



ОДК
КЛИМОВ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОДК-КЛИМОВ»
(АО «ОДК-КЛИМОВ»)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Малинкиной Юлии Юрьевны «Повышение коррозионных характеристик титановых сплавов для морской техники модифицированием (микролегированием) элементами платиновой группы», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Эксплуатация титановых трубных систем при нарушении водно-химических режимов приводит к повышенной локальной коррозии, что в сочетании с вибрационными нагрузками снижает работоспособность парогенераторов (ПГ) транспортных ядерных энергетических установок (ЯЭУ).

Сопоставление отечественных композиций морских титановых сплавов с аналогичными зарубежными сплавами демонстрирует, что последние в целом ряде случаев дополнительно легируются катодными модификаторами (элементами платиновой группы) рутением и палладием, с целью повышения коррозионной стойкости. К настоящему времени за рубежом достигнуты хорошие результаты работ в данном направлении, необходимость микролегирования титановых сплавов элементами платиновой группы подтверждена уже практически.

В отечественных ответственных конструкциях морской техники и в парогенераторах транспортных ЯЭУ широко используются титановые сплавы композиций Ti-Al-V, Ti-Al-V-Mo, Ti-Al-Mo-Nb и Ti-Al-Zr различного уровня прочности, относящиеся к α - или псевдо- α классу. Также имеется опыт использования в морской технике высокопрочных ($\alpha+\beta$) титановых сплавов Ti-6Al-4V и анализируется возможность применения псевдо- β титановых сплавов. Необходимость проведения работ по микролегированию этих сплавов элементами платиновой группы с целью увеличения коррозионного ресурса продиктована необходимостью времени, поэтому актуальность решаемых автором научно-технических задач в настоящей диссертационной работе не вызывает сомнений.

ФГУП «Научно-исследовательский институт» ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 196	в ДЕЛО
24.01.2021 г.	№
Осн. 4 л.	полн

Целью работы было повышение коррозионной стойкости морских титановых сплавов модифицированием элементами платиновой группы при эксплуатации морской техники и энергетического оборудования в экстремальных условиях.

В научном отношении установлены особенности распределения в микроструктуре катодного модификатора и определены значения локального содержания рутения в разных классах сплавов титана, предложена модель влияния катодного модифицирования на коррозионную стойкость в экстремальных условиях для различных классов титановых сплавов, учитывающая особенности распределения рутения в структуре сплава и его пассивирующую способность при различной локальной концентрации.

Обосновано увеличение стойкости к щелевой, горячей солевой коррозии и циклической прочности за счет микролегирования рутением для сплавов титана и нанесения защитных покрытий, содержащих рутений, и установлено, что сам рутений в составе титанового сплава неоднозначно влияет на сопротивление коррозионному растрескиванию в синтетической морской воде в зависимости от класса титанового сплава.

В практическом отношении разработаны руководящие документы и производственная нормативная документация (НД), которые внедрены в НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», различные методики испытаний, изготовлены опытные партии поковок из титановых сплавов микролегированных рутением (Ti-Al-Zr, Ti-Al-V, Ti-Al-V-Mo и Ti-Al-Mo-Nb) и опытно-штатные партии труб из титанового сплава композиции Ti-Al-Zr, микролегированного рутением и палладием.

Достоверность результатов научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается апробацией на практике основных научных положений, содержащихся в диссертации, соответствием результатов эксперимента с имеющимися литературными данными, использованием аттестованных методик испытаний и современных методов изучения структуры титановых сплавов, а также положительным опытом внедрения результатов работы при

производстве труб на АО «ЧМЗ» и при испытании по разработанной методике на базе АО «ОКБМ Африкантов».

Основные положения работы апробированы - доложены и обсуждены на представительных научных конференциях и семинарах.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 25 печатных работах, из них 7 статей в журналах, рекомендованных перечнем ВАК, в том числе 3 статьи изданы на английском языке и индексируются в БД WoS и SCOPUS, также получено 6 патентов РФ на изобретение.

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 202 страницах машинописного текста, содержит 80 рисунков и 44 таблицы. Список использованной литературы отечественных и зарубежных авторов включает 111 наименований.

Вместе с тем по автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате не отражен вопрос фазообразования при микролегировании титановых сплавов рутением. Не ясно, почему при представленной степени сегрегации (таблица 4), тем не менее, средний уровень механических свойств сплавов остается достаточно высоким (таблица 1) и даже выше, чем у сплавов без микролегирования рутением.

2. В автореферате в полной мере не отражена металлографическая составляющая коррозионных исследований, не представлены при увеличении образовавшиеся коррозионные трещины, глубина язвенных поражений и прочее, т.е. факторы, свидетельствующие о дефектах материала, в том числе с покрытием, после испытаний, отсутствует анализ и оценка образовавшихся дефектов.

3. Коррозионные исследования были проведены в 3,5 % водном растворе NaCl, хотя по НД для «жесткости» испытания рекомендуется проводить в растворе синтетических солей морской воды различных составов. В этом случае результаты могут заметно отличаться от представленных.

Кроме того, в автореферате не отражены результаты коррозионных испытаний на псевдо - β сплаве, а сам вопрос об эффективности защиты псевдо- β сплава микродобавками рутения не отражен в выводах.

