

# ПРИЗНАКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАВИТАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСОВ

Д. Д. Дасько

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Лопастные насосы являются весьма долговечными машинами и при нормальных условиях эксплуатации могут работать более 20–30 лет. Однако в практике нередко встречаются случаи, когда насос изнашивается значительно быстрее, и через каждые 1–2 года приходится производить его капитальный ремонт. Такой износ может вызываться кавитацией.

Целью данной работы является исследование основных признаков возникновения кавитации при эксплуатации насосов.

Основные задачи исследования: рассмотреть процесс кавитации и определить основные причины ее возникновения, выявить основные признаки возникновения кавитации при эксплуатации насосов и исследовать способы их обнаружения.

Кавитация – это нарушение сплошности потока жидкости, выражающееся в образовании в ней пузырьков или полостей (каверн), заполненных паром или газом.

Кавитация возникает при понижении давления в жидкости, что вызывает ее вскипание и выделение из нее растворенного газа. В потоке жидкости такое падение давления происходит обычно в области повышенных скоростей [1].

При эксплуатации насосов возникновение кавитации возможно по следующим причинам:

- 1) завышенная высота всасывания, т. е. насос установлен на большом удалении от воды;
- 2) низкое атмосферное давление на поверхности воды;
- 3) высокая температура перекачиваемой жидкости;
- 4) большие сопротивления во всасывающей трубе из-за неверно подобранного ее диаметра или из-за большой длины и местных сопротивлений;
- 5) негерметичность всасывающей линии.

О наличии кавитации можно узнать по ярко выраженным внешним признакам: шум в виде потрескивания и вибраций. Уровень шума зависит от размеров насоса и может составлять 90–100 дБ и более. Наихудший вид шума – аэродинамический. Он возникает не только при звуковом течении газа, но и при более низкой скорости,

но и на большом массовом расходе. Звуковые и сверхзвуковые потоки создают шум до 140–150 дБ – это шум реактивного авиационного двигателя и болевой порог человеческого уха [2].

Если процесс кавитации развивается, то характерное потрескивание сменяется на глухо звучащие удары. Вибрацию в этом случае можно наблюдать визуально, она ощущается как в трубопроводе, так и фундаменте.

При весьма небольшой величине кавитации шум можно различить путем выслушивания при помощи специального стетоскопа (рис. 1) [2].



Рис. 1. Стетоскоп

Прибор является средством субъективной диагностики и применяется для точного, обнаружения и локализации точек нарушений в работе узлов и механизмов способом акустического сопоставления. Звуковые колебания передаются через щуп на мембрану устройства, что позволяет устанавливать источник шумов, находящийся в труднодоступном месте [3].

При развитии кавитации меняются показатели работы насосного оборудования. К основным показателям, характеризующим работу насоса, относятся подача (производительность)  $Q$ , напор (или давление)  $H(P)$  мощность  $N$ , коэффициент полезного действия и высота всасывания  $h$ .

В частности, снижается подача и напор, а также потребляемая мощность. В ряде ситуаций подача насосного устройства срывается.

Также можем наблюдать на гребных винтах, подводных крыльях, рабочих органах насосов и других повреждение их составных частей (рис. 2). Такое разрушение вызывает кавитационная эрозия металлов. Кавитационной эрозией называется процесс кавитационного разрушения поверхностей твердых тел, находящихся в области кавитации жидкости.



Рис. 2. Пример кавитационного повреждения рабочего колеса

Уровень кавитации измеряют (как правило в относительных единицах) с помощью приборов, называемых кавитометрами (рис. 3). Кавитометр предназначен для измерения и контроля активности кавитации в мощных ультразвуковых полях и гидродинамических кавитаторах. Прибор может использоваться для оптимизации ультразвуковых технологических процессов, определения наличия и интенсивности кавитации в гидравлических системах, измерения порогов кавитации [4].

Кавитометры бывают переносные и ультразвуковые (OPCAV, SDT340, SDT270, SDT200) [5].

В Беларуси выпускают портативный кавитометр ICA-4D (рис. 4).



Рис. 3. Кавитометр



Рис. 4. Кавитометр ICA-4D

Исключить или значительно уменьшить кавитацию в насосах можно следующими способами [6]:

- 1) повышение давления во всасывающей трубке (опустить насос, или увеличить давление в приемном резервуаре);
- 2) увеличение диаметра всасывающего трубопровода;
- 3) уменьшение длины всасывающего трубопровода. Позволяет повысить всасывающую способность насосов за счет снижения путевых потерь гидростолба. Протяженность всасывающего трубопровода зависит от места и способа крепления насоса к двигателю внутреннего сгорания и месторасположения гидробака;
- 4) снижение местных сопротивлений. Также способствует повышению всасывающей способности насосов, причем существенно больше, чем уменьшение длины трубопровода. Это подтверждается данными наших экспериментальных исследований. Во всасывающей гидростолбе не должно быть обратных клапанов, фильтров, изгибов под прямым углом, ответвлений и других местных сопротивлений.

Таким образом, кавитация – это процесс негативный, она значительно снижает эффективность работы насосного оборудования, вызывает посторонний шум, вибрацию и быстрый износ рабочего колеса и насоса в целом. Первичные признаки возникновения кавитации можно наблюдать визуально (эрозия и вибрация) или услышать (шум) при большой величине кавитации. Причем раннее обнаружение кавитационных эффектов позволяет сохранить работоспособное оборудование, продлить срок его эксплуатации, принять меры для предотвращения дальнейшего разрушения. При весьма небольшой величине кавитации можно определить ее с помощью специальных приборов достаточно недорогих, что в результате приведет к экономии материальных средств за счет уменьшения затрат на ремонт оборудования.

## Литература

1. ЭУМК дисциплины «Лопастные машины и передачи» для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин». – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/1527>.
2. Большая энциклопедия нефти и газа. – Режим доступа: <http://bsrgroup.ru/что-делат-pri-shume-v-ushah/shum-v-ushah-pri-kavitacii>.
3. Каталог продукции компании «Jonnesway». – Режим доступа: <https://www.jonnesway.ru/product/4592/stetoskop-dlya-obnaruzheniya-defektov-v-mehanike/>.
4. Каталог продукции компании «Cavitation». – Режим доступа: <https://cavitation.bsuir.by/kavitometr>.
5. Каталог продукции компании «Direct INDUSTRY». – Режим доступа: <http://www.directindustry.com.ru/proizvoditel-promyshlennyj/kavitometr-225738.html>.
6. Кавитация в насосах и меры борьбы с ней. Кавитация: эффект, процедура, плюсы и минусы кавитации. – Режим доступа: <https://mirhat.ru/gardening/cavitation-in-pumps-and-measures-to-combat-it-cavitation-effect-procedure-pluses-and-minuses-of-cavitation>.