

КАРТИНКИ С ВЫСТАВКИ

По результатам посещения выставки «МИР КЛИМАТА-2014»

Главное выставочное мероприятие климатической отрасли в России — «МИР КЛИМАТА-2014» привлекло большое количество производителей, проектировщиков, монтажников, продавцов ОВК, специалистов, занимающихся сервисным обслуживанием оборудования, преподавателей и студентов. Поскольку не все посетители могут на взгляд оценить качество выставленного оборудования, мы решили сделать профессиональный анализ некоторых не очень удачных образцов вентиляторов. Цель обзора, во-первых, указать на конструктивные элементы, влияющие на эффективность вентиляторов, — именно на эти элементы посетителям выставок стоит обращать особое внимание, во-вторых, мы хотим напомнить экспонентам о необходимости разбираться в оборудовании, которое они выставляют на всеобщее обозрение. При этом мы умышленно не называем производителей, не приводим названия и заявленные характеристики вентиляторов.

Осевые вентиляторы

На выставке было представлено большое количество разнообразных отечественных и зарубежных осевых вентиляторов. К зарубежным вентиляторам особых замечаний нет, а вот основное впечатление об отечественных вентиляторах — это, за редким исключением, огромные радиальные зазоры и упрощенные лопатки. В работе И.В. Брусиловского «Аэродинамика и акустика осевых вентиляторов» (Тру-



Ю. Г. Московко к. т. н.,
ООО «ИННОВЕНТ»

ды ЦАГИ, вып. 2650) приведены данные, показывающие, что увеличение радиального зазора относительно длины лопатки на 1 % приводит к уменьшению КПД вентилятора примерно на один процент. Поэтому оптимальный радиальный зазор в вентиляторах обычного исполнения составляет 1...1,5 % длины лопатки. Как правило, большие радиальные зазоры принимаются во взрывозащищенных вентиляторах — не менее 1 % диаметра колеса (ГОСТ 55026–20122) или в теплостойких вентиляторах, предназначенных для перемещения горячих газов. Так, например, величина минимального зазора взрывозащищенного вентилятора с диаметром колеса 630 мм — 3,15 мм, у теплостойкого — не менее 1,25 мм.

Рассмотрим подробнее конструктивное исполнение вентиляторов, представленных



В. Г. Караджи, к. т. н.,
ООО «ИННОВЕНТ»

на рис 1, 2, 3 и 4. Сразу же обращают на себя внимание большие радиальные зазоры: между лопаткой и корпусом можно, образно говоря, свободно просунуть палец!

Вентиляторы 1, 2 и 3 имеют аэродинамически несовершенные листовые лопатки (отсутствует «крутка»), установленные на плоских втулках, лопатки вентиляторов 1 и 3 вообще образованы двумя изломами —

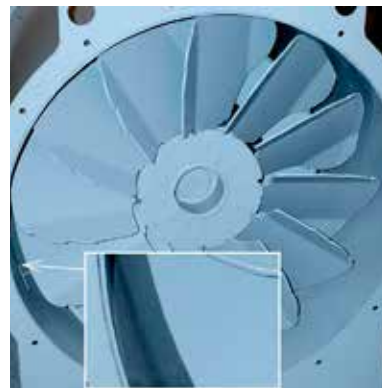


Рис. 1.



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

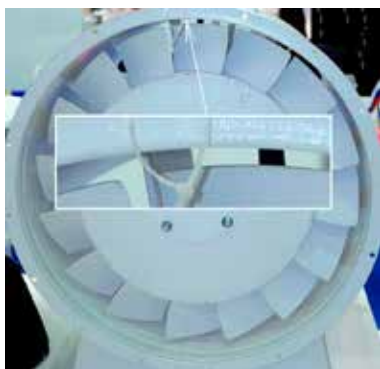


Рис. 5 а.

это технология начала прошлого века.

О лопатках вентилятора 2 следует рассказать особо. Такие лопатки пользуется особой популярностью у производителей из-за кажущейся простоты их изготовления. Очевидно, что форма лопаток вентилятора 2 скопирована со струйных вентиляторов типа ВС-10 и ВО-14-320 производства бывшего «Мовена». Но при этом упущено главное — а именно, «крутка» лопатки, которая образуется за счет определенного расположения заготовки на гибочном штампе. Это, а также использование плоской втулки, не позволяет ожидать приемлемого КПД. Хотелось бы обратить внимание на входной направляющий аппарат (ВНА) вентилятора 3. Как правило, лопатки ВНА предназначены для подкручивания потока против направления вращения колеса с целью увеличения развиваемого вентилятором давления (при этом увеличивается потребляемая мощность). В этом вентиляторе, наоборот, лопатки ВНА установлены так, что они подкручивают поток по вращению колеса, тем самым уменьшая и так небольшое развиваемое давление. Хотя, может быть перед изготовителем стояла задача за счет уменьшения давления уменьшить потребляемую мощность вентилятора?

В довершение следует обратить внимание на огромные втулки перед входом в колеса вентиляторов 1 и 3, затеняющие большую часть ометаемой площади лопаток. Если у вентилятора 1 это можно оправдать необходимостью охлаждения электродвигателя, то для вентилятора 3 разумное объяснение придумать сложно.

Рассмотренные осевые вентиляторы не могут предлагаться для замены известных моделей ВО-06-300, ВО-14-320 и ВО-25-180 (опять же, производства бывшего «Мовена»), так как их характеристики, в силу конструктивных особенностей, не могут им соответствовать.

На рис. 5 приведен осевой высоконагруженный вентилятор схемы колесо + спрямляющий аппарат (К+СА), имеющий втулку большого диаметра (вид спереди и сзади). Сразу же бросается в глаза огромный радиальный зазор. Вместе с тем, необходимо помнить, что его негативное влияние тем больше, чем больше развиваемое вентилятором давление. Более того, в конструкции этого вентилятора можно заметить еще две особенности. В классических вентиляторах схемы К+СА спрямляющий аппарат, служащий для раскрутки потока за колесом, имеет лопатки специальной формы, имеющие прогиб и установленные под определенным углом к оси вентилятора. В нашем случае — это обычные пластины, установленные по оси вентилятора. Очевидно, что в таком СА имеют место большие потери давления, которые, в конечном счете, приводят к уменьшению развиваемого давления и, следовательно, КПД вентилятора. Кроме этого, очевидно, для усиления генерируемого шума, вентилятор имеет одинаковое четное число лопаток колеса и СА — по 16 штук!

Радialьные вентиляторы

Радialьные вентиляторы

Большое влияние на аэродинамические характеристики радиальных вентиляторов оказывают форма и размеры зазора между рабочим колесом и входным коллектором, геометрия и положение так называемого «языка» спирального корпуса. Исключение составляют пря-

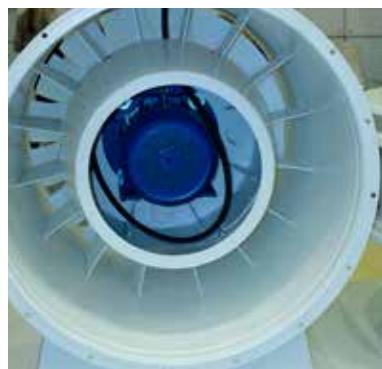


Рис. 5 б.

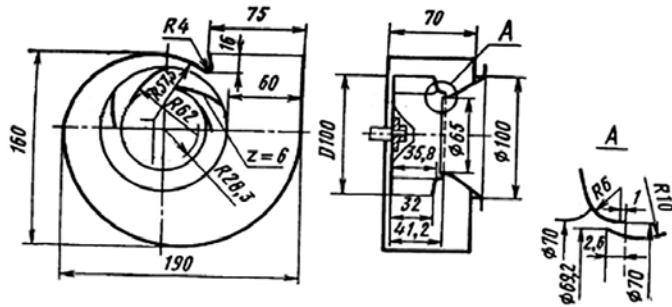


Рис. 6 а

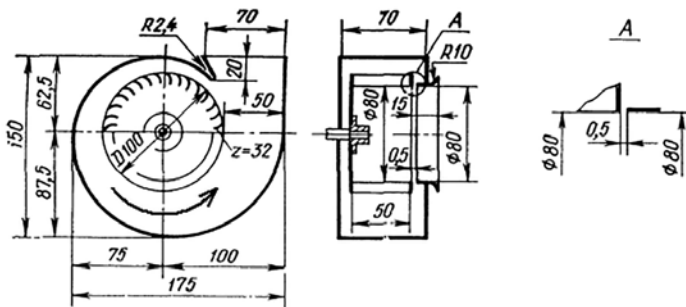


Рис. 6 б



Рис. 7



Рис. 8

моточные каналные вентиляторы у которых «язык» отсутствует. Лопатки рабочего колеса радиального вентилятора могут быть загнуты назад или вперед.

Типовая схема радиального вентилятора с загнутыми назад лопатками приведена на рис.6а, а с загнутыми вперед лопатками на рис.6б (Соломахова Т.С., Чебышева К.В. Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник – М., «Машиностроение», 1980). Отклонение геометрии зазора между рабочим колесом и входным коллектором от нормативной (по аэродинамической схеме) приводит к циркуляционным потерям и ухудшению характеристик вентилятора. Оптимальный радиальный зазор между коллектором и колесом (рис. 6а, вид А) должен составлять 0,25...1 % диаметра колеса. Кроме того, у вентиляторов с назад загнутыми лопатками коллектор должен входить в колесо и обеспечивать необходимое перекрытие (рис.6а, вырез А). Для вентиляторов с лопатками рабочего колеса, загнутыми вперед, большое значение имеют осевой зазор между колесом и входным коллектором, оптимальная вели-



Рис. 9

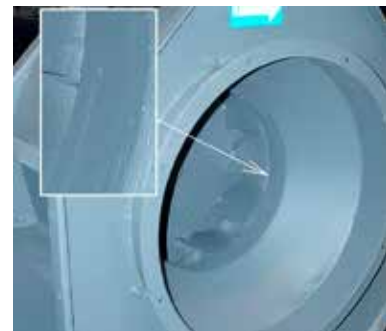


Рис. 10

чина которого составляет 0,5 % диаметра колеса (рис.6б, вырез А) и форма языка спирального корпуса. Отклонение от геометрии аэродинамической схемы приводит к существенному ухудшению аэродинамической характеристики такого вентилятора.

Западная фирма (у которой вентиляторы не являются основным продуктом в линейке оборудования) демонстрировала ряд радиальных вентиляторов с колесами диаметром около 250...315 мм (рис.7, 8 и 9). Вентиляторы выполнены качественно, имеют хорошую покраску, что свидетельствует о наличии у изготовителя современного оборудования. Но, при этом, у вентиляторов с назад загнутыми лопатками (рис.7) входной коллектор не входит в рабочее колесо должным образом, а осевые зазоры у вентиляторов с вперед загнутыми лопатками вообще огромные (рис.8 и 9)! Понятно, что при таких зазорах эффективность будет низкой.

На рис. 10 приведен отечественный вентилятор с назад



Рис. 11

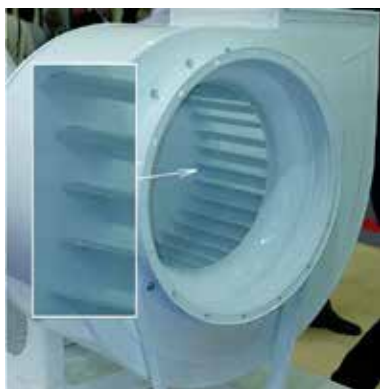


Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14

загнутыми лопатками, у которого входной коллектор на входе в рабочее колесо имеет резкий угловой поворот и цилиндрическую поверхность, без отбортовки, глубоко входящую в колесо. Вероятно, такая конструкция входного коллектора принята из-за отсутствия необходимого оборудования или с целью снижения себестоимости вентилятора, но следует понимать, что при этом ухудшаются аэродинамические характеристики. На рис. 11 показан вентилятор с колесом с вперед загнутыми лопатками, у которого, практически, отсутствует язык! Это не может не сказаться на аэродинамических характеристиках, но, самое главное, соответствуют ли реальные аэродинамические характеристики приведенным в каталоге?

На рис. 12 показан качественно изготовленный радиальный вентилятор с вперед загнутыми лопатками. Проблема в том, что колесо правого вращения, а корпус — левого! Трудно представить реальные аэродинамические характеристики этого вентилятора, а еще труднее — как он поведет себя в реальной вентиляционной сети. Аналогичная ситуация с вентилятором, представленным на рис. 13, которая усугубляется еще и огромным осевым зазором между входным коллектором и рабочим колесом! Очевидно, что в обоих случаях речь идет не о потере десятка процентов КПД, а о способности обеспечить хоть какой-нибудь расход воздуха.

Некоторые западные компании представили кондиционеры с радиальными вентиляторами со свободными колесами и с высокоэффективным приводом на базе электродвигателей ЕС. В качестве примера на рис. 14 показан вентилятор, который имеет аэродинамически совершенное колесо, но габариты ЕС-электромотора, мягко говоря, плохо соответствуют конструкции рабочего колеса. Можно ожидать, что преимущества колеса и привода будут нивелированы загромождением потока внутри колеса.

Несколько слов о выборе вентилятора. Качественный, аэродинамически эффективный вентилятор по определению не может быть дешевым. Для его изготовления требуется применение специального дорогостоящего технологического оборудования, использовать качественные комплектующие, соблюдать все необходимые зазоры при сборке... Попытка идти по пути уменьшения стоимости изделий за счет упрощения конструкции, технологии, требований к квалификации персонала, неизбежно приводит к ухудшению аэродинамических характеристик и КПД вентиляторов. Если производитель отразил в своих рекламных материалах реальные параметры вентилятора — то он абсолютно честен перед потребителем. Но если параметры, указанные в ТУ, каталоге или паспорте взяты из каталога другого изготовителя, который делает «правильный» вентилятор, то это прямой обман. Покупая такой вентилятор, потребитель получит дополнительные огромные энергетические и финансовые затраты в процессе эксплуатации, а также проблемы с самой системой вентиляции, так как вывести ее на проектные режимы будет очень непросто или даже невозможно. Так что пословица «скупой платит дважды» имеет прямое отношение к этой статье.

В заключение хотелось бы сказать следующее. Ожидается, что первый российский стандарт по показателям энергоэффективности вентиляторов будет принят в качестве национального стандарта в июле 2014 года. Конечно, устанавливать показатели своих вентиляторов — дело добровольное, но заказчик должен иметь возможность получить данные хотя бы по КПД и классу эффективности вентилятора, подтвержденных реальными испытаниями в аттестованной лаборатории.

**В. Г. Караджи, к.т.н.,
Ю. Г. Московко, к.т.н.,
ООО «ИННОВЕНТ»**