

УДК 29.37.33

## **ПРОБЛЕМЫ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПАНЕЛЕЙ ОТСЕКОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ И ГОЛОВНЫХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ СТАРТА И ПОЛЁТА**

Иголкин А.А.<sup>1</sup>, Попов П.А.<sup>2</sup>, Крючков А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

<sup>2</sup>ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

Акустическое давление является источником вибраций в элементах конструкции и в приборах. Его оценка внутри отсеков необходима при отработке аппаратуры на акустические и вибрационные воздействия.

Распространение звуковых волн при старте и в полёте ракеты-носителя (РН) является сложным процессом, характеризующимся разного рода источниками акустического шума. Звукоизоляция конструкции ракеты-носителя на старте существенно зависит от внутренней наполненности отсека или головного обтекателя, фронта внешнего акустического поля и, как следствие, от угла падения акустических волн на поверхность. Так различия звукоизоляционной способности при диффузном, перпендикулярном и угловом падении волн для одних и тех же панелей отличается на 3 - 8 дБ на разных частотах спектра.

Повышенные виброакустические нагрузки на РН обусловлены, в основном, следующими источниками:

- излучением невозмущенного участка струи;
- взаимодействием сверхзвуковой струи с преградой;
- струей, растекающейся по поверхности лотка на стартовый комплекс.

Их совокупность даёт наиболее полную картину внешнего акустического поля во время старта РН.

В условиях полёта акустическое поле внутри отсеков РН определяется акустическим излучением обечайки РН, возбуждаемой аэродинамическими пульсациями давления. Обечайка выполняет функцию преобразователя энергии аэродинамических пульсаций давления в звуковую энергию, при этом звукоизолирующая способность конструкции существенным образом определяется соотношениями между пространственными масштабами неоднородности, корреляции, конвективным волновым масштабом поля пульсаций давления, длинами изгибных и сдвиговых волн конструкции и скоростями их распространения.

Как показывает практика, эксперименты, проведенные ЦАГИ, давали завышенные данные о звукоизоляции конструкции РН по сравнению с фактической (см. рисунок 1). Испытания проводились в реверберационной камере при диффузном падении акустических волн. Возможно, расхождения связаны с тем, что при реальном старте РН звуковое поле вокруг межбакового отсека не является диффузным. Между тем, расчет по методике изложенной в монографии Боголепова И.И. [1] при угле падения  $10^0$  к поверхности ракеты-носителя лучше описывает частотную характеристику звукоизоляции панели.

Несмотря на более высокую поверхностную массу головного обтекателя (7,38 кг/м<sup>2</sup>), по сравнению с межбаковым отсеком (5,5 кг/м<sup>2</sup>), звукоизоляция его соизмерима и даже ниже. Возможно, это объясняется более интенсивными интерференционными процессами внутри головного обтекателя, так как расстояние между его створкой и поверхностью космического аппарата бывает минимальной (10 - 15 см), в тоже время диаметр межбакового отсека 2,66 м, хотя он плотно заполнен всевозможной аппаратурой.

На рисунке 2 показаны фактические уровни перепадов звукового давления на обечайке головного обтекателя и на разгонном блоке при старте и в зоне максимальных скоростных

напоров. Видно, что на разгонном блоке проявляется эффект демпфирования резонансных

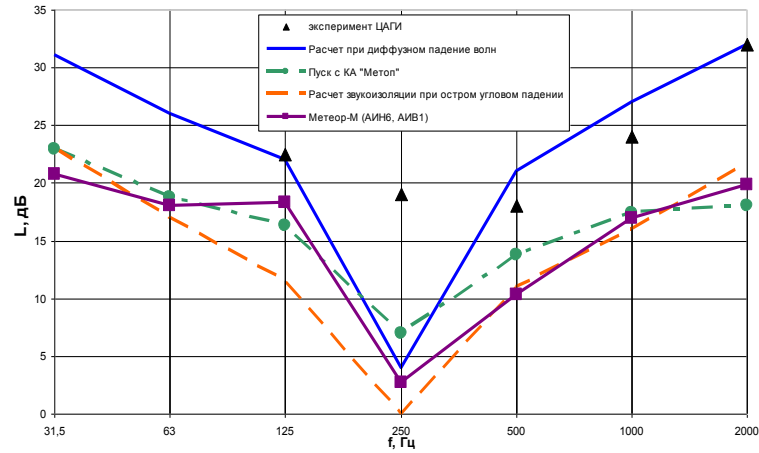


Рисунок 1. Звукоизоляция панелей межбакового отсека III ступени РН "Союз-2" мод колебания как в случае старта, так и в полёте ракеты-носителя.

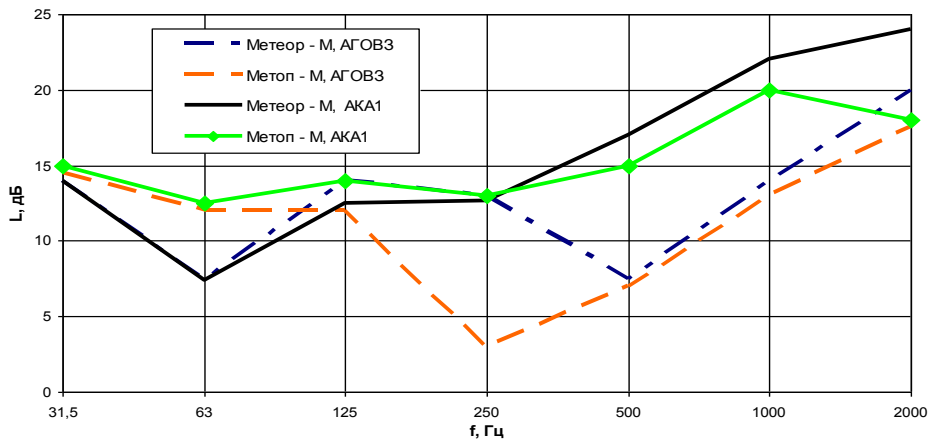


Рисунок 2. Перепады звукового давления на обечайке ГО и на разгонном блоке при старте РН

Как говорилось ранее, снижение акустического нагружения ракеты-носителя, как на старте, так и в полёте является важной задачей. Акустические волны, порождают вибрацию конструкции, приборов и агрегатов ракеты и космических аппаратов. Как показали многочисленные замеры, максимум акустического спектра, как на старте, так и в полёте приходится на частотный диапазон 250-500 Гц. В этом же диапазоне проявляются резонансные явления, как конструкции, так и приборов. Важной задачей является увеличение звукоизоляционной способности панелей головного обтекателя и отсеков ракеты-носителя на частотах 250-500 Гц [2]. Снижение акустического нагружения позволит устанавливать на ракету более широкий спектр приборов и космических аппаратов разрабатываемых в "ЦСКБ-Прогресс". Разработка и применение перспективных лёгких звукоизоляционных материалов и конструкций - важная составляющая при решении этих задач.

#### Список литературы

1. Боголепов И. И. Промышленная звукоизоляция. – Л.: Судостроение, 1986. – 368 с.  
 Gasparov M.S., Igolkin A.A., Kruchkov A.N., Nazarov O.V., Prokofiev A.B., Shakhmatov E.V.  
 Application of soundproof structures on the basis of Z-gofer panels to reduce transport noise.  
 Proceedings of the 7-th International Symposium "Transport Noise and Vibration", St.Petersburg,  
 2004, s2-4.