

**Основные результаты, достигнутые в ходе выполнения работ 2 этапа
проекта в соответствии с Соглашением о предоставлении субсидии
от 22.08.2014 г. № 14.595.21.0002**

В ходе выполнения второго этапа проекта «Комплексное развитие инфраструктуры ЦКП «Климатический центр коллективного пользования ФГУП «ВИАМ» по испытаниям материалов, техники и сложных технических систем в природных средах для проведения научно-исследовательскими организациями испытаний и исследовательских работ по изучению влияния агрессивных сред, климатических и эксплуатационных факторов на кинетику процессов коррозии, строения, биоповреждения и разрушения конструкционных материалов и функциональных покрытий» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в соответствии с Соглашением о предоставлении субсидии от 22.08.2014 г. № 14.595.21.0002 выполнялись следующие работы:

1. Закупка комплектующих горизонтального стенда (Швейцария) для испытаний большеразмерных, конструктивно-подобных образцов и элементов конструкций на силовом полу ГЦКИ им. Г.В. Акимова.
2. Ввод в эксплуатацию камеры для испытаний в сероводороде.
3. Освоение испытательного стенда производства Walter+bai ag (Швейцария) для механических испытаний в коррозионноактивных средах в условиях статического и малоциклового нагружения.
4. Проведение исследований по измерению показателей эффективности защитных покрытий на образцах из Д16Т Ан.Окс.нхр.+ЛКП методом импедансной спектроскопии.
5. Проведение исследований долговечности, степени коррозионных повреждений, защитных характеристик покрытий на образцах алюминиевого сплава Д160Т, 30ХГСА Ц9 и М1 пасс после экспонирования в морской воде Черного моря.

6. Сопоставление результатов, полученных после проведения натуральных и ускоренных климатических испытаний. Разработка методов коррозионных испытаний материалов и конструкций, находящихся в контакте с сероводородсодержащей средой.

7. Исследование кинетики старения и биоповреждения углепластика ВКУ-27л в условиях ускоренных лабораторных климатических испытаний. Оценка свойств материала методами динамического механического анализа, синхронного термоанализа, исследование состояния поверхности образцов методами оптической и электронной микроскопии, исследование микологического воздействия на углепластик.

8. Изготовление панелей типа «сэндвич» для испытаний на 4-х точечный изгиб при статических и повторно-статических нагрузениях.

9. Получение и исследование закономерностей деформирования элементов крупногабаритных конструкций из ПКМ при статических и повторно-статических нагрузениях при изгибе в лабораторных условиях.

10. Разработка математических моделей оценки жесткости и несущей способности панелей типа «сэндвич» с пенозаполнителем и обшивками из углепластика и стеклопластика, учитывающих микромеханические процессы деформирования матрицы, армирующего наполнителя, пенозаполнителя.

11. Исследование коррозионного поведения систем материалов на основе Al, Cu и Fe с наличием защитных покрытий в условиях влияния H_2S и влажности, получение кинетических зависимостей скорости коррозии на образцах из Д16Т, 30ХГСА Ц9 и М1 пасс в средах с различным содержанием сероводорода.

12. Получение экспериментальных данных для выявления закономерностей по влиянию концентрации сероводорода и времени выдержки на характер и степень коррозионных поражений.

13. Исследование электрохимического поведения алюминиевого сплава Д16Т в сульфидсодержащих средах, определение значения потенциалов коррозии, получение анодных поляризационных кривых. Разработка метода

определения потенциала пробоя алюминиевых сплавов в хлорид и сульфидсодержащих средах.

14. Проведение испытаний образцов двухфазного титанового сплава на замедленное разрушение в условиях морской воды.

15. Разработка стандарта организации «Проведение электрохимических исследований алюминиевых сплавов в сульфидсодержащих средах».

16. Разработка стандарта организации «Определение циклической долговечности (работоспособности) материалов при воздействии сероводорода».

17. Разработка стандарта организации «Методика проведения испытаний на замедленное разрушение образцов сплавов в коррозионно-активных средах при нормальной температуре».

18. Разработка стандарта организации «Методика проведения испытаний на малоцикловую усталость образцов сплавов в коррозионно-активных средах при нормальной температуре».

19. Разработка буклета «Центр коллективного пользования ФГУП «ВИАМ» ГНЦ по испытаниям материалов, техники и сложных технических систем в природных средах».

20. Закупка за счет внебюджетных средств испытательной машины рычажного типа для испытаний на длительную прочность и ползучесть Карра 50 LA.

21. Проведение работ по содержанию и ремонту научного оборудования.

Основные экспериментальные и теоретические результаты, полученные в ходе второго этапа выполнения проекта:

1. Определена зависимость коэффициента интенсивности напряжений в вершине трещины, развивающейся по механизму замедленного разрушения в морской воде K_{I3p} двухфазных титановых сплавов ВТ6 и ВТ3-1 от скорости нагружения образцов.

2. Определена зависимость скорости роста трещины по механизму замедленного разрушения в коррозионно-активной среде $V_{зр}$ от величины коэффициента интенсивности напряжений в вершине трещины $K_{Iзр}$ двухфазного титанового сплава ВТЗ-1.
3. Определено максимальное значение скорости роста трещины $V_{зр}^{max}$, при котором реализуется механизм замедленного разрушения для двухфазного титанового сплава ВТЗ-1.
4. Определено минимальное значение коэффициента интенсивности напряжений $K_{Iзр}^{min}$, при котором начинается движение трещины по механизму замедленного разрушения в морской воде в двухфазном титановом сплаве ВТЗ-1.
5. Выявлены различия в коррозионном поведении систем материалов на основе Al, Cu и Fe с наличием защитных покрытий в условиях влияния H_2S и влажности. Показано: присутствие в коррозионной среде сероводорода увеличивает неравномерность коррозионных поражений на меди с конверсионным покрытием М1пасс; наличие сероводорода в среде, содержащей хлорид-ионы, уменьшает коррозионное воздействие на сталь с цинковым покрытием; присутствие сероводорода увеличивает стойкость алюминиевого сплава Д16Т к питтинговой коррозии.
6. Экспериментально получены кинетические кривые скорости коррозии на образцах из Д16Т, 30ХГСА Ц9 и М1 пасс в средах с различным содержанием сероводорода, на основе которых далее будет разработан стандарт организации по проведению коррозионных испытаний материалов и конструкций при воздействии атмосферы с наличием сероводорода.
7. На основе анализа изменения поверхностных свойств углепластика ВКУ-27л в ходе ускоренных лабораторных и натуральных испытаний исследованных образцов сделан вывод, что изменения в поверхностном слое при натурной экспозиции связаны главным образом с процессами доотверждения связующего, а в ускоренных климатических испытаниях с пластификацией и структурной релаксацией полимерной матрицы.

8. На основании проведенных исследований микрорельефа поверхности сделан вывод об устойчивости исследованных образцов углепластиков в ускоренных климатических испытаниях и натуральных климатических при временах экспозиции до 3 месяцев.
9. На основе данных проведенного детального исследования изменения свойств ВКУ-27л в условиях ускоренных климатических испытаний (термоциклирование, тепловлажностное воздействие, испытания в тропической камере) сделан вывод о преобладающем вкладе структурной релаксацией полимерной матрицы и ее пластификации влагой в изменении объемных свойств ВКУ-27л.
10. Впервые получены данные об изменении морфологии полимерной матрицы углепластика ВКУ-27л в условиях ускоренных климатических испытаний.
11. Разработан стандарт организации СТО 1-595-7-471-2015 «Проведение электрохимических исследований алюминиевых сплавов в сульфидсодержащих средах», дата введения 18 мая 2015 года.
12. Разработан стандарт организации СТО 1-595-7-475-2015 «Определение циклической долговечности (работоспособности) материалов при воздействии сероводорода», дата введения 18 мая 2015 года.
13. Разработан стандарт организации СТО 1-595-30-468-2015 «Методика проведения испытаний на замедленное разрушение образцов сплавов в коррозионно-активных средах при нормальной температуре», дата введения 18.05.2015 г.
14. Разработан стандарт организации СТО 1-595-30-474-2015 «Методика проведения испытаний на малоцикловую усталость образцов сплавов в коррозионно-активных средах при нормальной температуре», дата введения 28.05.2015 г.
15. Разработан буклет «Центр коллективного пользования ФГУП «ВИАМ» ГНЦ по испытаниям материалов, техники и сложных технических систем в природных средах».

16. За счет внебюджетных средств приобретена испытательная машина рычажного типа для испытаний на длительную прочность и ползучесть Карра 50 LA с рециркуляционной ванной и источником бесперебойного питания.

17. Проведены работы по содержанию и ремонту научного оборудования.