

Акустическое проектирование агрегатов систем воздухообмена на транспорте

д.т.н. проф. Меркулов В.И, Никулин А.В.
ОАО НПО «Наука», университет машиностроения
89253009370, andreinikylin@mail.ru

Аннотация. В данной работе проводится анализ основных источников акустического шума систем воздухообмена на транспорте, в том числе авиационном, на соответствие современным нормам по уровню акустического шума.

Ключевые слова: акустический шум, системы воздухообмена

Постановка задачи

Современные виды транспортных средств, в частности воздушный вид транспорта, требуют повышенного контроля за показателями качества их конструкций, в числе которых необходимо выделить значения показателей шума и вибрации.

Что касается авиационного и автомобильного транспорта, к числу основных источников интенсивного шума в салоне относят систему кондиционирования воздуха (СКВ).

Цель работы – акустический анализ газодинамических шумов, генерируемых агрегатами систем воздухообмена на транспорте, определение соответствия уровня акустического шума современным нормам, выявление новых подходов к снижению акустического шума агрегатов систем воздухообмена на транспорте.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ акустических характеристик в салонах и кабинах экипажа пассажирских самолётов.

Проведём сравнительный анализ уровней шума в самолётах Ту-154; Ту-134 и др. на соответствие предельному спектру ПС-80 (Экономический класс перевозок) согласно ГОСТ 20296-81 «Самолёты и вертолёты гражданской авиации. Допустимые уровни шума в салонах и кабинах экипажа и методы измерения шума».

Измерения проводились в летных условиях с регистрацией уровня звукового давления на крейсерской высоте с крейсерской скоростью. В контрольных точках проводилось не менее двух серий измерений интенсивности и уровней шума направленным и стандартным способами.

Как видно из таблицы 1, осреднённый спектр, полученный в кабине самолёта Ту-154, превышает предлагаемую норму на 6 дБ от нормы на частоте 125 Гц.

Таблица 1

Осреднённый уровень звукового давления (дБ) в кабинах самолётов

Объект	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требования ГОСТ 20296-81 ПС-80	110	99	92	87	83	80	78	76	74
Як-40	78	85	88	81	75	70	63	64	65
Ил-62	89	92	91	87	82	75	68	60	55
Ту-134А	81	85	78	79	75	69	63	53	45
Ту-154	85	95	98	88	80	75	70	65	55
Ту-204	-	-	-	73	76	70	61,2	60,3	59,5

К числу основных источников интенсивного шума в гермокабинах современных самолётов относятся воздушный поток, обтекающий конструкцию, силовая установка и бортовое оборудование – прежде всего, это СКВ и САРД. Шум, создаваемый СКВ, в ряде случаев является определяющим, учитывая то, что удельный вес этого шума растёт с увеличением числа пассажиров и объема гермокабины, обуславливающим повышение расходов воздуха через

СКВ. Требования по уровню шума в салоне самолётов и вертолётов ужесточаются с каждым годом, особенно это относится к технике иностранного производства, т.к. уровень шума в гермокабине является важной конкурентоспособной потребительской характеристикой.

Уровень шума в салоне самолета можно уменьшить за счет уменьшения шума, создаваемого системами кондиционирования воздуха и системами автоматического регулирования давления, особенно это относится к шуму в области высоких частот.

При выключенной СКВ уровень шума в гермокабине снижается на 6...12дБ, что воспринимается на слух как его уменьшение в 2...4 раза.

Анализ акустических характеристик показал, что в салонах и кабинах экипажа пассажирских самолётов основными источниками шума СКВ и САРД являются:

- турбохолодильники;
- регулирующие заслонки;
- эжекторы;
- выпускные устройства САРД;
- узлы систем разводки воздуха.

Все агрегаты СКВ являются источниками аэродинамического шума.

По своей природе аэродинамические шумы могут быть разбиты на следующие группы.

1. Шумы отрывных течений, возникающие при отрыве потока и образовании замкнутых и разомкнутых вихревых зон, пульсации границ которых приводят к появлению пульсации давлений и генерации широкополосного шума. Этот шум имеет дипольный характер и подчиняется зависимостям, характерным для вихревого шума (пропорционально шестой степени скорости V^6). Данный шум широко представлен в шуме, образующемся при течении в элементах воздуховодов и заслонках СКВ.
2. Шумы, возникающие из-за образования вихрей у твёрдых границ потока. К ним относятся вихревой шум, образующийся из-за срыва вихрей при обтекании тел, и шум пограничного слоя, источником которого является турбулентность потока у поверхностей обтекаемого тела или канала. Эти шумы характерны для вентиляторов, турбокомпрессоров. Причины вихревого шума – образование воздействующих на среду переменных сил или давлений у твердых границ.
3. Шум турбулентного характера, возникающий вдали от твердых границ потока при перемешивании потоков, движущихся с разными скоростями. Этот шум носит квадрипольный характер и характерен для эжекторов и линий выброса сжатого воздуха (пропорциональность V^8).

Как следует из изложенного выше, СКВ и САРД самолёта являются сложным техническим устройством, при работе излучающим достаточно интенсивный шум, который требуется снижать до уровня, соответствующего нормативным требованиям.

Характеристики излучаемого шума зависят как от конструкции собственно системы в целом, так и от отдельных конструктивных решений основных агрегатов, а также в значительной мере от конструкции систем подачи воздуха в герметичную кабину, распределительных устройств и собственно конструкции патрубков подачи воздуха.

Основными направлениями снижения шума агрегатов СКВ и САРД являются:

- улучшение аэродинамики проточных частей агрегатов за счет уменьшения возможности отрыва потока и образования вихревых зон;
- уменьшение диаметра истекающих струй за счет их разделения на более мелкие, особенно при критических и сверхкритических перепадах давлений;
- введение податливости границ источников шума, подменяющих дипольный характер излучения монопольным, как менее шумным;
- уменьшение скорости потока, приводящее к превалирующему излучению звука монопольного характера.

Основными конструктивными решениями снижения шума агрегатов СКВ и САРД являются:

- применение зубчатых рассекателей струи в эжекторах и выпускных клапанах САРД;

- применение перфорированных дроссельных шайб совместно с регулируемыми заслонками;
- применение глушителей шума на входе в трубопроводы разводки воздуха по гермокабине;
- оптимизация аэродинамических форм каналов;
- стабилизация потока за агрегатами СКВ с максимально возможным исключением срывных образований;
- использование нанокomпозиционных материалов с внутренним вибродемпфированием.

Выводы

1. В данной работе был проведен акустический анализ газодинамических шумов, генерируемых агрегатами систем воздухообмена на транспорте, и определено соответствие уровня акустического шума современным нормам.
2. Выявлены основные источники акустического шума в системах воздухообмена на транспорте.
3. Даны практические рекомендации по основным конструктивным решениям снижающим акустический шум в системе воздухообмена.

Литература

1. Антонова Н.В., Дубровин Л.Д. и др. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха. 2006.
2. Скучик Е. Основы акустики. 1976.
3. Меркулов В.И. Овцынов П.В. Снижение аэродинамического шума выпускного клапана системы воздухообмена на транспорте. Известия МГТУ «МАМИ» № 1(13) 2012.

Функциональная модель прогнозирования долговечности шин карьерных автосамосвалов

Горюнов С.В.

Университет машиностроения
(495) 223-05-23, доб. 1587, avt@mami.ru

Аннотация. Предложена функциональная модель прогнозирования долговечности пневматических шин карьерных автосамосвалов, учитывающая потери в ней мощности на гистерезис и на трение шины об опорную поверхность.

Ключевые слова: пневматическая шина, автомобиль, автосамосвал, протектор, износ, работа трения, мощность, температура

Шины являются трудоемкой и дорогостоящей продукцией. Одним из основных показателей качества шин является их долговечность. Эксплуатационные затраты на шины составляют 25...30 % и более от суммы расходов на транспортирование горной массы автосамосвалами, поэтому выявление факторов, влияющих на работоспособность шин и прогнозирование их долговечности, имеет важное значение для сокращения затрат предприятия [1].

При эксплуатации шина подвергается воздействию различных нагрузок, кроме этого на шину действуют и климатические условия. Оценить влияние всего многообразия факторов практически очень сложно. Поэтому для изучения вопроса работоспособности пневматических шин карьерных автосамосвалов необходимо использовать системный подход описания проблемы, т.е. когда рассматриваемая задача представляется в виде информационной системы знаний и закономерностей.

Для задания требований к системе и ее функциям, а затем для разработки собственно системы, которая соответствует заданным требованиям и исполняет заданные функции, использована методология структурного анализа SADT (Structured Analysis & Design Technique) [2]. В наибольшей мере решению этой проблемы соответствует смешанная методология стандарта IDEF0 и IDEF3. Методология IDEF0 используется для создания функцио-