

УДК 620.93:622.769.21

Жицька Я.С., Кривошеєв В.Є., Ночніченко І.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Розробка стенду для обробки ньютонівських рідин гідродинамічною кавітацією

Гідродинамічна кавітація в ряді випадків інтенсифікує фізико-хімічні процеси та впливає на хімічні та реологічні властивості середовища.

На сьогодні існує велика кількість пристроїв, для отримання кавітації. Вивчаючи детальніше процес кавітації та інформаційні джерела, було встановлено, що крім реологічних властивостей рідини, таких як в'язкість, температура, густина та ін., на кавітацію впливає форма насадка кавітатора. На рис. 1 зображено основні типи насадків, що використовують на практиці [1-3].

Порахувавши енергетичні витратно-перепадні характеристики дроселів отримаємо їх ефективність. Енергетичні витратно-перепадні характеристики рахують за допомогою наступної формули [1]:

$$(\bar{Q})^2 = f(\bar{p}, \bar{\Delta p}),$$

325

де $(\bar{Q})^2 = \left(\frac{Q}{Q_{розр}} \right)^2$ - квадрат безрозмірної витрати рідини, що проходить через

дросельний пристрій; $\bar{\Delta p}$ – відносний перепад тиску на дросельному пристрої.

З розрахунків випливає, що найменш ефективним є циліндричний насадок рис 1 а. Найвищі ж витратно перепадні характеристики показують коноїдально-конічний насадок та коноїдально-конічний насадок з проміжною циліндричною частиною.

Це означає, що коноїдально-конічний насадок з проміжною циліндричною частиною перетворить енергію потоку у кавітаційні коливання тиску найефективніше. А от використання циліндричного насадка є найменш доцільним, так як ефективність у нього найменша. На це вказує те, що кавітація в ньому починається при найвищих значеннях відносного перепаду тиску $\bar{\Delta p}$ [2].

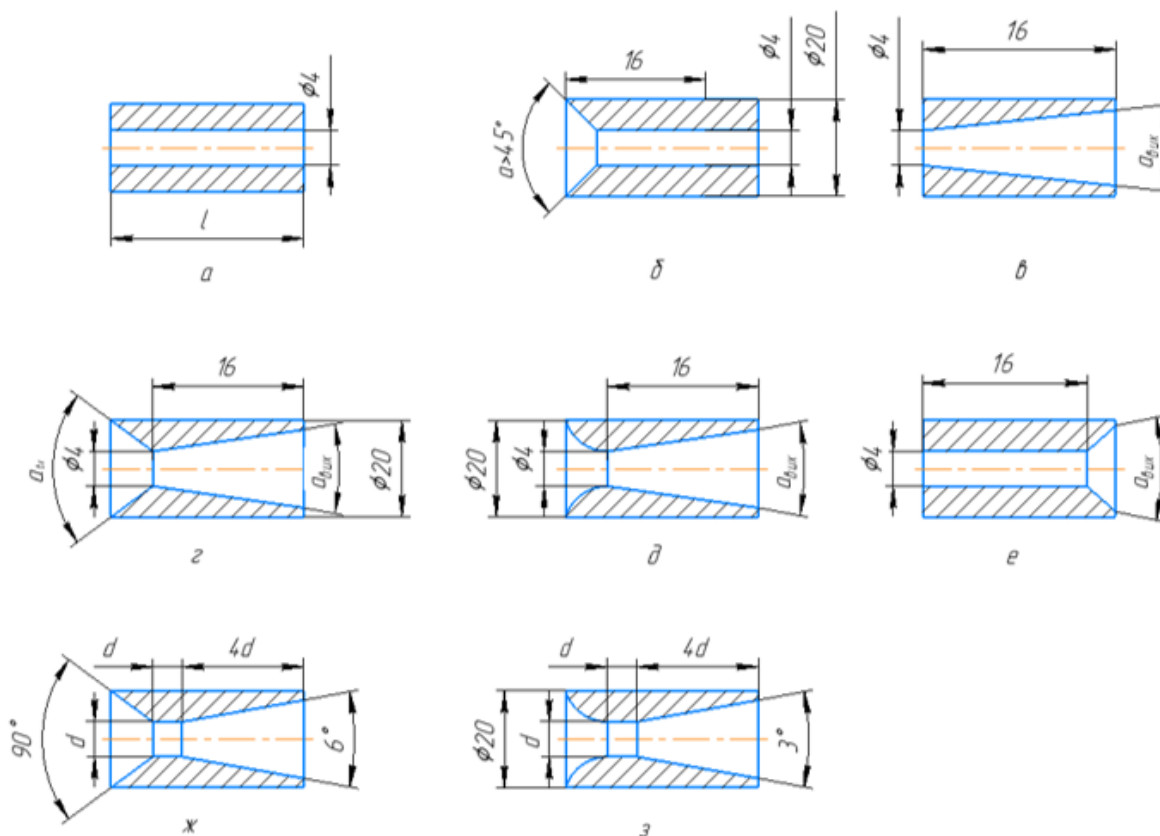


Рис.1. Конструкція основних типів насадків: а – циліндричний насадок; б – циліндричний насадок з конічним входом; в – конічний насадок, що розширюється; г – конічний насадок, що звужується та розширюється; д – коноїдально-конічний насадок; е – циліндричний насадок з конічним виходом; ж – конічний насадок, що звужується та розширюється з проміжною циліндричною частиною; з – коноїдально-конічний насадок з проміжною циліндричною частиною

326

Все ж існуючі типи кавітаторів ще достатньо мало вивчені та кавітації залежить від умов експлуатації та реологічних властивостей тому наша мета дослідити, як рідина буде піддаватися кавітаційній обробці, в тому числі, використовуючи різні насадки. Для вивчення кавітаційних явищ планується виготовити декілька насадків і порівняти зміну ефективності в наших умовах на автомобільному паливі.

Для випробування кавітатора була створена наступна схема випробувального стенду, що зображена рис 2. На схемі зображені насосна станція - НС, манометри - М1, М2, М3, ежектор Е, апарат кавітаційний АК, витратомір В, клапан тиску КТ та датчик температури Т.

Насос дає витрату $Q=5,6$ л/хв, клапан тиску створює навантаження в 4,5 бар.

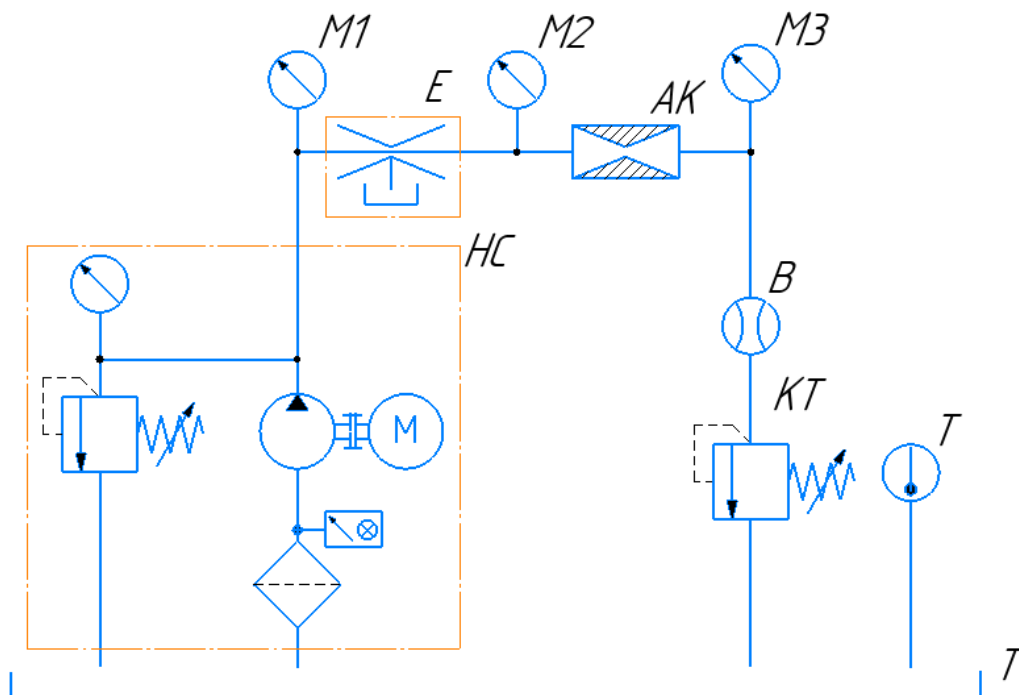


Рис.2 – Схема випробувального стенда кавітатора

327

Для отримання більш стабільної кавітації на ранніх режимах роботи (при значно меншому перепаді тисків) ми вирішили встановити в схему нашого стенда ежектор. За допомогою ежектора ми будемо насичувати додатково рідину повітрям чи іншим газом [4-7]. Таким чином ми отримуємо кавітацію набагато раніше. Крім цього, є також ідея додавати додатково воду від 2-10 % в паливо за допомогою ежектора для отримання емульсії. Це допоможе покращити властивості згорання палива. Так можна буде, наприклад, застосовувати оброблений бензин з меншим октановим числом.

На першому кроці виготовлені ежектор та кавітатор вже підключені в одній системі. Проведені тестові експериментальні дослідження показали задовільні результати, обробка результатів планується за рахунок методу візуалізації з фотофіксацією. На рис.3 зображено фото системи кавітатор з ежектором та процес отримання кавітації в потоці мастила марки Леол М 20 при перепаді тиску - 4,5 бари витрата робочої рідини - 5,6 л/хв, температура 20 °С.

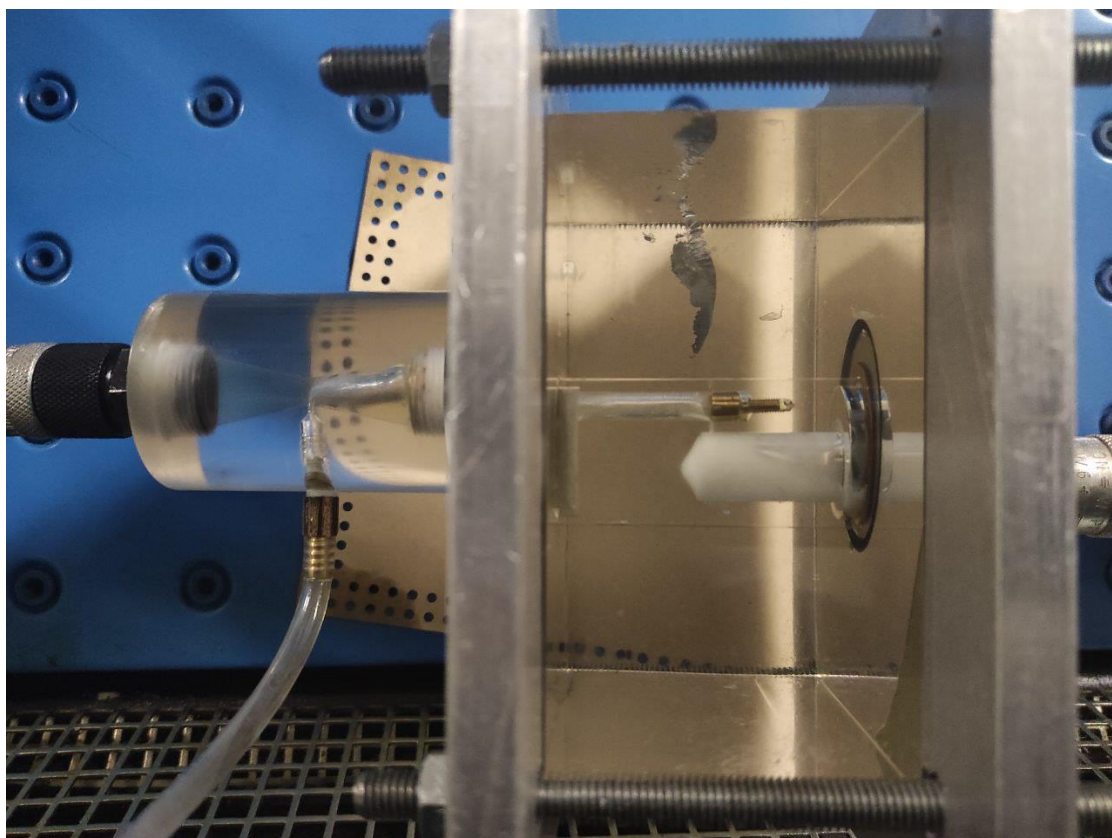


Рис.3. Фото системи з кавітаційним пристроєм та ежектором

328

Висновки:

1. Визначено основні типи конструкцій насадків для отримання ефективної кавітації.
2. Розроблено схему випробувального стенду для обробки Ньютонівських рідин кавітацією.
3. Зібрано та протестовано перший прототип системи з використанням кавітатора та ежектора разом для отримання стабільної кавітації.

Список використаних джерел

1. И. М. Федоткин, И. С. Гулый. Теоретические основы производства избыточной энергии, расчет и конструирование кавитационных теплогенераторов. - 2000. - 898 с. : ил.; ISBN 5-7763-2417-3.
2. Т. В. Тарасенко Кавітаційне витікання рідини через дросельний пристрій / В. М. Бадах // Mechanics and Advanced Technologies. - 2017. - № 3. - С. 82-91.

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-tekhnichnyi 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 hydroluminescence 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.Є., Костюк Д.В., Ночніченко І.В. Інновації молоді в машинобудуванні – 2020. - №2, С. 283-286.