

УДК 620.179.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКА УТЕЧЕК ВОЗДУХА МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Будников А.В. (Университет ИТМО, Учреждение науки ИКЦ СЭКТ)

Научный руководитель – к.т.н, доцент, Быченков В.А. (Университет ИТМО)

Научный консультант – к.т.н, доцент, Шипша В.Г. (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ)

Введение.

Проблема обеспечения герметичности корпуса обитаемых космических аппаратов имеет важное значение для обеспечения комфортной жизнедеятельности экипажа, влияет на уровень безопасности полета и общий ресурс космического аппарата.

Проблема усложняется тем, что образующиеся трещины достаточно малы, и потому их сложно обнаруживать существующими течеискателями. Более того, они могут появляться и в труднодоступных местах, что затрудняет возможности по применению диагностического оборудования.

В настоящее время вопрос фиксации наличия течи на космических аппаратах решается следующим образом: при помощи мановакууметра детектируется спад давления, свидетельствующий о наличии течи. Однако данная штатная технология не позволяет определить источник течи. Нужна технология, которая позволит сделать процесс обнаружения течей более оперативным и, в идеале, позволяющая их лоцировать. Одним из перспективных способов является метод акустической эмиссии. Сложность определения течей этим методом заключается в следующем:

1) Течи характеризуются не импульсными сигналами (как при процессах разрушения), а сплошным шумовым спектром.

2) Отсутствуют перечень и значения информативных параметров акустических сигналов, которые сопровождают течь газа в вакуум.

В настоящее время АЭ-течеискание исследовано и применяется к течи типа воздух-воздух, газ-газ, жидкость-жидкость и т.п. Для этих случаев есть отработанные технологии. Вопрос применимости акустической эмиссии при истечении газа в вакуум исследован недостаточно. Подобные исследования получают особую актуальность в связи с последними событиями на МКС, где были обнаружены утечки воздуха.

Основная часть.

В настоящей работе были обозначены следующие цели:

1) Определить информативные параметры сигналов акустической эмиссии, которые бы характеризовали течь газа в вакуум.

2) Исследовать параметры датчиков АЭ с целью определения их чувствительности к выявлению течей.

Для достижения данных целей был проведен ряд экспериментов. Исследования проводились на трёх разных течах: через сквозное отверстие диаметром 0,6 мм, через такое же отверстие после его зачеканки и через выращенную трещину размерами: 30,5 мм – длина и от 26,1 до 37,7 мкм – раскрытие. Был измерен поток воздуха через каждую из трещин, и он составил 184840 л * мкм рт. ст. / с через сквозное отверстие, 4040 л * мкм рт. ст. / с через зачеканенное отверстие и 6440 л * мкм рт. ст. / с через выращенную трещину. Для создания течи газа в вакуум использовалась вакуумная установка.

В рамках исследований были использованы четыре различных датчика. Первым был выбран преобразователь GT200 (диапазон рабочих частот 100 – 200 кГц), наиболее часто использующийся в исследованиях АЭ. Также были опробованы низкочастотный датчик 7С105НВ (рабочая частота - 48кГц) и 2 ультразвуковых контактных низкочастотных преобразователя, обладающих схожим принципом действия (преобразование энергии колебания упругих волн в электрический сигнал): LS212 (частота 200кГц) и LS0520M (частота

50кГц).

Для сравнения моделировались ситуации с открытой течью и без течи (течь перекрыта при помощи вакуумной присоски).

Выводы.

Проведенные экспериментальные исследования демонстрируют, что акустическая эмиссия может использоваться для обнаружения течей в виде отверстий и трещин в системе воздух-вакуум. Были определены информативные параметры акустических сигналов, характеризующие течь: амплитуда сигнала и плотность энергии.

С точки зрения чувствительности наиболее эффективными оказались следующие датчики: 7C105NB и LS212. Датчик 7C105NB позволяет обнаружить течь как по спектру, так и по амплитуде. LS212 же, в свою очередь, дает видимые изменения только в спектре сигнала.

Дальнейшие исследования будут направлены на применение постобработки для более точной оценки изменений в спектрах сигналов. Другим направлением будущих исследований будет определение предела чувствительности на течах с другими величинами потока, т.е. нахождение минимального показателя течи, которую будет возможно услышать при помощи акустической эмиссии.

Список использованных источников:

1. Барат В.А., Елизаров С.В., Иванов В.И. Эмпирический подход к оценке вероятности обнаружения усталостных трещин методом акустической эмиссии. Всероссийская конференция с международным участием «Актуальные проблемы метода акустической эмиссии» (АПМАЭ-2021), 13-16 апреля 2021, Санкт-Петербург : сборник материалов. Межгосударственный координационный совет по физике прочности и пластичности материалов [и др.] ; редакционная коллегия: д.т.н. Федоров А.В. и др. Санкт-Петербург. Свен. 2021. ISBN 978-5-91161-051-7. С. 107-108

2. Шипша В.Г., Шаргин Ю.Г., Сотников А.С. Обоснование применимости метода акустической эмиссии при локализации негерметичности КА в орбитальном полете //Деп. В ЦСИФ МО РФ. Указатель деп. Рук., Серия А, вып. 3(92), 2006г., инв. № А-28812.