

## Технический регламент ЕАЭС 048/2019: требования к энергоэффективности вентиляторов

Т. С. Соломахова, доктор техн. наук, вице-председатель ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование»

В. К. Мамаев, исполнительный директор Ассоциации АСВК

**Ключевые слова:** технический комитет, технический регламент, энергетическая эффективность вентилятора, КПД, уровень эффективности

В августе 2019 года Евразийским экономическим Союзом был принят Технический регламент «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств» (ТР ЕАЭС 048/2019) [1]. Основная цель регламента – обеспечить ресурсосбережение в странах Союза и достоверность рекламируемых изготовителями параметров. Утвержденный перечень энергопотребляющих устройств включает 15 видов оборудования в том числе вентиляторы. К таким устройствам регламент устанавливает обязательные к применению и исполнению требования, касающиеся их энергетической эффективности и маркировки.

Известно, что вентиляторы, используемые в различных отраслях промышленности и техники, особенно широко в системах вентиляции и кондиционирования жилых, общественных и производственных зданий, потребляют около 20 % вырабатываемой в стране электроэнергии. Поэтому повышение энергоэффективности вентиляторов приведет к существенному снижению энергопотребления и улучшению экологической обстановки.

Требования ТР распространяются на изготавливаемые вентиляторы с электроприводом мощностью от 125 до 500 кВт и напряжением питания до 1000 В переменного и до 1500 В постоянного тока, автономные и встраиваемые в другое техническое оборудование. Требования не распространяются на вентиляторы, предназначенные для:

- работы во взрывоопасных, токсичных, вызывающих коррозию и содержащих абразивную пыль средах;
- эксплуатации при температуре перемещаемых газов свыше 100 °С;
- эксплуатации при температуре рабочей среды, окружающей электродвигатель вентилятора, свыше 65 °С;
- эксплуатации при среднегодовой температуре движущихся газов и/или среды, окружающей электродвигатель, ниже минус 40 °С;
- пневмотранспорта каких-либо материалов;
- работы в условиях, при которых коэффициент сжатия превышает 1,11;
- работы с оптимальной энергетической эффективностью, обеспечиваемой при частоте вращения более 8000 об/мин;
- только кратковременной работы в чрезвычайных, аварийных и экстренных случаях;
- встраивания в различную бытовую технику.

Рассмотрены вентиляторы различных типов: осевые, радиальные с загнутыми вперед и радиальными лопатками рабочего колеса, радиальные вентиляторы с корпусом и без корпуса с загнутыми назад лопатками рабочего колеса, диагональные и диаметральные вентиляторы. **Энергетическая эффективность вентилятора определяется**

максимальным значением общего полного или статического КПД вентилятора в сборе с приводом, который в общем случае состоит из двигателя, ременной или какой-либо другой передачи крутящего момента и регулирующего устройства.

В качестве параметра, определяющего энергоэффективность вентиляторов, в ТР введен параметр  $H$  – «уровень эффективности» в виде целого числа для разных типов вентиляторов. Приведены формулы, которые устанавливают связь между расчетной энергетической эффективностью вентилятора  $\eta_{p3}$  и уровнем его эффективности  $H$  с учетом мощности  $N_e$  в кВт, подведенной к электродвигателю. Формулы имеют следующий вид:

- для осевых вентиляторов и радиальных вентиляторов с загнутыми вперед и радиальными лопатками рабочего колеса:

$$\eta_{p3} = 2,74 \times \ln N_e - 6,33 + H \quad \text{при } 0,125 \leq N_e \leq 10, \quad (1)$$

$$\eta_{p3} = 0,78 \times \ln N_e - 1,88 + H \quad \text{при } 10 \leq N_e \leq 500; \quad (2)$$

- для радиальных вентиляторов с корпусом и без корпуса с загнутыми назад лопатками рабочего колеса и для диагональных вентиляторов:

$$\eta_{p3} = 4,56 \times \ln N_e - 10,5 + H \quad \text{при } 0,125 \leq N_e \leq 10, \quad (3)$$

$$\eta_{p3} = 1,1 \times \ln N_e - 2,6 + H \quad \text{при } 10 \leq N_e \leq 500; \quad (4)$$

- для диаметральных вентиляторов:

$$\eta_{p3} = 1,14 \times \ln N_e - 2,6 + H \quad \text{при } 0,125 \leq N_e \leq 10, \quad (5)$$

$$\eta_{p3} = H \quad \text{при } 10 \leq N_e \leq 500. \quad (6)$$

*Основное требование ТР состоит в том, что, начиная с 1 сентября 2022 года, уровень эффективности  $H$  изготавливаемых вентиляторов должен быть не ниже соответствующего значения, приведенного в табл. 1. Это значит, что, начиная с этого времени, максимальный общий КПД изготавливаемых вентиляторов должен быть выше соответствующих значений общего КПД, рассчитанных по одной из формул (1) – (6).*

Таблица 1

Уровень эффективности  $H$  вентиляторов

Тип вентилятора	Тип стенда	КПД	Минимально допустимая величина $H$ , начиная с 1 сентября 2022 г.
Осевой	А, С	Статический	40
	В, D	Полный	58
Радиальный с загнутыми вперед и радиальными лопатками рабочего колеса	А, С	Статический	44
	В, D	Полный	49
Радиальный с загнутыми назад лопатками рабочего колеса без корпуса	А, С	Статический	62
Радиальный с загнутыми назад лопатками рабочего колеса с корпусом	А, С	Статический	61
	В, D	Полный	64
Диагональный	А, С	Статический	50
	В, D	Полный	62
Диаметральный	В, D	Полный	21

Вводится допустимое снижение общего КПД испытанных образцов, которое не должно превышать 10 % от требуемого расчетного значения. Для вентиляторов двойного

применения, предназначенных для использования как в нормальных условиях, так и в чрезвычайных ситуациях при кратковременной работе, допустимые уровни энергетической эффективности, представленные в табл. 1, могут быть снижены на 5 % для всех видов вентиляторов.

Для примера на рис. 1 приведена зависимость максимальных значений расчетного общего полного КПД  $\eta_{рз}$  радиального вентилятора в корпусе с загнутыми назад лопатками рабочего колеса от потребляемой электродвигателем мощности  $N_e$  при требуемом уровне энергоэффективности  $H = 64$ . Изогнутая линия построена в логарифмическом масштабе по формулам (3) и (4). Там же приведена линия, устанавливающая допустимое снижение величины  $\eta_{рз}$  для изготавливаемых вентиляторов. В виде отдельных точек показана энергетическая эффективность  $\eta_e$  радиальных вентиляторов с двигателями, с загнутыми назад лопатками рабочего колеса серии ВРАН, изготавливаемых фирмой ООО «ВЕЗА». Используются данные, приведенные в [2]. Как видно из рисунка, все вентиляторы этой серии соответствуют требованиям регламента.

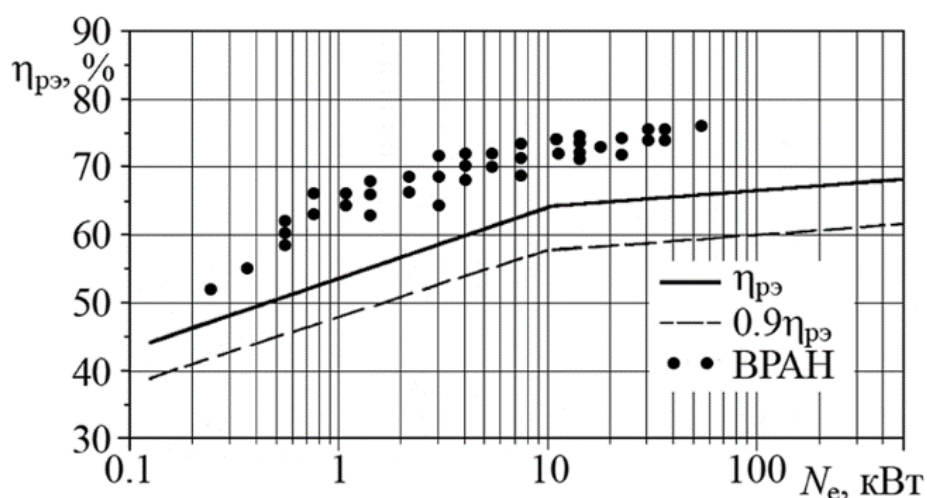


Рис. 1. Зависимость энергетической эффективности радиальных вентиляторов с приводом при  $H = 64$  от подведенной к двигателю мощности  $N_e$

В ТР рассмотрены различные типы стендов, на которых должны проводиться аэродинамические испытания вентиляторов, они полностью соответствуют ГОСТ 10921-2019 [3]. Рекомендуется использовать стенды типа А и С, которые позволяют в процессе испытаний определять статическое давление и статический КПД вентилятора, или использовать стенды типа В и D, которые позволяют определить в процессе испытаний полное давление и полный КПД вентилятора. Допустимые значения уровня эффективности  $H$  даны в табл. 1 как для статического, так и для полного общего КПД вентилятора с приводом. В ГОСТе [3] представлены формулы для определения динамического и полного давлений вентиляторов при испытаниях на стендах типа А и С. Проводить аэродинамические испытания и получать характеристики вентиляторов рекомендуется на стендах, близких к реальным условиям их дальнейшей эксплуатации.

Необходимо отметить, что приведенные в ТР формулы (1)–(6) полностью соответствуют аналогичным формулам, приведенным в действующем ГОСТ 33660-2014 [4], в котором уровень эффективности  $H$  называют показателем энергоэффективности вентилятора с приводом – FMEG. Этот параметр используют для классификации вентиляторов с приводом по их эффективности.

Для подтверждения соответствия изготавливаемых вентиляторов требованиям ТР необходимо проводить их аэродинамические испытания на одном из предлагаемых стендов

с определением максимального значения общего (полного или статического) КПД вентилятора  $\eta_e$ . Предлагаемый в регламенте [1] метод испытаний соответствует ГОСТ 10921-2019 [3]. Только для определения общего КПД вместо мощности  $N$ , подведенной к валу вентилятора, которую используют для расчета КПД  $\eta$  собственно вентилятора, необходимо измерять мощность  $N_e$ , подведенную к двигателю. При испытании вентилятора с двигателем связь между параметрами  $\eta$  и  $\eta_e$  определяется формулой

$$\eta_e = \eta \eta_m, \quad (7)$$

где  $\eta_m$  – номинальная эффективность электродвигателя.

В ГОСТах [5, 6] при определении аэродинамических характеристик вентиляторов одной серии проводят периодические испытания базовых образцов с диаметром рабочего колеса 0,63–0,8 м. Аэродинамические характеристики вентиляторов больших размеров и при разной частоте вращения определяют расчетным путем в предположении, что максимальная величина КПД  $\eta$  остается постоянной. Эта величина КПД собственно вентилятора является важнейшим параметром, характеризующим аэродинамические качества серии вентиляторов, степень совершенства конструкции и уровень качества изготовления вентиляторов. Для вентиляторов малых размеров вводят поправки на величину максимального значения КПД  $\eta$  с учетом влияния масштабного эффекта.

При определении энергетической эффективности вентиляторов одной серии с приводом следует также проводить аэродинамические испытания базовых образцов с определением максимального значения общего КПД  $\eta_{e0}$ . Тогда для определения общего КПД  $\eta_{e1}$  вентилятора другого размера и при другой частоте вращения рабочего колеса с другим двигателем необходимо учитывать изменение параметров двигателя и его КПД  $\eta_{m1}$ . При постоянном значении КПД  $\eta$  собственно вентиляторов этой серии расчет общего КПД  $\eta_{e1}$  следует осуществлять с поправкой на изменение КПД двигателя по формуле

$$\eta_{e1} = \eta_{e0} \eta_{m1} / \eta_{m0}, \quad (8)$$

где  $\eta_{m0}$  – номинальный КПД двигателя базового образца.

По требованиям регламента [1], с 1 сентября 2021 года асинхронные электродвигатели должны изготавливаться с номинальным значением КПД  $\eta_m$ , соответствующим классу не ниже IE2. Если КПД используемого двигателя не известен, то в ТР предлагается рассчитывать его номинальную эффективность, по следующим эмпирическим формулам:

- при  $N_e \geq 0,75$  кВт

$$\eta_m = 0,000278 \times (\lg N_e)^3 - 0,019247 \times (\lg N_e)^2 + 0,104395 \times \lg N_e + 0,809761; \quad (9)$$

- при  $N_e \leq 0,75$  кВт  $\eta_m = 0,1462 \times \ln N_e + 0,8381$ ,

где  $N_e$  – электрическая мощность, потребляемая двигателем. Вычисленная по формуле (9) номинальная эффективность двигателя близко соответствует двигателям класса IE2

На рис. 2 приведено сравнение различных значений КПД радиального вентилятора в корпусе с загнутыми назад лопатками рабочего колеса в различной компоновке в зависимости от подведенной к двигателю мощности  $N_e$ :

$\eta_{p3}$  – расчетный общий полный КПД вентиляторов с приводом по формулам (3, 4);

$\eta_m$  – номинальный КПД электродвигателей, рассчитанный по формуле (9);

$\eta$  – максимальный полный КПД собственно вентиляторов без привода, рассчитанный по формуле (7) при  $\eta_e = \eta_{p3}$ .

Фактически кривая  $\eta(N_e)$  определяет требования регламента [1] к величине полного КПД  $\eta$  вентиляторов рассматриваемой группы без привода: в большом диапазоне значений мощности  $N_e$  максимальное значение КПД собственно вентилятора должно превышать 71 %. На рисунке показаны также показатели энергоэффективности, соответствующие

введенным в ГОСТе 31961-2012 [7] классам таких вентиляторов в зависимости от полного КПД вентиляторов без привода. Из анализа представленных данных следует, что серия рассматриваемых вентиляторов, принадлежащих к классу КЛ1, автоматически с некоторым запасом соответствует требованиям регламента [1].

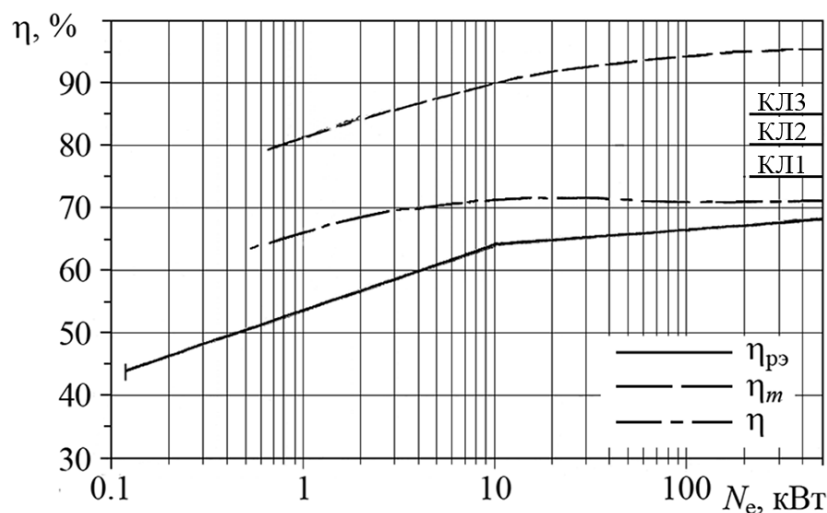


Рис. 2. Сравнение требуемых в ТР значений КПД радиальных вентиляторов с загнутыми назад лопатками колеса, с приводом и без привода

Подтверждение соответствия изготавливаемых вентиляторов требованиям регламента может осуществляться или в форме сертификации продукции, которая проводится аккредитованным органом, или в форме декларирования, которая выполняется самим изготовителем продукции. Декларация, включая маркировку, эксплуатационные документы и протоколы испытаний изготавливаемых вентиляторов, должна быть составлена изготовителем и зарегистрирована в одном из органов по сертификации. Аэродинамические испытания вентиляторов должны проводиться или в аккредитованной лаборатории, или в собственной лаборатории, которая должна представлять структурное подразделение изготовителя. Лаборатория должна быть аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.568-2017 [8] и иметь все поверенные в ЦСМ измерительные приборы. Изготовитель должен принимать все необходимые меры для обеспечения стабильности процесса производства и соответствия изготавливаемых вентиляторов требованиям ТР, а также осуществлять текущий производственный контроль.

#### Литература

1. Технический регламент ЕАЭС 048/2019 «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств».
2. Радиальные вентиляторы ВРАН и ВРАВ. Каталог продукции ООО «ВЕЗА».
3. ГОСТ 10921-2019. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний.
4. ГОСТ 33660-2014. Вентиляторы. Классификация по эффективности.
5. ГОСТ 5976-2020. Вентиляторы радиальные общего назначения. Общие технические условия.
6. ГОСТ 11442-2020. Вентиляторы осевые общего назначения. Общие технические условия.
7. ГОСТ 31961-2012. Вентиляторы промышленные. Показатели энергоэффективности.
8. ГОСТ Р 8.568-2017. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.