprawniających metody pomiarów mających na celu wyznaczenie parametrów emisji hałasu, zwłaszcza rozwiązań w obszarze wykorzystania nowoczesnych sond pomiarowych i samego toku realizacji pomiarów prowadzonych w warunkach in situ. Wśród metod określania mocy akustycznej maszyn w warunkach in situ istotne są metody natężeniowe. Niektóre z założeń tych metod wydają się być bardzo trudne do spełnienia przez osobę wykonującą pomiary. Brak jest przy tym doniesień w literaturze jak ewentualne odstępstwa od wytycznych mogą wpływać na wyniki pomiarów i finalnie wyznaczoną moc akustyczną. Problematyka ta stanowiła główny nurt niniejszej pracy.

Pomiary niezbędne z punktu widzenia wyznaczenia parametrów emisji hałasu są często pomiarami wielopunktowymi o różnym stopniu skomplikowania. Aktualne trendy światowe nastawione są na innowacyjne podejście i wprowadzanie nowych rozwiązań przeznaczonych do lokalizacji źródeł emisji nie skupiając się przy tym na rozwiązaniach dedykowanych do pomiarów znormalizowanych. Same metody znormalizowane również nie uwzględniają nowości technicznych w technice pomiarowej których wykorzystanie potencjalnie mogłoby

poprawić ich efektywność i zakres wykorzystania. Niniejsza praca jest próbą wprowadzenia innowacji w tym zakresie.

Celem pracy jest opracowanie narzędzia badawczego do wspomaganie wykonywania badań parametrów emisji hałasu oraz analiza możliwości jego wykorzystania w badaniach związanych z wyznaczaniem mocy akustycznej maszyn metodą omiatania. W pracy postawiono tezę:

Możliwe jest utworzenie mobilnego systemu pomiarowego do wspomaganie wykonywania pomiarów mających na celu badanie parametrów hałasu emitowanego przez maszyny.

Ponadto przyjęto dwie hipotezy badawcze:

Hipoteza 1:

Możliwe jest zastosowanie mobilnego systemu pomiarowego do wspomaganie wykonywania pomiarów potrzebnych do wyznaczania poziomów mocy akustycznej w warunkach in situ.

Hipoteza 2:

Wykorzystanie mobilnego systemu pomiarowego do omiatania w celu wyznaczenia poziomów mocy akustycznej maszyn na podstawie pomiarów natężenia dźwięku zapewni większą powtarzalność wyników pomiarów w porównaniu do wyników pomiarów, w których omiatanie jest wykonywane manualnie.

Zakres zrealizowanych prac obejmował opracowanie koncepcji mobilnego systemu pomiarowego, jego utworzenie oraz walidację. Walidacja mobilnego systemu pomiarowego była kluczowym procesem, który umożliwił ocenę potencjału utworzonego narzędzia. Zdefiniowano łącznie cztery podobszary, które poddano badaniom walidacyjnym:

- hałas emitowany przez mobilny system pomiarowy – mający kluczowe znaczenie w kontekście zakresu użyteczności opracowanego systemu w badaniach emisji hałasu maszyn,
- dokładność pozycjonowania – mająca wpływ na prawidłowe usytuowania przetwornika pomiarowego w zadanej lokalizacji,
- powtarzalność pozycjonowania - mająca wpływ na powtarzalność ustawień przetwornika pomiarowego w danych lokalizacjach, a więc na powtarzalność wyników pomiarów dla przypadków pomiarów hałasów stacjonarnych w czasie,
- drgania występujące w miejscu instalacji przetwornika pomiarowego – pozwalające na określenie ich wpływu na wyniki przeprowadzanych pomiarów.

Główną część pracy stanowią badania związane z wyznaczaniem mocy akustycznej trzech źródeł. Jedno ze źródeł umieszczono w komorze do badań akustycznych, dwa kolejne

znajdowały się w hali maszyn (warunki in situ). Badania zrealizowano z udziałem 3 operatorów, realizujących pomiary manualnie oraz z wykorzystaniem mobilnego systemu pomiarowego. Tok badań oparto na metodzie natężeniowej opisanej w normie PN-EN ISO 9614-2 dla klasy 2, rozpatrując też niektóre elementy normy PN-EN ISO 9614-3 tj. klasę 1. Ich realizacja miała stanowić swoiste „case study”, które przedstawi nie tylko problemy wynikające z realizacji metody omiatania, ale też uwydatni czy i w jakim stopniu mobilny system pomiarowy może pomóc w ich eliminacji. Łącznie dla wszystkich źródeł przyjęto 14 powierzchni pomiarowych cząstkowych, a proces omiatania źródeł przez operatorów realizowany był z wykorzystaniem torów meandrowych w dwóch wariantach, po 3 próby na wariant. Jako przetwornik pomiarowy wytypowano sondę natężeniową 3-kierunkową z bezpośrednim pomiarem prędkości akustycznej. W celu śledzenia trajektorii przesuwu sondy wykorzystano system Scan & Paint 3D.

Dokonano analiz wyników przeprowadzonych badań zwracając uwagę na takie parametry jak: czasy omiatania, procentowy współczynnik wypełnienia pomiarami segmentów cząstkowych powierzchni pomiarowych i różnice w poziomach cząstkowej mocy akustycznej pomiędzy dwoma próbami omiatania zrealizowanymi na tej samej powierzchni cząstkowej. Przeprowadzono analizy statystyczne które wykazały m. in. istotnie statystycznie wyższe wartości współczynnika wypełnienia pomiarami segmentów powierzchni cząstkowych dla wszystkich przyjętych tolerancji odchylenia toru pomiaru względem powierzchni cząstkowej. Wykazano również istotność statystyczną różnic pomiędzy medianami mocy cząstkowych w pasmach tercjowych dla poszczególnych powierzchni cząstkowych. Uzyskane rezultaty umożliwiły potwierdzenie przyjętych hipotez badawczych i tezy rozprawy.