

Особливості конструктивного виконання кавітаційного обладнання для запобігання ерозії

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовані основні способи попередження кавітаційної ерозії в апаратах принцип роботи яких полягає в створенні вимушеної кавітації. В запропонованій установці для приготування бітумних емульсій реалізовані певні конструктивні рішення щодо усунення дії кавітаційної ерозії на робоче обладнання.

Ключові слова: кавітаційна ерозія, кавітаційний диспергатор, бітумно-емульсійна установка, кавітаційна технологія приготування емульсій, гідродинамічна кавітація

Abstract

The main ways of preventing cavitation erosion in equipments which create a forced cavitation are analyzed. The some constructive solutions to resolve the actions of cavitation erosion on the working equipment in the plant for preparation of bitumen emulsions implemented.

Keywords: cavitation erosion, cavitation dispersant, emulsion bitumen equipment, cavitation technology of preparation of emulsion, hydrodynamic cavitation

Актуальність роботи

В основу роботи розробленої в НДІ гідродинаміки ВНТУ установки для приготування бітумних емульсій [1] покладено створення вимушеної гідродинамічної кавітації в потоці грубої механічної суміші складових компонентів емульсії. Ряд гідродинамічних процесів супутніх кавітації сприяє ефективному диспергуванню взаємонерозчинних компонентів бітумних емульсій. Основним недоліком явища кавітації в робочому обладнанні є виникнення кавітаційної ерозії: кумулятивні мікрострумені подрібнюють не лише частинки бітуму, але й можуть суттєво руйнувати поверхню робочого обладнання.

Результати дослідження

Раніше запобігання кавітаційної ерозії полягало лише в заміні матеріалу робочого обладнання більш корозійно стійким. На сьогодні можна виділити такі способи попередження кавітаційної корозії [2, 3, 4]:

- конструювання гідравлічних пристроїв та елементів, що забезпечують мінімальну інтенсивність процесу кавітаційної ерозії;
- вибір матеріалу з підвищеною кавітаційною стійкістю;
- регулювання гідродинамічних характеристик потоку рідини;
- використання таких методів, як подача газу, зокрема повітря, в місця виникнення кавітації; додавання спеціальних присадок в робочі рідини, що зменшують її корозійні властивості; катодний захист та інше.

Одним з найефективніших способів попередження кавітаційної ерозії матеріалів гідравлічних пристроїв та елементів є забезпечення їх раціональної геометрії та конструкції [2]. Літературний огляд низки експериментальних досліджень, що були направлені на встановлення залежності інтенсивності кавітаційної ерозії матеріалу обладнання від його конструктивних та геометричних параметрів дозволив зробити наступні висновки:

1) із збільшенням співвідношення діаметра найвужчої частини кавітатора до діаметра раптового розширення, розмішеного за ним, кавітаційна ерозія зменшується, при цьому максимальна інтенсивність кавітаційної ерозії спостерігається при $D_{н.ч.}/D_{р.р.} \approx 0,6$;

2) при забезпеченні діаметру раптового розширення не менше $1,5D_y$, а його довжини – не менше $8D_y$, не спостерігається кавітаційне руйнування матеріалу робочого обладнання.

У розробленому кавітаційному диспергаторі площа умовного проходу найвужчої частини кавітаційного диспергатора регулюється від $34,5 \text{ мм}^2$ до 113 мм^2 , при цьому, згідно рекомендацій, діаметр раптового розширення складає 60 мм, а його довжина – 100 мм. Дане конструктивне

виконання забезпечить мінімальну дію кумулятивних мікроструменів на поверхню камери диспергування [5].

Основний принцип роботи кавітаційного устаткування для приготування емульсії це створення вимушеної кавітації, низка супутніх гідродинамічних процесів якої сприяє ефективному диспергуванню складових компонентів емульсії. Умовно виділяють декілька режимів кавітації (залежно від значення числа кавітації) [2]:

- 1) докавітаційний – суцільний (однофазний) потік при $\chi > 1$;
- 2) кавітаційний – (двофазний) потік при $\chi \approx 1$;
- 3) плівковий – із стійким відривом кавітаційної порожнини від іншого суцільного потоку (плівкова кавітація) при $\chi < 1$;
- 4) суперкавітаційний – при $\chi \ll 1$.

Як показали експериментальні дослідження різних режимів кавітації в умовах суперкавітаційного режиму кавітаційна ерозія не спостерігається [2]. Отже, для попередження кавітаційної ерозії в робочому обладнанні кавітаційного устаткування для приготування емульсії необхідно забезпечити певні гідродинамічні параметри потоку сировини (тиск, перепад тиску або швидкість), які забезпечать встановлення суперкавітаційного режиму за робочим органом - кавітатором.

На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблена методика інженерного розрахунку та рекомендації щодо вибору раціональних робочих параметрів та режимів експлуатації устаткування для кавітаційного способу приготування бітумних емульсій [6].

Також, для виготовлення вузла емульгування пропонується сталь марки AISI 304 (The American Iron and Steel Institute) – це аустенитна сталь із низьким вмістом вуглецю, аналог сталі марки 08X18H10, вміщує мінімум 18 % Cr і 8 % Ni. Сталь марки AISI 304 є кислотостійкою та витримує короткотривале підняття температури до 900 °С, окрім того, даний матеріал є достатньо стійкий проти кавітаційної корозії, як показали експериментальні дослідження при інтенсивному впливі кумулятивних мікроструменів викликаних кавітацією за 2 години втрачає до 18 мг маси [5].

Вузол емульгування кавітаційної установки для приготування бітумних емульсій виконаний із можливістю легкої його заміни у випадку суттєвого пошкодження.

Розроблена установка для приготування бітумних емульсій впроваджена на одному з асфальтобетонних заводів України. Тривала експлуатація установки доводить надійність роботи вузла емульгування [5].

Висновки

Досліджені основні способи запобігання кавітаційної ерозії робочого обладнання гідродинамічних кавітаційних апаратів. При розробленні та виготовленні запропонованої установки для приготування бітумних емульсій враховані існуючі рекомендації щодо забезпечення надійної роботи кавітаційного диспергатора. Несуттєвість пошкодження робочих поверхонь вузла емульгування підтверджується тривалою експлуатацією установки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 37338 Україна, МПК8 E01C 19/00 Установка для приготування бітумних емульсій / Борисенко А. А., Бауман К. В., Коц І. В. – № u200807653; заявл. 04.06.08; опубл. 25.11.08, Бюл. №22.
2. Арзуманов Э. С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях / Э. С. Арзуманов – М.: Энергия, 1978. – 304 с.
3. Погодаев Л. И. Снижение интенсивности кавитации за счет увеличения релаксирующих свойств жидкостей, использования эмульсий и покрытий / Л. И. Погодаев, О. О. Матвеевский, Д. Ф. Доских // Трение, износ, смазка. – Март 2008. – Т. 10, № 1 – Режим доступу: www.tribo.ru.
4. Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: Підручник. / Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, Сухенко В. Ю. – К.: НУХТ, 2010. – 547 с.
5. Бауман К. В. Розроблення кавітаційної установки для приготування бітумних емульсій: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.02 / К. В. Бауман – Кременчук, 2016. – 196 с.
6. Коц І. В. Визначення температурних та гідравлічних параметрів кавітаційного устаткування для приготування бітумних емульсій / І. В. Коц, А. А. Борисенко, К. В. Бауман // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 16–23. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Stmkb_2013_1_5.pdf.

Катерина Володимирівна Бауман – канд. техн. наук, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: iekaterina@i.ua

Kateryna V. Bauman – Ph. D., assistant of department of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: iekaterina@i.ua