



# КАВИТАЦИЯ АКУСТИЧЕСКАЯ

Авторы: М. А. Маргулис

---

КАВИТАЦИЯ АКУСТИЧЕСКАЯ, возникновение в жидкости пузырьков, заполненных газом, паром и/или их смесью, под действием акустич. волн. Кавитационные пузырьки (КП) образуются в жидкости в фазе разрежения акустич. волны, если амплитуда звукового давления превосходит некоторое критич. значение, называемое порогом кавитации. Разрыв сплошности при К. а. возможен лишь в тщательно дегазированных, очищенных жидкостях и при весьма высоких интенсивностях ультразвука. Гораздо более вероятен рост уже имеющихся микропузырьков и др. неоднородностей в жидкости – т. н. кавитационных зародышей. Поведение КП характеризуется пульсацией, осцилляцией, ростом, расщеплением и т. п. В акустич. полях ультразвуковой частоты КП весьма малы ( $10^{-1}$ – $10^{-4}$  см); в мощных акустич. полях низких частот (10–200 Гц) размер КП может достигать 1–2 см.

После включения УЗ-поля происходит рост числа КП и за доли секунды устанавливается стационарный процесс многопузырьковой кавитации с постоянным числом пузырьков (т. н. развитая кавитация). При этом происходит деформация пузырьков, их дробление, группировка с образованием областей сложной, изменчивой формы. Такие «кавитационные облака» вблизи поверхностей излучателей ограничивают интенсивность их излучения. В кавитационном поле возникают мощные гидродинамич. возмущения: образуются микропотоки, вызывающие интенсивное перемешивание жидкости; в фазе сжатия возникают микроударные волны, способные разрушать весьма прочные материалы.

Широкое распространение получила тепловая теория кавитационных явлений, согласно которой КП пульсирует, всасывает некоторое количество газа, а затем схлопывается. При сжатии КП с большой скоростью происходит локальный разогрев до высоких температур; таким образом могут объясняться мн. физико-химич. явления,

вызванные К. а. Однако исследования показали, что в многопузырьковом кавитационном поле значительную роль играют взаимодействие и деформация КП, а также их поступательное движение. С учётом этих эффектов максимально достижимая темп-ра в реальных КП не превышает 700 °С, т. е. оказывается существенно ниже, чем требует тепловая теория. Тепловая теория не может объяснить мн. эксперим. факты: звукolumинесценцию и сонохимич. реакции при низких интенсивностях ультразвука (порядка  $10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>), звукolumинесценцию в очень вязких жидкостях и в полимерах в момент их плавления и др.

Наиболее приемлемой для понимания природы звукolumинесценции и сонохимич. реакций является теория локальной электризации. Согласно этой теории, пульсация пузырьков приводит к их росту, деформации и расщеплению. В жидкости у поверхности раздела с пузырьком образуется двойной электрический слой, в результате «смыывания» диффузной части которого возникает нескомпенсированный электрич. заряд. При достижении критич. напряжённости электрич. поля происходит электрич. пробой внутри пузырька, чем и объясняются звукolumинесценция и сонохимич. реакции в «холодном» КП.

В кон. 20 в. в симметричной стоячей волне в дегазированной жидкости обнаружено возникновение однопузырьковой К. а., при которой, в отличие от обычной многопузырьковой К. а., достигаются более высокие температуры. В связи с этим проводятся исследования, направленные на создание УЗ термоядерной установки.

К. а. и связанные с ней физико-химич. явления находят широкое применение в разл. технологич. процессах с целью диспергирования твёрдых тел, дегазации жидкости, эмульгирования несмешивающихся жидкостей, инициирования и ускорения химич. реакций и т. п. Особое распространение получило использование К. а. для очистки поверхностей деталей, для УЗ-пайки и сварки. К. а. применяется в биологии и медицине для обезвреживания и стерилизации жидкостей, выделения биологически активных веществ из растительных клеток, а также при хирургич. операциях с использованием фокусирующих УЗ-преобразователей.

## Литература

Лит.: Перник А. Д. Проблемы кавитации. 2-е изд. Л., 1966; Физика и техника мощного ультразвука / Под ред. Л. Д. Розенберга. М., 1968. Кн. 2: Мощные ультразвуковые поля; Маргулис М. А. Звухохимические реакции и сонолюминесценция. М., 1986; Young F. R. Cavitation. L.; N. Y., 1989.