

Styczeń 2023

Michał Stosiak<sup>1</sup>, Jakub Wróbel<sup>1</sup>, Paweł Bury<sup>1</sup>, Mykola Karpenko<sup>2</sup>, Paulius Skackauskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Katedra Eksploatacji Systemów Technicznych, <sup>2</sup> Wileński Uniwersytet Techniczny im. Giedymina, Wydział Inżynierii Transportu, Katedra Maszyn Mobilnych i Transportu Szynowego

e-mail: [michal.stosiak@pwr.edu.pl](mailto:michal.stosiak@pwr.edu.pl)

## Diagnozowanie kawitacji w elementach hydraulicznych z wykorzystaniem sygnału akustycznego

*Słowa kluczowe: kawitacja, element hydrauliczny, sygnał akustyczny*

### Wprowadzenie

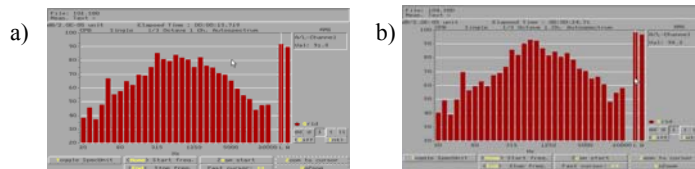
Zagrożenie kawitacyjne w pompach wodorowych i niektórych zaworach hydraulicznych jest bardzo powszechne. Występująca niekiedy kawitacja, zwłaszcza w linii ssania pompy prowadzi do nieprawidłowej pracy pompy i szybkiego jej uszkodzenia [1]. Podobnie w zaworach kawitacja powoduje ich niestabilną pracę i zniszczenia korpusów i elementów sterujących. Powoduje również wzmożoną hałaśliwość pracy całego układu.

### Problem badawczy i metoda badawcza

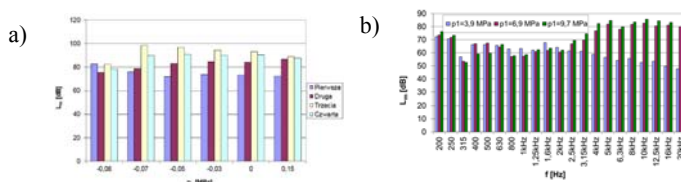
W przypadku pompy wodorowej badania układu hydraulicznego przeprowadzono przy ustalonej prędkości obrotowej wałka oraz różnych wartościach ciśnienia ssania (przy ustalonym ciśnieniu tłoczenia  $p_t = 8$  MPa lub 15 MPa) wchodząc w obszar podciśnienia, tak aby układ pracował w obszarze intensywnie rozwiniętej kawitacji. Badania polegały na rejestracji pulsacji ciśnienia w króćcu ssawnym i tłocznym badanej pompy oraz wartości poziomu ciśnienia akustycznego. Badania hałaśliwości przeprowadzono w akustycznej komorze pogłosowej. Przeprowadzono również badania identyfikacji kawitacji w jednostopniowym zaworze przelewowym. Analizie poddano widmo hałasu.

### Wyniki

W rezultacie przeprowadzonych badań uzyskano widmo tarczowe poziomu ciśnienia akustycznego  $L_m$  [dB] badanego elementu hydraulicznego (pompa, zawór przelewowy), rys. 1, 2.



Rys. 1. Widmo tarczowe hałasu pompy PTOZ2-01-40-R1;  $n=1500$  min<sup>-1</sup>; ciśnienie tłoczenia  $p_t=8$  MPa; ciśnienie ssania: a)  $p_s=0,15$  MPa, b)  $p_s=-0,05$  MPa.



Rys. 2: a) Wartość poziomu ciśnienia akustycznego  $L_m$  w zależności od ciśnienia ssania przy 1500 obr/min i ciśnieniu tłoczenia  $p_t=8$  MPa; cztery składowe harmoniczne widma tarczowego, b) widmo poziomu ciśnienia akustycznego dla zaworu dla różnych wartości różnicy ciśnienia na zaworze.

### Wnioski i podsumowanie

W przypadku występowania kawitacji w widmie amplitudowo-częstotliwościowym ciśnienia akustycznego dominujące są wyższe składowe harmoniczne, podczas gdy w przypadku pracy bezkawitacyjnej dominującą jest podstawowa składowa o częstotliwości kilkuset Hz. Podczas kawitacji wzrasta również poziom hałasu globalnego.

### Bibliografia

1. Yuan Lan, Zhijie Li, Shengzheng Liu, Jiahai Huang, Linkai Niu, Xiaoyan Xiong, Chenguang Niu, Bing Wu, Xu Zhou, Jinbao Yan, Siyuan An, Jishuang Lv, Experimental investigation on cavitation and cavitation detection of axial piston pump based on MLP-Mixer, Measurement, 200, 2022, 111582, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.111582>

January 2023

Michał Stosiak<sup>1</sup>, Jakub Wróbel<sup>1</sup>, Paweł Bury<sup>1</sup>, Mykola Karpenko<sup>2</sup>, Paulius Skackauskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Technical Systems Operation and Maintenance, <sup>2</sup> Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Transport Engineering, Department of Mobile Machinery and Railway Transport

e-mail: [michal.stosiak@pwr.edu.pl](mailto:michal.stosiak@pwr.edu.pl)

## Diagnosis of cavitation in hydraulic components using acoustic signals

*Keywords: cavitation, hydraulic component, acoustic signal*

### Introduction

Cavitation hazards in positive displacement pumps and some hydraulic valves are very common. The cavitation that sometimes occurs, especially in the suction line of the pump, leads to abnormal operation and rapid pump failure [1]. Similarly, in valves, cavitation causes their unstable working and damage to the bodies and controls elements. It also causes increased noise in the operation of the entire system.

### Research problem and research methodology

In the case of a positive displacement pump, tests on the hydraulic system were carried out at a fixed shaft speed and various suction pressures (at a fixed discharge pressure  $p_t = 8$  MPa or 15 MPa) entering the vacuum region, so that the system operated in the area of intensely developed cavitation. The tests consisted of recording the pressure pulsations in the suction and discharge ports of the pump under test and the values of the acoustic pressure level. Noise tests were carried out in an acoustic reverberation chamber. Cavitation identification tests were also carried out in a single-stage relief valve. The noise spectrum was analysed.

### Results

As a result of the study, a tertiary spectrum of the sound pressure level  $L_m$  [dB] of the hydraulic component under test (pump, relief valve) was obtained, Figs. 1, 2.

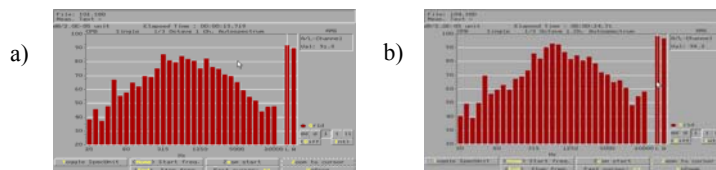


Fig. 1. Tertiary noise spectrum of pump PTOZ2-01-40-R1;  $n=1500$  rpm; discharge pressure  $p_t=8$  MPa; suction pressure: a)  $p_s=0.15$  MPa, b)  $p_s = -0.05$  MPa.

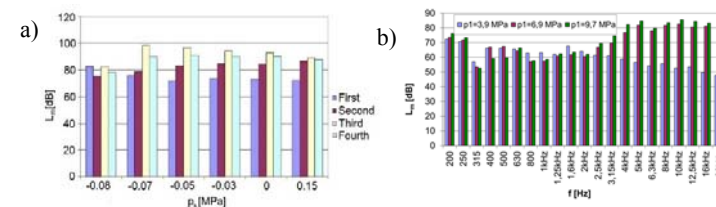


Fig. 2: (a) Sound pressure level  $L_m$  versus suction pressure at 1500 rpm and discharge pressure  $p_t=15$  MPa; four harmonics of the tertial spectrum, (b) sound pressure level spectrum for the valve for different valve pressure differentials

### Conclusions

In the presence of cavitation, the amplitude-frequency spectrum of the sound pressure is dominated by the higher harmonics, while in the case of cavitation-free operation, the fundamental component with a frequency of a few hundred Hz is dominant. During cavitation, the global noise level also increases.

### Literature

1. Yuan Lan, Zhijie Li, Shengzheng Liu, Jiahai Huang, Linkai Niu, Xiaoyan Xiong, Chenguang Niu, Bing Wu, Xu Zhou, Jinbao Yan, Siyuan An, Jishuang Lv, Experimental investigation on cavitation and cavitation detection of axial piston pump based on MLP-Mixer, Measurement, 200, 2022, 111582, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.111582>