

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

**IV Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(Суми, 19–22 квітня 2016 року)**

ЧАСТИНА 2

Конференція присвячена Дню науки в Україні



**Суми
Сумський державний університет
2016**

МОДЕЛЮВАННЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ТЕЧІЇ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ОСЬОВОГО НАСОСА З ЛОПАТЕВОЮ СИСТЕМОЮ ТИПУ НР

Рибальченко І. С., студент; Матвієнко О. А., асистент, СумДУ, м. Суми

Кавітація – це процес пароутворення та наступної конденсації бульбашок пари в потоці рідини, що супроводжується шумом та гідравлічними ударами, утворенням в рідині порожнин (кавітаційних бульбашок або каверн), заповнених парою самої рідини, в якій виникають. Кавітація виникає внаслідок місцевого зниження тиску в рідині, яке може виникати або при збільшенні її швидкості (гідродинамічна кавітація), або при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності під час напівперіоду розрідження (акустична кавітація). Переміщуючись з потоком в область з більш високим тиском чи під час напівперіоду стискання, кавітаційна бульбашка схлопується, випромінюючи при цьому ударну хвилю [1].

Тривала робота насоса при наявності навіть незначних кавітаційних явищ – недопустима. Особливо сильно дія кавітації позначається на деталях насоса, якщо середовище, що перекачується, містить тверді включення [2].

Прийнятим значенням зниження напору при кавітації є 3%. При перевищенні цієї межі строк придатності насосів сильно знижується за рахунок кавітаційних руйнувань. Складність експериментального дослідження руху двофазних рідин та визначення кавітаційних характеристик гідравлічних машин обумовлює цікавість до числового моделювання кавітаційних течій.

Числова модель кавітації складається з рівнянь механіки рідини та газу, які розраховуються методами розрахунку кавітуючої течії в поєднанні з моделлю кавітаційного масо переносу.

Існує два методи чисельного розрахунку кавітуючої течії [3]: рухливої границі (interface tracing method) та суцільного середовища (continuum method).

У методі рухливої границі між рідиною та газом створюється поверхня – рухлива границя. При розрахунку використовуються рівняння нерозривності, імпульсу, модель турбулентності, модель руху рухливої границі, модель кавітаційного масопереносу. Перевагою методу рухомої границі є швидкість розрахунку так як рахується лише одна фаза, а істотним недоліком – необхідність задання початкового положення границі.

У методі суцільного середовища між фазами є гомогенний прошарок комірок, в якому присутні одночасно як рідина, так і газ [4]. При виникненні в розрахунковій комірці кавітації, у відповідності до моделі кавітаційного масопереносу, вона частково заповнюється газом. При конденсації відбувається зворотній процес. У розрахунку використовуються рівняння нерозривності для кожної з фаз, імпульсу та модель турбулентності. Перевагою метода є точність отриманого результату при правильно обраній

моделі масо переносу, можливість розрахунку руху обох фаз; а недоліком – погана збіжність для ряду задач, вимогливість до апаратних ресурсів (пам'яті).

Для моделювання кавітаційної течії в проточній частині осьового насоса з лопатевою системою типу НР використовувався програмний комплекс ANSYS CFX університетської версії. В основу даного програмного продукту закладено методи чисельного вирішення фундаментальних законів гідромеханіки. Для отримання кавітаційних характеристик використовувалися модель Zwart-Gerber-Belamgi, стандартна $k-\epsilon$ модель турбулентності, рівняння Рейнольдса та рівняння нерозривності.

За результатами числового моделювання кавітаційних характеристик досліджуваної проточної частини, було отримано родину кавітаційних характеристик на різних подачах, а також залежність кавітаційного запасу від подачі. Порівнюючи отримані кавітаційні характеристики з відповідними характеристиками насосів-аналогів, можна зробити висновок про те що отримані характеристики знаходяться на прийнятному рівні.

Аналізуючи отриману картину течії прийшли до висновку, що в області входу в робоче колесо наявна зона місцевого пониження тиску, яка і буде провокувати виникнення кавітації. Крім того, буде виникати щільова кавітація у зоні зазору між корпусом та лопаттю робочого колеса.

Зважаючи на отримані результати, можна визначити основні напрями подальших досліджень. Так як, числове моделювання кавітаційних характеристик було виконане лише за допомогою однієї моделі, необхідно виконати аналогічні розрахунки на інших відомих моделях та порівняти отримані результати. Для верифікації результатів числового моделювання необхідно виконати фізичний експеримент на стенді, який дозволить визначити яка з моделей найбільш точно моделює кавітаційні характеристики осьового насоса з лопатевою системою типу НР.

Список літератури

1. Пирсол И. Кавитация. Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлева. – М. : Мир.-1975. – С. – 95.
2. Михайлов А. К., Малюшенко В. В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. М., «Машиностроение». - 1977. – С. 288.
3. Константинов С. Ю. Методики аналитического и численного расчета гидравлических характеристик и конструктивных параметров струйно-кавитационного стабилизатора расхода: дис. канд. техн. наук: 05.04.13 / Сергей Юрьевич Константинов. – Уфа, 2015. – С. – 131.
4. Wursthorn S. Numerische Untersuchung kavitierender Strömungen in einer Modellkreiselpumpe – Karlsruhe. – 2001. – 185 p.