



УДК 620.19

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 Владимир Николаевич, старший преподаватель 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.

КАВИТАЦИОННОЕ ИЗНАШИВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В данной статье рассмотрен процесс кавитационного изнашивания материалов судовых систем в зависимости от условий эксплуатации судов. Показана целесообразность использования стали Гадфильда.

Ключевые слова: кавитация, сталь Гадфильда, кавитационная стойкость, коррозионная стойкость.

Проблема кавитационного изнашивания материалов в судовых условиях всегда актуальна, так как противодействие данному явлению помогает, во многом, продлить срок службы деталей судовых систем непосредственно контактирующих с пресной или морской водой.

Кавитация – это явление парообразования и выделение растворенного в жидкости газа, обусловленное изменениями скорости и давления потока жидкой среды. В этом процессе пузырьки (каверны) схлопываются, что приводит к шуму и гидравлическим ударам, а также высоким температурам в точке коллапса каверны.

Проблема кавитации является как одной из актуальных проблем гидродинамики. Явление кавитации значительно уменьшает подъемную силу подводных крыльев, приводит к разрушению рабочих поверхностей гребных винтов, насосов и турбин, что влечет за собой снижение эффективного срока службы деталей [1, 5].

Для того чтобы максимально снизить отрицательное воздействие кавитации необходимо, прежде всего, выявить необходимые свойства материалов, которые формируют его кавитационную стойкость, и, исходя из этого, осуществить разумный выбор кавитационностойких материалов для элементов судовых систем [2].

Реологические, физические и химические свойства жидкости, в которой происходит процесс кавитации, также играют немаловажное значение [6]. В судовых условиях это будет либо пресная, либо морская вода различного солесодержания.

Пресная вода, которая характерна для внутренних водных путей, будет оказывать меньшее воздействие на механизм кавитационного изнашивания материала, так как в ее состав входит малое количество химически активных веществ, в отличие от морской воды.

Морская вода химически более активна, чем пресная. Она существенно изменяет механизм кавитационного изнашивания. Из-за солей и примесей, содержащихся в ней, после разрушения поверхностного слоя металла, который в большинстве своем представляет оксидную пленку, возникает коррозия основного металла, еще больше снижающая срок службы детали. Для изготовления деталей судовых систем применяются металлы и их сплавы, которые в большинстве своем имеют сравнительно низкую коррозионную стойкость.

Необходимо отметить, что нельзя точно определить химический состав воды, в которой будет эксплуатироваться деталь, поэтому при подборе материала делается акцент на то, чтобы он был универсален для любой среды, в которой осуществляется эксплуатация.

Исходя из всего вышесказанного, необходимо рассмотреть материалы, обладающие высокой прочностью, для выдерживания высокой интенсивности гидравлических ударов, высокой жаропрочностью для снижения потери прочности при высоких температурах и, самое главное, высокой стойкостью к ударным нагрузкам и истиранию, а также коррозионной стойкостью для противодействия негативным химическим процессам, сопровождающих кавитацию.

Из металлов основным материалом для использования в судовых системах является сталь. Из сталей одним из наибольших сопротивлением к нагрузкам обладает сталь Гадфильда марок 110Г13Л, 110Г13Х2Л, 110Г13ФТЛ ГОСТ 977-88 [3]. Эти материалы обладают высоким сопротивлением износу при одновременном воздействии высоких давлений или ударных нагрузок.

Сталь Гадфильда целесообразна для использования в судовых системах, но только в пресной воде. Из-за наличия марганца в своем составе эта сталь имеет низкую коррозионную стойкость, что не позволяет ее использовать в условиях морской воды без дополнительных защитных мер.

Таким образом, для использования в морской воде необходимо подобрать другую марку стали, наиболее приближенную по физическим свойствам к стали Гадфильда и имеющую большую коррозионную стойкость. Таким требованиям соответствует сталь марки 12Х18Н12Т ГОСТ 5632-72 [4]. Она используется для производства деталей, которые работают при температурах до +600°С, в условиях разбавленных кислот, среднеагрессивных щелочных и солевых растворов, что даже превышает предъявляемые к ней требования, так как химическая активность морской воды значительно ниже перечисленных условий.

Таким образом, для оптимального противодействия процессу кавитации в судовых условиях, с механической точки зрения, необходимо подобрать оптимальный материал с высокими показателями прочности, жаропрочности, стойкости к ударным нагрузкам и истиранию. Для предотвращения негативного воздействия химических процессов, сопровождающих процесс кавитации, необходимо дополнительно учитывать и коррозионную стойкость материала.

Список литературы:

1. Пирсол И. Кавитация. Пер. с англ. Ю. Ф. Журавлева. Ред., предисл. и дополн. Л. А. Эпштейна. М., «Мир», 1975. – 95 с.
2. 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.
3. ГОСТ 977-88. Отливки стальные [Текст]. – Взамен ГОСТ 977-75 ГОСТ 2176-77; Введен 01.01.1990. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 35 с.

4. ГОСТ 5632-2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки [Текст]. – Взамен ГОСТ 5632-72; Введен 01.01.2015. – Москва: Изд-во «Стандартинформ», 2015 – 49 с.
5. Научное обоснование технических решений создания и совершенствования природоохранного оборудования для водного транспорта и предприятий речного флота: монография / А.С. Курников, Д.С. Мизгирев, Т.А. Михеева - Н.Новгород: изд-во ФБОУ ВПО ВГАВТ, 2017. – 436 с.; ил.
6. 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.

CAVITATION WEARING OF MATERIALS IN SHIPBOARD CONDITIONS

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

This article discusses the process of cavitation wear of materials of ship systems depending on the operating conditions of ships. The expediency of using Hadfield steel is shown.

Key words: cavitation, Hadfield steel, cavitation resistance, corrosion resistance.