

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.29

КАВИТАЦИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛЕНОК  
В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ  
ПРИ ПОВЫШЕННОМ СТАТИЧЕСКОМ ДАВЛЕНИИ

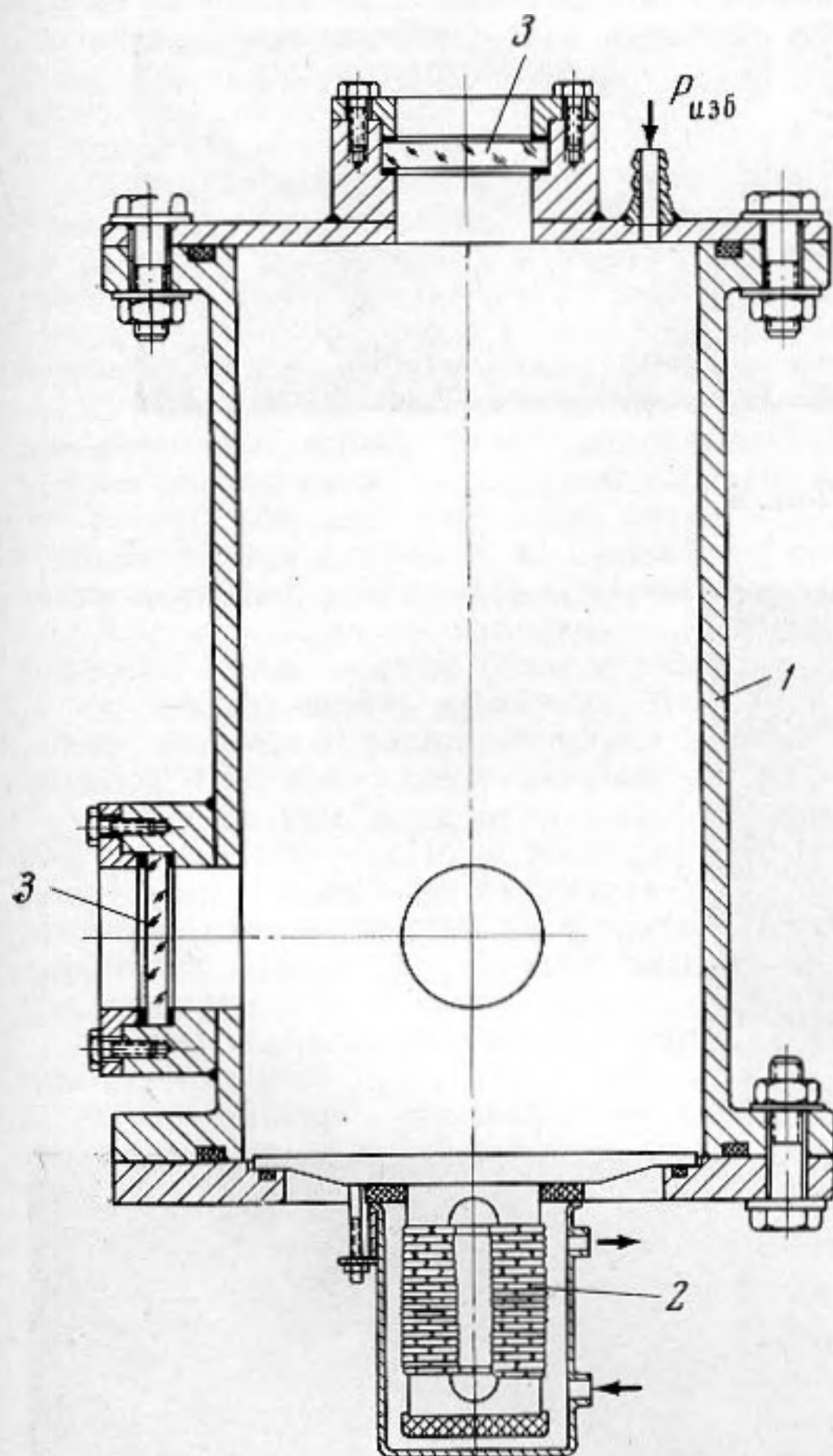
В. А. Агранат, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский

Процесс кавитационного разрушения материалов в жидкостях, находящихся под повышенным статическим давлением, исследовался ранее авторами настоящей статьи [1]. Было установлено, что при определенном соотношении между звуковым и статическим давлением интенсивность кавитационного разрушения резко возрастает. В настоящей работе поставлена задача провести изучение механизма разрушения поверхностных пленок при повышенном статическом давлении методом скоростной киносъемки.

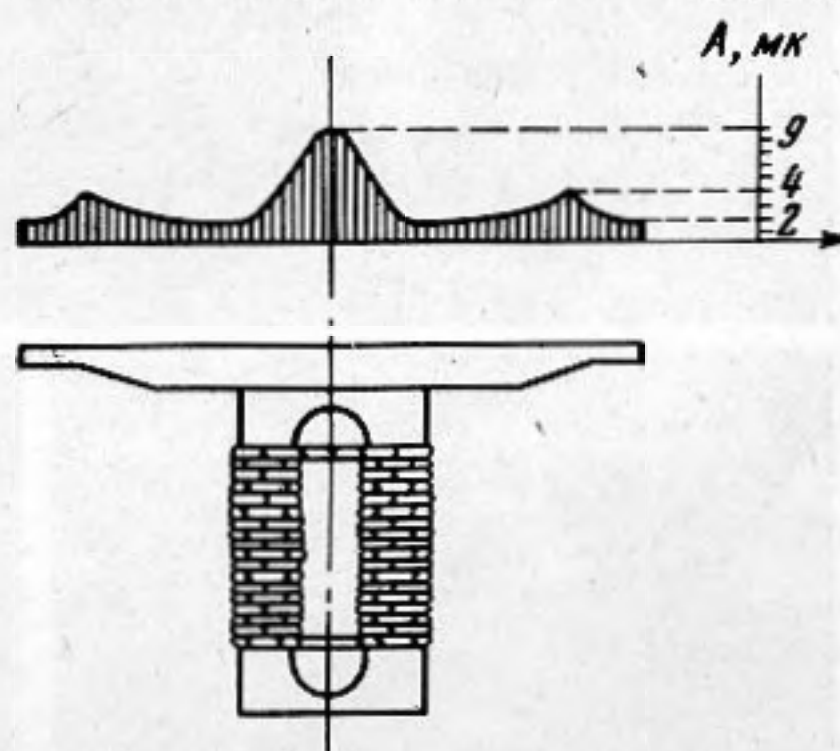
Экспериментальная установка (фиг. 1) представляет собою герметичную камеру 1, рассчитанную на давление до 10 атм. Ультразвуковые колебания создавались магнито-стрикционным преобразователем ПМС-6М 2 с резонансной частотой 20 кГц. Наблюдение процессов осуществлялось сквозь окна 3. Распределение амплитуд по площади диафрагмы излучателя, измеренное при помощи виброметра УВВ-2 [2] показано на фиг. 2. Повышенное давление в камере создавалось сжатым азотом.

При опытах были использованы пластинки из оргстекла, на одну из сторон которых наносился слой туши или расплавленной канифоли, обладающих различной адгезией к поверхности твердого тела. Выбор указанных пленок обусловлен тем, что в ультразвуковом поле тушь при атмосферном давлении, аналогично жировым загрязнениям, удаляется с поверхности твердых тел в течение нескольких секунд, а расплавленная канифоль,

При опытах были использованы пластинки из оргстекла, на одну из сторон которых наносился слой туши или расплавленной канифоли, обладающих различной адгезией к поверхности твердого тела.



Фиг. 1

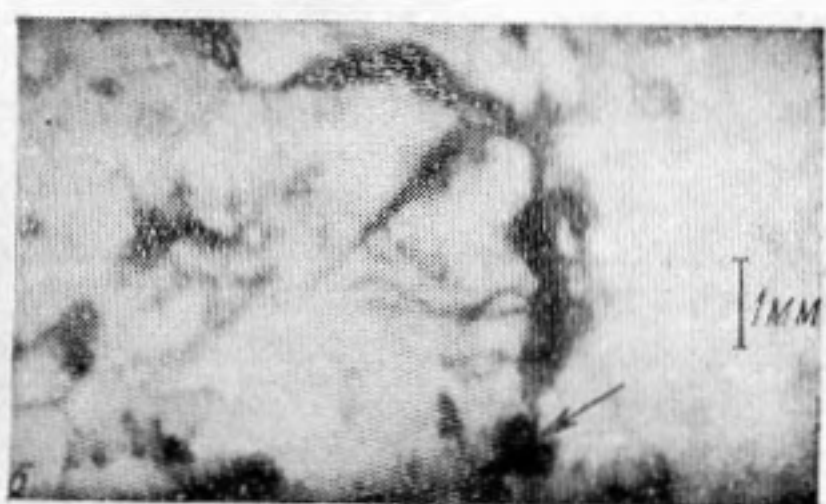


Фиг. 2

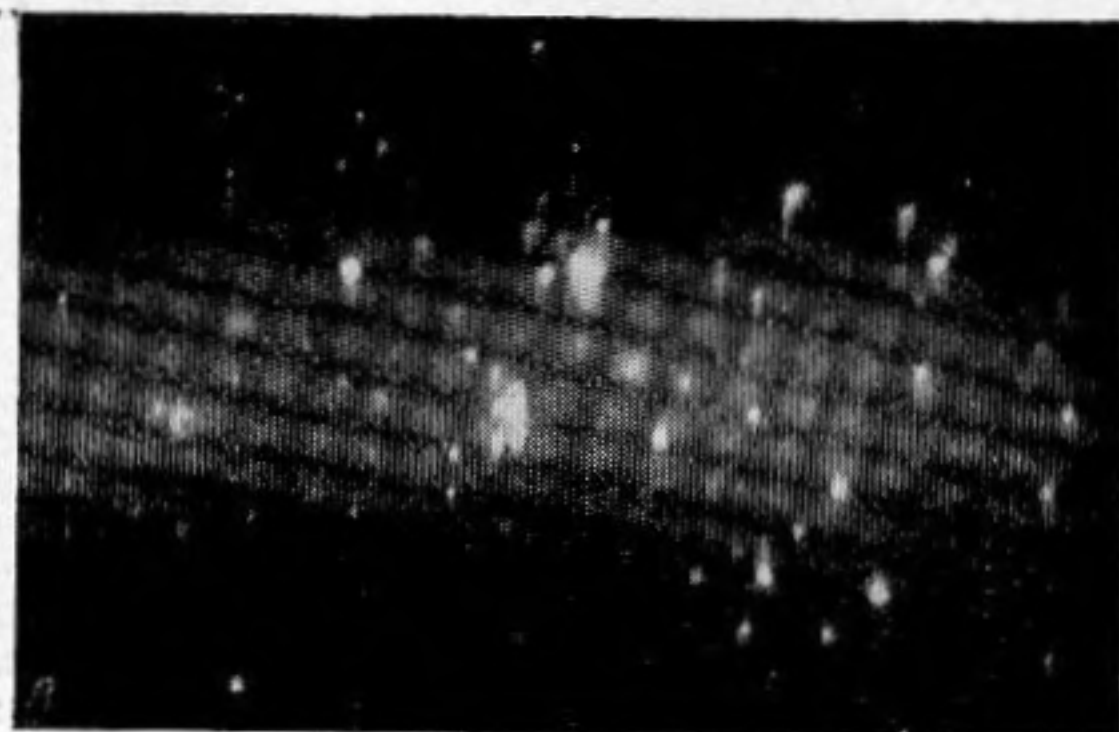
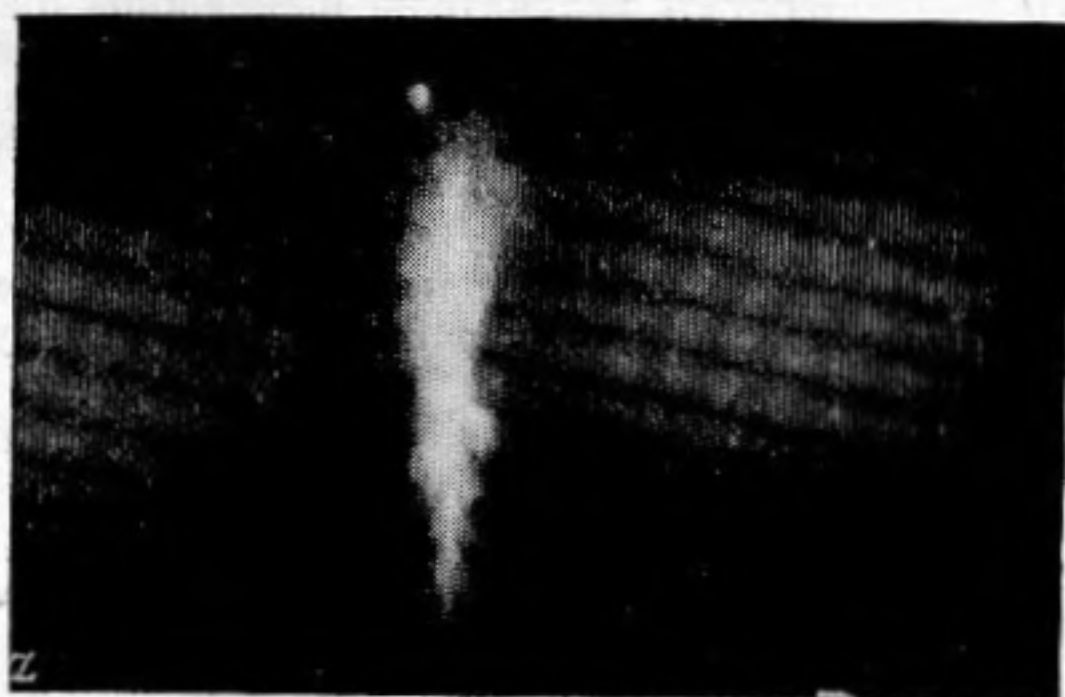
при атмосферном давлении, удаляется с поверхности твердых тел в течение нескольких секунд, а расплавленная канифоль,



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

аналогично лаковым и полимерным пленкам, при тех же условиях не удаляется в течение десятков минут. Киносъемка производилась высокоскоростной кинокамерой СКС-1М, для чего в камере было предусмотрено четыре окна, позволявших проводить киносъемки как на просвет, так и с боковой подсветкой.

Рабочей жидкостью служила дистиллированная вода. Перед началом съемки образец с нанесенной пленкой закреплялся внутри рабочей камеры над центром диафрагмы преобразователя. Плоскость образца устанавливалась параллельно плоскости окон, расположенных друг против друга в стенках камеры, и перпендикулярно оптической оси кинокамеры. Расстояние от поверхности диафрагмы до центра пластинки составляло 30—40 мм.

Кавитационное разрушение пленок исследовалось в проходящем свете при максимальной для данной камеры частоте 4500 кадр/сек с целью регистрации процесса разделения и слияния осциллирующих пузырьков. Съемка области кавитации при различных статических давлениях производилась в отраженном свете на частоте 2500 кадр/сек. На этой частоте время включения кинокамеры составляло 2—3 сек и совпадало по величине со временем, необходимым для снижения давления в рабочем объеме от 10 до 0 атм.

Проведенные опыты позволили установить, что разрушение пленок, слабо связанных с очищаемой поверхностью (тушь), может происходить при атмосферном давлении под действием осциллирующих пузырьков. При просмотре фильма видно, как эти пузырьки, перемещаясь по поверхности образца, оставляют на нем очищенные от туши «дорожки».

Пленка с высокой адгезией (канифоль) под действием осциллирующих пузырьков не разрушается. На фиг. 3, а, б, в видны осциллирующие пузырьки (отмеченные стрелкой), сосредоточенные на краях и неровностях пленки расплавленной канифоли. Хорошо заметно, как крупный пузырек (а) спустя  $3,2 \cdot 10^{-3}$  сек разделяется на несколько мелких (б), которые через  $1,7 \cdot 10^{-3}$  сек вновь сливаются в один крупный (в).

Осциллирующие пузырьки, разделяясь и сливаясь, бомбардируют слой канифоли, не вызывая заметных разрушений. Процесс образования крупных пузырьков, их распад и последующее слияние длится около  $5 \cdot 10^{-3}$  сек, т. е. примерно 100 периодов колебаний на частоте 20 кгц. Кавитационные пузырьки, не видимые на кадрах вследствие недостаточной разрешающей способности киносъемки, при атмосферном давлении также не производят заметного разрушения пленки канифоли.

С повышением статического давления в рабочей камере картина разрушения поверхностных пленок резко изменяется. На фиг. 4 показан процесс разрушения той же пленки канифоли при той же частоте съемки, но под давлением 4 атм. Видно, что разрушение идет достаточно интенсивно, а осциллирующие пузырьки пропадают. Сплошной слой канифоли за время  $10^{-2}$  сек разрушается (а) и отколовшиеся кусочки канифоли уносятся за пределы кадра (б).

Для суждения об изменении зоны кавитации при повышении статического давления были засняты области скопления кавитационных пузырьков над излучателем при различных давлениях. На фиг. 5, а (статическое давление 10 атм) виден узкий, несколько расширяющийся кверху, шнур, состоящий из мельчайших пузырьков. При понижении давления справа и слева от основного шнура появляются более тонкие усы, идущие к нему от точек излучателя, расположенных на некотором расстоянии от центра последнего (5, б). Заметно, что с понижением давления ширина зоны кавитации увеличивается, а при 0 атм (фиг. 5, в) кавитационный столб занимает всю ширину кадра и появляется большое число крупных (до 1 мм) осциллирующих пузырьков. Следует также отметить, что с повышением статического давления существенно возрастает скорость акустических течений.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что повышение статического давления до определенных значений позволяет удалять пленки, прочно связанные с поверхностью твердых тел, в химически нейтральных средах.

Авторы выражают глубокую признательность А. А. Миловидову за проведение киносъемки и ценные советы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Агранат, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский. Использование избыточного статического давления для управления процессом ультразвуковой кавитации. Ультразвук. техн., 1966, 1, 1—7.
2. А. В. Витковский. Высокочастотные бесконтактные виброметры. Сб. докл. Всес. конференции по ультразвуку. М., 1960, 148—154.

Московский институт стали  
и сплавов

Поступило в редакцию  
27 апреля 1965 г.