

*Marek Sokolski**

MODERNIZACJA UKŁADÓW NAPĘDOWYCH JAKO METODA ZMNIEJSZENIA ZAGROZEŃ AKUSTYCZNYCH W MASZYNACH PODSTAWOWYCH — STUDIUM PRZYPADKU

1. Wprowadzenie

Wzrost zagrożeń wibroakustycznych jest charakterystycznym objawem degradacji maszyn podstawowych, przy czym głównymi źródłami nadmiernej emisji drgań i hałasu są zazwyczaj układy napędowe mechanizmów urabiania (zwłaszcza w koparkach łańcuchowych) oraz układy napędowe taśm przenośnikowych (w zwałowarkach).

W skali lokalnej efektem tych zjawisk jest przede wszystkim stopniowe pogarszanie się komfortu pracy, a w dalszej konsekwencji — występowanie zagrożeń dla zdrowia operatorów tych maszyn. W skali ogólnej akustycznym efektem degradacji jest emitowanie hałasu do środowiska i zakłócanie ciszy nocnej w obszarach zamieszkałych, zlokalizowanych w pobliżu odkrywek.

W obu powyższych kontekstach obniżenie lub całkowite wyeliminowanie zagrożeń wibroakustycznych staje się jednym z ważniejszych celów programu modernizacji starych koparek i zwałowarek w polskim górnictwie węgla brunatnego. Obszerniejsze omówienie tych zagadnień przedstawiono w pracach [1, 3, 5].

2. Źródła i przyczyny zagrożeń wibroakustycznych

Powstawanie zagrożeń wibroakustycznych w maszynach podstawowych może mieć dwojakie przyczyny. W nowych maszynach są to przyczyny natury konstrukcyjnej: źródłem drgań i hałasu są wymuszenia siłowe wywoływane odpajaniem wiórów od calizny przez kolejne naczynia na kole lub łańcuchu czerpakowym.

* Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Politechnika Wrocławska, Wrocław

Częstotliwość tych wymuszeń wynosi:

- dla koparek kołowych

$$f_w = \frac{z \cdot v_k}{\pi \cdot D}$$

- dla koparek łańcuchowych

$$f_w = \frac{v_k}{t_n}$$

gdzie:

D — średnica koła czerpakowego,

z — liczba naczyń na kole czerpakowym,

t_n — podziałka rozstawienia naczyń w łańcuchu czerpakowym,

v_k — prędkość urabiania.

Częstotliwość tych wymuszeń siłowych, dla większości koparek wielonaczyniowych, leży na w obszarze 0,5÷1,5 Hz a to może być powodem wpadania konstrukcji nośnej w rezonans i źródłem hałasu infradźwiękowego.

W starych maszynach podstawowych powstawanie źródeł drgań i hałasu jest natomiast wywołane dodatkowo przyczynami natury eksploatacyjnej: pod wpływem procesów degradacji następuje znaczne zużycie współpracujących elementów, pojawiają się nadmierne luzy w parach kinematycznych, starzenie smarów itp. [1, 3].

3. Zagrożenia akustyczne — studium przypadku

Do najbardziej aktywnych akustycznie maszyn podstawowych należą stare, znacznie zdegradowane koparki łańcuchowe, przy czym powstające zagrożenia mają charakter:

- lokalnych zagrożeń akustycznych w kabinie operatora i w pomieszczeniach maszynowni;
- ogólnych zagrożeń akustycznych emitowanych do środowiska, tj. do obszarów strefy chronionej w promieniu, nierzadko, wielu kilometrów od granicy wyrobiska.

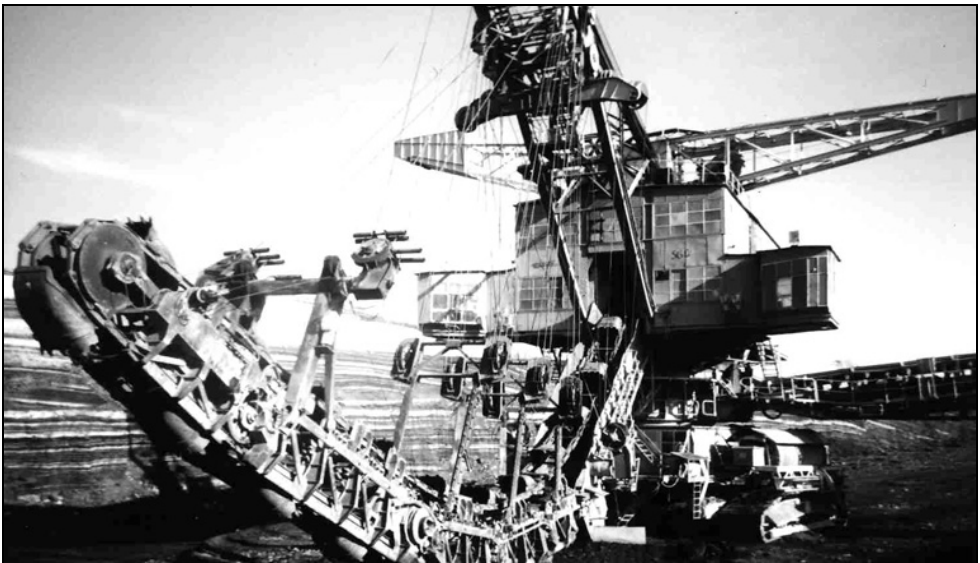
Charakterystykę i obszerniejszą analizę tego problemu przedstawiono w opracowaniach [2, 3].

Jedne z najbardziej spektakularnych efektów modernizacji starych maszyn podstawowych — pod kątem zmniejszenia zagrożeń akustycznych do poziomu akceptowanego przez obowiązujące normy — osiągnięto w koparkach łańcuchowych Rs-400 w KWB „Adamów”, tj. w koparce RS-400/II na odkrywce „Kozmin” i koparce Rs-400/I na odkrywce „Adamów”.

Szczegółowy program i dokumentację techniczną modernizacji koparek opracowano w Dziale Konstrukcyjno-Technologicznym KWB „Adamów” [6]. Główne założenia modernizacyjne zakładały, między innymi, zachowanie dotychczasowych parametrów eksploatacyjnych, całkowitą wymianę starych układów napędowych, zastosowanie zunifikowanych podzespołów stosowanych w innych koparkach na terenie kopalni, przedłużenie żywotności koparek o około 50 tys. godzin.

Jako cel dodatkowy przebudowy koparek — w kontekście zwalczania zagrożeń wibroakustycznych w maszynach podstawowych — przyjęto obniżenie hałasu do poziomu 85 dB.

Jako pierwszą poddano przebudowie koparkę Rs-400/II (odkrywka „Adamów”), w której całkowicie zmodernizowano m.in.: układ urabiania, mechanizm obrotu głównego, gąsienicowy mechanizm jazdy i układ napędowy przenośnika (rys. 1). Po zakończeniu modernizacji koparka przeszła gruntowne badania eksploatacyjne, obejmujące między innymi pomiary hałasu.

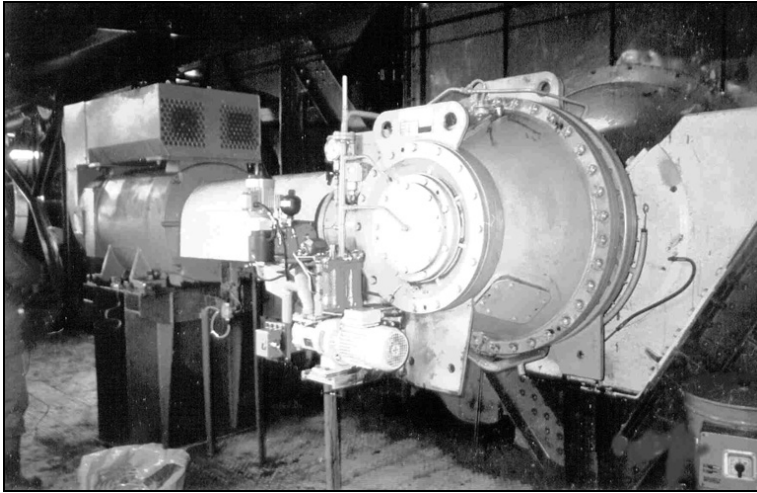


Rys. 1. Koparka łańcuchowa Rs-400

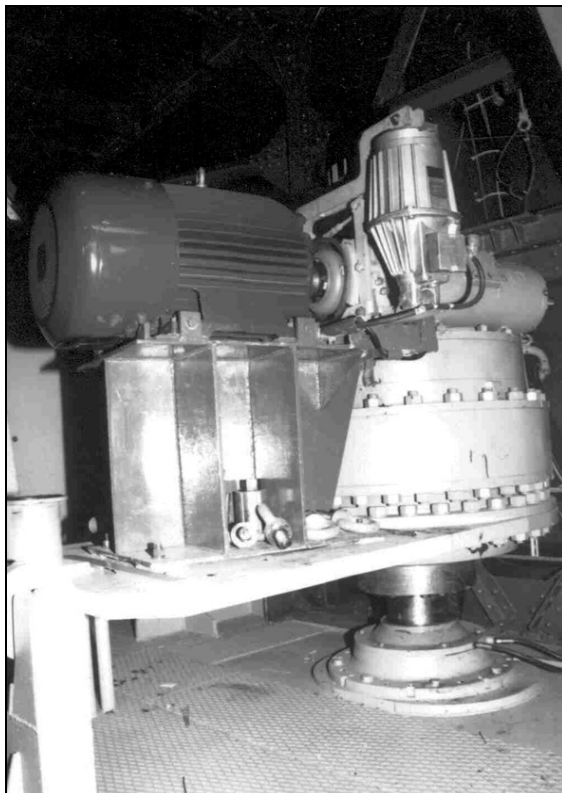
Ocenę wpływu modernizacji na poziom zagrożeń akustycznych przeprowadzono na podstawie analizy porównawczej wyników badań dwóch koparek łańcuchowych, tj.:

- koparki Rs-400/I (rok budowy 1963) przed modernizacją,
- koparki Rs-400/II (rok budowy 1956) po modernizacji.

Szczególne uwagę zwrócono na układ napędowy łańcucha czerpakowego (rys. 2) oraz układy napędu obrotu głównego (rys. 3) — jako źródła o największej aktywności akustycznej w tych koparkach.



Rys. 2. Układ napędowy mechanizm urabiania zmodernizowanej koparki Rs-400



Rys. 3. Układ napędowy mechanizmu obrotu głównego zmodernizowanej koparki Rs-400

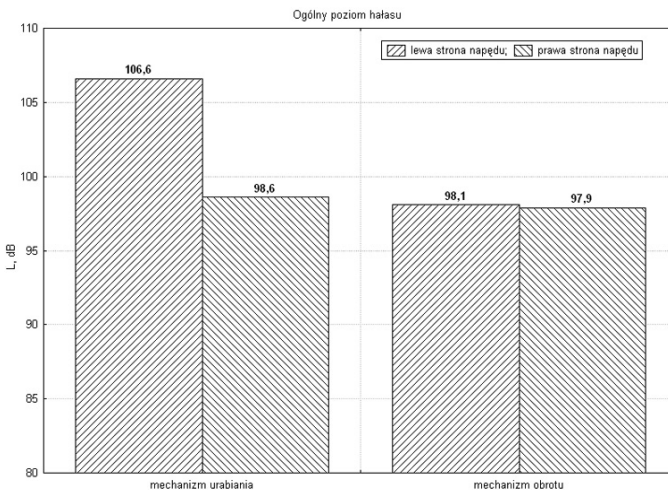
W toku badań akustycznych obu koparek Rs-400 wyznaczano ogólny poziom hałasu L_A skorygowany charakterystyką częstotliwościową A (rys. 4), ekwiwalentny poziom L_{Aeq} , widmo akustyczne (rys. 5 i 6) oraz oszacowano dopuszczalny czas ekspozycji. Ponadto — na podstawie wskaźnika N80 (wg normy ISO R 1996) — dokonano oceny zagrożeń akustycznych generowanych przez poszczególne układy napędowe koparek.

4. Hałas w koparkach Rs-400 przed modernizacją

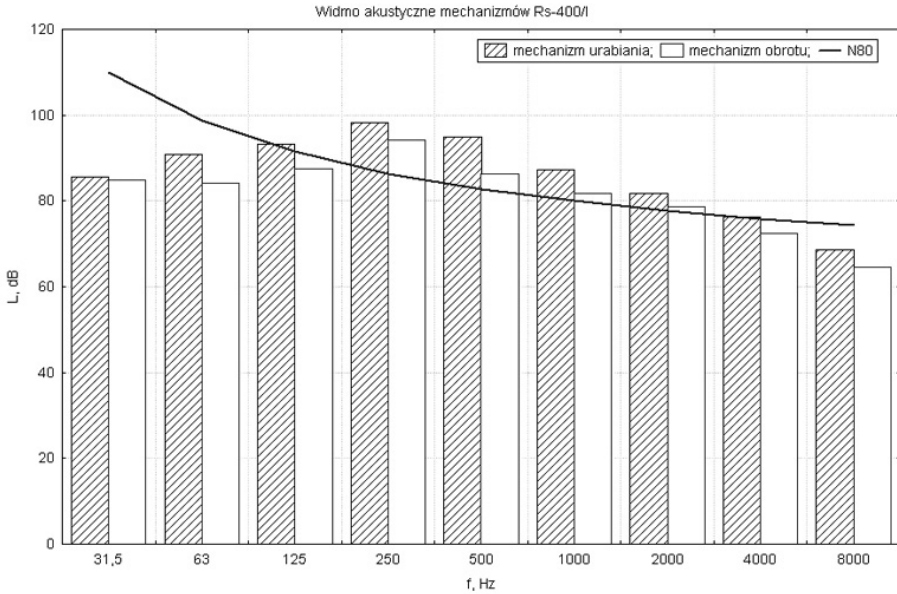
Wyniki badań koparki Rs-400/I przed modernizacją wykazały, że praktycznie wszystkie układy napędowe generują zagrożenia akustyczne. Dotyczyło to zwłaszcza układu napędu łańcucha czerpakowego, gdzie występowało największe przekroczenie poziomu $L_{A(dop)} = 85$ dB o ponad 20 dB (rys. 4). W tych warunkach dopuszczalny czas ekspozycji na hałas wynosi poniżej 20 min., co w istotny sposób ogranicza przebywanie w maszynie i utrudnia wykonywanie bieżących przeglądów.

Analiza widmowa hałasu wykazała, że przekroczenie dopuszczalnych wartości hałasu — określoną krzywą N80 — występuje w szerokim paśmie częstotliwości $f = 250 \div 2000$ Hz (rys. 5).

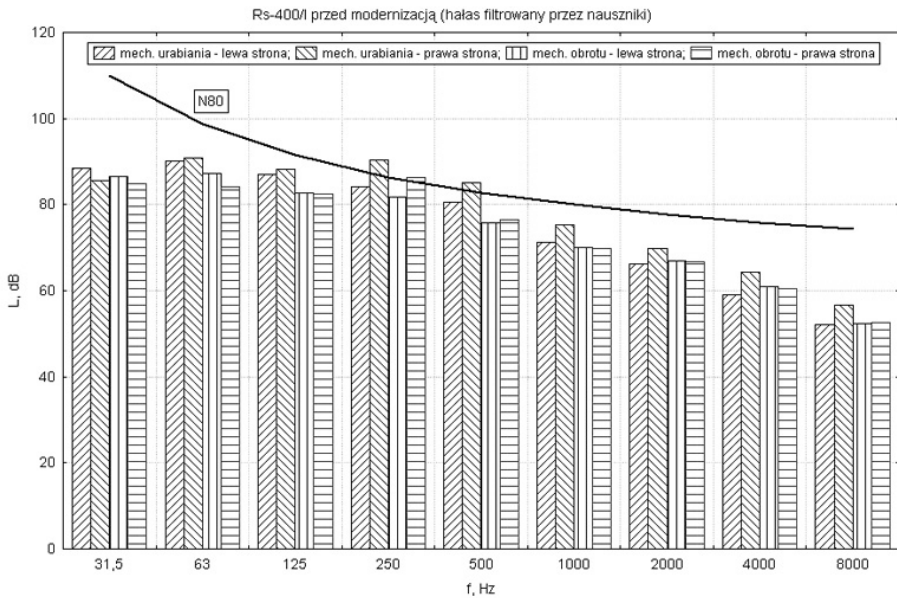
Ocenę skuteczności indywidualnych ochronników słuchu — nauszników przeciwhałasowych o minimalnym tłumieniu dźwięku, zgodnie z charakterystyką określoną normą PN EN 352-1 „Ochronniki słuchu. Wymagania bezpieczeństwa i badania. Nauszniki przeciwhałasowe” — przedstawiono na rysunku 6. Z analizy tej wynika, że w przypadku hałasu generowanego przez układ napędu mechanizmu urabiania nie modernizowanych koparek łańcuchowych Rs-400 nauszniki przeciwhałasowe mogą być nieskuteczne.



Rys. 4. Poziom hałasu głównych układów napędowych koparki łańcuchowej Rs-400/I przed modernizacją



Rys. 5. Widmo akustyczne hałasu głównych układów napędowych koparki Rs-400/I przed modernizacją



Rys. 6. Widmo hałasu układów napędowych koparki Rs-400/I przed modernizacją, filtrowane przez nauszники przeciwhałasowe

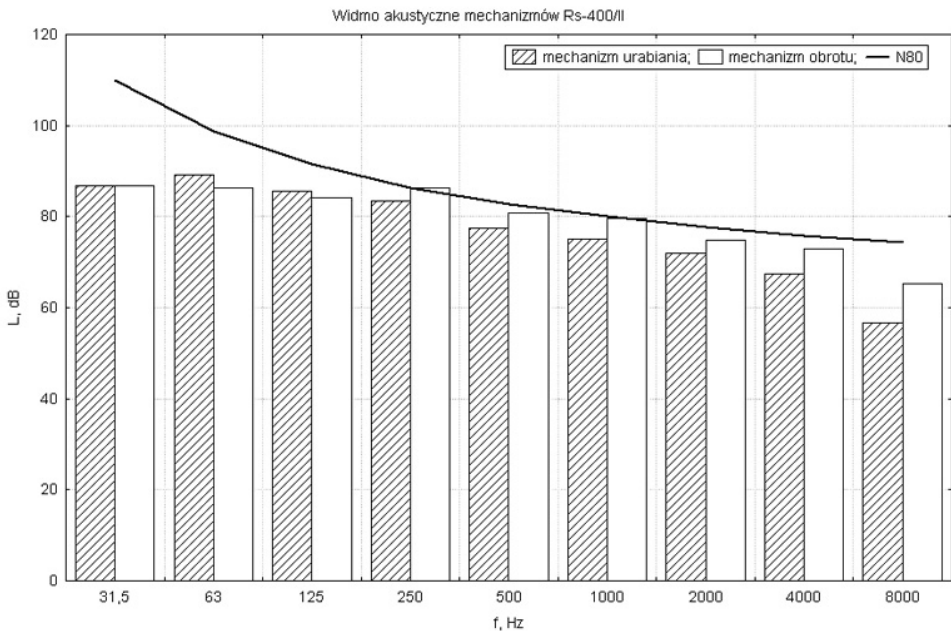
5. Hałas w koparkach po modernizacji

Analogiczny program badań akustycznych przeprowadzono na koparce Rs-400/II po modernizacji. Wyniki tych badań wykazały, że w żadnym z układów napędowych koparki poziom hałasu nie przekracza dopuszczalnych wartości i zagrożenia akustyczne nie występują (rys. 6).

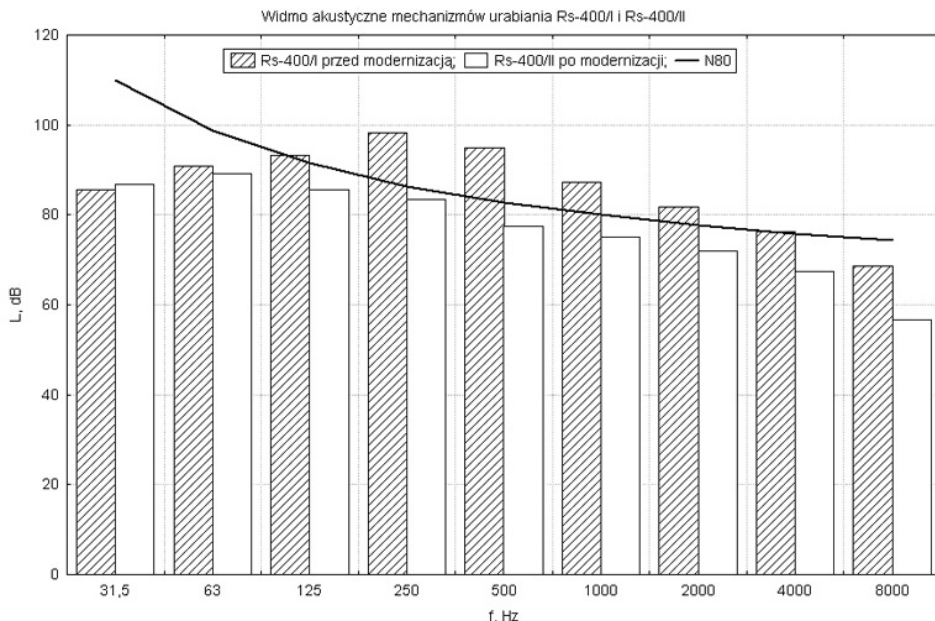
6. Analiza porównawcza hałasu w koparkach przed i po modernizacji

Przeprowadzona analiza porównawcza wyników badań akustycznych koparek łańcuchowych Rs-400 przed i po modernizacji wykazała jednoznacznie, że po przebudowie koparek osiągnięto znaczące obniżenie hałasu generowanego przez główne układy napędowe. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że najbardziej spektakularne wyniki redukcji hałasu uzyskano w „najgłośniejszych” układach napędowych: mechanizmów urabiania oraz mechanizmów obrotu głównego (rys. 7 i 8).

W tym kontekście można mówić o dużym sukcesie programu modernizacyjnego koparek łańcuchowych Rs-400.



Rys. 7. Widmo akustyczne głównych układów napędowych koparki Rs-400/II po modernizacji



Rys. 8. Widmo akustyczne układów napędowych mechanizmów urabiania koparek Rs-400 przed i po modernizacji

Podsumowanie

Wyniki badań akustycznych koparek łańcuchowych Rs-400 przed i po modernizacji, uzyskane w toku normalnej eksploatacji na odkrywkach „Adamów” i „Koźmin” wykazują, że całkowita przebudowa układów napędowych tych koparek przyczyniła się do znaczącego obniżenia hałasu.

W tym kontekście jeden z ważniejszych celów programu modernizacyjnego tych maszyn — ograniczenie zagrożeń akustycznych operatorów — został osiągnięty.

LITERATURA

- [1] Dudek D.: Degradacja maszyn roboczych. Teoria czy sztuka? Problemy Maszyn Roboczych, nr 7, 1996
- [2] Dudek D., Dudek K., Przystupa F.W.: Reduction of noise in neighborhood of lignite strip mine. Automation in Construction 7, 1998
- [3] Dudek K., Sokolski M.: Improved vibroacoustic characteristics – a goal to be pursued in the open pit mining machinery of the XXI century. American-Polish Symposium „Mining in the new Millenium: Challenges and Opportunities”. Las Vegas, Nevada, October 8, 2000
- [4] Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2001
- [5] Kwaśniak M., Sokolski M.: Zagrożenia akustyczne generowane przez układy napędowe taśm głównych zwalówki A2RSB 15400.120. XIII Konferencja „Problemy rozwoju maszyn roboczych”, Zakopane, styczeń 2000
- [6] Telega Z., Rybczyńska T.: Modernizacja koparki łańcuchowej Rs-400. IV Konwersatorium „Bezpieczeństwo oraz degradacja maszyn”, Ślesin, wrzesień 2000