

References

1. Kucheryk H. V. Vykorystannia elektrodializu dlia vyluchennia khlorydiv ta sulfativ z luzhnykh reheneratsiinykh rozchyniv [The use of electrodialysis for the removal of chlorides and sulfates from alkaline regeneration solutions] / H. V. Kucheryk, Yu. A. Omelchuk, M. D. Homelia // Environmental safety. – 2012. – Т. 1. – # 13. – P. 68-73.
2. Homelia M. D. Otsinka efektyvnosti anionitiv v malovidkhodnykh protsesakh ochyshchennia vody vid nitrativ [Evaluation of anionites in low-wasted processes purification of water from nitrates] / M. D. Homelia, O. V. Holtvianytska, T. O. Shablii // Proc. of the Nat. Tech. University «KhPI». – 2012. – № 1. – P. 84-90.
3. Shablyi T. A. Otsenka vliyannya mahnezita na efektyvnost reahentnoho umiahchenyia vodi [Assessing the impact of magnesite on the efficiency of reagent water softening] / T. A. Shablyi, E. V. Holtvianytskaia, N. D. Homelia // Energy technologies and conservation of resources. – 2011. – # 3. – P. 49-54.
4. Kucheryk H. V. Ionoobminne vyluchennia sulfativ ta khlorydiv z shakhtnykh vod [Ion-exchange sulfates and chlorides removal from mine water] / H. V. Kucheryk, Yu. A. Omelchuk, M. D. Homelia // Collected Works of SNUYaEtaP. – 2012. – Т. 1. – # 41. – P. 138-143.
5. Kucheryk H. V. Doslidzhennia protsesiv pomiakshennia pry demineralizatsii shakhtnykh vod na anioniti AV-17-8 [Investigation of mitigation processes during mine water demineralization on anionite AV-17-8] / H. V. Kucheryk, Yu. A. Omelchuk, M. D. Homelia // East European Journal of advanced technologies. – 2013. – Т. 2/11. – # 62. – P. 35-38.

УДК 573.6.086.835

КОЛОСОВ О. Є., д.т.н., с.н.с., пр.н.с.; СІВЕЦЬКИЙ В. І., к.т.н., проф.;
РЯБЦЕВ Г. Л., д.н.д.у., доц.; ЛИТВИНЕНКО Є. Ю., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ГІДРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАВІТАТОРІВ В ОБМЕЖЕНИХ ПОТОКАХ НА РЕЖИМАХ ШТУЧНОЇ КАВІТАЦІЇ

Наведено опис експериментального гідродинамічного стенду для досліджень гідродинамічних характеристик кавітаторів в обмежених потоках на режимах штучної кавітації, результати експериментальних досліджень кавітаторів у вигляді дисків і конусів із різним діаметром основи й кутом розкриття при його вершині, проаналізовано динаміку виносу газу з вентильованих каверн, а також описано особливості ежекції на режимах штучної кавітації й кавітаційного опору на режимах розвиненої кавітації.

Ключові слова: приготування біодизельного палива, штучна кавітація, кавітатор, гідродинаміка.

© Колосов О. Є., Сівецький В. І., Рябцев Г. Л., Литвиненко Є. Ю., 2014.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Перехід на використання дво- й багатоконпонентного біопалива і відмова від традиційних нафтопродуктів зараз спостерігається в багатьох країнах світу, які ці напрями звели в ранг доктрин своїх програм енергетичної безпеки. У результаті проведених авторами теоретичних і експериментальних досліджень отримані дані, в яких теоретичні розробки підтверджуються практичними результатами. Це дало поштовх для виникнення цілого ряду ідей, які стосуються створення комбінованих методів приготування дво- й багатоконпонентного біопалива і розробки нових технічних і технологічних засобів та методик їх розрахунку.

Аналіз патентно-інформаційних і літературних джерел свідчить, що сьогодні відсутнє обґрунтування вибору та комбінування найбільш ефективних методів приготування біопалива для досягнення енерго- та ресурсозбереження та збільшення виходу продукту. Для вирішення зазначеної проблеми потрібно, зокрема, експериментально дослідити удосконаленої технології приготування дво- й багатоконпонентного біопалива на базі кавітаційних методів диспергування та змішування.

Метою статті є визначення гідродинамічних характеристик кавітаторів в обмежених потоках на режимах штучної кавітації.

Опис експериментального стенда. Експериментальний стенд (рис. 1-2) складається з контактної камери 4, де встановлюють кавітаційні елементи 5 і виконують візуальні спостереження, фотографування, кінозйомку; циркуляційної системи з відцентрового насоса 15 і повітропроводу 8, завдяки якій створюється ви-

сокошвидкісний потік у камері 4; абсорбційної системи з абсорбера 1 і дегазатора 9; системи вентиляції кавітаційної камери газим носієм, що утворюється в контактній камері 4 за кавітатором 5, у складі порожнистої гондоли 2, повітропроводу 8, вентилятора 14 і редукційного вентиля 10; систем вимірювання й змінення тиску, швидкості, температури, витрат рідкої й газової фаз.

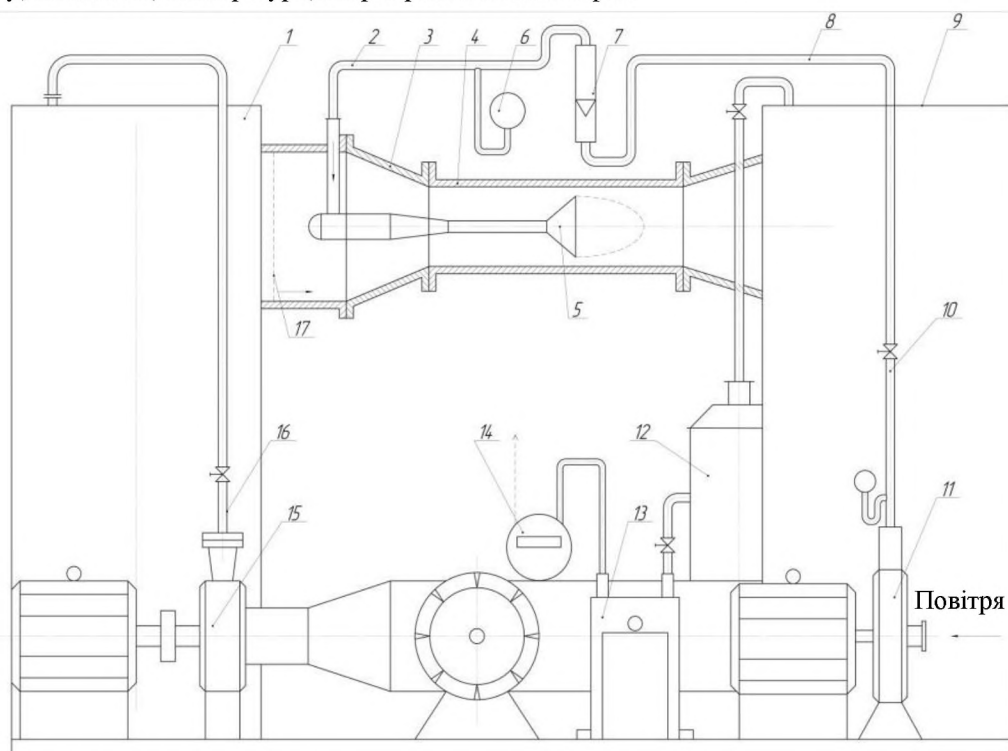


Рис. 1 – Схема експериментального гідродинамічного стенда (позначини – у тексті)

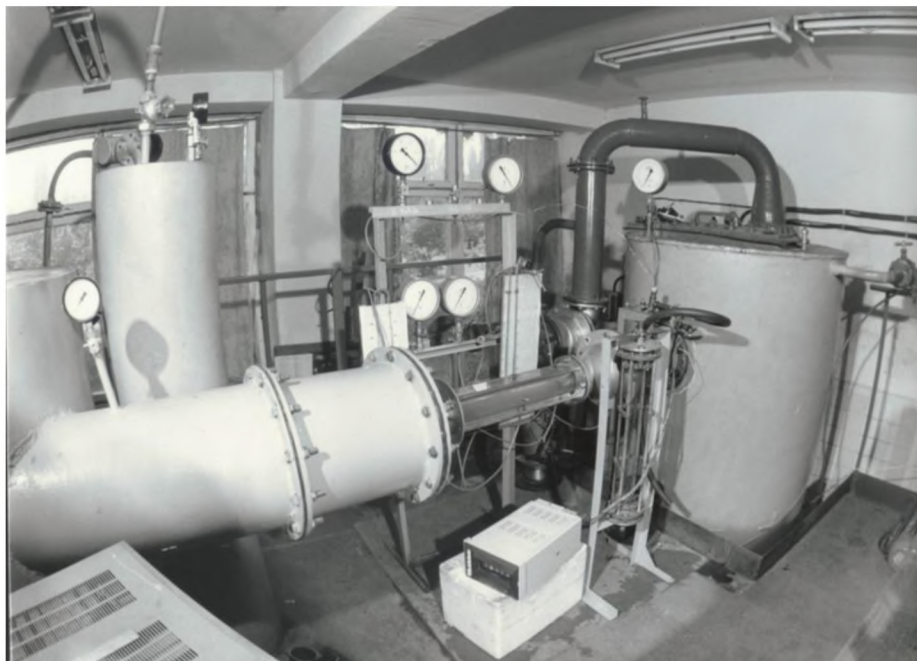


Рис. 2 – Експериментальний гідродинамічний стенд

Робочу частину стенда розташовано між абсорбером 1 і дегазатором 10. Вона складається з квадратної контактної камери 4, виконаної з кварцового скла, із діаметром робочого отвору 0,070 чи 0,115 м і довжиною 0,41 м, а також конфузора 3, що створює необхідну швидкість і падіння гідростатичного тиску на вході в камеру 4. Кавітатор 5 (у вигляді конуса, диска, кавітаційного сопла) розташовано в центрі камери 4. Кавітаційна каверна, що утворюється за кавітатором 5, вентильюється газовим носієм за допомогою порожнистої гондоли 2, сконструйованої спеціально для цих досліджень.

Відцентровий насос 15 (4К-6ПМ) потужністю 55 кВт нагнітає рідку фазу в циркуляційний контур і забезпечує її циркуляцію крізь контактну камеру 4 (рис. 3) зі швидкістю 10...15 м/с. У камері 4 встановлюють кавітатори з різним діаметром основи, щоб забезпечити різний ступінь стиску потоку. Залежно від режиму кавітації газова фаза або самозасмоктується в каверну, або нагнітається вентилятором.

Газорідинну суміш із контактної камери вільним струменем спрямовували в дегазатор 9, принцип дії якого описано в праці [1].

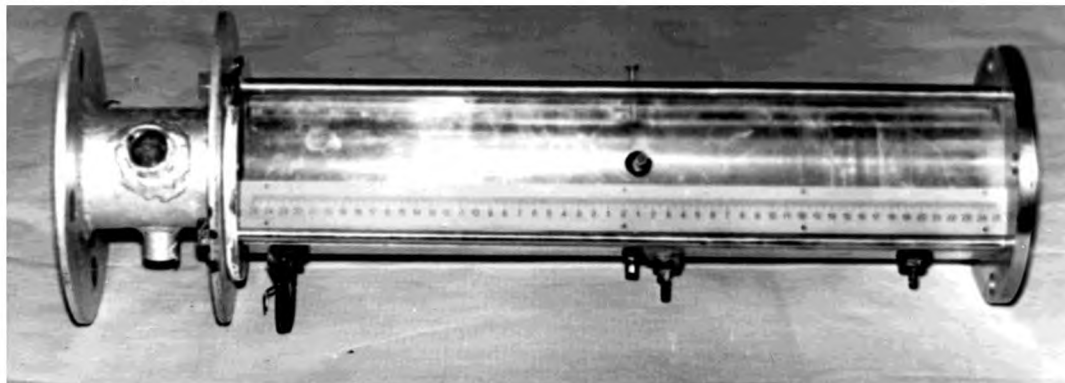


Рис. 3 – Контактна камера

Температуру газової фази вимірювали хромель-копелевою термопарою, установленою в гондолі 2, і реєстрували 12-ти канальним цифровим потенціометром А-565. Тиск у каверні вимірювали зразковим манометром 6 за допомогою тонкої металеві трубки діаметром 0,004 м, вільний кінець якої було розташовано в кавітаційній каверні. Витрату газової фази Q_0 змінювали від 0,63 до 40 м³/год, вимірювали за допомогою ротаметрів РС-5 і нормували за формулою:

$$Q = 283,73 Q_0 P / (kT), \quad (1)$$

де Q_0 – витрата газової фази за температури 20 °С; P – тиск у повітропроводі до ротаметра, Па; T – температура газоносія в каверні, К; k – коефіцієнт стисливості газу [2].

Відсмоктування газу, що виділяється в дегазаторі, здійснювали вакуум-насосом 13 крізь ресивер 12, а витрату вимірювали газовим лічильником 14 типу РГ-40, установленим на вихідному патрубку вакуум-насоса 13. Оскільки деяку кількість газових бульбашок виносить із потоком, було встановлено абсорбер 1, що вирівнював уміст розчиненого в рідині газу. Для стабілізації гідродинамічних коливань під верхньою кришкою абсорбера 1 було встановлено пневматичні (із пружних камер, заповнених повітрям), а на вході в конфузори – сітчастий (із дроту діаметром 2 мм і чарунками 5×5 мм) гасильники коливань.

Тиск і швидкість рідини в контактній камері регулювали засувкою 16. Контроль тиску й швидкості здійснювали за допомогою системи вакуумних кранів і зразкових манометрів.

Як модельні носії використовували воду й повітря.

Дослідження гідродинаміки кавітаційного потоку. Досліджено кавітатори у вигляді дисків і конусів різного діаметра основи із кутом розкриття $(45 \pm 0,5)^\circ$ (табл. 1). Це забезпечило різний ступінь стиску потоку рідини, що подавали в контактну камеру.

Таблиця 1 – Параметри досліджених кавітаторів і режимів

| | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|----------|--------|-----------|-----------|
| Діаметр основи кавітатора, м | 0,035 | 0,04 | 0,049 | 0,056 | 0,063 | 0,0665 |
| Діаметр контактної камери, м | 0,07 | 0,055 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Ступінь стиску потоку | 0,5 | 0,73 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,92 |
| Кут розкриття конуса, ° | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Діапазон зміни чисел Фруда | 7,5...10 | 7...14 | 6,4...17 | 7...12 | 6,0...8,3 | 6,0...6,4 |

Параметри моделювання кавітаційних процесів. Виходячи з аналізу умов омивання кавітаторів, режимних параметрів, фізико-хімічних властивостей модельних рідин і газів, встановлено такі модельні параметри, що характеризують кавітаційні процеси на режимах штучної кавітації [3].

Число кавітації $\chi = 2(P_0 - P_k)/(\rho V_0^2)$, де P_0 – тиск рідини на вході в контактну камеру, Па; P_k – тиск газової фази в порожнині кавітаційної каверни, Па; ρ – густина рідини, кг/м³; V_0 – швидкість рідкої фази на вході в контактну камеру, м/с.

Число Фруда $Fr = V/\sqrt{gd}$, де d – діаметр основи кавітатора, м.

Число Рейнольдса $Re = Vd\sqrt{1+\chi}/\nu$, де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, м²/с.

Ступінь стиску потоку $\delta = d/D$, де D – діаметр контактної камери в місці розташування кавітатора, м.

Відносна довжина кавітаційної каверни $\lambda = L/d$, де L – довжина кавітаційної каверни, м.

Кавітаційний опір $C_x = 2\Delta P/(\rho V_0^2)$, де ΔP – падіння тиску в контактній камері, Па.

Коефіцієнт ежекції $u = Q/U$, де Q , U – витрати газової й рідкої фази, відповідно.

Відносна витрата газової фази $q = Q/(V_0 d^2)$.

Визначення розмірів кавітаційної каверни. Більшу частину досліджень кавітаційної каверни присвячено режимам штучної кавітації для безмежних рідин [3] та обмеженим рідинам – в основному за ступеня стиску 0,01...0,1 [4]. Зокрема, у праці [5] автор дослідив зміни параметрів кавітаційної каверни на режимах природної кавітації за ступенів стиску потоку 0,3...0,7, у праці [6] – на режимах штучної кавітації за 0,1...0,3.

Дослідження, проведені авторами для ступенів стиску 0,73...0,93, підтвердили висновки авторів праць [3, 5, 6] стосовно впливу основних модельних параметрів на геометричні розміри каверни.

У праці [5] запропоновано такі емпіричні рівняння для розрахунку довжини каверни на режимах природної кавітації:

для $d/D_0 = 0,025...0,500$; $Fr = 7,0...25,1$; $Re = (4,5...7,3) \cdot 10^5$; $T_0 = 20$ °C

$$L_1 = 0,1\chi^2(d/D_0)^{1,25}Fr^{0,5}Re^{0,25}; \quad (2)$$

для $d/D_0 = 0,024...0,360$; $Fr = 9,5...15$; $Re = (1,2...1,6) \cdot 10^6$; $T_0 = 110...120$ °C

$$L_2 = 0,06\chi^2(d/D_0)^{1,25}Fr^{0,5}Re^{0,25}(\Delta T/T_0)^{-0,25}. \quad (3)$$

Порівняння з результатами праць [6] і [7] свідчать, що в діапазонах $0 < \delta < 0,1$ і $0,1 < \delta < 0,5$ зміни відносної довжини каверни λ від основних модельних параметрів є ідентичними.

За нашими дослідженнями, подальше збільшення ступеня стиску на режимах штучної кавітації суттєво змінює ширину й довжину каверни, а також характер виносу газової фази.

У праці [5] одержано такі емпіричні залежності відносної довжини каверни від модельних параметрів на режимах штучної кавітації:

для $\delta = 0,7...0,8$; $\chi = 1,2...3,0$; $q = 0,02...1,20$; $Fr = 10...17$

$$\lambda = 15 \cdot 10^{-8} e^{24\delta} \chi^{-2,5} Fr^{0,81}; \quad (4)$$

для $\delta = 0,8...0,9$; $\chi = 1,2...5,0$; $Fr = 10...17$.

$$\lambda = 6,8 \cdot 10^{-8} e^{24\delta} \chi^{-2,5} Fr^{0,81}. \quad (5)$$

Відхилення експериментальних даних від розрахованих за рівняннями (4) і (5) не перевищує 10 %. Порівняння цих рівнянь із наведеними в працях [3, 5, 6] свідчить, що показники степеня в них є приблизно рівними, а значення коефіцієнта суттєво різняться. Так, наприклад, у [6] він дорівнює 0,05, у [5] – 0,1.

На рис. 4 наведено залежності $\lambda = f(\chi, Fr)$ для ступенів стиску потоку 0,7...0,9 на режимі штучної кавітації, одержані одним з авторів. Порівняння цих даних із розрахунками за (4) і (5) свідчать, що відхилення не перевищує 14 %.

Установлено, що зростання ступеня стиску потоку зміщує область робочих режимів у зону вищих чисел кавітації. Режим штучної кавітації в обмеженому потоці дозволяє здійснювати дослідження за ступенів стиску понад 0,73, тоді як за природних умов, коли $0,7 < \delta < 0,73$, спостерігається кавітація на стінках контактної камери й здійснювати дослідження є неможливим.

Візуальні спостереження свідчать, що на режимах штучної кавітації за витрати газової фази $q \geq 0,1$ майже зникають пульсації хвостової частини каверни. При цьому довжина каверни, що вентилюється, суттєво збільшується порівняно з довжиною каверни за цих же умов у разі відсутності вентиляції. Водночас рівень кавітаційного шуму зменшується. Тобто кавітація з вентиляванням повітрям стає «м'якою».

У разі штучної кавітації контактну камеру заповнено щільніше, поверхня кавітаційної каверни є стабільнішою й більшою, тобто є більшою площею поверхні масообміну між фазами.

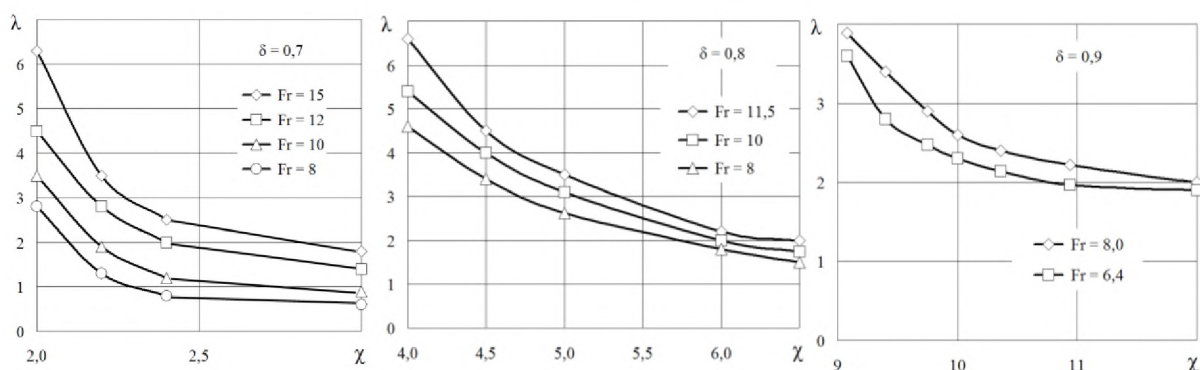


Рис. 4 – Залежності відносної довжини каверни від числа кавітації для різних ступенів стиску потоку і чисел Фруда

Мідель каверни за ступенів стиску 0,7...0,9 майже не змінюється за довжиною. Кавітаційна каверна займає весь переріз контактної камери, і її мідель дорівнює діаметру основи кавітатора незалежно від його форми. У розрахунках його можна взяти рівним діаметру основи кавітатора.

За ступеня стиску понад 0,7 каверна є циліндром із прозорою чи емульсійною поверхнею, повітря з якої евакуується безперервними шнурами чи пульсаційно з її хвостової частини.

Для необмежених рідин за ступеня стиску менше 0,7 каверна вентилюється примусово від вентилятора, а для $\delta > 0,7$ спостерігається самозасмоктування повітря, тобто вентилявання здійснюється ежектуванням.

Динаміка виносу газу з вентилюваних каверн. Практичний інтерес має також встановлення залежностей відносної витрати газової фази, що вентилює каверну, від чисел кавітації, Рейнольдса, Фруда й ступеня стиску потоку рідини, а також відносної довжини кавітаційної каверни від відносної витрати газової фази (рис. 5).

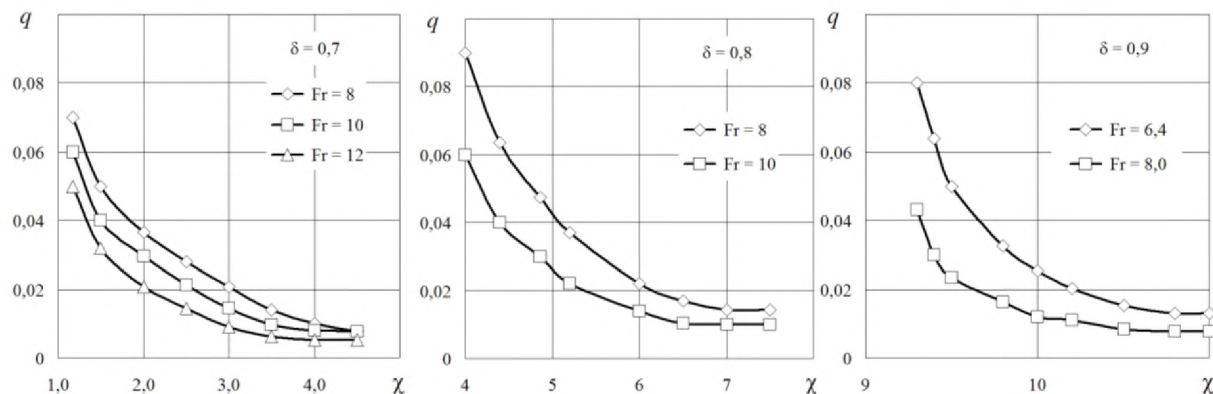


Рис. 5 – Залежності відносної витрати газової фази від числа кавітації для різних ступенів стиску потоку

Тиск P_k у каверні, що вентилюється газовою фазою, був завжди вищим, аніж тиск насиченої пари рідини, і змінювався від 13 до 50 кПа залежно від витрати газу, що засмоктувався в каверну. Відносну витрату газової фази q визначали в діапазоні витрати 0,1...12 м³/год. При цьому швидкість на вході в контактну камеру змінювалась від 2,2 до 15 м/с.

Малі значення відносної витрати ($q = 0,05...0,08$) характеризувалися пульсаційним виносом газової фази з хвостової частини кавітаційної каверни. Збільшення витрати до 0,1 сприяє плавному переходу від пульсацій до безперервного виносу вихоровими шнурами.

На відміну від відповідних залежностей для необмеженої рідини [3], для обмеженого потоку L -подібна крива із зростанням ступеня стиску зміщується в бік вищих чисел кавітації за однакової витрати повітря, що вентилює каверну. Окрім того, підвищується чутливість системи контактна камера–кавітатор–каверна до зміни витрати газової фази. Це відображається в зміні відносної довжини каверни, оскільки її ширина в міделі залишається рівною діаметру основи кавітатора.

Найбільші значення відносної довжини одержано за ступеня стиску 0,9 ($q = \text{idem}$). Шляхом узагальнення експериментальних даних одержано емпіричне рівняння

$$q = 0,75\lambda^2\delta^{-3,8}\text{Re}^{-0,44}\text{Fr}^{0,1}, \quad (6)$$

справедливе для $q = 0,01\dots 0,12$; $\lambda = 1,2\dots 5,0$; $\delta = 0,7\dots 0,9$; $\text{Re} = (2,5\dots 4,9) \cdot 10^5$; $\text{Fr} = 8\dots 17$.

Розбіжність між експериментальними даними й результатами розрахунку за формулою (6) не перевищує 1 %.

Залежності відносної довжини каверни від відносної витрати газової фази, що вентилює каверну, одержані на основі розрахунку за формулою (13), наведено на рис. 6.

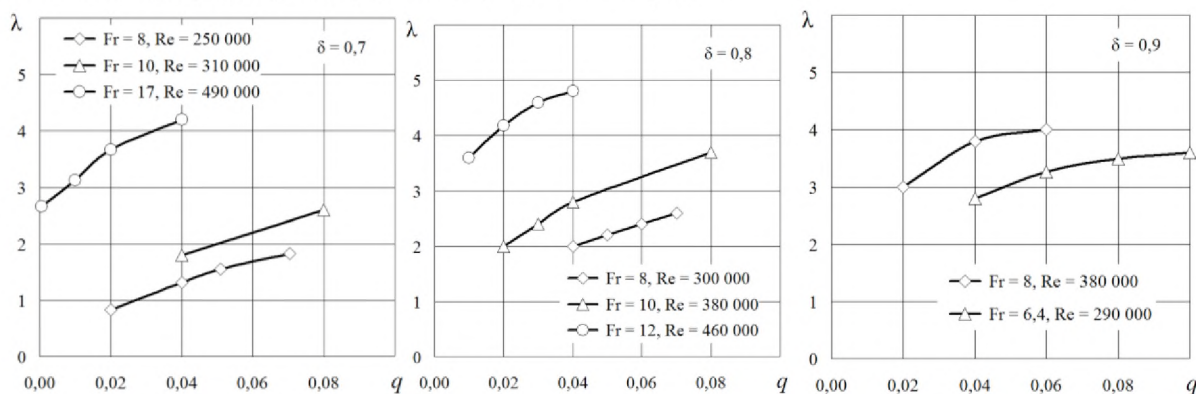


Рис. 6 – Залежності відносної довжини каверни від відносної витрати газової фази, що вентилює каверну, за різного ступеня стиску

Фотографування каверн в потоці (рис. 7) дозволило спостерігати динаміку виносу газової фази з каверни зі зміною витрати газової фази, що засмоктувалася, і швидкості рідкої фази в контактній камері.

Установлено, що штучна кавітація має таку динаміку. Початкова кавітація ($0,01 < q < 0,04$) характеризується появою за кавітатором окремих кавітаційних бульбашок та їх невеликих скупчень, які зносить потік рідини. Зростання відносної витрати газової фази до 0,05 веде до утворення за кавітатором емульсійної каверни з поверхнею, що має вигляд рідини, що інтенсивно кипить. Винос здійснюється ланцюгами повітряних і кавітаційних бульбашок.

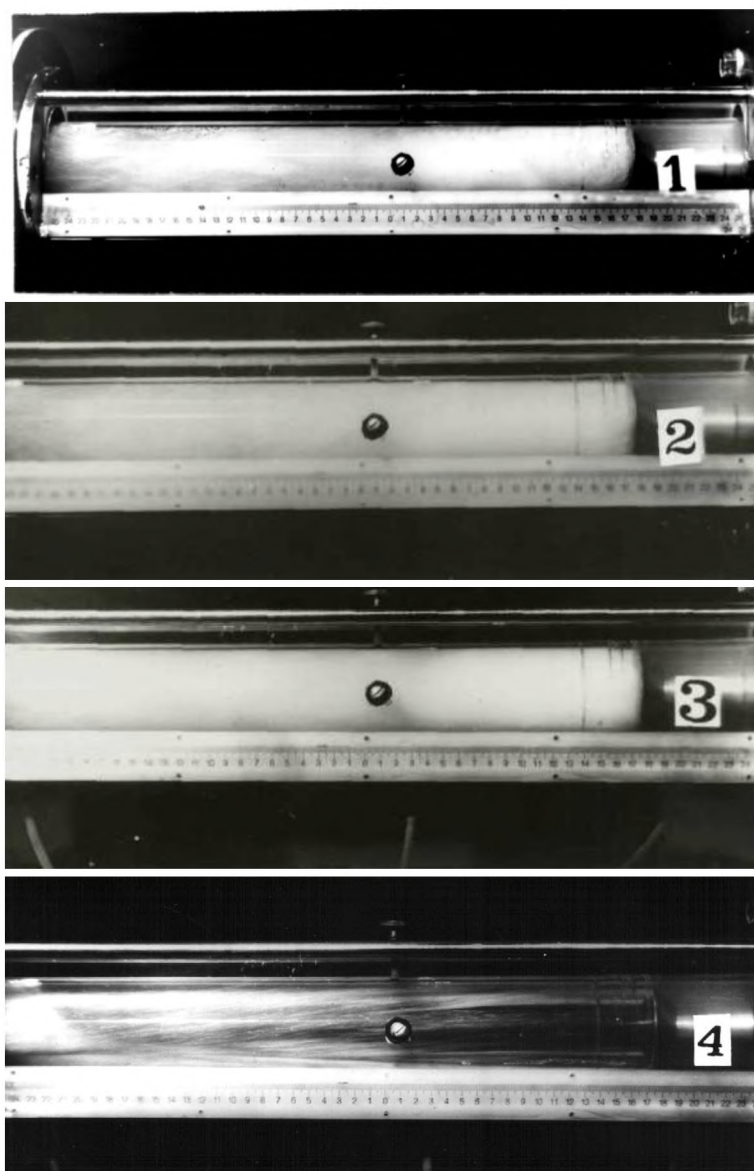
Подальше зростання витрати газу ($0,05 < q < 0,08$) сприяє утворенню пульсаційного режиму, оскільки винос повітря з каверни дифузійно чи невеликим скупченнями бульбашок стає недостатнім. Хвостова частина каверни прагне утворити стаціонарний зворотний струмінь, що протидіє зростанню тиску в каверні і сприяє накопиченню повітря в каверні до певного значення. Після його досягнення відбувається інтенсивна зміна довжини каверни й пульсаційний викид певної порції повітряних і кавітаційних бульбашок із хвостової частини каверни нестационарними вихорами. Частота пульсаційних викидів змінюється залежно від швидкості рідкої фази й витрати газової фази [8].

Режим безперервного виносу вихоровими шнурами спостерігається, коли $q > 0,08$. Поверхня каверни прозора, а хвостова частина заповнена піною, краплями рідини й кавітаційними бульбашками. Поверхня контакту фаз є максимальною. Винос газу здійснюється безперервно вихоровими шнурами з циркуляцією. На поверхні каверни спостерігаються «хвилі», вона ніби «омивається» рідиною за гвинтовою лінією. На відміну від течії в необмеженій рідині перехід від пульсацій до безперервного виносу відбувається плавно, без стрибків [3].

За значення ступеня стиску потоку 0,93, коли швидкість рідкої фази становить 7 м/с, можна спостерігати режим «замикання» труби.

Висновки. Визначено гідродинамічні характеристики кавітаторів в обмежених потоках на режимах штучної кавітації. Установлено, що: більшим значенням чисел Фруда за однакових чисел кавітації відповідає більша відносна довжина кавітаційної каверни; збільшення ступеня стиску потоку зміщує гідродинамічні характеристики в зону більших чисел кавітації; мідель каверни, що вентилюється, майже за всією довжиною дорівнює діаметру основи кавітатора незалежно від його форми; за ступенів стиску понад 0,7 на режимах штучної кавітації спостерігаються ефекти ежекції повітря й кавітації одночасно.

Найбільш прийнятними для конструювання кавітаторів є конструкції, в яких ступінь стиску становить 0,7...0,9 за таких режимних параметрів: $q = 0,01\dots 0,12$; $\lambda = 1,2\dots 5,0$; $\text{Re} = (2,5\dots 4,9) \cdot 10^5$; $\text{Fr} = 8\dots 17$.



1 – $\delta = 0,7$; 2 – $\delta = 0,8$; 3 – $\delta = 0,9$;
4 – $\delta = 0,8$ із розвинутою кавітацією і циркуляцією на поверхні каверни

Рис. 7 – Кавітаційні каверни за різних ступенів стиску

Список використаної літератури

1. Перник А. Д. Проблемы кавитации / А. Д. Перник. – Л. : Судостроение. 1966. – 439 с.
2. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества / П. П. Кремлевский. – Л. : Машиностр., 1975. – 776 с.
3. Кнэпп Р. Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М. : Мир, 1974. – 668 с.
4. Лапин В. А. Экспериментальное исследование влияния стенок на основные размеры каверн за дисками, расположенными по оси круглой трубы / В. А. Лапин // Проектирование и мореходные качества промысловых судов : тр. КТИИПиХ МРХ СССР. – 1975. – Вып. 59. – С. 53-57.
5. Мачинский А. С. Гидродинамические и теплообменные характеристики суперкавитационных испарительных аппаратов для обессоливания жидкостей : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – К., 1984. – 18 с.
6. Лапин В. А. Экспериментальное исследование развитых кавитационных течений : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / В. А. Лапин. – Калининград, 1975. – 27 с.
7. Щербатенко Л. Е. Влияние термодинамического эффекта на кавитацию в шнековых и центробежных насосах / Л. Е. Щербатенко, А. С. Шапиро // Хим. и нефтяное машиностр. – 1981. – № 8. – С. 17-20.

8. Федоткин И. М. Гидродинамические характеристики вентилируемых камер в ограниченных потоках / И. М. Федоткин, А. С. Мачинский, Н. А. Яхова // Хим. машиностр. : респ. межвед. научно-техн. сб. – 1990. – Вып. 51. – С. 58-64.
9. Застосування кавітації в хімічній технології : у 2 ч. – Ч. 2. Ефективні кавітаційні засоби / Б. Б. Булгаков, В. І. Сівецький, Н. А. Яхова, О. Є. Колосов. – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – 105 с.

Надійшла до редакції 11.12.2014

Kolosov O. Ye., Sivetskyi V. I., Riabtsev G. L., Lytvynenko Ye. Yu.

HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF CAVITATORS IN LIMITED FLOWS OF MADE CAVITATION

The transition to the use of two-component and multicomponent biofuels and the abandonment of traditional petroleum products is observed in many countries of the world. These areas are part of the program to ensure of energy security. As a result of research conducted by the authors earlier, the data in which the theoretical developments confirmed by practical results. This made it possible to put forward ideas that are relevant to the development of new methods for the preparation of two-component and multicomponent biofuels.

Analysis of patent information and literature shows that today there is no justification for the choice of the most effective methods of preparation of biofuels to ensure energy efficiency, resource saving and increase productivity. To solve this need, in particular, experimentally investigate improved two-component and multicomponent preparation of biofuels that utilizes cavitation dispersing and mixing techniques.

This article describes an experimental stand for hydrodynamic studies of hydrodynamic characteristics of cavitators in limited flows with made cavitation. The results of experimental studies are provided for cavitators in the form of discs and cones with different base diameter and opening angle at its apex. The dynamics of the removal of gas from the ventilated cavities are analyzed. The features on the ejection of made cavitation and cavitation resistance in developed cavitation regimes are investigated.

It was found that the large values of the Froude number at the same cavitation numbers corresponds to a large relative length of the cavitation cavity. Increasing the compression ratio shifts the flow hydrodynamic characteristics in the area of large numbers of cavitation. Midsection ventilated cavity almost the entire length equal to the diameter of the base cavitator regardless of its form. With a compression ratio of 0.7 at the artificial cavitation effects observed ejection of air and cavitation at the same time.

The most suitable for constructing cavitators are constructs in which the compression ratio is 0.7...0.9 at these operation parameters: $q = 0,01...0,12$; $\lambda = 1,2...5,0$; $Re = (2,5...4,9) \cdot 10^5$; $Fr = 8...17$.

Keywords: preparation of biodiesel, made cavitation, cavitator, hydrodynamics.

References

1. Pernik A. D. Problemy kavitacii [Problems of cavitation] / A. D. Pernik. – L. : Sudostroenie. 1966. – 439 s.
2. Kremlevskij P. P. Rashodomery i schetchiki kolichestva [Flowmeters and counters] / P. P. Kremlevskij. – L. : Mashinostroenie. 1975. – 776 s.
3. Knjepp R. Kavitacija [Cavitation] / R. Knjepp, Dzh. Dejli, F. Hjemmit. – M. : Mir, 1974. – 668 s.
4. Lapin V. A. Jeksperimental'noe issledovanie vlijaniya stenok na osnovnye razmery kavern za diskami, raspolzhenymi po osi krugloj truby [Experimental studies of the effect of the walls on the main dimensions of the cavities of the disk located along the axis of a circular tube] / V. A. Lapin // Proektirovanie i morehodnye kachestva promyslovyh sudov : tr. KTIPiH MRH SSSR. – 1975. – Вып. 59. – С. 53-57.
5. Machinskij A. S. Gidrodinamicheskie i teploobmennye hrakteristiki superkavitacionnyh isparitel'nyh apparatov dlja obessolivaniya zhidkostej [Hydrodynamic and heat-transfer characteristics of supercavitation evaporators for desalting liquids] : avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk. – K., 1984. – 18 s.
6. Lapin V. A. Jeksperimental'noe issledovanie razvityh kavitacionnyh techenij [Experimental study of developed cavitation flows] : avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk / V. A. Lapin. – Kaliningrad, 1975. – 27 s.
7. Shherbatenko L. E. Vlijanie termodinamicheskogo jeffekta na kavitaciju v shnekovyh i centrobezhnyh nasosah [Influence of thermodynamic effect on cavitation in centrifugal and auger pumps] / L. E. Shherbatenko, A. S. Shapiro // Him. i neftjanoe mashinostr. – 1981. – № 8. – С. 17-20.
8. Fedotkin I. M. Gidrodinamicheskie harakteristiki ventiliruemyh kavern v ogranichennyh potokah [Hydrodynamic characteristics of ventilated cavities in the limiting flows] / I. M. Fedotkin, A. S. Machinskij, N. A. Jahova // Him. mashinostr. : resp. mezhved. nauchno-tehn. sb. – 1990. – Вып. 51. – С. 58-64.
9. Zastosuvannia kavitatsii v khimichnij tehnolohii : u 2 ch. [Application of cavitation in chemical technology. Effective cavitation devices] – Ch. 2. Efektyvni kavitatsiini zasoby / B. B. Bulhakov, V. I. Sivetskyi, N. A. Yakhova, O. Ye. Kolosov. – K. : NTUU «KPI», 2009. – 105 s.