



УДК 532.528

**Власов Владимир Николаевич**, старший преподаватель кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Мизгирев Дмитрий Сергеевич**, доцент, д.т.н., профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Власов Дмитрий Владимирович**, студент электромеханического факультета специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

### ДИНАМИКА ПРОЦЕССА КАВИТАЦИИ

*Аннотация.* В статье описан процесс разрушения поверхностного слоя под действием кавитационного изнашивания.

*Ключевые слова:* кавитация, кавитационное изнашивание материала, гидравлический удар, наклеп

Одна из распространенных причин выхода из строя деталей судовых систем – кавитационное изнашивание. В основе его лежит разрушение поверхностного слоя под действием процесса кавитации.

Кавитация – это физический процесс образования в жидких средах газопаровых пузырьков (каверн) с последующим их схлопыванием. Данный процесс сопровождается точечной пластической деформацией при высокой температуре поверхностного слоя материала ограничивающих поток жидкости стенок [2].

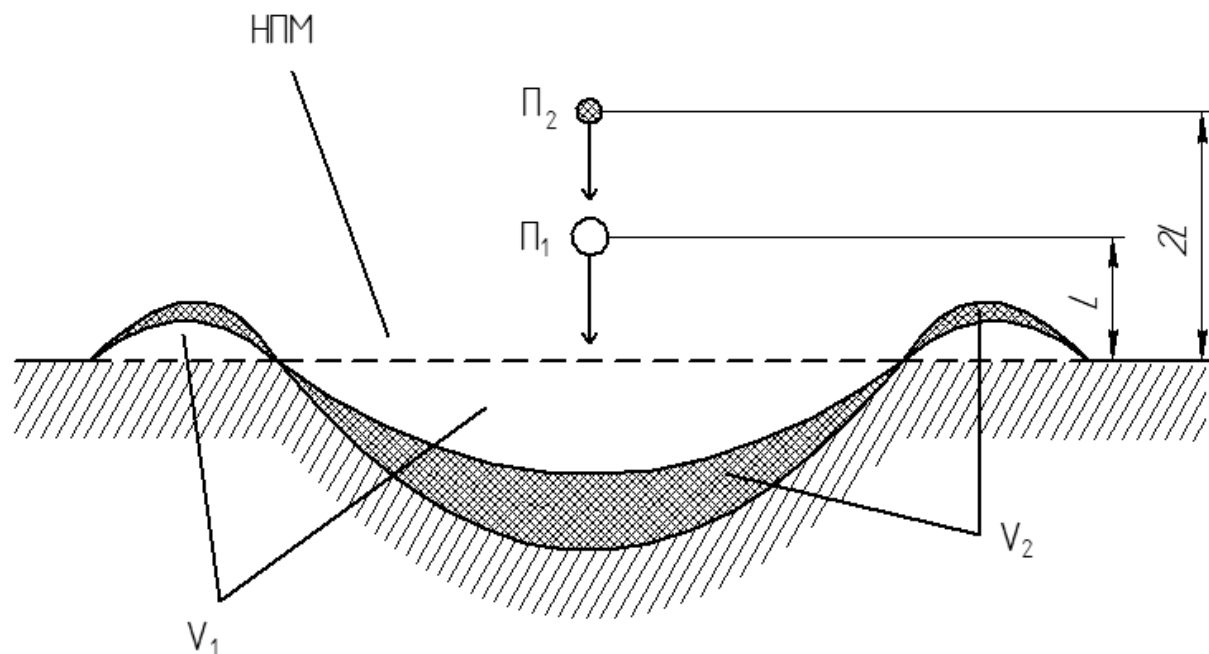
Величина расчетной твердости поверхностного слоя материала стенки будет зависеть от давления, поверхностного натяжения и вязкости транспортируемой через конструктивный элемент среды.

В связи с вышеизложенным, кавитация будет по-разному влиять на различные материалы. При этом, кавитационностойкие материалы для одной среды, не покажут своих характеристик для другой.

Проанализируем динамику процесса схлопывания (коллапса) кавитационных пузырьков вблизи рабочей поверхности металла, для того чтобы выявить необходимые характеристики материалов (рис. 1) [1]. Для анализа выбран металл, так как он является основным материалом для производства деталей судовых систем.

Процесс схлопывания пузырьков носит множественный и хаотический характер. В процессе кавитации в потоке происходит схлопывание огромного количества таких каверн [3, 4].

Для простоты, рассмотрим схлопывание только двух пузырьков разного размера, так как при большем их количестве будет происходить лишь увеличение площади поврежденного материала без особого изменения самой сущности механизма разрушения.



*Рис. 1. Разрушение поверхности металла вследствие коллапса кавитационных пузырьков (НПМ – начальная поверхность металла, П<sub>1</sub>– кавитационный пузырек, наносящий первичный гидравлический удар по поверхности металла, П<sub>2</sub>– кавитационный пузырек, превосходящий в объеме П<sub>1</sub>и увеличивающий область разрушения, V<sub>1</sub>– объем вытесненного металла пузырьком П<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>– объем вытесненного металла пузырьком П<sub>2</sub>)*

Пузырьки П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub> коллапсируют на разных расстояниях от поверхности материала и не равны по объему ( $V_{П1} > V_{П2}$ ), что во многом определяет разный объем вытесненного материала.

Разрушительный эффект гидравлического удара кавитационного пузырька достигается не столько самой силой, возникающей в процессе его схлопывания, сколько пластичностью материала, которую он приобретает вследствие высокой температуры процесса кавитации, которая может достигать температуры плавления [5].

Обобщив вышесказанное, можно сделать вывод, что в металле в процессе кавитации из-за давления, возникающего в процессе схлопывания пузырьков, возникает пластическая деформация, которая сопровождается возрастающей температурой жидкости вблизи ограничивающей стенки. При этом на ее поверхности возникает наклеп – совокупность явлений, связанных с изменением свойств металлов в процессе пластической деформации.

Таким образом, детальное изучение динамики процесса позволит более точно прогнозировать влияние кавитации и износ деталей судовых машин и механизмов.

### Список литературы:

1. Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит ; Перевод с англ. д-ра техн. наук Э. А. Ашратова [и др.] ; Под ред. [и с предисл.] д-ра физ.-мат. наук В. И. Полежаева. - Москва : Мир, 1974. - 687 с.

2. Пирсол И. Кавитация. Пер. с англ. Ю. Ф. Журавлева. Ред., предисл. и дополн. Л. А. Эпштейна. М., «Мир», 1975.- 95 с.
3. Лавриненко О.В., Савина Е.И., Леонов Г.В. Моделирование механо-физикохимических эффектов в процессе схлопывания кавитационных полостей / О.В. Лавриненко, Е.И. Савина, Г.В. Леонов // Ползуновский вестник - № 3 – 2007. – С. 59-63.
4. Промтов М.А. Кавитация / М.А. Промтов // Вестник Тамбовского государственного технического университета - Тамбов: Изд-во ФБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – № 4. - С. 28-36.
5. Веретельник Т.И., Дифучин Ю.Н. Математическое моделирование кавитационного потока жидкости в химико-технологической системе / Т.И. Веретельник, Ю.Н. Дифучин // Математичне моделювання та обчислювальні методи – Вестник Черкасского государственного технологического университета – Черкассы: Изд-во ЧДТУ, 2008 - № 3. – С. 82–85.

## **DYNAMICS OF THE CAVITATION PROCESS**

Vladimir N. Vlasov, Dmitry S. Mizgirev, Dmitry V. Vlasov

*The article describes the process of destruction of the surface layer under the influence of cavitation wear.*

*Key words: cavitation, cavitation wear of the material, hydraulic shock, hardening*