

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.625.21.0038.

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»

Проект: «Разработка методов снижения акустического воздействия самолета на среду с учетом азимутальной неоднородности звукопоглощающих конструкций (ЗПК) в воздухозаборном канале и изменения амплитуды и направленности звуковых вращающихся мод при натекании потока »

Руководитель проекта: Копьев Виктор Феликсович

Этап 1. Проведение предварительных исследований

Цели и задачи проекта:

Настоящая ПНИЭР проводится в рамках выполнения Программного мероприятия 1.3 федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». В качестве Индустриального партнера проекта выступает АО «ОДК-Авиадвигатель», а соисполнителем проекта является Пермский научно-исследовательский политехнический университет (ПНИПУ).

Целью ПНИЭР в целом является разработка методов повышения эффективности звукопоглощающих конструкций (ЗПК), на основе учета азимутальной неоднородности, присущей реальным конструкциям, устанавливаемым в трактах авиадвигателей, и учета различий, наблюдаемых при излучении звука из воздухозаборника в стендовых и полетных условиях работы авиадвигателя за счет натекающего потока.

Основными научными задачами ПНИЭР в целом являются

- - уточнение существующих моделей распространения звука в каналах с потоком на основе учета азимутальной неоднородности ЗПК;
- - разработка уточненного метода настройки ЗПК с учетом азимутальной неоднородности ЗПК, обусловленной установленными допусками при их изготовлении или особенностями интегрирования ЗПК в состав двигателя;
- - экспериментальное исследование на маломасштабной модели воздухозаборника различий излучения звука из открытого конца воздухозаборника при моделировании стендовых условий и условий полета;
- - разработка уточненного метода пересчета результатов акустических испытаний двигателя в статических стендовых условиях на работу двигателя в составе самолета в условиях реального полета с учетом различий излучения звука из открытого конца воздухозаборника для этих двух ситуаций;
- - валидация разработанного метода учета азимутальной неоднородности ЗПК с помощью экспериментального исследования влияния азимутальной неоднородности ЗПК на акустическое излучение из модельного крупномасштабного воздухозаборника в заглушенной камере;
- - отработка уточненных методов настройки ЗПК с помощью расчетного определения эффективности работы ЗПК.

Ожидаемые результаты проекта:

1. Разработка аналитической модели влияния азимутальной неоднородности ЗПК на распространение вращающихся мод в цилиндрическом канале применительно к проблеме бесшовных ЗПК.
2. Метод учета азимутальной неоднородности ЗПК при настройке ЗПК.
3. Метод пересчета результатов акустических испытаний авиадвигателя в статических стендовых условиях на работу двигателя в составе самолета в условиях реального полета с учетом различий излучения звука из открытого конца воздухозаборника авиадвигателя для этих двух ситуаций.
4. Расчетные оценки эффективности работы ЗПК при их настройке с помощью уточненных методов

Перспективы практического использования:

Полученные в результате исследований уточненные методы настройки ЗПК позволят разрабатывать более эффективные ЗПК для отечественных авиадвигателей, что, с одной стороны, обеспечит конкурентоспособность отечественных магистральных самолетов по акустическим

характеристикам, а с другой стороны, приведет к снижению шума самолетов на местности, и, тем самым, улучшит качество жизни людей, проживающих в районе аэропортов.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 29.09.2016 г. № 14.625.21.0038 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» на этапе № 1 в период с 29.09.2016 по 30.12.2016 выполнялись следующие работы:

- 1) Проведение аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР.
- 2) Проведение патентных исследований в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.
- 3) Проведение экспериментальных исследований по настройке системы генерации азимутальных вращающихся звуковых мод в канале маломасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере при отсутствии потока.
- 4) Проведение экспериментальных исследований по настройке системы генерации азимутальных вращающихся звуковых мод в канале крупномасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере при отсутствии потока
- 5) Разработка
 - а) программы и методики испытаний маломасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере;
 - б) программы и методики испытаний крупномасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере;
 - б) Проведение экспериментальных исследований по настройке системы измерений азимутальной структуры звукового поля, излучаемого из открытого канала натурального воздухозаборника на открытом стенде испытаний авиадвигателей
- 7) Разработка программы и методики испытаний натурального двигателя на открытом стенде испытаний авиадвигателей для определения азимутальных звуковых мод, излучаемых из воздухозаборника

В результате исполнения указанного Соглашения на этапе 1 получены следующие основные результаты.

- 1) Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, в котором использовано 34 источника, относящихся к последнему пятилетию.
- 2) Выполнены патентные исследования по теме ПНИЭР в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.
- 3) В заглушенной камере АК-2 ЦАГИ при отсутствии потока выполнено экспериментальное исследование по настройке системы генерации азимутальных вращающихся звуковых мод в канале маломасштабной модели воздухозаборника. Разработана оптимальная процедура настройки системы генерации мод для маломасштабной модели воздухозаборника, которая была отработана в заглушенной камере АК-2. По результатам отработки установлено, что
 - среднее отклонение уровней звукового давления *доминирующих* азимутальных мод, полученных в эксперименте, от ожидаемых значений на основе теоретического предсказания, не превышает значения 0.5 дБ в частотном диапазоне до 8 кГц,
 - среднее отклонение уровней звукового давления *всех* разрешаемых азимутальных мод, полученных в эксперименте, от ожидаемых значений на основе теоретического предсказания, не превышает значения 1.2 дБ в частотном диапазоне до 8 кГц,
 - возможна генерация одной или двух азимутальных мод, амплитуды которых превышают амплитуды остальных мод на величину более 5 дБ,
 - возможно получение хорошо различимых диаграмм направленности в дальнем поле при генерации различного контролируемого состава азимутальных мод.
- 4) В заглушенной камере ПНИПУ при отсутствии потока выполнено экспериментальное исследование по настройке системы генерации азимутальных вращающихся звуковых мод в канале крупномасштабной модели воздухозаборника. Результаты экспериментального исследования показали, что генератор мод после осуществления его настройки обладает способностью генерировать на частотах до 1800 Гц различные структуры азимутальных мод, ассоциированных с номерами мод вплоть до 26 (это все моды, распространяющиеся в канале для указанного диапазона частот).
- 5) Разработана программа и методики испытаний маломасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере с целью проведения испытаний на этапе 2 настоящей ПНИЭР «Проведение

испытаний маломасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере при наличии потока для определения различия амплитуд и диаграмм направленности излучения звука из открытого конца воздухозаборника при моделировании стендовых условий и условий полета».

б) Разработана программа и методики испытаний крупномасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере с целью проведения испытаний на этапе 3 настоящей ПНИЭР «Проведение испытаний крупномасштабной модели воздухозаборника в заглушенной камере для измерения состава азимутальных звуковых мод при отсутствии и наличии ЗПК в воздухозаборнике».

7) На открытом стенде испытаний авиадвигателей ОС-5 АО «ОДК-Авиадвигатель» проведены экспериментальные исследования по настройке системы измерений азимутальной структуры звукового поля, излучаемого из открытого канала натурального воздухозаборника.

8) Разработана программа и методика акустических испытаний натурального двигателя на открытом стенде ОС-5 АО «Авиадвигатель» для определения азимутальных мод звукового поля, излучаемых из воздухозаборника.

Цели и задачи ПНИЭР «Разработка методов снижения акустического воздействия самолета на среду с учетом азимутальной неоднородности звукопоглощающих конструкций (ЗПК) в воздухозаборном канале и изменения амплитуды и направленности звуковых вращающихся мод при натекании потока.» (шифр заявки «2016-14-579-0009-467»), поставленные на этапе 1, выполнены в полном объеме, а полученные результаты будут использованы при проведении работ на следующих этапах.