

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. А. КОНСТАНТИНОВ

ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДАХ ПРИ КАВИТАЦИИ

(Представлено академиком В. Л. Поздюниным 15 XII 1946)

Для объяснения окислительного действия ультразвуковых волн при распространении их в жидкости (главным образом в воде) было предложено несколько гипотез, из которых наиболее вероятной представляется кавитационная гипотеза, изложенная Я. И. Френкелем ⁽¹⁾. Сущность этой гипотезы состоит в том, что скисление является результатом электрического пробоя внутренности кавитационных полостей (разрывов), образующихся в процессе колебаний жидкости. Экспериментальные исследования над ультразвуком В. Л. Левшина и С. Н. Ржевкина ⁽²⁾, а также С. Е. Бреслера ⁽³⁾, хотя и косвенным путем, подтверждают кавитационную гипотезу. Однако, как замечает Я. И. Френкель ⁽⁴⁾, факт электрических разрядов в жидкости под влиянием ультразвука непосредственным экспериментом до сих пор не установлен.

Видимым признаком окисления при ультразвуковой кавитации является свечение раствора люминола (триаминофталгидрида), который весьма чувствителен к присутствию окислительных радикалов. Попытка С. Е. Бреслера ⁽³⁾ получить свечение раствора люминола под влиянием чисто гидродинамической кавитации потерпела неудачу. Никакого свечения в растворе не возникло, что являлось показателем отсутствия окислительных процессов, а следовательно, и электрических разрядов в этом случае. Между тем, автором настоящего сообщения обнаружены электрические разряды, ясно видимые в темноте при сильно развитой гидродинамической кавитации. Опыты производились с обычной водопроводной водой при плоском обтекании ею твердого тела (круглых цилиндров диаметром 10, 20, 30, 40 и 50 мм) в канале прямоугольного сечения 70×200 мм.

Насколько можно было судить по визуальным наблюдениям, наибольший эффект (по интенсивности разрядов и по частоте их возникновения) получился при испытании цилиндра диаметром 40 мм. При меньших диаметрах цилиндра (так же как и при большем) эффективность разрядов уменьшалась, и при испытании цилиндра диаметром 10 мм разрядов не обнаружено. Искробразование наблюдалось позади цилиндров, главным образом на границах области с сильно пониженным давлением, заполненной пузырьками (пенной).

Искры при этом яркие, голубоватого оттенка, размером, приблизительно, 0,2—0,3 мм, изредка и больше. Появляются они без всякой закономерности в различных местах. Около места смыкания пенной области временами возникают вспышки несколько иного характера, размытые, желтоватого оттенка, освещающие пену изнутри по радиусу 2—3 мм.

Указанные явления происходят в довольно узком диапазоне кавитационных режимов. В начальной стадии, при развитии пенной

области длиной, приблизительно, от одного до двух диаметров цилиндра, а также при полном отрыве, когда область за цилиндром делается прозрачной, искрообразования не наблюдалось.

Установленный факт может изменить взгляд на механизм образования эрозии, за основную причину которой до сих пор принимали чисто механическое действие ударов при разрушении пузырьков. В пользу этой механической теории выставлялось то обстоятельство, что эрозии подвергаются в сильной степени такие материалы, как стекло, агат и кварц, которые, якобы, являются „пассивными“ или „недействительными“ при химическом и электрохимическом на них воздействии⁽⁵⁾. Такой взгляд надо считать ошибочным, так как известно, что при воздействии электрического разряда на стекло и фарфор на поверхности последних остается заметный след. С другой стороны, трудно представить, что поверхности таких твердых материалов, как агат и кварц, могут быть повреждены механическими ударами воды в такой короткий промежуток времени, как 2 мин.⁽⁵⁾.

Поэтому нам представляется, что более вероятной причиной эрозии является, по видимому, непосредственное действие обнаруженных электрических разрядов и, отчасти, связанных с этим химических процессов. Это подтверждается тем обстоятельством, что наиболее интенсивные и частые разряды обнаружены вблизи смыкания пенной области, т. е. как раз там, где, по опытным данным, и наблюдается эрозия.

Отсутствие не только электрических разрядов, но и свечения раствора люминола в опыте С. Е. Бреслера⁽³⁾ с гидродинамической кавитацией можно объяснить: 1) несоответствующим режимом и 2) слишком малым масштабом опыта (капиллярная щель).

В заключение отметим, что в механизме кавитации остается еще много неясностей, которые могут быть выявлены систематическими экспериментами.

Выводы. 1. Экспериментально установлен факт электрических разрядов, образующихся под влиянием гидродинамической кавитации.

2. В противоположность схеме Я. И. Френкеля для кавитации ультразвуковой эти разряды возникнут не при образовании линзообразных полостей (разрывов) в жидкости, а при разрушении парогазовых пузырьков в области пониженного давления.

3. Возникновение разрядов зависит как от режима кавитации, так и от масштаба опыта.

4. Вероятной причиной эрозии является непосредственное действие обнаруженных электрических разрядов и связанных с этим химических процессов.

Кавитационная лаборатория Института механики
Академии Наук СССР

Поступило
15 XII 1946 .

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Я. И. Френкель, ЖФХ, 14, 305 (1940). ² В. Л. Левшин и С. Н. Ржевкин, ДАН, 16, № 8, 407 (1937). ³ С. Е. Бреслер, ЖФХ, 14, 309 (1940). ⁴ Я. И. Френкель, Кинетическая теория жидкостей, Изд. АН СССР, 1945, стр. 367. ⁵ H. Föttinger, Hydro-mechanische Probleme des Schiffsantriebs, Hamburg, 1932, S. 254.