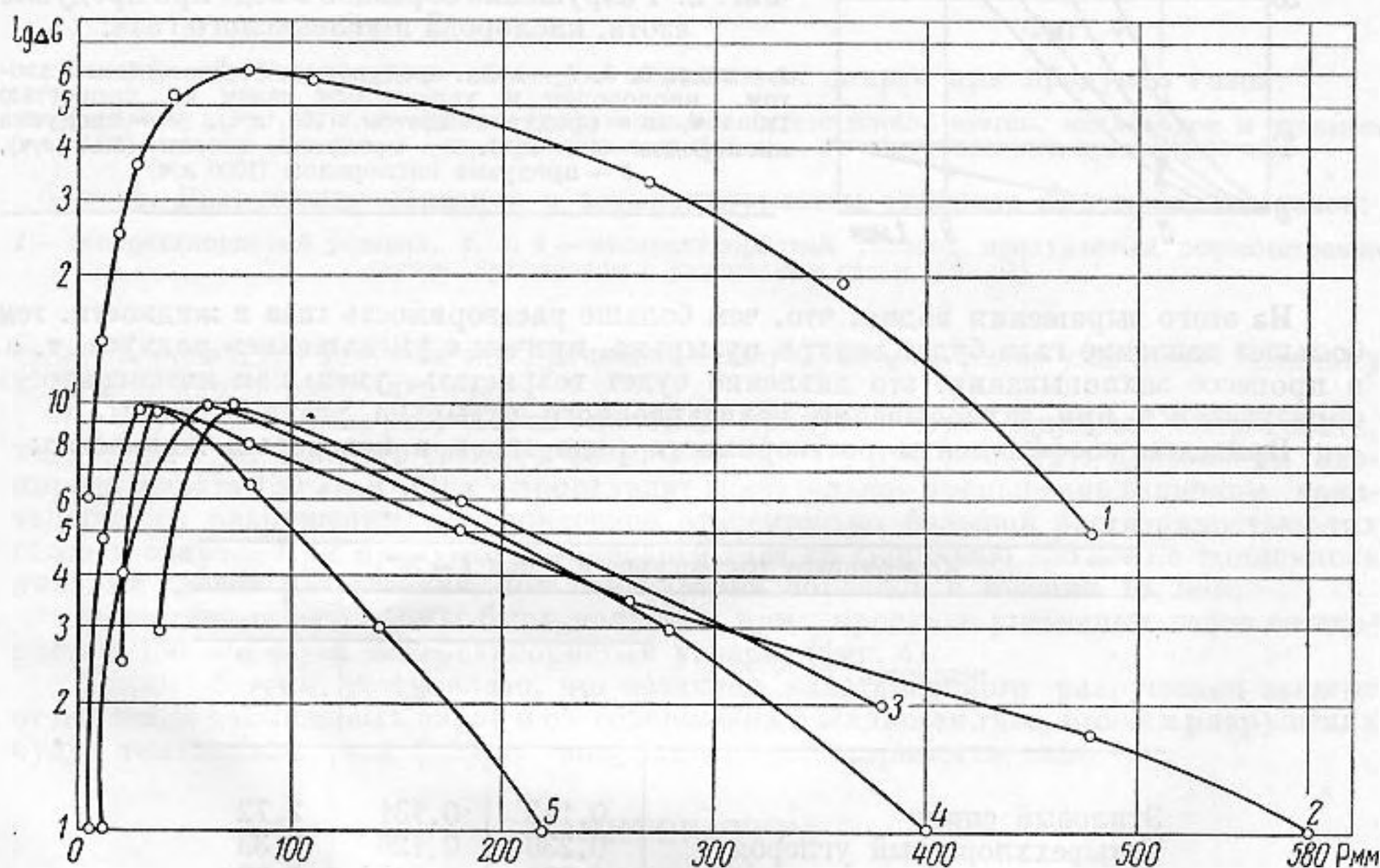


ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ КАВИТАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ
ТВЕРДЫХ ТЕЛ

А. С. Бебчук

Ранее было установлено [1], что имеет место существенная зависимость кавитационного разрушения от температуры применяемой жидкости. На фиг. 1 приведены те же результаты (дополнительно добавлены кривые кавитационного разрушения в трихлорэтилене и четыреххлористом углероде) в зависимости от давления насыщенных паров жидкости. По оси ординат отложена величина, пропорциональная $\lg \Delta G^*$. Из фигуры видно, что максимумы кривых находятся в области давлений $35 \div 80$ мм ртутного столба. Характер кривых дает основание предполагать, что положение максимума кавитационного разрушения зависит в основном от давления паров жидкости, так как поверхностное натяжение, вязкость, плотность и другие параметры у исследованных жидкостей мало изменяются с изменением температуры.



Фиг. 1. Зависимость величины кавитационного разрушения от давления насыщенных паров жидкости:

1 — вода, 2 — спирт, 3 — ацетон, 4 — трихлорэтилен, 5 — четыреххлористый углерод

Интересно отметить, что кавитационные разрушения в воде при данных давлениях насыщенного пара всегда больше, чем в органических жидкостях. Это можно было бы объяснить тем, что у воды поверхностное натяжение в $2 \div 2,5$ раза больше, чем у остальных жидкостей, однако проведенные опыты показали, что уменьшение поверхностного натяжения воды в два раза не приводит к уменьшению кавитационного разрушения. В литературе [2] имеется указание, что разрушения в воде могут быть больше, чем у других жидкостей (в указанной работе исследовались вода и масло) из-за ее полярности. Однако из приведенных нами кривых следует, что полярные этиловый спирт и

* ΔG — разность между весом неозвученного и озвученного образца.

ацетон вызывают при соответствующих давлениях насыщенных паров почти такие же разрушения, как неполярный четыреххлористый углерод и мало полярный трихлорэтилен.

Также не удается объяснить большие кавитационные разрушения воды ее значительной окислительной способностью: при соответствующих давлениях насыщенного пара разрушение в воде происходит гораздо интенсивнее, чем в этиловом спирте, как для легко окисляющихся материалов (алюминий, цинк, олово), так и для неокисляющихся золота, керамики, карболита.

Можно попытаться объяснить большие кавитационные разрушения, происходящие в воде, следующим образом. При образовании в жидкости кавитационной полости

с поверхности последней внутрь каверны выделяется пар, и из некоторого слоя жидкости, окружающего каверну, происходит диффузия растворенного в данной жидкости газа.

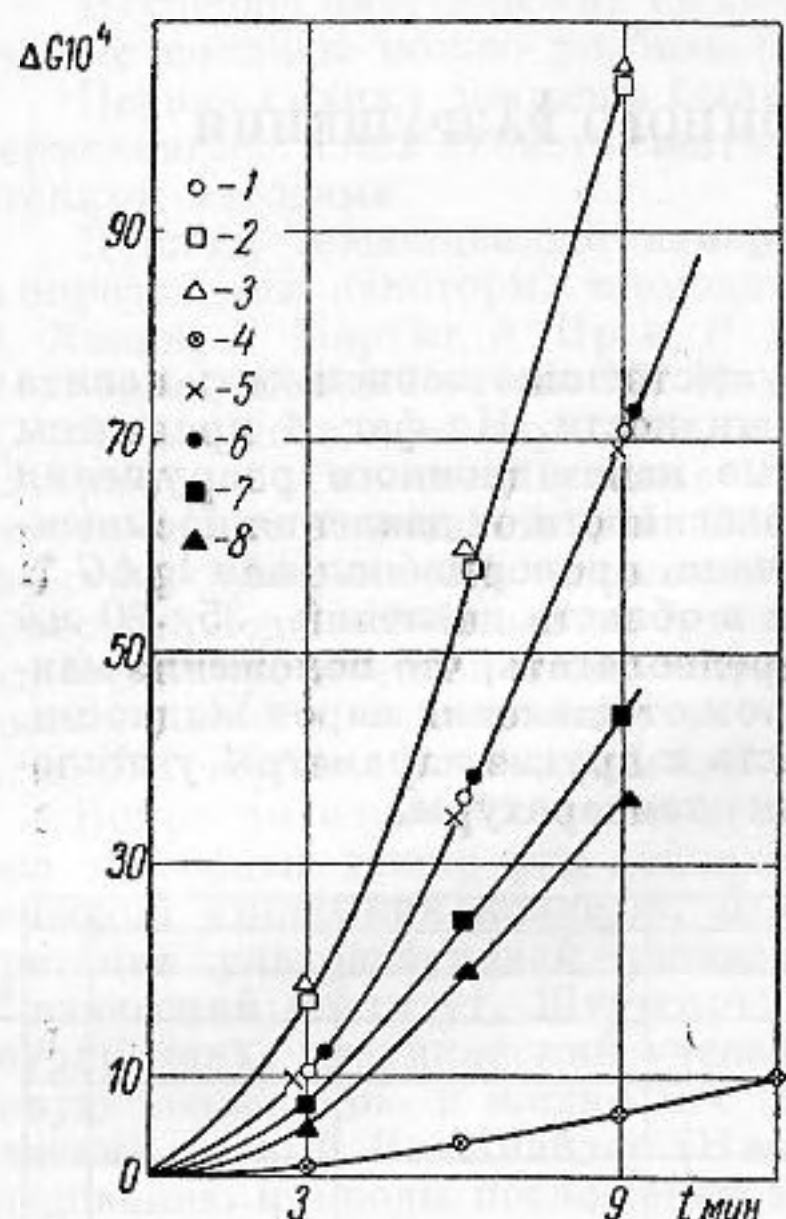
Давление газа, продиффундировавшего в каверну, может быть представлено выражением:

$$P = \frac{2P_0\Gamma}{r} \sqrt{\frac{Dt}{\pi}},$$

где P_0 — разность давления газа в жидкости и каверне в начальный момент, Γ — коэффициент растворимости Генри, r — радиус каверны, D — коэффициент диффузии, t — время диффузии.

Фиг. 2. Разрушение образцов в воде при продувке азота, кислорода и углекислого газа:

1 — вода, 2, 3, 4 — вода, продуваемая соответственно азотом, кислородом и углекислым газом со скоростью 130 л/ч, 5 — продувка азотом (400 л/ч), 6 — продувка кислородом (400 л/ч), 7 — продувка азотом (1000 л/ч), 8 — продувка кислородом (1000 л/ч)



Из этого выражения видно, что, чем больше растворимость газа в жидкости, тем большее давление газа будет внутри пузырька, причем с уменьшением радиуса, т. е. в процессе захлопывания, это давление будет возрастать, уменьшая интенсивность образующейся при захлопывании кавитационного пузырька ударной волны.

Приведем коэффициенты растворимости ряда газов в некоторых жидкостях:

Коэффициент растворимости Γ при $t = 20^\circ$			
жидкость	газы		
	O ₂	N ₂	CO ₂
Этиловый спирт	0,143	0,131	2,72
Четыреххлористый углерод	0,230	0,126	2,33
Вода	0,031	0,0154	0,878

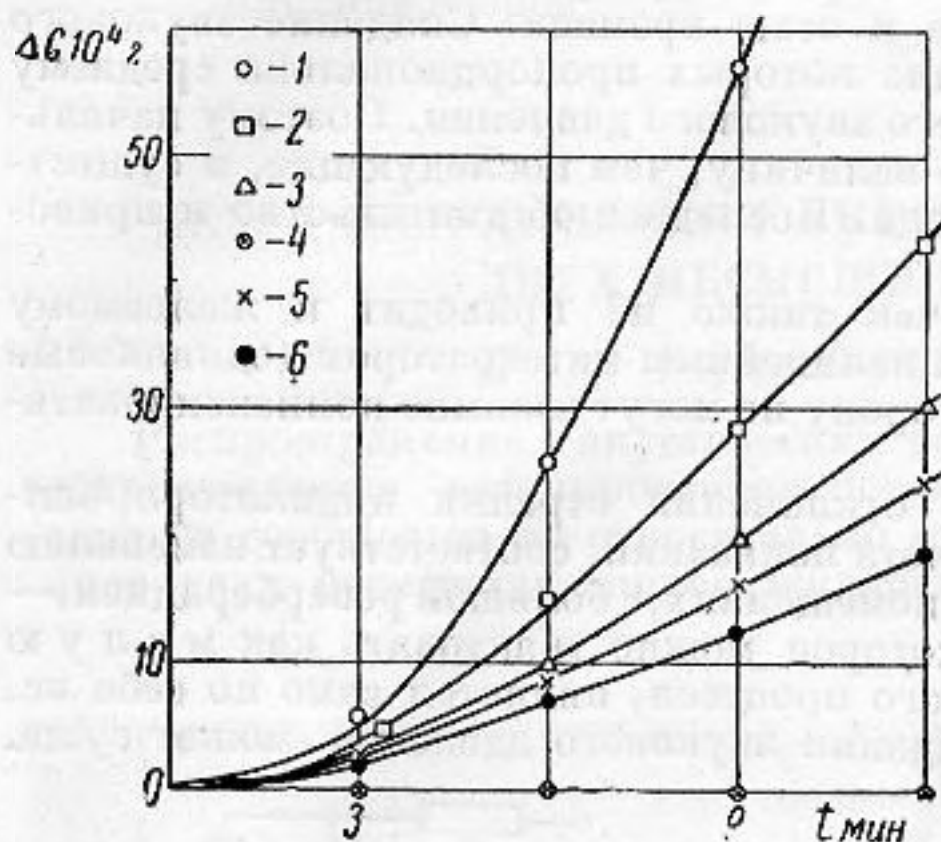
Из таблицы видно, что растворимость азота и кислорода (т. е. основных компонентов воздуха) в воде почти на один порядок меньше, чем в органических жидкостях, т. е. при прочих равных условиях (радиус пузырька, давление газа в жидкости и т. п.) давление газа внутри каверны, образовавшейся в воде, будет значительно меньше, чем, например, в спирте*.

На фиг. 2 приведены результаты опытов по продувке азота, кислорода и углекислого газа через дистиллированную воду при температуре 20° **.

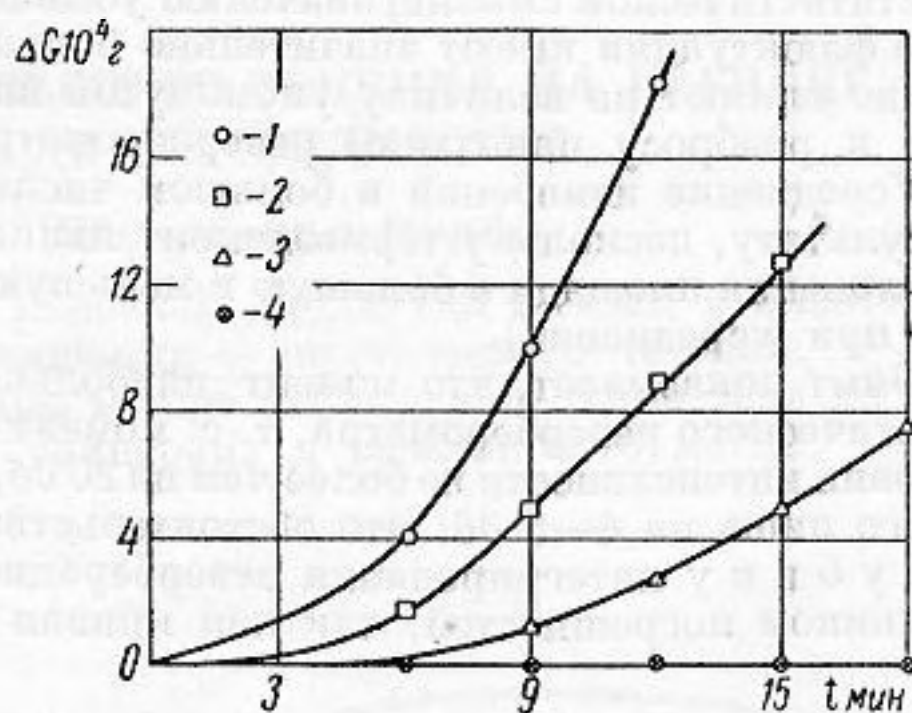
* В жидкости, находящейся в контакте с воздухом, всегда присутствуют кислород и азот.

** На фиг. 2—4 по оси абсцисс отложено время озвучивания.

кислород вызывают увеличение разрушения образцов, что, возможно, связано с увеличением числа кавитационных пузырьков, так как из-за малой растворимости при данной скорости протекания этих газов давление внутри кавитационных пузырьков меняется весьма незначительно. При скорости протекания 400 л/ч количество кавитационных пузырьков возрастает, но интенсивность их захлопывания уменьшается. При скорости 1000 л/ч наблюдается уже существенное уменьшение разрушения, причем величина разрушения при продувке кислорода меньше, чем при продувке азота, так как коэффициент растворимости азота в воде в два раза меньше, чем растворимость кислорода. Из этой же фигуры видно, что продувка со скоростью 130 л/ч углекислого



Фиг. 3



Фиг. 4

Фиг. 3. Разрушение образцов в этиловом спирте при продувке газов:

1 — этиловый спирт, 2, 3, 4 — спирт, продуваемый, соответственно, азотом, кислородом и углекислым газом (150 л/ч), 5 — продувка азотом (400 л/ч), 6 — продувка кислородом (400 л/ч)

Фиг. 4. Разрушение образцов в четыреххлористом углероде при продувке газов:

1 — четыреххлористый углерод, 2, 3, 4 — четыреххлористый углерод, продуваемый соответственно азотом, кислородом и углекислым газом (130 л/ч)

газа, обладающего большим коэффициентом растворимости, резко уменьшает величину кавитационного разрушения.

На фиг. 3 показаны результаты опытов по продувке через этиловый спирт азота, кислорода и углекислого газа. Из фигуры видно, что при скоростях протекания кислорода и азота 130 л/ч и 400 л/ч происходит значительное уменьшение величины кавитационного разрушения, обусловленное относительно большой растворимостью этих газов в спирте. При продувке углекислого газа со скоростью 130 л/ч не появлялось никаких следов разрушения при озвучивании образцов в течение 18 мин.

Аналогичные результаты были получены при продувке указанных газов со скоростью 130 л/ч через четыреххлористый углерод (фиг. 4).

Таким образом, установлено, что величина кавитационного разрушения зависит от давления насыщенных паров и от содержания в жидкости газа, причем разрушения будут тем меньше, чем больше коэффициент растворимости газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Б е ъ ч у к. К вопросу о кавитационном разрушении твердых тел. Акуст. журн., 1957, 3, 1, 90—91.
2. Л. Н. С о л о в ъ е в а. Диспергирование металлов в жидкостях под влиянием ультразвукового поля. Колл. журн., 1939, 5, 4, 289.

Государственный союзный н.-и. институт
Москва

Поступило в редакцию
11 сентября 1957 г.