

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF NITROGEN ADDITION IN THE FLUID FLOW ON HYDRODYNAMIC LUMINESCENCE DURING CAVITATION

NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract

The article presents the results of the study of cavitation processes in technological equipment related to analytical phenomena that are accompanied by cavitation. One of the important factors accompanying cavitation processes is hydrodynamic luminescence.

For the practical study of the mechanisms of hydrodynamic luminescence, an experimental stand based on a hydrodynamic cavitator was developed and manufactured. This stand allows to investigate the flow characteristics of the cavitator, to observe and make photo and video fixation of the phenomenon of hydroluminescence in the flow of liquid or gas-liquid mixture, for which an ejector mixer was used.

Based on the results of processing and analysis of experimental studies, a conceptual model of the stages of origin and development of the cavitation process and the accompanying effects is built.

Keywords: luminescence, cavitator, cavitation, sonoluminescence, hydroluminescence, triboluminescence, throttle, ejector, gas-liquid mixture, visualization of liquid flow, point temperature, viscosity, cavitation number, liquid flow rate, spectroscopy.

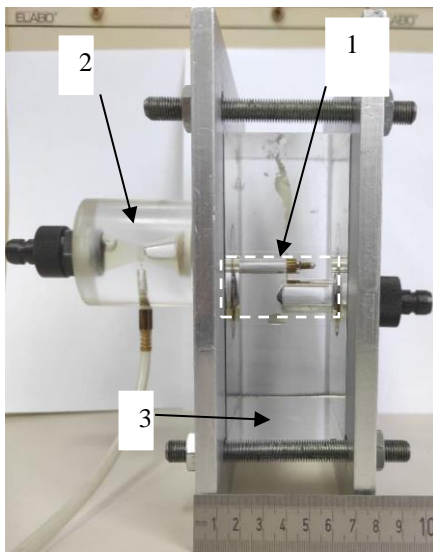


Fig.1. Research model design
(1 - Reactor, 2 - Venturi tube, 3 - case)

The overwhelming majority of the results of experimental and theoretical works indicate that the processes of hydrodynamic luminescence are of an electrical nature of origin, but there are also a number of works in which weighty arguments are given in favor of the thermal theory of origin. [1,2]

It is especially important to understand the ongoing processes for multicomponent media, which include oil and oil products obtained from it (hydraulic oils), and multiphase media, gas-liquid and solid-liquid. [3].

To experimentally study hydrodynamic luminescence in a gas-liquid medium and study the effect of adding nitrogen to a liquid flow, we used a model of a cavitator in the form of a transparent Plexiglas cylinder (Fig. 1). [7] Nitrogen was added to the working fluid in the Venturi tube at the inlet of the hydraulic system.

The experiments were performed using mineral oil as a working fluid at an inlet pressure of up to 4 MPa and a flow rate of up to 10^{-5} m³/s.

The digital magnification of the image of the glowing flash showed that in its conditional center of symmetry the

color of the light radiation is pure white, and on the periphery it is bright blue and resembles an electric discharge (Fig. 2) [4-6].

As a result of the experiment, it was found that without nitrogen saturation, luminescence occurred at a pressure drop of 2 MPa, while using a gas mixture (with a predominant nitrogen content) it was possible to achieve luminescence even at a pressure drop of 1 MPa.

According to our observations, as the flow velocity increases in the narrowing region, first cavitation occurs, then, with a further increase in the flow velocity, single sparks begin to appear, then a flickering flame, and from a certain moment there is a "breakdown" and a stable glow.

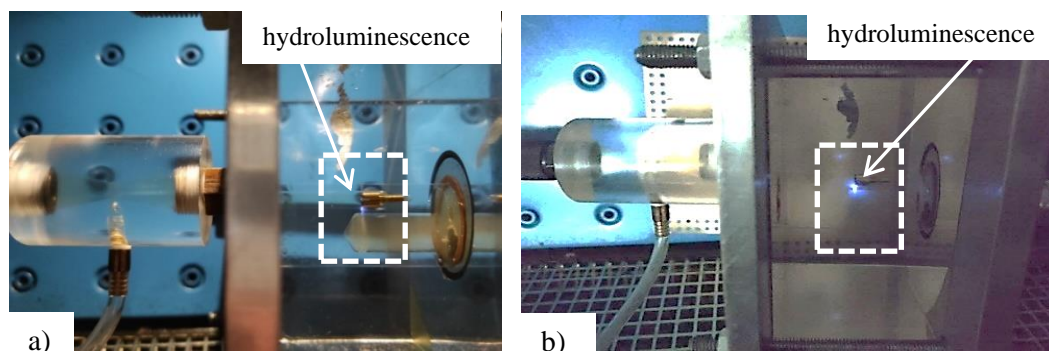


Fig.2. a) without saturation, b) with nitrogen saturation

REFERENCES

1. Herzenstein SJ, Monakhov AA Electrification and glow of a liquid in a coaxial channel with dielectric walls. *Izv. RAS. Mechanics of liquid and gas*. 2009. № 3. P.114-119.
2. Koldomasov AI Plasma formation in a cavitating dielectric fluid. *Journal of Technical Physics*. 1991. T. 61, № 2. S. 188-190.
3. Frenkel, Y. I., "Electrical phenomena connected with cavitation caused by ultrasonic oscillations in a liquid" *Russ. J. Phys. Chem.* 14 (1940): pp 305-308.
4. Nochnichenko I.V., Luhovskyi O.F., Kostiuk D.V. (2019) Study of hydrodynamic luminescence in a cavitation liquid medium // *Naukovo-tehnichniy zhurnal «Problemy tertia ta znoshuvannia»* # 3(84). – S.57-62 doi:10.18372/0370-2197.3(84).13853.(Index Copernicus - ISSN: 0370-2197).
5. I. Nochnichenko, O. Luhovskyi, D. Kostiuk, O. Jakhno Research of the Influence of Hydraulic Orifice Material on the Hydrodynamic Cavitation Processes Accompanied by Luminescence, *International Scientific-Technical Conference on Hydraulic and Pneumatic Drives and Control, 2020*, Springer Cham, pp. 293-300.
6. Ihor V. Nochnichenko; Alexandr F. Luhovskyi; Oleg M. Jakhno; Dmytro V. Kostiuk; Paweł Komada; Ainur Kozbakova (2019) Experimental research of hydrodynamic luminescence in the cavitating flow of mineral oil, *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*, Vol. 1117615 (6 November 2019); doi: 10.1117/12.2536946. PDF: 8 pages (Scopus -ISSN: 2577-5421).
7. Кривошеєв В.С., Костюк Д.В., Ночніченко І.В. Інновації молоді в машинобудуванні – 2020. - №2, С. 283-286.

Vladyslav Kryvosheiev - Engineer of DMSN, NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, kryvosheievvlad@gmail.com

Ihor Nochnichenko – Ph.D., NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, igornoch@gmail.com

Експериментальне дослідження впливу додавання азоту в потік рідини на гідродинамічну люмінесценцію при кавітації

Анотація

У статті представлені результати дослідження кавітаційних процесів у технологічному обладнанні пов'язаних з аналітичними явищами, що супроводжуються під час кавітації. Одним з важливих факторів, що супроводжують кавітаційні процеси являється гідродинамічна люмінесценція.

Для практичного вивчення механізмів виникнення гідродинамічної люмінесценції був розроблений і виготовлений експериментальний стенд на основі гідродинамічного кавітатора. Даний стенд дозволяє досліджувати витратну характеристику кавітатора, спостерігати і робити фото- і відео фіксацію явища гідролюмінесценції в потоці рідини або газо-рідинній суміші, для отримання якої використовувався ежекторний змішувач.

За результатами обробки і аналізу проведених експериментальних досліджень побудована концептуальна модель етапів виникнення і розвитку процесу кавітації і супутніх цьому ефектів.

Ключові слова: люмінесценція, кавітатор, кавітація, сонолюмінесценція, гідролюмінесценція, триболюмінесценція, дросель, ежектор, газо-рідинне середовище, візуалізація потоку рідини, точкова температура, в'язкість, кавітаційне число, швидкість потоку рідини, спектроскопія.

Кривошеєв Владислав Євгенійович – інженер ДМСН, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, kryvosheievvlad@gmail.com

Ночніченко Ігор Вікторович – к.т.н., доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, igornoch@gmail.com