

УДК 621

## СРАВНЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛЬЧАТОК ВЕНТИЛЯТОРА ДО И ПОСЛЕ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

Лукьянов О. Е., Хоробрых М. А., Куркин Е. И.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Вентиляторы широко используются для перемещения газов в пространстве. Они нашли применение в системах принудительной приточно-вытяжной и местной вентиляции объёмов воздуха, в системах обдува нагревательных и охлаждающих элементов в устройствах обогрева и кондиционирования воздуха, а также системах обдува радиаторов охлаждения различных устройств. Вентиляторы являются элементами сложных воздушных систем, которые в силу физических особенностей обладают гидравлическими потерями, что снижает КПД этих систем. Это условие всегда ставит перед разработчиками вентиляторов первоочередную задачу повышения технических и экономических характеристик этих устройств. Вентилятор как устройство, создающее перепад давления для передвижения масс воздуха или газов в пространстве, является источником шума. Поэтому особое внимание следует уделять мероприятиям по совершенствованию формы крыльчаток вентилятора с целью удовлетворения экологическим нормам по уровню шума.

Целью исследования является сопоставление гидравлических характеристики крыльчаток двух вентиляторов: вентилятора с крыльчаткой исходного геометрического исполнения и вентилятора с модернизированной крыльчаткой.

Исследуются гидравлические характеристики вентилятора исходной геометрии и вентилятора, оснащённого модернизированной крыльчаткой. Вентилятор исходного исполнения оснащён крыльчаткой, которая состоит из шести лопаток. Лопатки прямоугольной формы в плане имеют по длине постоянный угол установки, в сечении имеют симметричный профиль постоянной относительной толщины с нулевой относительной кривизной (рис. 1а).

Модernизированная крыльчатка оснащена шестью «саблеобразными» лопатками сложной формы в плане. Лопаткам придана геометрическая и аэродинамическая кривизны. Серединная поверхность лопаток загнута назад. Передняя кромка лопатки имеет переменную стреловидность (от ноля в комле до отрицательного значения на законцовке), а задняя кромка оснащена «шевронами» для снижения уровня шума. Профиль лопатки имеет значительную кривизну и переменную относительную толщину по длине лопасти (рис. 1б).

Обе крыльчатки вентилятора насаживаются на вал электродвигателя и помещаются в воздушный канал. Зазор между законцовкой лопатки и стенкой канала составляет 0,75 мм. Диаметр крыльчаток обоих вентиляторов составляет порядка 200 мм; длина канала 500 мм. Согласно техническому заданию крыльчатки вентиляторов эксплуатируются в широком диапазоне частот вращения: от 10 000 до 16 000 оборотов в минуту.

Исследование гидравлических характеристик крыльчаток проведено с помощью метода конечных объёмов, реализованного в пакете STAR CCM+. Данный программный пакет базируется на решении уравнений Навье-Стокса, осреднённых по Рейнольдсу. При моделировании данного гидравлического процесса использовалась модель турбулентности SST, параметры газа приняты согласно стандартным параметрам воздуха стандартной атмосферы. Моделирование вращающейся крыльчатки было произведено с помощью разделения расчетной области на три части,

представленные на рисунке 2. На входе в область входного устройства было задано граничное условие стагнации потока (условие равенства нулю полного давления), на выходе из области выходного устройства – давление на выходе. Области с крыльчаткой присвоено граничное условия вращения с определённой угловой скоростью. Поверхность крыльчатки при этом неподвижна в системе координат, связанной с вращающейся областью сетки, а стенка канала, расположенная вокруг крыльчатки, – неподвижна в абсолютной системе координат.

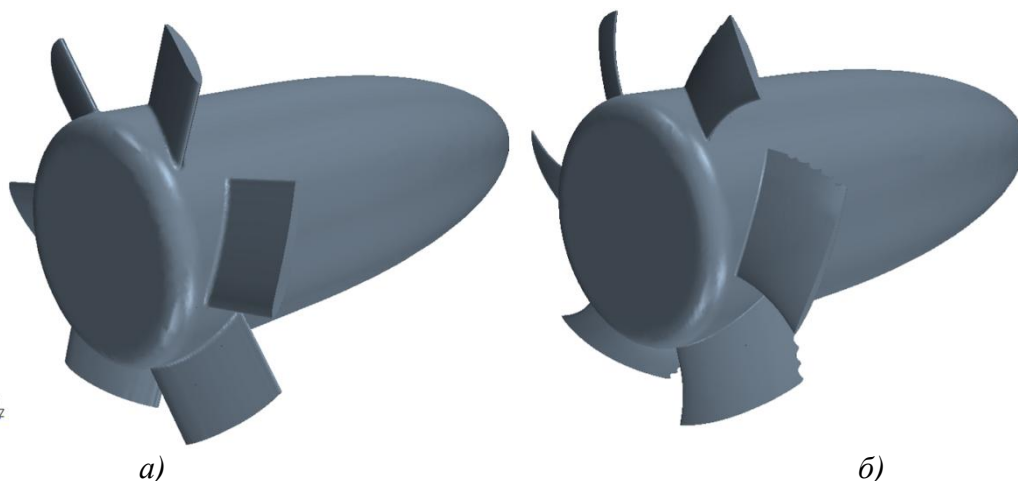


Рис. 1. Трёхмерная геометрическая модель крыльчатки с обтекателем электродвигателя:  
а) исходная, б) модернизированная

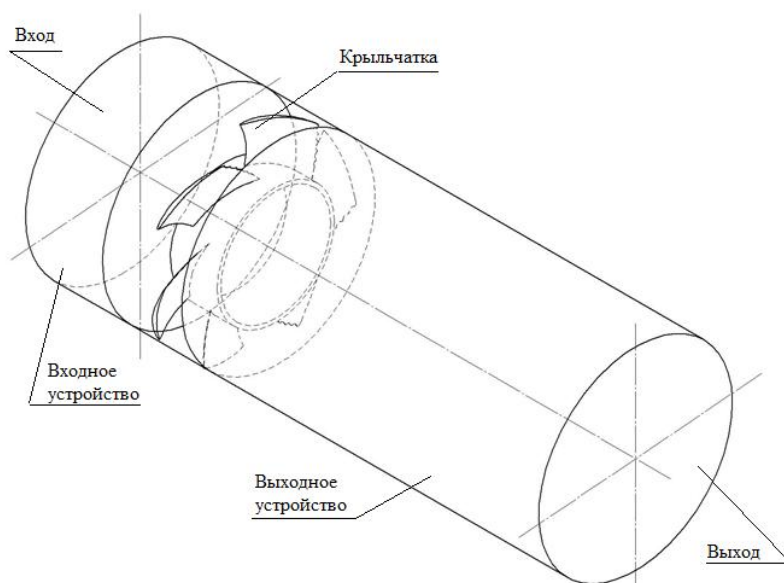


Рис. 2. Рабочие области, моделирующие воздушный канал

В работе сопоставляются распределённые и интегральные гидравлические характеристики исходной и модернизированной крыльчаток вентилятора. По результатам расчётов обнаружено, что при вращении исходной крыльчатки в канале с частотой 16 000 об/мин, повышение давления на выходе составляет  $\Delta P = 1203$  Па, при вращении модернизированной крыльчатки –  $\Delta P = 2464$  Па. При той же частоте вращения модернизированная крыльчатка на выходе создаёт поток скоростью  $V = 37,29$  м/с, исходная – лишь 30,78 м/с. Данный факт позволяет обосновать полученные результаты расчёта, согласно которым модернизированная крыльчатка вентилятора в зависимости от частоты вращения вентилятора выдаёт больший на 10 .. 30% расход воздуха на выходе в канале.