РЕЗУЛЬТАТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ «БАР» И «ЭКСПЕРТ», ВЫПОЛНЕННЫХ НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МКС.

Дешевая Е.А., Шубралова Е.В., Борисов В.В., Кононенко О.Д., Новикова Н.Д., Поликарпов Н.А.
ГНЦ РФ-ИМБП РАН
ФГУП ЦНИИМАШ
ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева

В обеспечение безопасности МКС на Российском сегменте, начиная с 2008 г. проводятся космические эксперименты «Бар» и «Эксперт» с использованием комплекта диагностической аппаратуры «Бар».

ЦЕЛИ КЭ

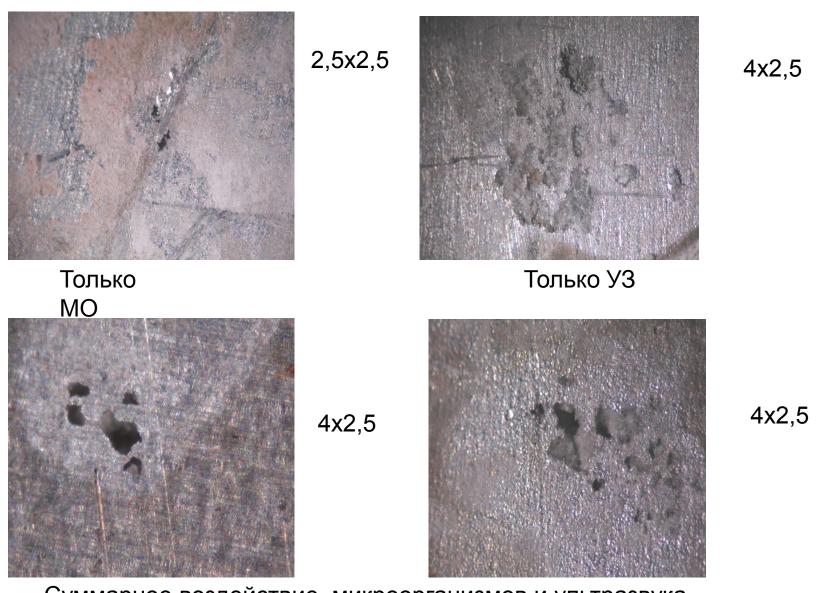
- Экспериментальное подтверждение работоспособности приборов комплекта "Бар" и методов обнаружения мест разгерметизации.
- Формирование базы данных фоновой обстановки по результатам мониторинга приборами комплекта "Бар" параметров среды (температуры, влажности, ультразвуковой эмиссии).
- Отработка средств и методов раннего обнаружения процессов микродеструкции и явлений коррозии внутри обитаемых отсеков.

В проведенных наземных экспериментах установлено влияние ультразвуковых колебаний, температуры и роста микроорганизмов на скорость процесса развития микродеструкции алюминиевых образцов

Исследования проводились при имитации:

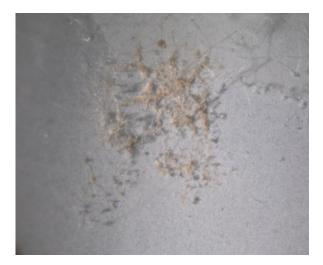
- фоновых ультразвуковых колебаний в диапазоне от 20 до 50 кГц, соответствующих измеренным в ходе эксперимента «Бар» на РС МКС;
- относительной влажности воздуха 95%, температуры среды 20 24 °C;
- контаминации поверхностей образцов штаммами грибов и бактерий, выделенных из среды обитания МКС;
- конденсата атмосферной влаги;
- защиты сварных швов испытываемых образцов применяемыми на PC MKC;
- силовых нагрузок на образцах-дугах.

Точечные разрушения на незащищенных образцах алюминия



Суммарное воздействие микроорганизмов и ультразвука

Результаты эксперимента с защитой поверхности



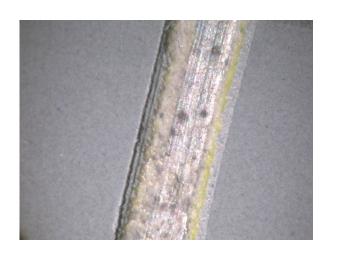
1x2,5



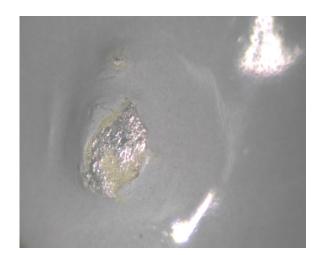
4x2,5

Рост грибов на поверхности

Суммарное воздействие МО и УЗ



4x2,5

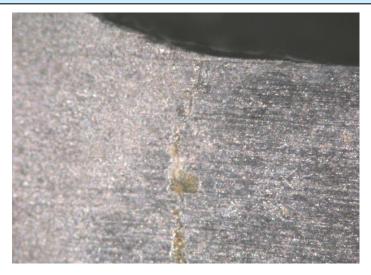


2,5x2,5

Суммарное воздействии МО и УЗ

Суммарное воздействие МО и УЗ

Примеры коррозионного растрескивания образцов сварных швов (с нагревом)





Образец без МО, без УЗ (увеличение 5)

Образец с МО, с УЗ (увеличение 6.)

Коррозионные язвы по зоне сплавления образцов без нагрева



Образец с МО без УЗ



Образец без МО с УЗ

Разработана процедура мониторинга параметров внутренней среды модулей РС МКС комплектом приборов «Бар».

Процедура включает следующие этапы:

1 Определение зон распространения ультразвуковых колебаний опасных уровней от работающего оборудования анализатором ультразвука АУ -1.

- 2 Выявление потенциально опасных зон наличия конденсата на поверхности конструктивных элементов путем измерения:
- ✓ скорости потоков воздуха термоанемометром TTM 2,
- √относительной влажности и температуры точки росы термогигрометром ИВА -6 A,
- ✓ температуры поверхности ИК-термометром «Кельвин-видео» и пироэндоскопом «Пирэн В» в труднодоступных зонах.

3 Визуальный контроль развития микродеструкторов и наличия признаков коррозии методом прямого микроскопирования пироэндоскопом «Пирэн – В» выявленных потенциально опасных зонах наличия конденсата.

КОМПЛЕКТ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ «БАР» (на РС МКС с 2007 г.) Диагностические возможности приборов

ИК термометр «Кельвин-видео»



Видео документирование температуры поверхности, времени и места измерения

Термогигрометр «Ива 6А»

Регистрация температуры, влажности и точки росы



Термоанемометр «ТТМ-2»



Измерение скорости от 2 мм/с Выявление застойных зон

Пироэндоскоп «Пирэн-В» (с 2010 г.)

Измерение температуры корпуса в труднодоступных зонах, микроскопирование повреждений на алюминии от 70 мкм, идентификация и контроль на борту фаз развития биодеструкторов





Регистрация повреждений на алюминии от 70 мкм





Регистрация роста грибов на аримидной ленте

Проведение измерений на борту



Дистанционный ИК термометр «Кельвин-видео»



Результаты измерений прибором «Кельвинвидео»



Проведено измерение ультразвукового фона в 56 потенциально опасных зонах, имеющих связь с вакуумом (30 открытых зон, 28 зон за панелями).







Проведение измерений на борту КЭ в 17-20 экспедициях

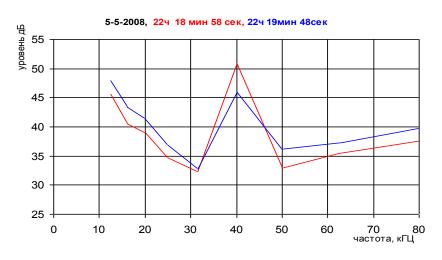






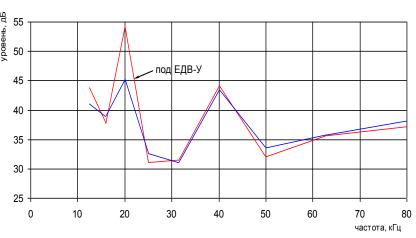
Проведены измерения ультразвуковых фонов в 220 зонах СМ и ФГБ.

Граница конуса иллюминатора №9 и обечайки за панелью 125

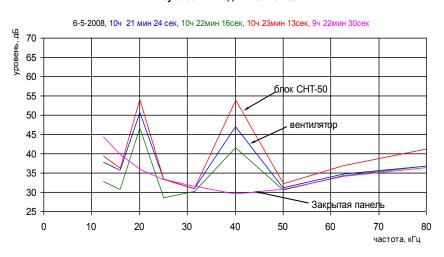


Зона сварного шва шпангоута 9 со стороны сферическойчасти под панелью 137, зона выявленного источника сигнала

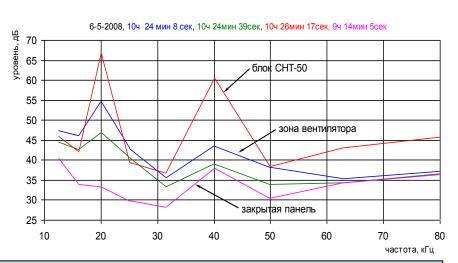




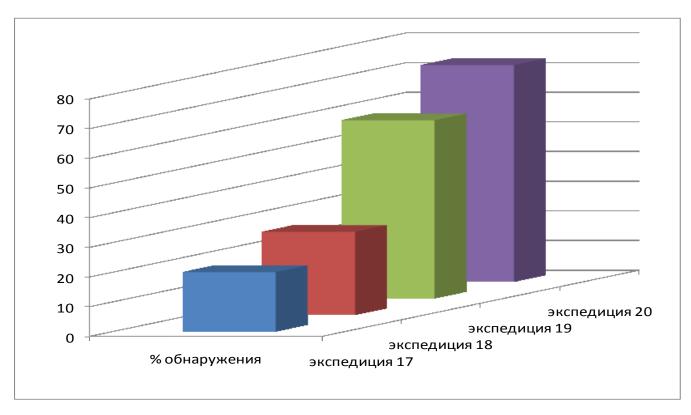
Зона сварного шва шпангоута 9 со стороны цилиндрической части и сварного шва шпангоута 86 СМ под панелью 135



Зона сварного шва шпангоута 9 со стороны цилиндрической части и сварного шва шпангоута 86 СМ под панелью 134

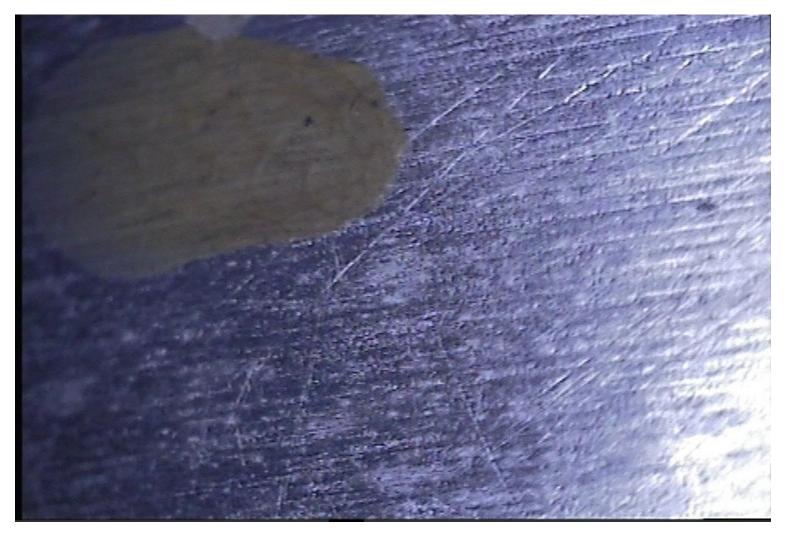


Выборочные результаты измерений в зонах повышенного ультразвукового фона, в которых источники ультразвуковых колебаний не могут быть отключены. Панели 134, 135, 137 расположены вокруг беговой дорожки TVIS.

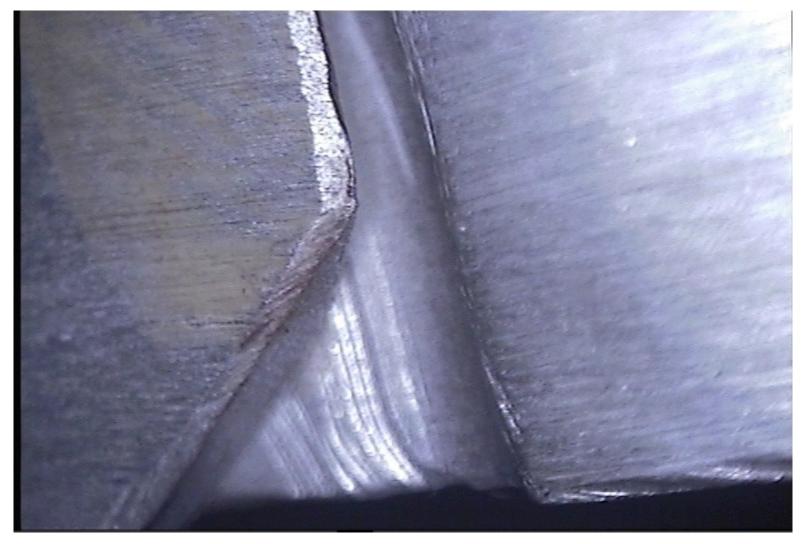


Процентное соотношение зон, в которых выявлено превышение регламентного норматива по численности грибов

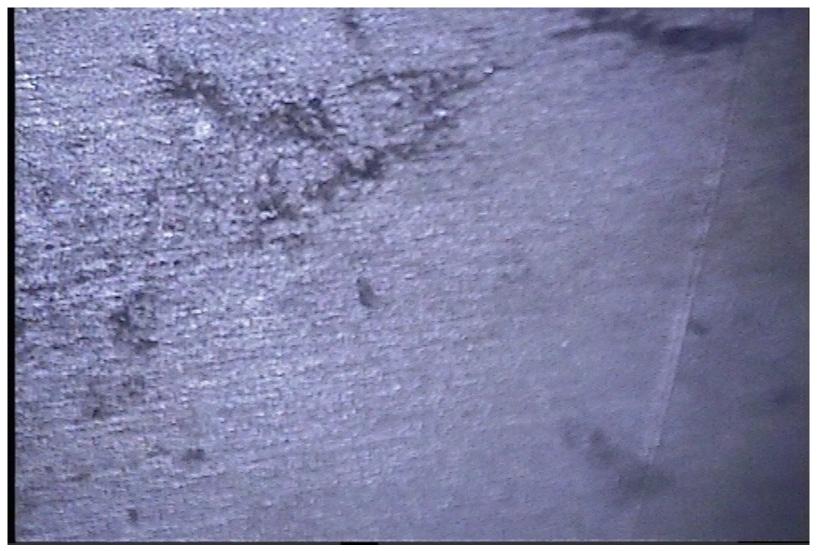
В пробах доминировали грибы родов Penicillium и Aspergillus



За панелью 427 ниже трубок ГЖТ



За панелью 422 у гермокорпуса



За панелью 108 на гермокорпусе



За панелью 340 (ЭО-19)

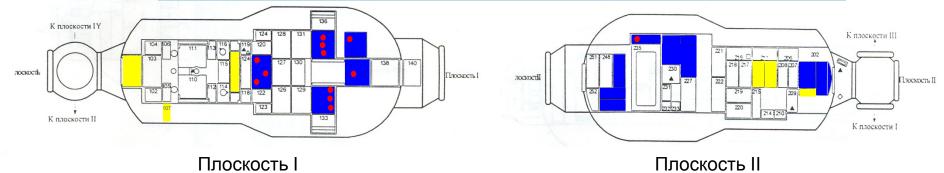


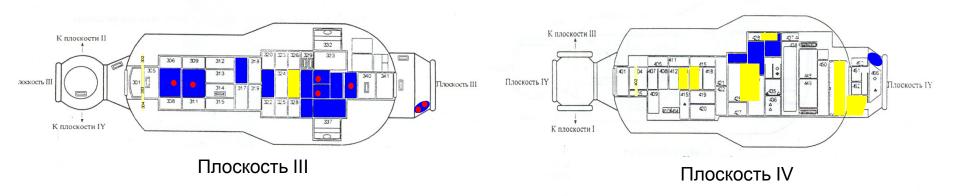
Рост грибов на поверхности конструкций за панелью 430 (ЭО-19).



Рост грибов на внутренней обшивке (ЭО-19)

При обследовании выявлено 28 потенциально опасных зон возможного развития процесса микродеструкции (в 18-х грибы, в 8-и бактерии, в 16-и грибы и бактерии)





Зоны повышенных уровней ультразвукового фона.

Зоны уровней ультразвукового фона менее 30 дБ.

Зоны обнаружения грибов и бактерий на поверхности гермокорпуса

На втором этапе КЭ «Эксперт» 2010-2011 гг. планируется :

- использовать систему очистки поверхности с помощью установки «Паскаль» с одновременной очисткой воздуха установкой «Поток»;
- применение с прибором «Паскаль» дезинфектанта, не вызывающего коррозию алюминия и разрешенного Минздравом для использования в жилых помещениях

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ