

УДК 621.6.078

Ногін Н.В., к.ф-м.н., Костюк Д.В., аспірант

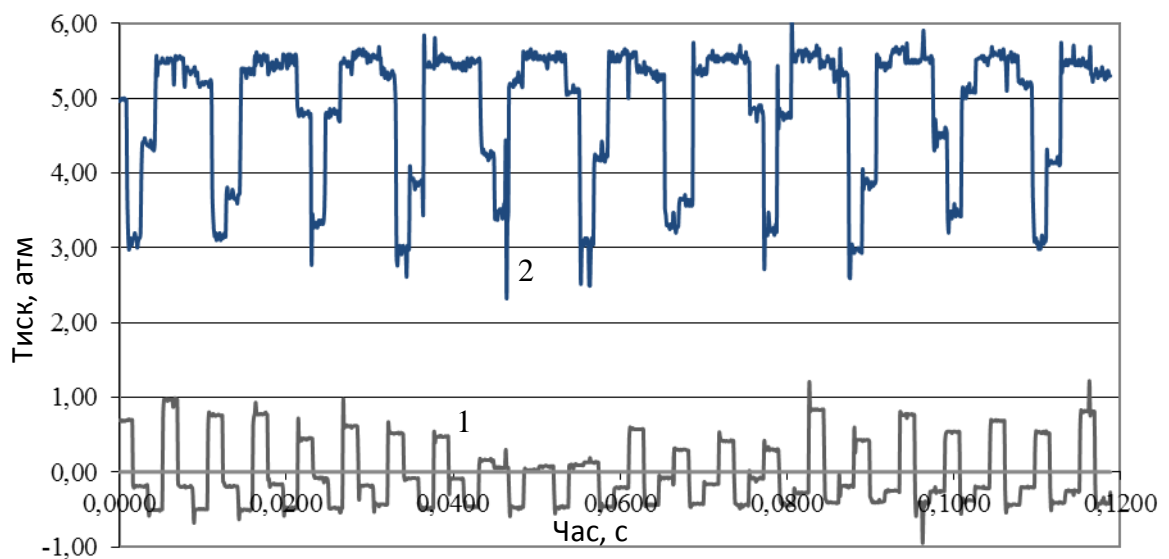
НТУУ «Київськ

ий політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВПЛИВ КАВІТАЦІЇ НА ХАРАКТЕР ПОВЕДІНКИ РІДИНИ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

Як показано в роботах [1, 2] особливістю роботи шестеренного насоса є наявність пульсацій тиску, однією з причин виникнення яких є кількість зубів шестерен, частота обертання, властивості рідини.

Характер пульсацій, що спостерігався під час дослідів представлено на рис. 1.



**Рис.1 – Пульсації тиску в лініях всмоктування (1) та нагнітання (2)
шестеренного насоса**

Характер пульсацій носить невпорядкований характер, тому в першому наближенні теоретичний розв'язок задачі, пов'язаної з подібним



нестационарним потоком зводиться до уявлення про гармонійну функцію пульсацій.

На основі рівнянь руху, використовуючи [3] одержані компоненти полів швидкості і напружень в замкнутому виді.

$$U_z(r,t) = A \left[1 - \frac{\omega}{v^2} \frac{r^2}{\frac{\omega^2}{v^2} + \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right)^2} - \frac{4 \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right) \left(1 - \frac{\omega^2 r^4}{64v^2}\right)}{\omega \frac{\omega^2}{v^2} + \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right)^2} \right] \sin(\omega t) +$$
$$+ A \left[\frac{4 \left(1 - \frac{\omega^2 r^4}{64v^2}\right)}{v \frac{\omega^2}{v^2} + \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right)^2} - \frac{1}{v} \frac{r^2 \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right)}{\frac{\omega^2}{v^2} + \left(4 - \frac{\omega^2}{16v^2}\right)^2} \right] \cos(\omega t)$$

Перевагою даного метода є наявність швидкозбіжних степеневих рядів (а саме – при чисельній реалізації наявність знакочередних рядів). Навіть відрізок отриманого степеневого ряду з двома членами забезпечує високу точність.

Однак, як показали візуальні спостереження [4] в зоні замкненого об'єму можлива наявність кавітації (поява каверни), та подальше схлопування бульбашок при розкритті вказаного об'єму. Процес схлопування бульбашок призводить до додаткових пульсацій тиску. Для пояснення явища можна скористатися описом процесу, даним в роботі [5]. Розглянуті характеристики імпульсів тиску, що виникають при замиканні кавітаційних порожнин показали, що вимірний піковий тиск p в даних дослідах коливається в межах від $5 \cdot 10^5$ до $40 \cdot 10^5$ Па

Процес пульсацій тиску і схлопування бульбашок негативно позначається на довговічності насоса та може призводити до ерозії шестерен.

Наближені розрахунки зусиль, що виникають на поверхні при схлопуванні бульбашок можуть бути представлені у вигляді [6]:



$$F_{y0} = \frac{d\rho V}{6t} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 860 \cdot 8}{6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}} = 1,38 \cdot 10^6 \text{ кг/м}^2$$

Таким чином, при проектуванні шестеренних насосів виникають проблеми, пов'язані з усуненням кавітації за рахунок конструктивних особливостей та режиму експлуатації.

Список літератури:

1. Manco, S.; Nervegna, N.; Japan Hydraulics and Pneumatics Society. Pressure transients in an external gear hydraulic pump – Fluid power 2nd International symposium, Fluid power; 221-228, 1993.
2. Шестеренные насосы с асимметричной линией зацепления шестерен. (теория, конструкция и расчет) : [монография] / Ю.В. Кулешков [и др.] ; Мин-во образования и науки Украины, Кировоградский нац. техн. ун-т. - Кировоград : КОД, 2009. - 257 с.
3. Костюк Д.В. Особенности пульсационного потока на выходе шестеренного насоса / Д.В. Костюк, Н.В. Ногин, О.М. Яхно, // Гідравліка і гідротехніка: Науково-технічний збірник. Вип. 66.– К.: НТУУ, 2012.– 120 с
4. J. Stryczek, P. Antoniak, O. Jakhno, D. Kostyuk, A. Kryuchkov, G. Belov, L. Rodionov – Visualisation research of the flow processes in the outlet chamber–outlet bridge–inlet chamber zone of the gear pumps – Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 15, Issue 1, January 2015, Pages 95–108.
5. Гривнин Ю.А., Зубрилов С.П. Кавитация на поверхности твердых тел. Л.: Судостроение, 1985, 124 с.



Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці"
Секція I
"Технічна гідромеханіка"

6. Федоткин И.М. Кавитация. Кавитационная техника и технология, их использование в промышленности / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. - Киев : Полиграфкнига, 1997.