

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ ЯВИЩА КАВІТАЦІЇ

Кавітацією називається явище пароутворення і виділення повітря, зумовлене зниженням тиску в рідині. Причиною її виникнення слугує кипіння рідини при нормальній температурі і низькому тиску. Появі кавітації сприяє розчинене у воді повітря, яке виділяється при зменшенні тиску.

Явище кавітації було теоретично передбачене Рейнольдсом [1, с. 56–57] за довго до того як його вперше виявили при випробуваннях міноносця «Дерінг» англійського військово-морського флоту у 1893 році. Швидкість міноносця виявилася значно меншою від розрахункової, що було викликано погіршенням характеристик гвинта судна внаслідок виникнення бульбашок пари на його лопастях.

Після невдалих спроб при випробуваннях «Дерінга», а пізніше й корабля «Турбінія» розпочалося інтенсивне вивчення фізичних, хімічних, біологічних та технічних аспектів кавітації. Проводилися дослідження процесу формування бульбашок та механізму їх захопування (колапсу) і впливу на насоси, турбіни, гвинти суден і літальних апаратів, плотини та інші подібні пристрої і споруди. Було встановлено, що виникнення бульбашок змінює характер течії рідини, що викликає зниження тиску, втрати у коефіцієнті корисної дії, силі тяги та ін. Крім того, захопування бульбашок, як виявилось, призводить до виникнення ударних хвиль, які руйнують метал, з якого виготовлене робоче колесо турбіни чи гвинта.

При захопуванні бульбашок в середині них виникають високі тиски і температури. Дослідження показують, що захопування бульбашки відбувається протягом мілі – і навіть мікросекунд. При цьому у матеріалі поблизу колапсуючої бульбашки температура підвищується до тисячі градусів, а виникаючі ударні хвилі призводять до різких і високих перепадів тиску.

Кавітація супроводжується й іншими фізичними явищами. Зокрема, у момент захопування спостерігається слабе свічення бульбашки, причини якого достовірно не з'ясовані.

Кавітація може виникати під дією звукових хвиль. На практиці зазвичай використовують хвилі ультразвукового діапазону частотою від 10кГц до 10МГц, оскільки під їх дією утворюються бульбашки малих розмірів.

Ультразвукова кавітація застосовується у деяких виробничих процесах, наприклад, для прискорення хімічних реакцій, очищення та дегазації рідин, виготовлення емульсій тощо. Особливо широко ультразвукову кавітацію застосовують для збудження хімічних реакцій, які в протилежному випадку не відбуваються самі по собі. Наприклад, нами встановлено, що коли подіяти ультразвуковими хвилями високої

інтенсивності на розчини деяких високомолекулярних речовин, то їх в'язкість зменшується внаслідок руйнування хімічних зв'язків у ланцюжковій полімера.

Кавітація виявляє руйнівну дію на червоні кров'яні тільця, клітини дріжджових грибків та бактерії і тому часто використовується для екстрагування клітин. Таким чином з допомогою кавітації удалося екстрагувати ферменти з малою молекулярною вагою.

Кавітацію використовують також для видалення вірусів з клітин, які вражені інфекцією.

Нами встановлено, що при низькій інтенсивності кавітації спостерігається стимулювання росту організмів, потім із підвищенням інтенсивності настає певна межа росту, і, нарешті, він припиняється зовсім. Швидкість загибелі організму зростає із збільшенням часу впливу і температури. Припускаємо, що руйнування бактерій зумовлене двома факторами – як дією кавітації всередині бактерій, так і утворенням перекису водню, який при цьому утворюється у воді. Але, безумовно, що домінуючу роль у руйнуванні вірусів відіграє виділення газу із розчину, а також зміна тиску – кавітаційні фактори.

Наявність кавітаційних явищ у крові людини наносить організму людини великої шкоди. Відомо, що потік крові в артеріях і венах суттєво відрізняється від звичайних течій рідин, оскільки такий потік обмежений системою специфічних еластичних «труб» і зазнає помітних пульсацій. Існують припущення, що кавітація наносить пошкодження серцевим клапанам, а також викликає потовщення стінок артерій, стимулюючи тим самим розвиток такої хвороби як артеросклероз.

Кавітація у водоймах нерідко призводить до загибелі риби. На багатьох гідроелектростанціях риба з потоком води проходить між лопатками турбін, і в результаті частина її гине. При цьому на тілах мертвої риби не виявляється ніяких пошкоджень, отже, причиною її загибелі є не удари лопатками турбіни: загибель риби зумовлюється низькими тисками і надзвичайно високими градієнтами тиску, створеними кавітацією на лопатках.

Перспективи подолання шкідливих наслідків кавітації спрямовуються на розробку водяних турбін з поліпшеними кавітаційними характеристиками. Певні позитивні перспективи в цьому напрямку відкриває розробка методів отримання більш стійких до ерозії матеріалів (типу хромомарганцевої сталі, композиційних полімерних матеріалів тощо), які поєднують у собі твердість і пластичність.

Список використаних джерел:

1. Reynolds O. The causes of the racing of the engines of screw steamers, Investigated theoretically and by experiment, Tr inst. Naval Arch. V14 Sc. Papers, 1, 56–57, 1873.