



## Разработка и производство нескольких типов импортозамещающих промышленных вентиляторов

**С.В. Караджи**, канд. техн. наук, ООО «Эир-джи», [vg@air-g.ru](mailto:vg@air-g.ru)

**В.Г. Караджи**, канд. техн. наук, ООО «Эир-джи»

**Ключевые слова:** промышленный вентилятор, радиальное рабочее колесо, осевое рабочее колесо, КПД вентилятора, аэродинамическая характеристика

На отечественном рынке достаточно много промышленных вентиляторов зарубежного производства. Поэтому задача – создать собственные модели вентиляторов, способные конкурировать с зарубежными, – актуальна и перспективна. Результатом ее решения стала разработка современных радиальных и осевых рабочих колес, которые легли в основу высокоэффективных радиальных и осевых вентиляторов разных аэродинамических схем для практических применений. Проработаны оптимальные технологические решения, которые позволили в короткие сроки освоить серийное производство разработанных вентиляторов. Реализованные технические решения позволяют снизить энергопотребление промышленных вентиляционных систем с использованием отечественного оборудования.

На отечественном рынке вентиляционного оборудования довольно широко представлены промышленные вентиляторы зарубежного производства. Из радиальных надо отметить вентиляторы по аэродинамической схеме «свободное колесо», которые отличаются довольно высоким статическим КПД, низкими

уровнями шума и широко используются в приточных и вытяжных системах. Из осевых следует отметить простейшие вентиляторы в виде осевого рабочего колеса в цилиндрическом корпусе, выполненные из стандартного ряда втулок и литых профильных лопаток, которые устанавливаются под разными

углами и могут подрезаться в соответствии с размерами корпуса.

Существует мнение, что зарубежное вентиляционное оборудование лучше отечественного и по техническим характеристикам, и по внешнему виду. Однако современное вентиляционное оборудование ряда российских фирм по дизайну уже не уступает



## С НАМИ КОМФОРТНО

лучшим зарубежным образцам. Что касается технических характеристик, то отечественные научные разработки в области вентиляционной техники всегда были на передовом уровне. Мы стараемся поддерживать эту тенденцию и занимаемся исследованиями, разработкой и практической реализацией новых перспективных технических решений в области вентиляционного оборудования. В данной статье предложены несколько технических решений по радиальным и осевым общепромышленным вентиляторам.

### Радиальные вентиляторы

Аэродинамическая схема «свободное колесо» известна уже давно и давно используется, например, в крышных вентиляторах. Последние лет двадцать ей уделялось специальное внимание в смысле повышения статического давления и КПД по статическим параметрам. Это позволило применять ее также в приточно-вытяжных системах, что привело к улучшению компоновочных решений вентиляционных установок, снижению их шума. У ряда зарубежных фирм появились высокоэффективные рабочие колеса с загнутыми назад лопатками. В нашей стране начало применений схемы типа «свободное колесо» в канальном оборудовании относится к началу 2000-х годов. Сегодня это самая применяемая схема в приточных и вытяжных установках. Рабочие колеса, аналогичные зарубежным, начали производить и отечественные фирмы. При этом наибольшей популярностью пользуются радиальные рабочие

колеса с загнутыми назад лопатками, имеющие плоский передний диск увеличенного (по сравнению с лопатками) диаметра с плавным радиусом поворота на входе в колесо (рис. 1).

Мы поставили перед собой задачу разобраться в основах аэродинамики лучших зарубежных и отечественных радиальных рабочих колес с загнутыми назад лопатками и выявить возможности обобщить их достоинства и минимизировать недостатки. Например, отечественные рабочие колеса тип ВР 86–77 хорошо работают в спиральном корпусе, но являются, очевидно, предельными по ширине. При увеличении ширины колеса течение в нем теряет устойчивость, у колеса снижаются аэродинамические параметры и КПД. Лучшие европейские рабочие колеса с плоским передним диском, очевидно, имеют оптимальные рабочие характеристики при ширине около 25–28% от диаметра лопаточной системы. При меньшей ширине достаточно быстро падает КПД, при увеличении ширины падают производительность, давление и КПД – колесо становится отрывным.

Были проведены циклы испытаний по оптимизации геометрии рабочего колеса, включая форму и относительные размеры переднего диска, форму лопатки и углы ее установки на входе и выходе колеса, форму заднего диска. Кроме испытаний проводились оценочные расчеты аэродинамики рабочих колес для понимания влияния основных геометрических размеров и параметров.

В результате работ были спроектированы, сделаны и испытаны рабочее колесо и входной коллектор для него, обеспечивающие хорошие аэродинамические

## КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Вентиляционное оборудование
- Кондиционеры
- Чиллеры и фанкоилы
- Увлажнители воздуха
- осушители воздуха
- Системы автоматики



**АРКТИКА**

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.

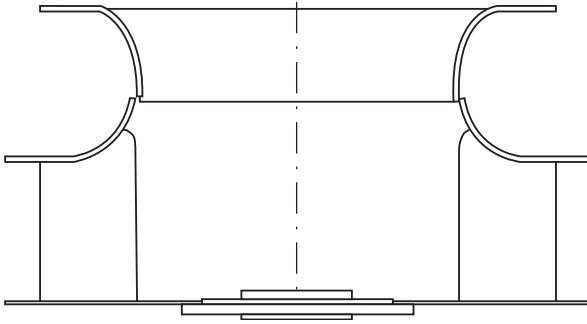
Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.

Факс: (495) 981 0117.

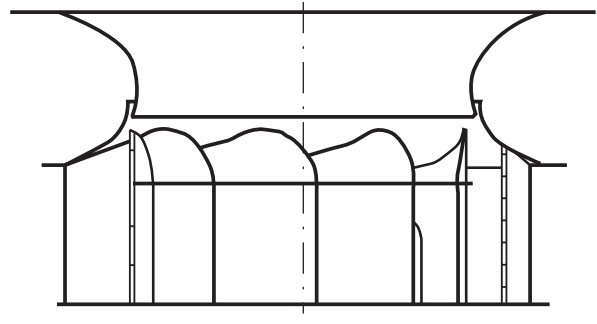
Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.

[www.ARKTIKA.ru](http://www.ARKTIKA.ru)



■ Рис. 1. Основной узел схемы «свободное колесо»



■ Рис. 2. Вновь разработанный основной узел схемы «свободное колесо»

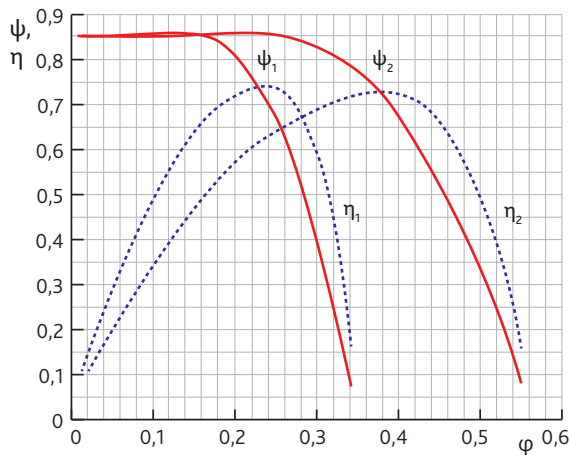
и мощностные характеристики вентилятора по схеме «свободное колесо» (рис. 2).

Разработанная схема позволила выйти на аэродинамические, мощностные и шумовые характеристики, аналогичные лучшим зарубежным схемам типа «свободное колесо». Однако есть и существенное отличие: наша аэродинамическая схема позволяет делать рабочие колеса большей ширины, чем европейские аналоги, обеспечивая существенное расширение аэродинамической характеристики «свободного колеса» без значительных потерь давления и, соответственно, КПД вентилятора (рис. 3).

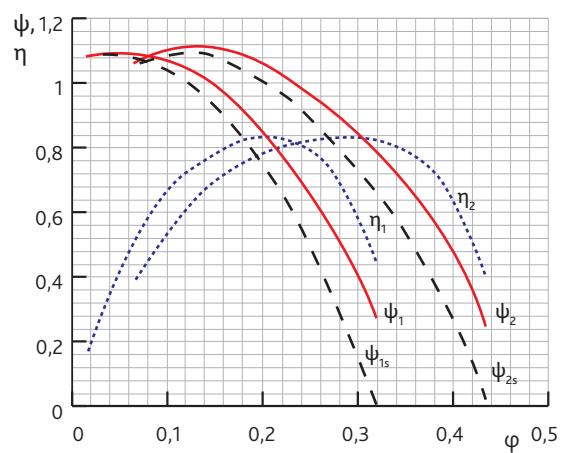
Потребность унификации привела нас к проверкам работоспособности новых рабочих колес в составе вентилятора со спиральным корпусом. Выполненный цикл работ позволил сделать две разновидности вентилятора, отличающиеся шириной (осевой протяженностью) спирального корпуса. Один вентилятор позволил получить аэродинамические характеристики, близкие к вентилятору ВР 86–77, и отличается надежностью и устойчивостью этих характеристик. Второй вентилятор имеет более широкое колесо, более широкий спиральный корпус, и его аэродинамическая характеристика

получилась существенно шире, чем у первого вентилятора при высоких значениях эффективности (рис. 4). Существенным достоинством второго вентилятора является высокая доля статического давления в полном давлении вентилятора, что упрощает его согласование с сетью.

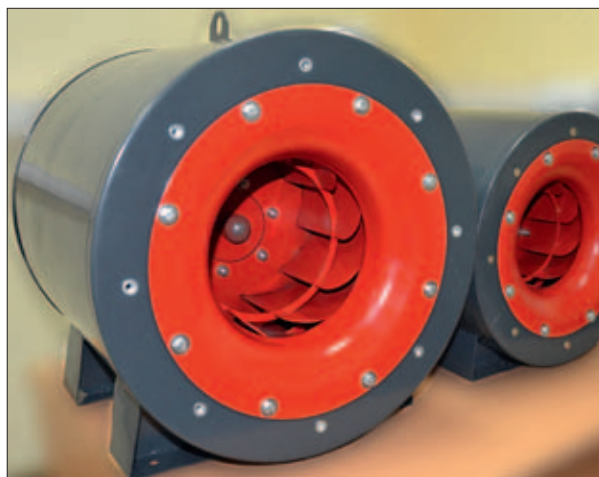
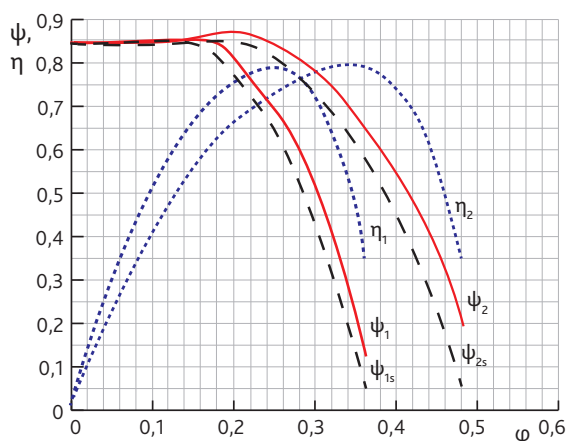
За рубежом широко распространены радиальные канальные вентиляторы с круглым корпусом – в Америке они называются tubular fan. По параметрам они близки к вентиляторам со спиральным корпусом, но отличаются меньшими размерами, большей долей статического давления, высокими значениями статического КПД, прямоточной



■ Рис. 3. Безразмерные рабочие характеристики разработанной схемы «свободное колесо» для двух ширин рабочего колеса



■ Рис. 4. Безразмерные рабочие характеристики двух вентиляторов со спиральным корпусом, отличающихся шириной рабочего колеса



■ Рис. 5. Радиальный канальный прямооточный вентилятор с круглым корпусом. Рабочие характеристики приведены для двух ширины рабочего колеса

схемой, упрощающей стыковку вентилятора с сетью, более низкими уровнями шума. Мы разработали аэродинамическую схему такого вентилятора на базе нашего нового колеса (рис. 5). В результате серии испытаний был создан вентилятор с очень широкой аэродинамической характеристикой, которая может регулироваться шириной рабочего колеса в соответствии с требуемой рабочей точкой без изменения корпуса. По аэродинамике и КПД вентилятор заменяет соответствующие вентиляторы со спиральным корпусом, но с высокими статическими параметрами. По аэродинамическим и мощностным характеристикам вентилятор находится на уровне лучших зарубежных аналогов, а по ширине зоны работы даже лучше.

Эти же рабочие колеса с успехом могут использоваться не только в перечисленных вентиляторах, но и в крышных вентиляторах при решении ряда специальных технических вентиляционных задач. Таким образом, новое радиальное колесо позволило в существенной мере унифицировать технологию

и конструкцию нескольких разновидностей радиальных вентиляторов и получить новые отечественные высокоэффективные малощумные общепромышленные вентиляторы, способные не только заменить аналогичную зарубежную технику, но и получить дополнительные возможности при их практическом применении.

## Осевые вентиляторы

Хорошо спроектированный осевой вентилятор характеризуется высокоэффективной аэродинамической схемой применительно к поставленной задаче и имеет сложную геометрию лопаток рабочего колеса. Методики расчета осевых вентиляторов имеют под собой теоретические расчетные основы и позволяют с большой точностью обеспечить заданные расчетные параметры.

Одной из таких методик является методика, разработанная во ФГУП ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского. Данная методика позволяет определить все оптимальные параметры, начиная

с предельно допустимого диаметра втулки осевого вентилятора (работы И.В. Брусиловского и В.В. Митрофовой) и заканчивая построением аэродинамических характеристик (работы И.В. Брусиловского, А.Д. Гегина, А.В. Колесникова, С.А. Довжика и др.). Разработанная методика также позволяет спроектировать спрямляющий аппарат под существующий лопаточный венец.

К сожалению, формы лопаток, получаемые в результате расчета по данной методике, как, впрочем, и по любой другой, достаточно сложные и обычно имеют форму седловой поверхности. Это не позволяет изготовить их с помощью простых технологических операций, таких как гибка и вальцевание, не говоря уже о профильных лопатках. По этой причине большинство производителей либо изготавливают лопаточные венцы, лопатки которых только похожи на расчетную геометрию (с несколькими гибоми или по цилиндрической поверхности, например: лопатки схемы ВО-06-300), либо приобретают лопатки зарубежного производства, для которых известны характеристики



■ Рис. 6. Осевые вентиляторы по схеме «К + СА» и схеме «К» с листовыми лопатками пространственной формы

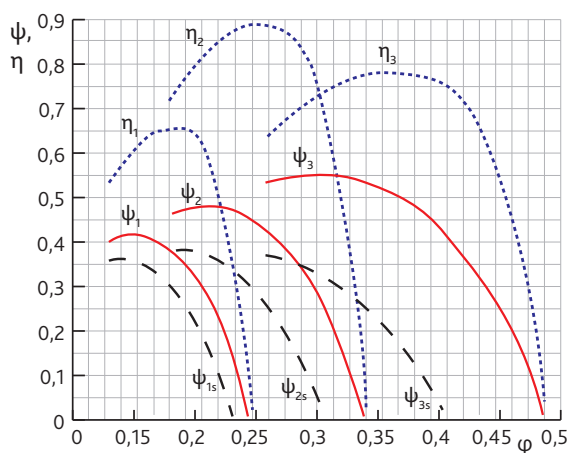
в широком диапазоне по углам установки, количеству лопаток, а также изменения при подрезке лопаток и установке на втулки различного диаметра. Очевидно, что лопаточные венцы, выполненные по геометрии, только приближенной к оптимальной, имеют сильно сниженные уровни КПД и давления. Лопаточные же венцы зарубежного производства, где лопатки нескольких типов используются для выполнения всех задач, также не могут иметь высокий КПД во всех исполнениях из-за слишком широкой унификации. Кроме того, зарубежные

рабочие колеса, как правило, не предусматривают использования спрямляющего аппарата, что означает, что все динамическое давление, связанное с закруткой потока на выходе из рабочего колеса будет теряться и, следовательно, с увеличением коэффициентов давления будет снижаться КПД.

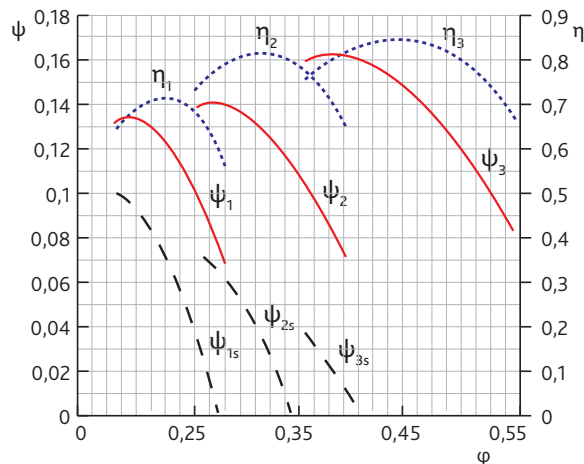
Для решения задач, в которых необходимы высокие коэффициенты расхода, средние и низкие коэффициенты давления при высоких значениях КПД, были разработаны линейки вентиляторов с листовыми лопатками, выполненными с соблюдением

расчетных геометрических параметров, соответствующих оптимальной аэродинамической схеме. Был разработан ряд вентиляторов по схеме «К» – рабочее колесо с цилиндрической втулкой в цилиндрическом корпусе и ряд вентиляторов по схеме «К + СА» – рабочее колесо и за ним спрямляющий аппарат в цилиндрическом корпусе (рис. 6). Разработана доступная в применении технология таких лопаток, которая позволяет создавать размерные ряды вентиляторов.

Широкий типоряд и возможность использовать вентиляторы как со спрямляющим аппаратом, так и без него, а также в некоторых случаях и создание полной схемы с входным направляющим аппаратом для регулирования позволяют гибко решать широкий ряд задач с высокими уровнями КПД (рис. 7, 8). Такие вентиляторы с успехом могут конкурировать с лучшими зарубежными образцами. Они могут использоваться для решения задач общеобменной вентиляции и для решения специальных технологических задач с применением вентиляторов. ■



■ Рис. 7. Безразмерные аэродинамические характеристики вентилятора среднего давления по схеме «К + СА»



■ Рис. 8. Безразмерные аэродинамические характеристики вентилятора низкого давления по схеме «К»