

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Еремина Евгения Николаевича

на диссертационную работу Алвана Хуссама Лефта Алвана

«Повышение кавитационной стойкости поверхностей деталей нанесением защитных покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. – Сварка, родственные процессы и технологии

Структура и содержание диссертации.

На отзыв представлены: диссертация, состоящая из введения, 5 глав, общих выводов, включающая 139 страниц машинописного текста, 63 рисунков, 18 таблиц и библиографический список из 187 наименований отечественных и зарубежных источников, а также автореферат объемом 19 страниц и содержащий 13 рисунков и 2 таблицы.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована научная новизна, показана практическая значимость полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, представлен список опубликованных работ, описана структура и содержание диссертации.

В первой главе представлен аналитический обзор существующих методик кавитационных испытаний и методов защиты металлических деталей от кавитационной эрозии. Проведен анализ материалов, применяемых в качестве кавитационно-стойких. Рассмотрено влияние мартенситного превращения на механические свойства, в частности кавитационно-эрозионную стойкость, сталей со структурой метастабильного аустенита. На основании проведенного анализа поставлены цель и задачи работы.

Во второй главе приведены исследуемые материалы, технологии получения покрытий, методики экспериментальных исследований и используемое научное оборудование.

В третьей главе приведены результаты разработки лабораторного комплекса и методики для испытания стойкости материалов против кавитационной эрозии. Реализация методики на разработанной установке позволила устранить недостатки существующих схем испытаний, что дает

возможность ускорить испытания, повысить достоверность и стабильность результатов.

В четвертой главе представлены результаты испытаний стойкости исследованных материалов при кавитационном воздействии, а также анализ причин различной кавитационной стойкости на основе структуры и фазового анализа, микротвердости материалов, топографии поверхности. Показано что, наилучшую стойкость имеет покрытие полученное наплавкой порошковой проволокой ППМ-6 методом TIG. Экспериментальные исследования показали что наплавленный металл из метастабильной аустенитной стали 60X8ТЮ (исходный материал – порошковая проволока ППМ-6) под действием кавитации подвержен интенсивному деформационному мартенситному превращению ($\gamma \rightarrow \alpha'$) в процессе кавитационного воздействия, аналогичному для сталей с метастабильным аустенитом при других видах внешних нагрузений высокого уровня.

В пятой главе приведены результаты исследования применительно к изношенным крыльчаткам водяного насоса для перекачки воды в системе охлаждения различных агрегатов электростанции Дора (Багдад, Ирак). На основе полученных результатов разработаны рекомендации по повышению стойкости поверхности крыльчатки водяного насоса на электростанции против кавитационной эрозии за счет нанесения на нее покрытия из материала ППМ-6 методом TIG.

В заключении представлены основные выводы и результаты работы. Степень достоверности результатов проведенных исследований обеспечена большим объемом экспериментальных данных, повторяемостью результатов экспериментальных исследований.

Оценка актуальности работы.

Разнообразные компоненты оборудования, контактирующие с высокоскоростными жидкими средами такие как лопасти и камеры гидротурбин, запорные клапаны, крыльчатки насосов, корабельные винты, системы охлаждения различных агрегатов и др., подвергаются интенсивной кавитационной эрозии. В результате кавитационного воздействия, снижается производительность гидромашин и возникают различные аварийные ситуации.

В связи с этим ставятся задачи повышения износостойкости деталей гидромашин, снижение издержек на техническое обслуживание и ремонт, что в целом определяет проблему конкурентоспособности. Прогресс в этой области в значительной мере определяет возможности создания специальных сталей и покрытий с высокой износостойкостью.

Существует ряд металлических материалов, применяемых для защиты против кавитационной эрозии. Они включают мартенситные и аустенитные нержавеющие стали, композитные сплавы с никелевой и/или кобальтовой матрицей и карбидными включениями и др. Локализация кавитационного разрушения в поверхностном слое делает экономически целесообразным нанесение покрытий из таких материалов на основу из менее дорогостоящих сплавов. Для конкретных условий эксплуатации необходимо обосновать выбор как материала, так и метод нанесения покрытия установить механизм упрочнения который и позволит определить физическую природу сопротивления износу таких покрытий. Изучению этих вопросов и посвящена диссертационная работа. Поэтому актуальность решаемой проблемы не вызывает сомнений.

Оценка научной новизны.

Автором диссертационной работы на основе выполнения достаточно большого объема исследований, обобщений, анализа результатов экспериментов решена актуальная научно-техническая задача, направленная на повышение кавитационной стойкости деталей оборудования работающих в условиях контакта с высокоскоростными жидкими средами. К основным результатам диссертации, обладающим существенной новизной, следует отнести следующие:

1. Наплавленный металл из метастабильной аустенитной стали 60X8ТЮ (исходный материал – порошковая проволока ППМ-6) под действием кавитации подвержен интенсивному деформационному мартенситному превращению ($\gamma \rightarrow \alpha'$), аналогичному для сталей с метастабильным аустенитом при других видах внешних нагрузений высокого уровня (29,5% мартенсита охлаждения в исходном состоянии, 73,5% мартенсита деформации в процессе кавитационного воздействия), что приводит к более высокой стойкости против

кавитационной эрозии этого покрытия по сравнению с E308L-17 и AISI 316L (примерно в 4 и 10 раз выше соответственно).

2. Установлено, что износ не пропорционален твердости. У покрытия полученного ППМ-6 твердость ниже, чем у газотермических покрытий на 100-300 HV, а его стойкость против кавитационной эрозии выше ~ в 20 раз. Показано, что это обусловлено различием в механизмах изнашивания поверхностей. В случае ППМ-6 имеет место износ в границах зерен в сочетании с $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращением, в случае газотермических покрытий происходит выкрашивание твердых фаз.

Оценка обоснованности и достоверности научных положений выводов и заключений.

Результаты работы базируются на проведенных исследованиях, обеспечены большим объемом экспериментальных данных и использованием корректных методов статистической обработки, повторяемостью результатов экспериментальных исследований. Использовано современное сертифицированное исследовательское оборудование. Результаты работы не противоречат общепринятым мировым представлениям о предмете исследования.

Ценность диссертационной работы для науки и практики.

Анализ содержания диссертационной работы позволяет отметить те положения, которые определяют ее научно-практическую ценность.

1. Разработан лабораторный комплекс для испытаний на кавитационную стойкость металлических материалов. Оригинальность комплекса для испытаний заключается в добавлении к кавитации электрохимического воздействия за счет приложения анодной поляризации к образцу, что дает возможность ускорить износ поверхности и уменьшить время кавитационных испытаний.

2. Изучены особенности структуры покрытий из различных кавитационностойких материалов, нанесенных различными методами, и их связь с механизмами эрозионного разрушения. Установлена и обоснована сильная корреляция между деформационным мартенситным превращением в

метастабильной аустенитной стали и высокой стойкостью против кавитационной эрозии.

3. Результаты кавитационных испытаний, проведенных применительно к лопаткам насоса подачи технологической воды для охлаждения агрегатов электростанции, позволили рекомендовать наплавленное покрытие из метастабильной аустенитной стали 60X8TiO (исходный материал – порошковая проволока ППМ-6) и технологию его получения для реализации на электростанции Дора (Багдад, Ирак).

Основные результаты работы широко апробированы на международных и всероссийских научных конференциях и подробно изложены в 17 публикациях, из которых 10 размещены в центральных периодических рецензируемых научно-технических журналах рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации и включает все положения диссертационного исследования и основные выводы.

В то же время, по автореферату и диссертации имеется ряд замечаний:

Первая группа вопросов связана с оформлением диссертационной работы:

1. Потеряна нумерация подразделов 4.3.1, 4.3.2 и 4.3.3 (стр. 67,68 диссертации).
2. Опечатка в названии подраздела 4.4.2 стр. 4 и 64 диссертации.
3. Название подраздела 4.4.2.3 напечатано не полностью (стр. 87 диссертации).
4. Имеются несоответствия по количеству публикаций соискателя. В автореферате отмечено что опубликовано 17 научных работ в том числе 10 статей в изданиях рекомендованных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, из них 8 индексированных в базе данных Scopus, WoS (стр. 5, автореферата), а в диссертации соответственно 16-9-7 (стр. 9, диссертации).

Вторая группа вопросов связана с научно-практической частью работы:

1. На основании испытаний характерных материалов которые используются для защиты от кавитации автором поставлена задача выбрать

наплавочный материал. В тоже время известная сталь 30X10Г10 обладающая высокой кавитационной стойкостью, в перечень исследуемых не попала.

2. Не обоснован выбор для наплавки порошковой проволоки ППМ-6 обеспечивающий наплавкой металл типа 60X8ТЮ, поскольку он не следует из обзора первой главы.

3. Непонятно из каких соображений выбраны способы нанесения покрытий. Так, например дуговая металлизация обеспечивает получение высокопористых покрытий обладающих низкой кавитационной стойкостью. Предложена технология нанесения покрытий дуговой наплавкой неплавящимся электродом обладающая низкой производительностью. Хотя может быть использован и другой метод дуговой наплавки, обладающий более высокой производительностью.

4. Не приведены меры для предупреждения образования трещин при наплавке такой высокоуглеродистой проволокой.

5. Из параграфа 3.2 непонятно как определялась потеря объема металла в результате кавитационных испытаний.

6. Из рис. 4.4 непонятно за какое время получены потери объема металла отмеченные по шкале ординат.

7. Необходимо пояснить, почему на рис. 4, стр. 9, автореферата кавитационная эрозия выражена в мм^3 за время, а на рис. 13 уже в мг за время

8. Автором не объяснено из результатов каких испытаний утверждается, что исходное состояние структуры ППМ-6 состоит из аустенитной матрицы содержащей карбиды титана, хрома и из 30 % долей игольчатого мартенсита размером 5-10 мкм (автореферат, стр. 10, рис. 6в).

9. Автором не объяснено, как подсчитан объем трансформированного α' -мартенсита на (рис. 10 д; стр.14 автореферата).

Вместе с тем, приведенные выше замечания и вопросы хотя и требуют пояснений диссертанта, не снижают общего положительного впечатления о рассматриваемой работе.

Заключение

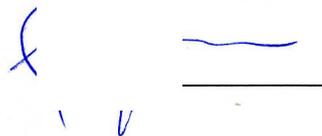
1. Диссертационная работа Алвана Хуссама Лефта Алвана «Повышение кавитационной стойкости поверхностей деталей нанесением защитных

покрытий» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие процессов получения коррозионностойких покрытий высокого качества.

2. Считаю, что представленная к защите работа по своей актуальности, научной новизне, научно-техническому уровню и практической значимости полностью соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. – Сварка, родственные процессы и технологии, а ее автор – Алван Хуссам Лефта Алван заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, профессор,
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный
технический университет», декан
Машиностроительного института,
заведующий кафедрой «Машиностроение
и материаловедение»

Еремин Евгений Николаевич



Почтовый адрес: 644050, г. Омск, ул. пр. Мира, 11

Телефон: 8(3812) 65-27-19

Адрес электронной почты: weld_techn@mail.ru

Подпись официального оппонента Еремина Евгения Николаевича заверяю

Ученый секретарь ОмГТУ  А. Ф. Немцова

