

УДК 620.193.16 (045)

М.Г. Макаренко, Є.Є. Радюк, І.П. Челюканов

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВОЇ ДІЇ КАВІТУЮЧОГО СТРУМЕНЯ

Наведено результати експериментальних досліджень взаємодії кавітуючого струменя рідини на мінеральній основі із зразком перешкоди в потоці. Проаналізовано методи обробки сигналу пульсацій тиску.

Прогнозування виникнення кавітаційних режимів в агрегатах і шкідливих наслідків цього явища – ерозії, виділення повітря – потребує знання механізму зародження, розвитку і руйнування пустот в рідині. Це дозволить не тільки в окремих випадках уникнути кавітації, але і керувати нею, застосовуючи для розробки нових технологічних процесів. До таких виробництв можна віднести очистку поверхні від забруднення, поверхневе зміцнення металів, виготовлення емульсій.

Для більшості матеріалів, на які діє кавітаційний струмінь, характерна наявність початкового (інкубаційного) періоду, протягом якого руйнування матеріалу відсутнє, але спостерігається поверхневе зміцнення. Для практичної реалізації дозованого поверхневого зміцнення необхідно визначити параметри імпульсного навантаження.

Однозначної думки про механізм кавітаційної дії на конструкційні матеріали немає, хоча це питання вперше поставлене ще на початку 20 сторіччя Парсоном при випробуванні гребних гвинтів. В основному, досліджувалося руйнування одиноких порожнин в нерухомій однокомпонентній рідині. В кавітуючому струмені структура кавітаційної зони не являє собою послідовності одиноких порожнин, а це є ансамбль взаємодіючих каверн. Багатокомпонентні мінеральні рідини внаслідок наявності легких фракцій більш сприятливі до кавітації ніж вода – вони в більшій кількості розчиняють в собі повітря. В зв'язку з цим можна припустити, що взаємодія кавітуючого струменя рідини на мінеральній основі з поверхнею має свої особливості, вивчення яких потребує постановки окремих досліджень.

Експериментальні дослідження силової дії кавітуючого струменя включали візуальні спостереження процесу витікання рідини із циліндричного дроселя, фіксації ерозійної дії потоку та пульсацій тиску в системі.

Ступінь розвитку кавітації оцінювався по відносному перепаду тиску на дроселі

$$\Delta \bar{P} = (P_{\text{вх}} - P_{\text{вих}}) / P_{\text{вх,абс}}$$

де $P_{\text{вх}}$ – тиск на вході в дросель, МПа; $P_{\text{вих}}$ – тиск на виході з дроселя, МПа, $P_{\text{вх,абс}}$ – тиск входу абсолютний.

Візуальні спостереження протікання рідини АМГ-10 за циліндричним дроселем велися методом фотографування з надкороткою експозицією ($t \approx 0,9 \times 10^{-6}$ с). На рис.1 показана динаміка розвитку кавітаційної зони.

Розглянемо процес витікання при ступені розвитку кавітації $\Delta \bar{P} = 0,78$ (рис. 1, а). Ефективно діючий струмінь формується з вихрових каверн. Каверни А у вихоровому кільці проходять стан росту, каверни Б досягли критичного розміру і руйнуються, В – залишкові газові пухирці після замикання каверн. Розчинені в рідині гази виділяються в каверну при її зростанні разом з парами рідини, а при змиканні каверни повторне розчинення газів протікає поступово і наявність газової фази грає роль демпфера.

Більш розвинені кавітаційні потоки $\Delta \bar{P} > 0,85$ характеризуються збільшенням частоти утворення каверн і ростом розміру вихору. Ансамбль взаємодіючих каверн спостерігається на рис 1,б, коли $\Delta \bar{P} = 0,88$.

. 1

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

, -

,

-130

200

-10

= 0,8

~ 3,7

/

t.

5

8,33

(. 2).

-15,

-10.

1,5

15

’ (

).

(

. 2

$$y(i) = (1/W) \sum_{j=-m}^m \omega(j)x(i+j), \quad () = (\) ^ (\ + ,$$

де $i = m+1, m+2, \dots$; $W = \sum_{j=-m}^m \omega(j)$.

При застосуванні даного методу вдається знизити вплив нерегулярних шумів, що мають середнє значення в часі нуль [2].

Сигнал, що надходить з датчика (рис.3), переважно має квазістаціонарний характер, тому застосування методу його інтегрального усереднення практично неможливе. Перевагу при обробці результатів спостережень силової дії кавітуючого струму слід віддати методу згладжування.

Список літератури

1. Куликов А.П. Компьютерный контроль процессов и анализ сигналов. – М.: Информатика и компьютеры, 1999. – 330 с.
2. Обработка экспериментальных данных с помощью компьютера /Пер. с япон./ С. Минами, Т. Утида, С. Кавата и др. – М.: Радио и связь, 1999. – 256 с.

Стаття надійшла до редакції 09.07.01.