



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

Полезные свойства кавитации

Выполнили студенты группы 3202:
Маскин М.Ю и Михненко М.В

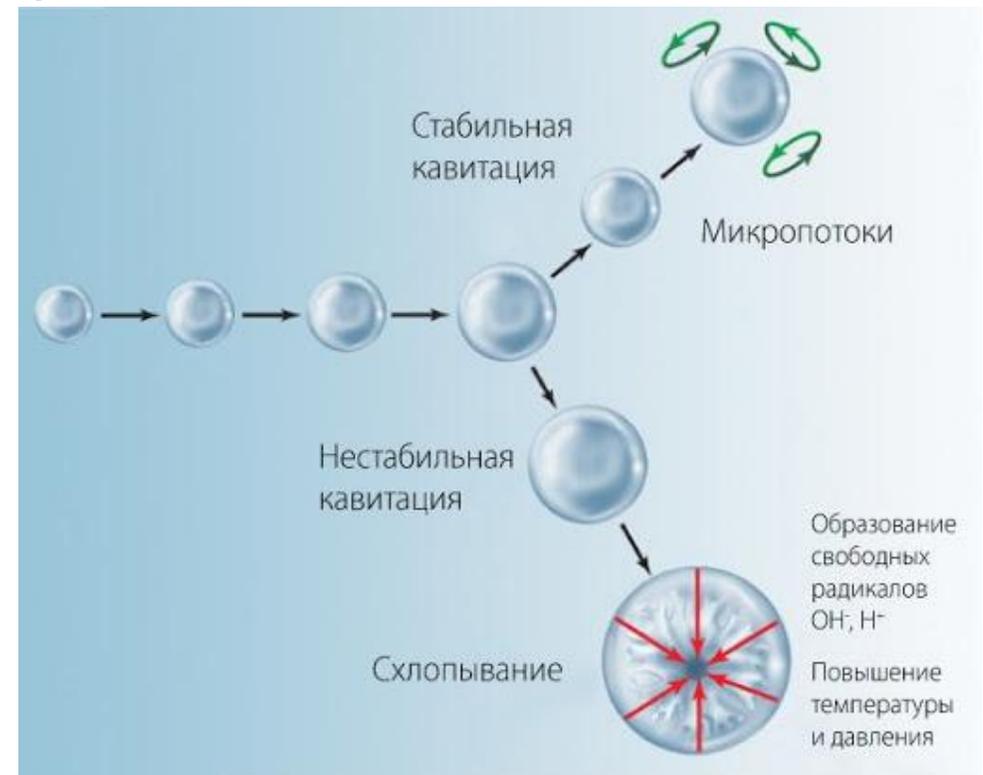
Научный руководитель: профессор кафедры
сопротивления материалов Вакулук В.С

Самара 2020



Что представляет собой кавитация

Кавитация (*cavitas* — пустота) — физический процесс образования пузырьков (каверн) в жидких средах, с последующим их схлопыванием и высвобождением большого количества энергии (ударная волна), возникающий в результате внешних физических воздействий.

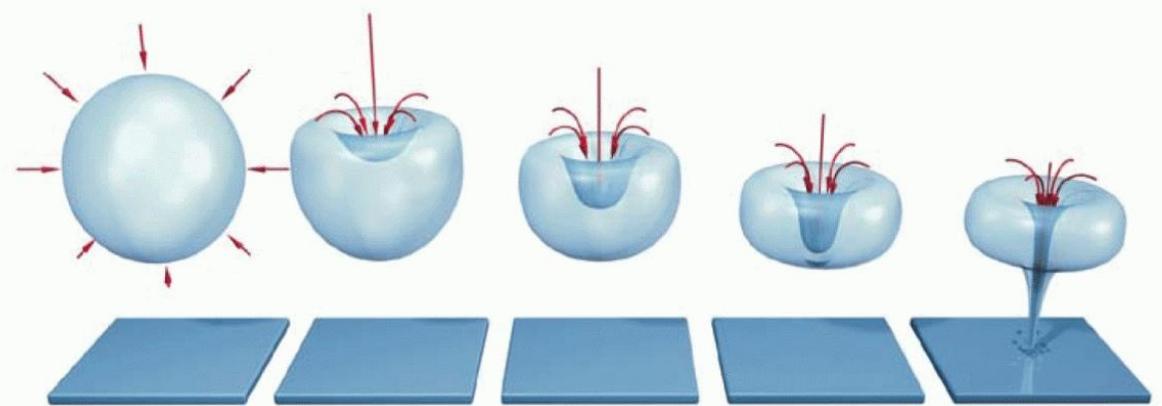
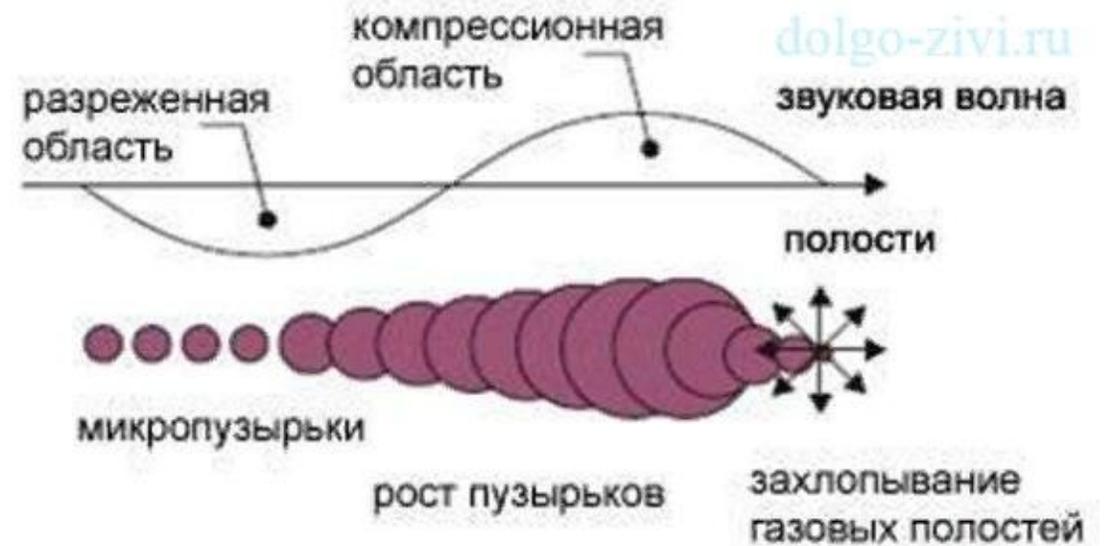


Явление кавитации

Ультразвуковые волны, распространяющиеся в жидкой среде, создают в ней зоны разрежения и повышенного давления. В зонах разрежения жидкость переходит в газообразное состояние — в ней появляются пузырьки.

Попав в зону с повышенным давлением, эти пузырьки схлопываются. При этом молекулы жидкости устремляются в направлении к центру лопнувшего пузырька со скоростью, в 1000 раз большей скорости звука. Происходит выделение накопленной энергии в микроскопическом объеме - микровзрыв.

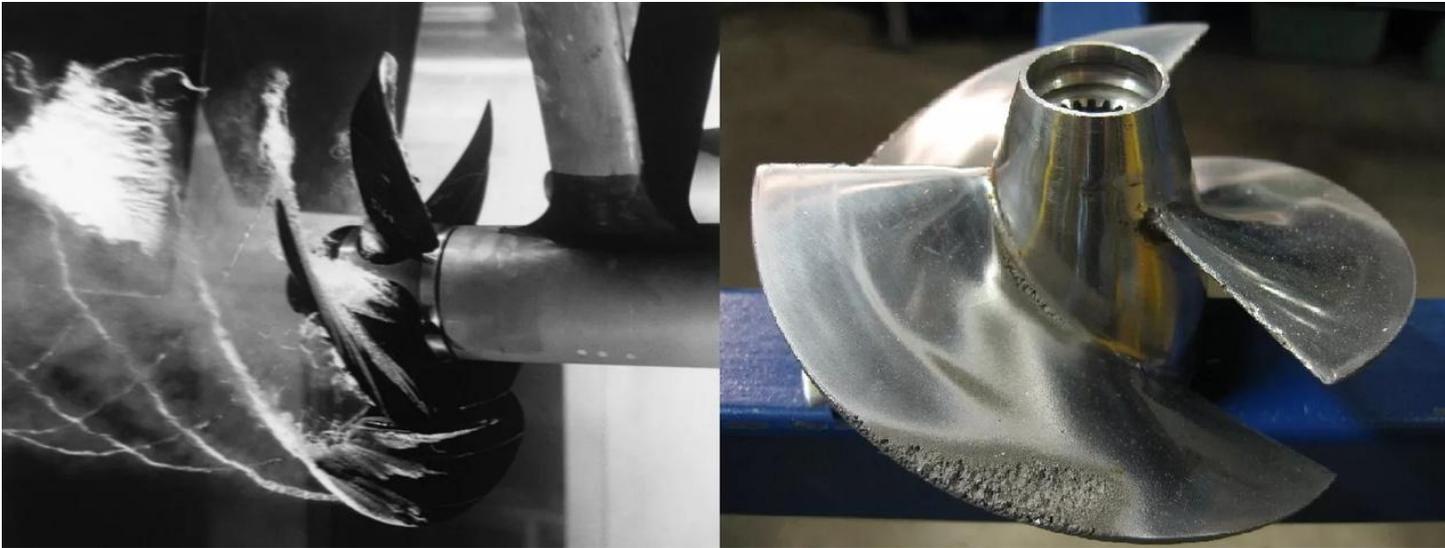
Если такой процесс протекает вблизи обрабатываемой поверхности, то энергия микровзрыва отделяет часть молекул от





Вред или польза

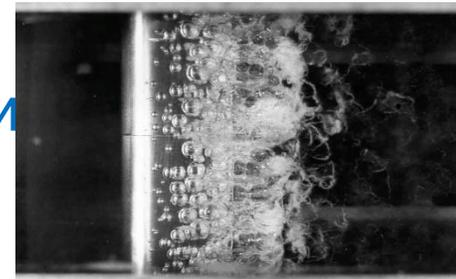
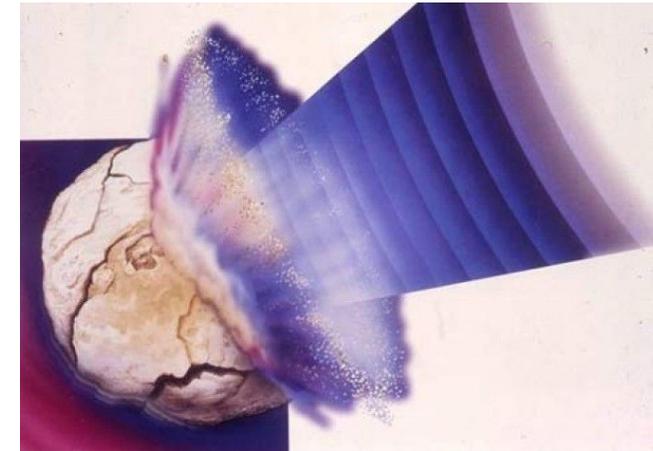
Согласно точке зрения, сложившейся у исследователей кавитационных явлений, первопричиной кавитационного разрушения деталей является усталостное разрушение микрообъемов материала вследствие многократного воздействия на них высокочастотных импульсов отрывного действия.





Полезные свойства кавитации

1. Ультразвуковая очистка поверхностей твёрдых тел
2. Гомогенизация (смешивание)
3. Обработка топлива
4. Дробления твёрдых веществ
5. Снижения вязкости углеводородного топлива
6. Создания водно-мазутных и водно-топливных эмульсий и смесей
7. Кавитационные водные устройства очистки



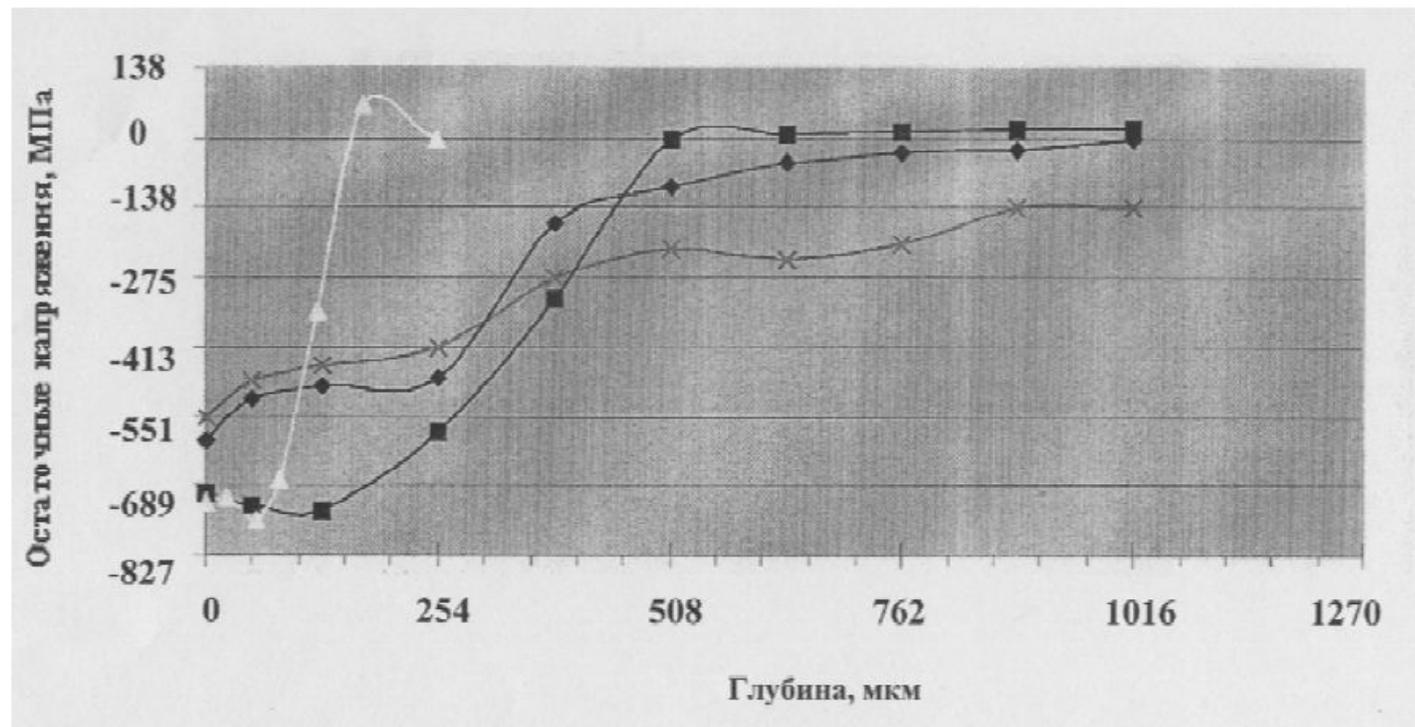


Упрочнение методом кавитации

При обработке поверхности кавитационным методом оптимальные остаточные напряжения сжатия образуются в начальной фазе обработки, составляющей по продолжительности примерно 10 % от времени до начала кавитационного разрушения.

Видно, что изменение остаточных напряжений по расстоянию от поверхности при лазерном и двух режимах кавитационного упрочнения близки и отличаются более плавным приближением к нейтральной линии на глубине порядка 500 мкм.

При кавитационном методе упрочнения пластическая деформация распространяется от поверхности множеством захлопывающихся вакуумных пузырьков. Происходит волнообразное перемещение границы между упругой и пластической деформацией при постоянной и небольшой пластической деформации



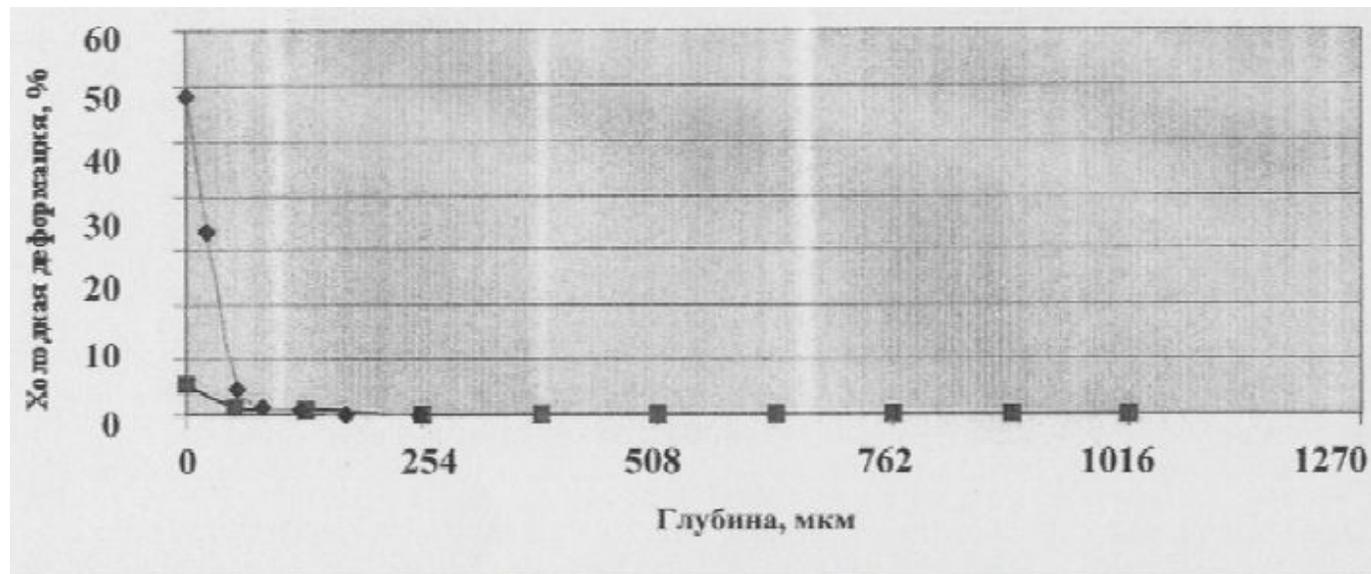
- ✕ Лазер, 10 ГВт/см²,
- ◆ Кавитация, 1 проход, 240 МПа,
- Кавитация, 1 проход, 379 МПа,
- ▷ Дробеструйная обработка



Преимущества упрочнения кавитацией

Преимущества:

- более глубокое распространение остаточных напряжений сжатия
- малая степень холодной пластической деформации поверхности, что обеспечивает повышенную стойкость наведенных напряжений сжатия к релаксации при рабочих температуре и вибрации лопаток компрессора
- сохраняется исходным или повышается качество поверхности по степени шероховатости



- Упрочнение кавитацией сплава Ti-6-4
- ◆ Дробеструйное упрочнение



Процесс упрочнения

Разновидностью кавитационного метода можно назвать комбинированный ультразвуковой метод, применяемый на ряде предприятий нашей промышленности.

Упрочнение этим методом производится в ванне с жидкостью, в которой с помощью генератора УЗК и магнитострикторов возбуждаются колебания с ультразвуковой частотой.

В жидкости, колеблющейся с ультразвуковой частотой, во взвешенном состоянии находятся микрочастицы абразива или микрошарики, которые в результате УЗ колебаний жидкости и возможной при этом кавитации получают энергию, достаточную для микропластической деформации поверхностного слоя обрабатываемой детали!





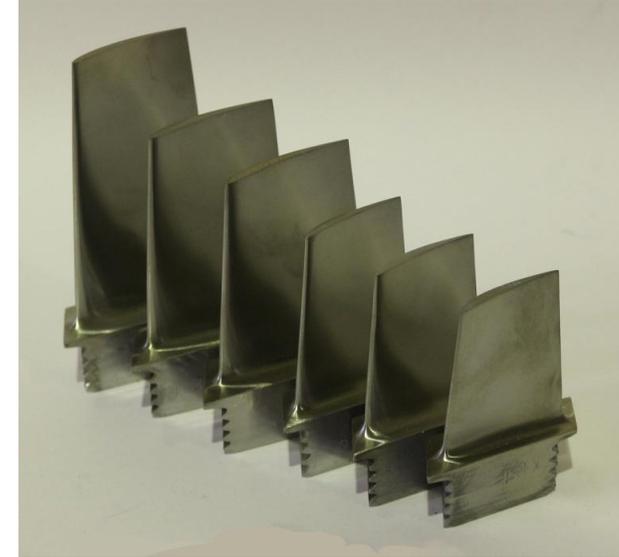
Применение

Разновидностью кавитационного метода можно назвать комбинированный ультразвуковой метод, применяемый на ряде предприятий нашей промышленности.

Ультразвуковой метод упрочнения диска и лопаток компрессора из титановых сплавов наиболее широко был применен на Запорожском заводе "Мотор Сич".

Усталостная прочность лопаток, упрочненных этим методом, повышается на 25-30 %. Ультразвуковое поле для упрочнения лопаток создается стенками и дном волноводов, которые получают энергию колебаний с требуемой частотой и амплитудой от магнестриктора – прибора, преобразующего колебания электрической энергии в механические колебания дна и стенок волновода.

На "Мотор Сич" используются магнестрикторы типа ПМС-15А-18.



ПМС-15А-18.



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

**БЛАГОДАРИМ
ЗА ВНИМАНИЕ**