

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ

СЕРГЕЙ КАРАДЖИ, ВЯЧЕСЛАВ КАРАДЖИ

Довольно широко распространено мнение, что зарубежное вентиляционное оборудование лучше отечественного и по техническим характеристикам и по внешнему виду. С исторической точки зрения, в этом есть доля правды относительно внешнего вида, так как за рубежом этому уделялось больше внимания. Однако современное вентиляционное оборудование ряда российских фирм по эстетике уже не уступает лучшим зарубежным образцам. Что касается технических характеристик, то отечественные разработки в области вентиляционной техники всегда были на передовом научно-техническом уровне.

Мы стараемся поддерживать эту тенденцию и занимаемся исследованиями, разработкой и практической реализацией новых перспективных технических решений в области вентиляционного оборудования. В данной статье мы предложим несколько технических решений по радиальным и осевым общепромышленным вентиляторам.

Радиальные вентиляторы

Основные направления развития общепромышленных радиальных вентиляторов: повышение энергетической эффективности, расширение зоны производительности вентилятора при заданных габаритах и частотах вращения, снижение шума, оптимизация конструктивных исполнений в соответствии с классами решаемых задач. Из современных рабочих колес с загнутыми назад лопатками отечественной разработки следует отметить колесо вентилятора ВР 86–77 («МОВЕН», 90-е годы), которое используется в спиральном корпусе и в крышных вентиляторах (Центробежный вентилятор. Патент № 2215195). Из зарубежных следует отметить рабочие колеса с загнутыми

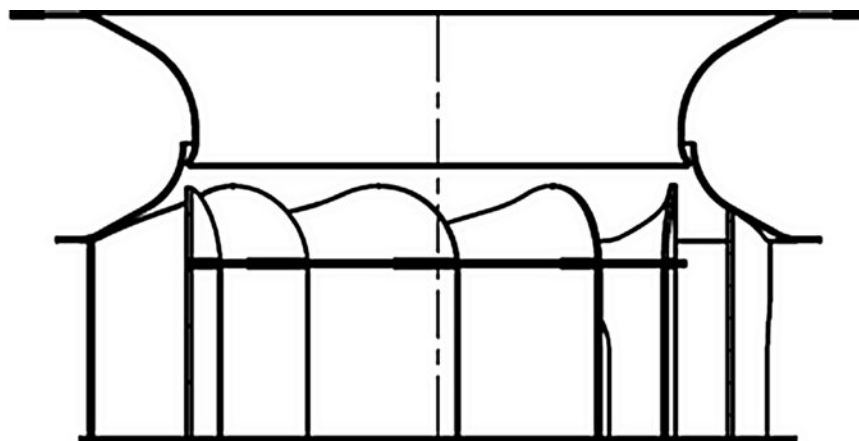


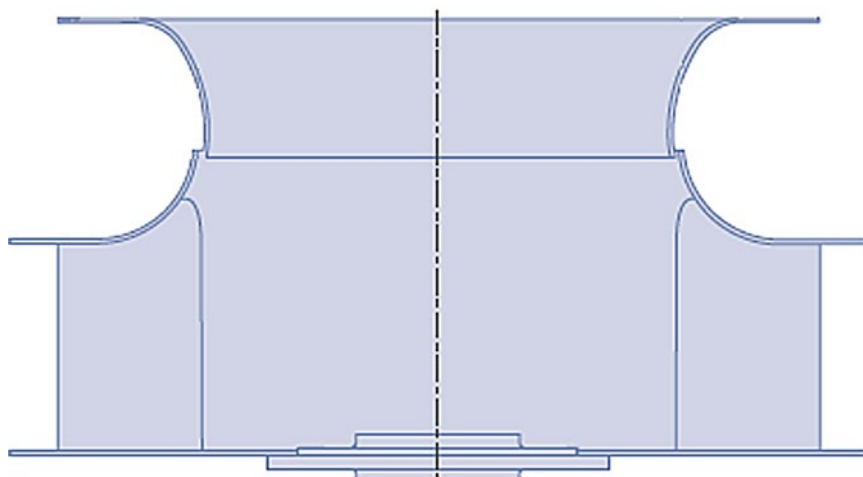
Рис. 2. Вновь разработанный основной узел схемы «свободное колесо»

тыми назад лопатками фирм «Циль-Абегг», «ЭБМ-Папст», «ФлектВудс», «Комефри». Эти колеса создавались, в основном, для аэродинамической схемы вентилятора «свободное колесо», которая широко используется в приточно-вытяжных системах. В нашей стране начало применений схемы типа «свободное колесо» 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 типа 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 оптимум рабочих характеристик при ширинах около (25...28) % от диаметра лопаточной системы. При меньших ширинах достаточно быстро падает КПД, при увеличении ширины падают производительность, давление и КПД, колесо становится отрывным.

Рис. 1. Основной узел схемы «свободное колесо»



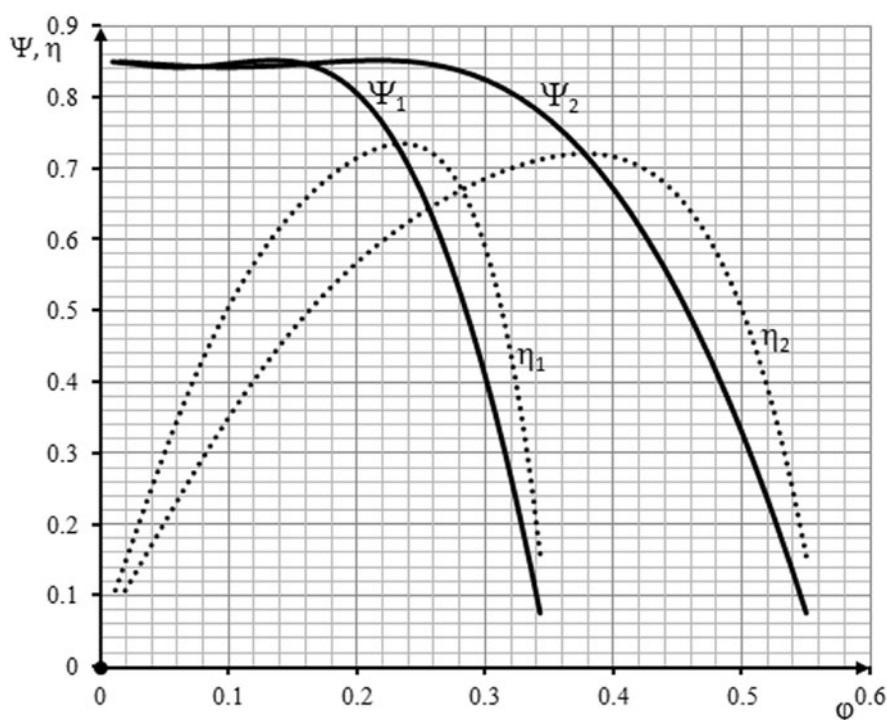


Рис. 3. Безразмерные рабочие характеристики разработанной схемы «свободное колесо» для двух ширин рабочего колеса

Были проведены циклы испытаний по оптимизации геометрии рабочего колеса, включая форму и относительные размеры переднего диска, форму лопатки и углы её 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 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 аэродинамиче-

ская 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

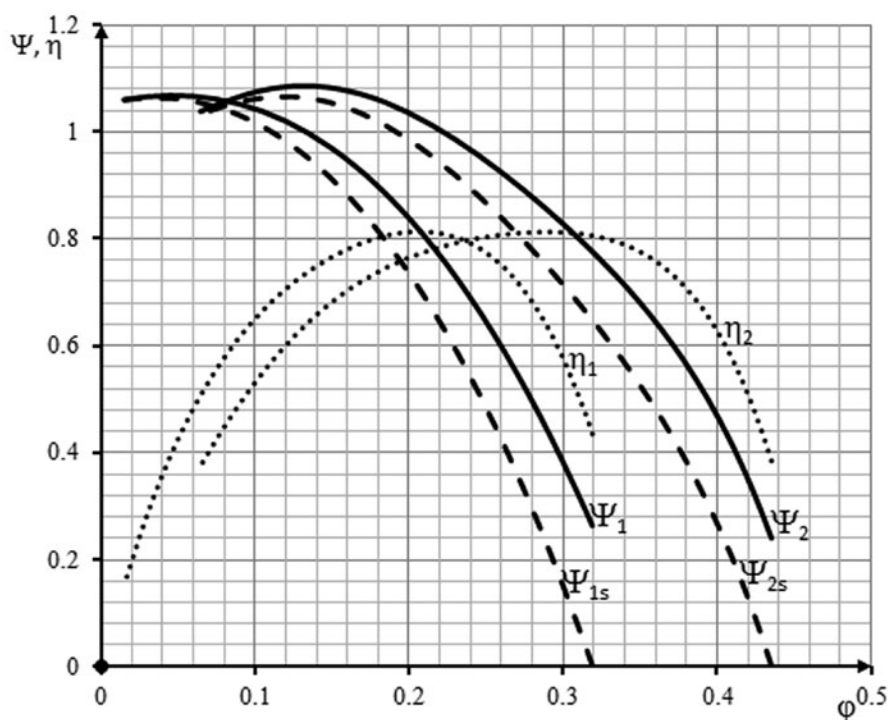


Рис. 4. Безразмерные рабочие характеристики двух вентиляторов со спиральным корпусом, отличающихся шириной рабочего колеса

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 каналные 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 в полном, высокими значениями статического КПД, прямооточной 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.

Таким образом, новое радиальное колесо позволило, в существенной мере, унифицировать технологию и конструкцию нескольких разновидностей радиальных вентиляторов, и получить новые отечественные высокоэффективные маломощные общепромышленные вентиляторы для современных вентиляционных систем энергоэффективных зданий, сооружений и технологий.

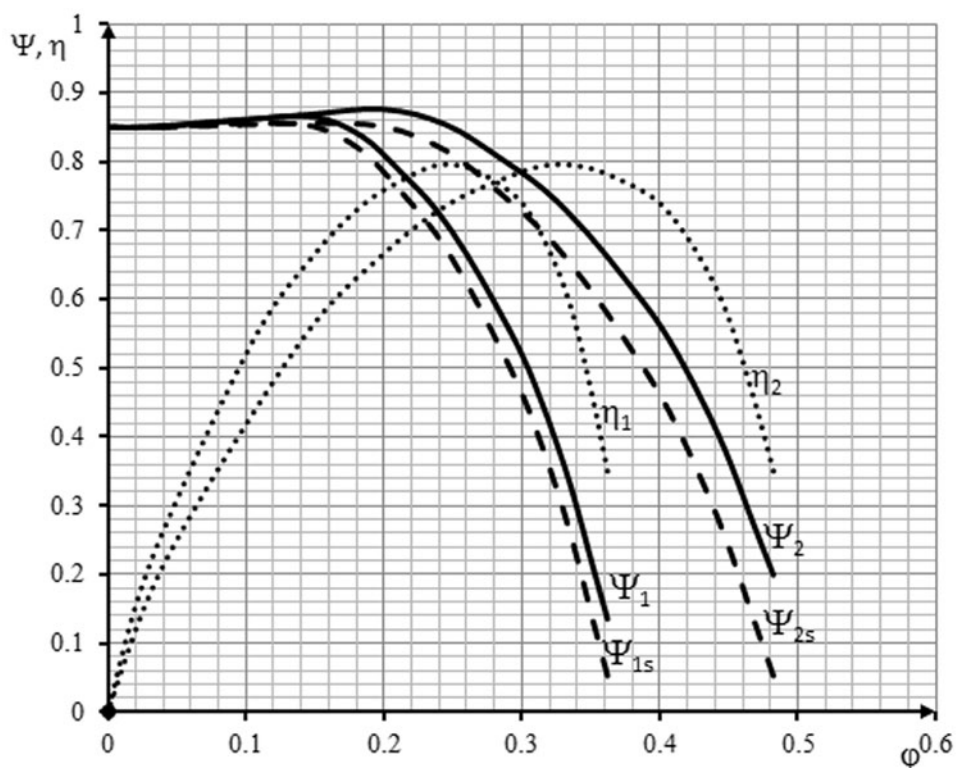
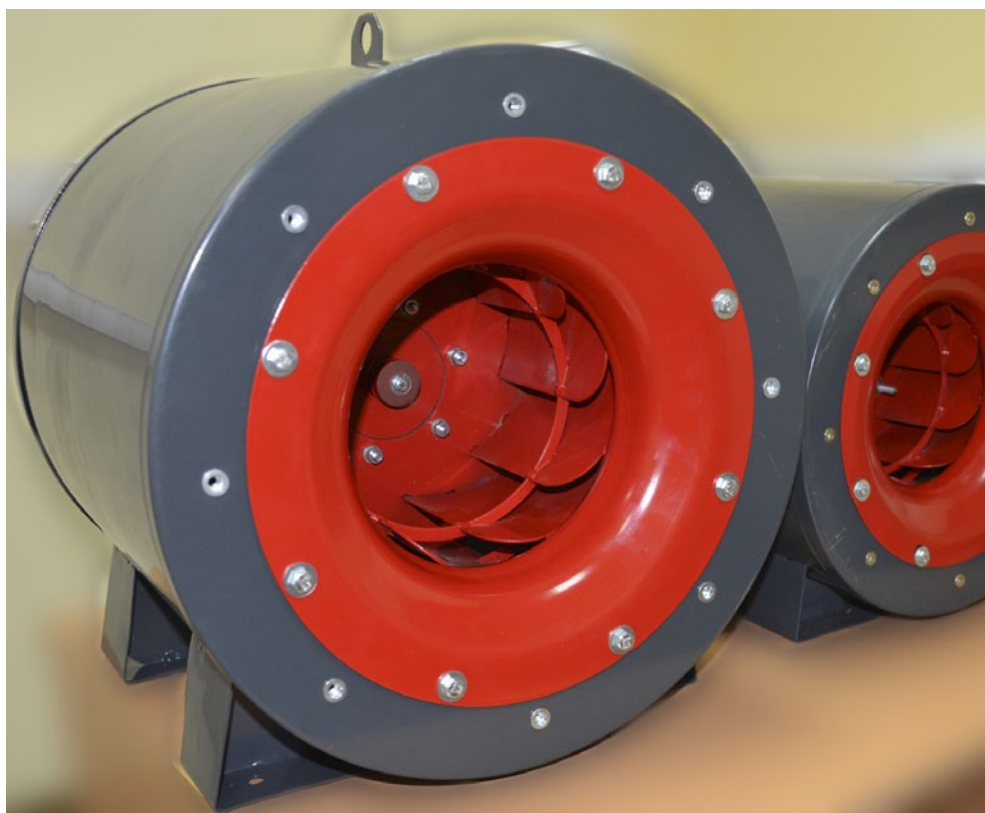


Рис. 5. Радиальный каналный прямооточный вентилятор с круглым корпусом. Рабочие характеристики приведены для двух ширин рабочего колеса

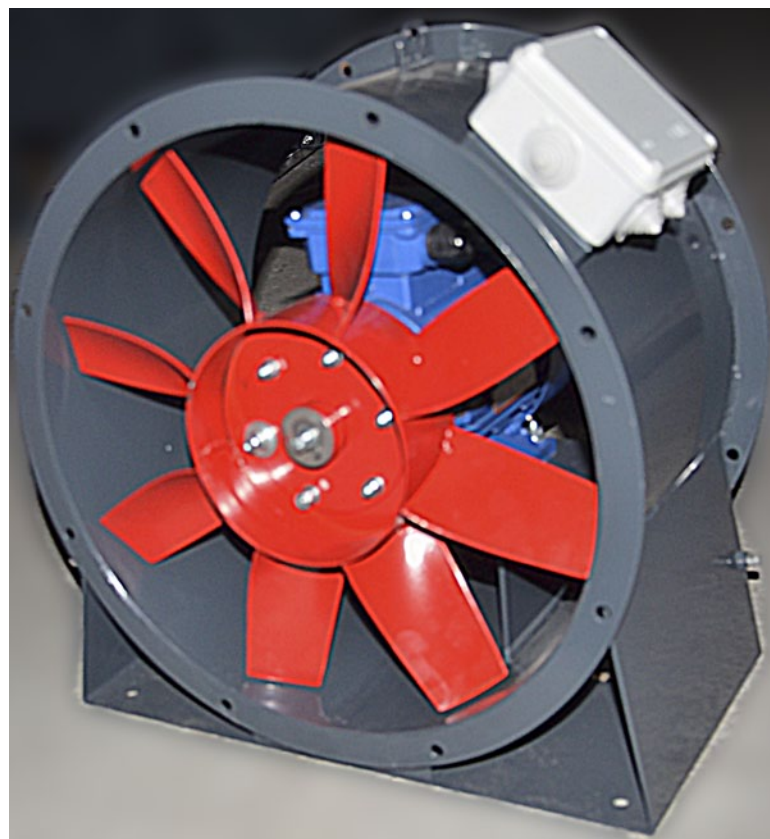
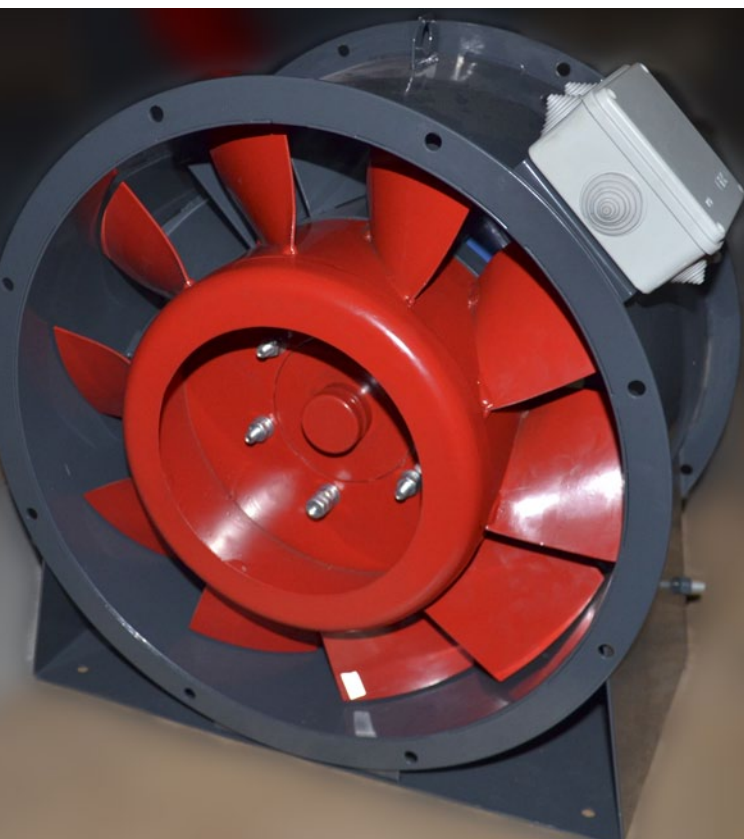


Рис. 6. Осевые вентиляторы по схеме «К+СА» и схеме «К» с листовыми лопатками пространственной формы

Осевые вентиляторы

В отличие от методики расчета радиальных вентиляторов, построенной по большей части на полуэмпирических и эмпирических зависимостях и требующей экспериментального исследования и доработки каждой отдельно взятой схемы, методики расчета осевых вентиляторов, имеют под собой теоретические расчетные основы и позволяют с большой точностью обеспечивать 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. Митро-

фовича) 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 изготавливает лопаточные венцы, лопатки которых толь-

ко похожи на расчетную геометрию (с несколькими гибом или по цилиндрической поверхности, например лопатки схемы Во-06-300), либо приобретают лопатки зарубежного производства, для которых известны характеристики 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 не предусматривают использования спрямляющего аппарата, что означает, что всё 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 (Рис. 6). Разработана доступная в применениях 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 решать широкий ряд задач с высокими уровнями КПД (рис. 7, 8). Такие вентиляторы с успехом могут конкурировать с лучшими зарубежными образцами. Высокие уровни эффективности позволяют применять их при построении вентиляционных систем энергоэффективных зданий и сооружений. ●

ОБ АВТОРАХ

Сергей Караджи – канд. техн. наук., ООО «ЭИР-джи»

Вячеслав Караджи – канд. техн. наук., ООО «ЭИР-джи».

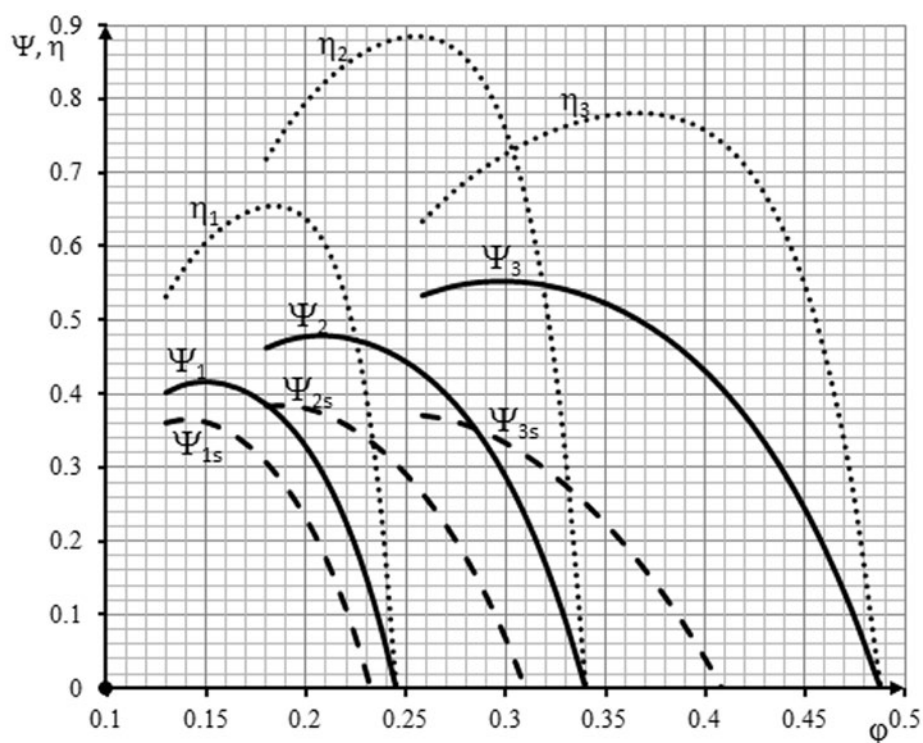


Рис. 7. Безразмерные аэродинамические характеристики вентилятора среднего давления по схеме К+СА

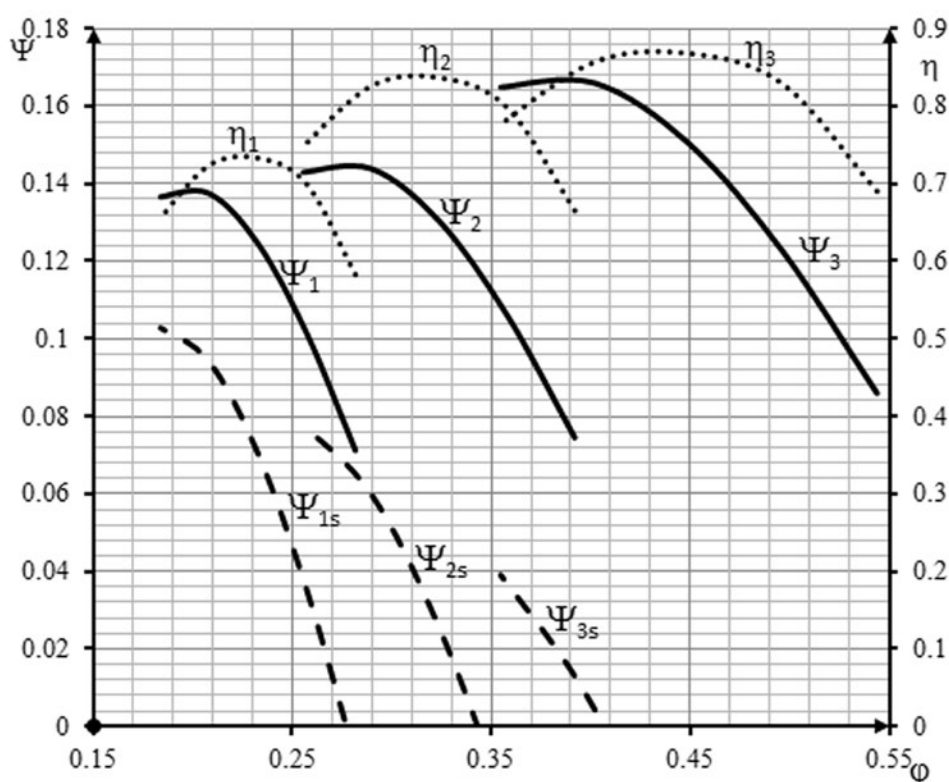


Рис. 8. Безразмерные аэродинамические характеристики вентилятора низкого давления по схеме К+СА