

УДК 53

DOI 10.21661/r-556834

*Иргалеев А.А., Орлов А.В.***КАВИТАЦИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ**

Аннотация: в данной работе авторами рассматривается вопрос кавитационного разрушения жидкостей.

Ключевые слова: кавитация, разрушение жидкостей.

Кавитация – это нарушение жидкости в зоне растягивающего давления, которая максимально чувствительна к временному фактору. Кавитация наступает лишь в том случае, когда критическое давление держится в течение определенного времени, все это было показано в испытаниях с трубкой Вентури на водно-глицериновых смесях. Трубка Вентури – устройство для измерения расхода или скорости потока газов и жидкостей, представляющее собой трубу с горловиной, включаемую в разрыв трубопровода. В основе принципа действия трубки Вентури лежит эффект Вентури – явление уменьшения давления в потоке жидкости или газа, когда этот поток проходит через суженный участок трубы, что, в свою очередь, является прямым следствием действия закона Бернулли. Имеет наименьшие потери давления среди сужающих поток расходомеров. Названа по имени итальянского учёного Дж. Вентур. Подобных экспериментов было достаточно, чтобы отметить возрастание пороговой нагрузки по мере уменьшения длительности воздействия. Хотелось бы привести пример того, как в опытах по импульсному нагружению дистиллированной воды была получена зависимость порогового давления (P^*) от длительности импульса (T). Для импульсов микросекундного диапазона пороговая нагрузка превышала статическое значение в десятки раз. Следовательно, мы можем с уверенностью говорить о том, что «порог кавитации» в условиях кратковременного нагружения, не может верно описать условия возникновения кавитации. Из всего это делаем вывод о введение дополнительных параметром, чтобы мы могли описать прочные свойства жидкостей.

Считается, что импульс должен учитываться только на некотором конечном временном интервале, которое характерному времени зарождения и роста микропузырьков. «Инкубационное время» – это временной интервал и обозначается τ . $\int_0^{\tau} P(s)ds \geq PC$ – это критерий критического импульса на конечном временном интервале. Инкубационный период (также известный как латентный период или латентный период) – это время, прошедшее между воздействием патогенного организма, химического вещества или радиации и появлением первых симптомов и признаков заболевания. При типичном инфекционном заболевании инкубационный период означает период, необходимый размножающему организму для достижения порога, необходимого для возникновения симптомов у хозяина. Так же мы предполагаем, что отсчет времени ведется с момента приложения нагрузки, т. е. $P(t) = 0$ при $t < 0$. Быю несложно убедиться в том, что при кратковременном нагружении с характерной длительностью $T < \tau$ критерий совпадает с растягивающим внешним давлением, а при длительном воздействии (т. е. $T \geq \tau$) – с квазистатическим критерием.

При обработке экспериментальных данных мы увидели, что рациональное обобщения критерия, благодаря введенных дополнительных параметров. Из всего это следует, что для порогового давления в случае достаточно длительного нагружения выполняется соотношение $P^* = PC = \text{const}$, а для кратковременного $P\alpha * T = \text{const}$ (4) (α – безразмерная постоянная).

Наибольший интерес представляет статика и динамика микропузырька, которая связывает значения макроскопических параметров, характеризует прочностные свойства с другими характеристиками материала и процессами, протекающими на микроуровне. Микропузырьки (МБ) – это пузырьки диаметром менее одной сотой миллиметра, но размером более одного микрометра. Они имеют широкое применение в промышленности, науке о жизни и медицине. Состав оболочки пузыря и наполнителя определяют важные конструктивные особенности, такие как плавучесть, прочность на раздавливание, теплопроводность и акустические свойства.

Они используются в медицинской диагностике в качестве контрастного вещества для ультразвуковой визуализации. Заполненные газом микропузырьки, обычно воздух или перфторуглерод, колеблются и вибрируют при приложении звукового энергетического поля и могут отражать ультразвуковые волны. Это отличает микропузырьки от окружающих тканей. На практике, поскольку пузырьки газа в жидкости не имеют стабильности и поэтому быстро растворяются, микропузырьки должны быть инкапсулированы твердой оболочкой. Оболочка состоит из липида или белка, таких как микропузырьки Optison, которые состоят из перфторпропанового газа, инкапсулированного оболочкой сывороточного альбумина. Материалы, имеющие гидрофильный внешний слой для взаимодействия с кровотоком и гидрофобный внутренний слой для размещения молекул газа, являются наиболее термодинамически стабильными. Воздух, гексафторид серы и перфторуглеродные газы – все это может служить составом интерьера МБ. Для повышения стабильности и стойкости в кровотоке газы с высокой молекулярной массой, а также низкой растворимостью в крови являются привлекательными кандидатами на газовые ядра МБ. Статистический порог напрямую вытекает из условия равновесия пузырька. Что такое статистический порог?! И что это значит для микропузырьков?! Под границами сферы статистического наблюдения понимается статистический порог – такое минимальное значение стоимости, нетто-тоннажа, других показателей, характеризующих ввезенные (вывезенные) товары, ниже которых они не учитываются в таможенной статистике внешней торговли и статистике взаимной торговли. Пузырек переходит в нестабильное состояние при превышении критического размера, его расширение происходит в отсутствие растягивающего давления. В статике радиус пузырька зависит от внешнего давления, то критерий $R(t) \geq R_C$ (6) оказывается эквивалентным критерию. Величина R_C зависит от начального радиуса зародышей кавитации R_0 и поверхностного натяжения σ .

Основная часть энергии переходит в поверхностную при квазистатическом режиме нагружения. Под квазистатическим нагружением понимается такой характер приложения нагрузки, при котором динамический эффект мало

отличается от эффекта статического нагружения системы. При очень коротких воздействиях ее доля, наоборот, оказывается невелика, и процесс определяется конкуренцией между инерцией и вязкостью. Причем принципиальное значение имеет отношение приведенной массы к безразмерной вязкости $m/M = T\mu R^2 \rho$.

В этой статье была показана возможность применения критерия инкубационного времени к анализу экспериментальных данных по кавитации жидкостей при кратковременном воздействии. Определены параметры, описывающие динамическую прочность дистиллированной воды и глицерина. Показано, что постулируемая критериями масштабная инвариантность параметров импульса внешнего давления и используемое в расчетах значение параметра формы может быть объяснено на основании уравнения динамики пузырька.

Список литературы

1. Чебаевский Н.Ф. Кавитационные характеристики высокооборотных шнекоцентробежных насосов / Н.Ф. Чебаевский, В.И. Петров. – М.: Машиностроение, 1973. – 152 с.
2. А.С. Бесов, В.К. Кедринский, Н.Ф. Морозов, Ю.В. Петров, А.А. Уткин // ДАН. – 2001. – Т. 378. – №3. – С. 1–3.
3. А.В. Уткин, В.А. Сосиков, А.А. Богач // ПМТФ. – 2003. – Т. 44. – №2. – С. 27–33.
4. Erlich D.C., Wooten D.C., Crewdson R.C. // J. Appl. Phys. 1975. Vol. 46. N 4. P. 1594–1601.
5. Галиев Ш.У. Динамика гидроупругопластических систем. – Киев: Наук. думка, 1981. – 276 с.
6. Morozov N., Petrov Y. Dynamics of Fracture. BerlinHeidelberg-N. Y.: Springer, 2000.
7. Ю.В. Петров // ДАН. – 2004. – Т. 395. – №5. – С. 1–5.
8. Harkin A., Nadim A., Karer T.J. // Physics of Fluids. Vol. 11. N 2. P. 274–287.
9. Перник А.Д. Проблемы кавитации. – Л.: Судостроение, 1966. – 439 с.
10. А.С. Бесов, А.А. Груздков, А.А. Уткин // Вторые поляховские чтения. Избр. тр. СПб.: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 2000. – С. 135–143.

Иргалеев Арслан Айратович – студент, Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Стерлитамак, Россия.

Орлов Алексей Вениаминович– канд. техн. наук, доцент, Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Стерлитамак, Россия.
