

УДК 629.035.7

А.М. ФЕДЮШКИН, Т.Б. БОГАЧЕВА

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина***ВЕНТИЛЯТОР-ДВИЖИТЕЛЬ ДЛЯ МАЛОСКОРОСТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Исследован осевой вентилятор-двигатель. Даны рекомендации по взаимному расположению рабочего колеса и корпуса, величины зазора между ними с целью снижения уровня шума при сохранении величины тяги.

аппарат на воздушной подушке, малоскоростные летательные аппараты, движитель, осевой вентилятор, взаимное расположение рабочего колеса и корпуса, статическая тяга, уровень шума

Введение

Снижения уровня шума для малоскоростных летательных аппаратов является актуальной задачей. Аппараты имеют преимущественно небольшие размеры, летают с малой скоростью (до 200 км/ч) на небольших высотах (до 1000 м), используют «экранный эффект» или эффект воздушной подушки, интенсивно используются как вид транспорта. При этом пилот и пассажиры находятся непосредственно вблизи от источников шума (двигателя и движителя). Эффективность движительной установки определяется величиной тяги, отнесенной к затраченной мощности, поэтому величина создаваемой тяги является определяющей.

Формулирование проблемы

Вентилятор-двигатель имеет привод, уровень шума которого, как правило, ниже аэродинамического, создаваемого вентилятором. Поэтому основная задача – снижение аэродинамического шума вентилятора-двигателя. Величина создаваемой тяги вентилятором или винтом при заданных возможных габаритах и потребляемой мощности является определяющей для летательного аппарата.

У малоразмерных аппаратов на воздушной подушке движитель имеет несколько основных агрега-

тов. Величина аэродинамического шума зависит от формы входного устройства корпуса (К); формы и количества лопаток рабочего колеса (РК); взаимного расположения рабочего колеса и корпуса; размеров выходного устройства; наличия входного и выходного кока. Рекомендации по взаимному расположению рабочего колеса в корпусе и величине зазора между ними даны в [1]. В данной работе представлены экспериментальные исследования влияния длины и конусности выходного устройства, формы лопатки рабочего колеса на уровень шума и тягу. Эти результаты подтверждены испытаниями РК различных конструкций.

Постановка задачи. Данная экспериментальная работа является продолжением исследований по созданию движителя на основе осевого вентилятора.

Цель – изучение шумовых характеристик при сохранении высоких значений статической тяги.

Осевой вентилятор с тонкими листовыми лопатками на основе ОВ-101 [2], состоящего из РК с шестью лопатками, установленного в К. Относительный диаметр втулки – $\bar{d} = 0,4$, угол установки рабочего колеса – 30° . Коки устанавливались с обеих сторон вентилятора и выполнялись в виде полушфер с диаметром, равным диаметру втулки. Вход К выполнялся в двух вариантах: плавным по дуге окружности и конусным. Выход К выполнялся разной

длины и с разными величинами угла сужения конуса. Передняя кромка лопатки рабочего колеса на периферии выполнялась разной формы.

Величина создаваемой статической тяги измерялась динамометром, для чего исследуемый двигатель устанавливался на подвижную площадку.

Уровень общего шума измерялся на базовой поверхности 1 м от входа вентилятора шумомером PSI-2002. Подробнее конструкция установки описана в [3].

Анализ полученных результатов

Измененные условия входа – выхода воздуха в осевом вентиляторе в отличие от традиционных, позволяют отметить следующее.

1. Влияние величины угла конусности и длины выходного устройства

Известно, что для сходящейся трубы (конфузора) скорости в канале практически одинаковы по сечению, в отличие от диффузора, где профиль скоростей в центре значительно больше периферии [4]. Задача состоит в том, чтобы проверить параметры на выходе из вентилятора для относительно небольших углов сужения, так как равномерное поле скоростей должно положительно влиять на тягу и обеспечивать более равномерное распределение давления на рули управления поворотом аппарата. На рис. 1 и 2 показаны зависимости по тяге и шуму, из которых видно, что классическое расположение РК в К не является оптимальным. Выдвижение РК из К на расстояние $\bar{a} = \left(\frac{a}{b}\right) \cdot 100\% = 15\%$ (где a – величина выдвижения РК из К, мм; b – ширина РК, мм) не дает значительного прироста тяги, но обеспечивает минимальное значение по шуму (снижение на 6 дБА по сравнению с исходным вариантом). Кроме того, эксперименты показали, что интересующие нас характеристики практически не зависят от длины выходной части К и должны ограничи-

ваться минимально необходимыми конструктивными размерами (рис. 2). Причем выдвижение рабочего колеса на ту же величину \bar{a} также снижает шум.

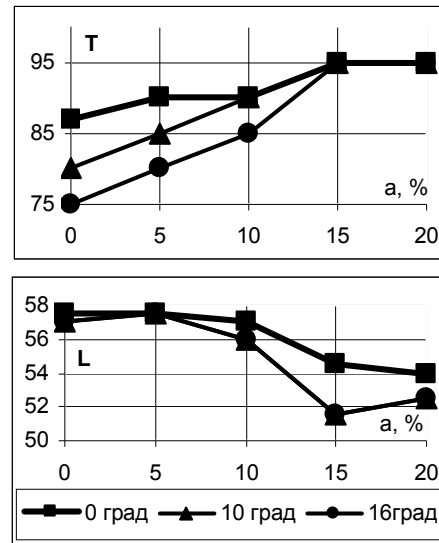


Рис. 1. Тяговые и шумовые характеристики при углах конусности (0°, 10°, 16°) выходного устройства

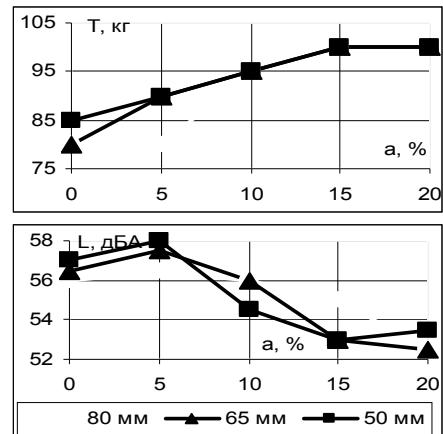


Рис. 2. Тяговые и шумовые характеристики при различных величинах длин выходного устройства без конусности

2. Влияние формы лопатки

Измененные условия входа воздушного потока, связанные с взаимным расположением РК и К, требуют исследований формы лопатки, особенно у периферии и вне цилиндрической части корпуса.

Предварительные эксперименты по увеличению радиуса скругления лопатки на входе в целом не привели к положительному результату. Значительное

сужение ширины лопатки у периферии приводит к падению величины создаваемой статической тяги, хотя положение РК на расстоянии $\bar{a} = 15\%$ и более от К в каждом из исследованных колес дает снижение общего уровня шума. Вероятно, что небольшая кривизна лопатки, характерная для осевых вентиляторов, делает концы лопаток «прозрачными» и необходимо развитие лопатки в цилиндрической части по примеру саблевидности. Дальнейший поиск повышения эффективности позволил предложить иную форму лопатки – отогнутой на периферии в направлении вращения с сохранением размеров хорды. Однако предварительные исследования в этом направлении пока не дали существенных результатов.

3. Форма входного устройства

Стремление упростить конструкцию входного устройства К привело к сравнению входных устройств, выполненных по радиусу и с уклоном в 30° . Габаритные размеры К при этом оставались одинаковыми. Как и ожидалось, тяговые характеристики выше у вентиляторов с плавным входом, шум практически одинаков (рис. 3).

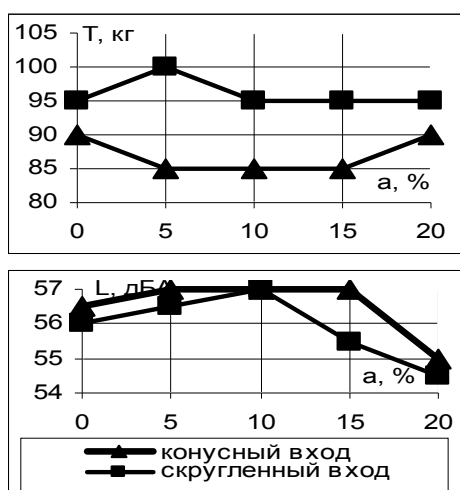


Рис. 3. Тяговые и шумовые характеристики при различных входных устройствах

Если для разрабатываемого движителя приоритетным является уровень создаваемого шума, то входное устройство можно выполнять упрощенно,

т.е. конусным, а рабочее колесо выдвигать из корпуса на расстояние $\bar{a} = 20\%$.

Заключение

Данные эксперименты получены для статической тяги. В дальнейшем эти результаты должны быть проверены и для динамической тяги. Нами рекомендуется использовать в качестве вентиляторов-двигателей вентиляторы ЦАГИ средняя величина относительной хорды которых $\overline{b_{cp}} = 0,19$. Задача определения оптимальной хорды с целью снижения собственного сопротивления вентилятора-двигателя и форме лопатки является открытой. Учет рекомендаций по взаимному расположению РК и К позволяет получить конструкции движителя с приемлемым уровнем шума и высокими тяговыми показателями.

Литература

1. Богачева Т.Б. Исследование осевого вентилятора-двигателя для транспортных средств // Сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та. им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – Х.: ХАИ. – 2003. – Вып. 34 (3). – С. 64 – 67.
2. Брусиловский И.В. Аэродинамические схемы и характеристики осевых вентиляторов ЦАГИ. – М.: Недра, 1978. – 200 с.
3. Богачева Т.Б. Повышение эффективности осевых вентиляторов, не предназначенных для создания статического давления // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов– Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – 2002. – Вып. 29 (2). – С. 10 – 14.
4. Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1983. – 352 с.

Поступила в редакцию 31.05.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.Е. Тараненко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.