

# К ВОПРОСУ О КРИТЕРИЯХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

*В. Э. Шкарпет, к. т. н., генеральный директор  
ООО «Арктос»*

*Л. Я. Баландина, к. т. н., советник гендиректора  
по научной работе ООО «Арктос»*



*ВЯЧЕСЛАВ ЭРИКОВИЧ ШКАРПЕТ  
Кандидат технических наук,  
генеральный директор ООО «Арктос».  
Сфера научных интересов:  
инженерное оборудование зданий,  
воздухораспределители.  
Соавтор 3 государственных  
и межгосударственных  
стандартов, 8 патентов  
и изобретений. Опубликовано  
более 20 печатных работ.*

**Энергоэффективность приточной вентиляции и кондиционирования воздуха в значительной степени зависит от способа подачи воздуха в помещение и типа используемых воздухораспределителей для обеспечения требуемых параметров микроклимата в рабочей зоне при минимальном воздухообмене. В настоящее время во всех странах экологическая ситуация во многом определяется мерами по энергосбережению и ресурсосбережению. Повышается стоимость источников энергии (газа, нефти, каменного угля), возрастают требования по защите окружающей среды от вредных выбросов.**

Современные инженерные системы зданий (жилые и производственные) считаются приемлемыми, если обеспечивают значительное сокращение энергетических затрат на их круглогодичное функционирование и комфортный микроклимат в помещениях.

В России действует более тысячи национальных стандартов (ГОСТ Р), в состав которых включены определенные показатели энергопотребления, а также более 400 аналогичных документов на энергопотребляющее оборудование с показателями, влияющими на энергоэффективность его функционирования.

Однако еще в 80-е годы прошлого столетия профессор, д. т. н. Адольф Адамович Римкевич [1] обратил особое внимание на роль качества и эффективность принимаемых решений при проектировании систем вентиляции (СВ) и кондиционирования воздуха (СКВ). Он разработал методы оценки качества СВ и СКВ и предложил условные группы энергетической эффективности (классификации) различных технологических решений.

Воздухораспределители являются важными концевыми

элементами систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Естественно, что методы оценки воздухораспределения с точки зрения энергозатрат не могут быть оторваны от методов оценки СВ и СКВ в целом, но в то же время они могут быть рассмотрены в определенных самостоятельных границах, что и предусмотрено настоящей статьей.

Опыт и проведенный анализ показывают, что доля энергетических затрат на воздухораспределение составляет не более 7% от всех затрат СКВ в силу того, что в современных СКВ существенно возрастают аэродинамические потери за счет применения высокоэффективных фильтров, калориферов, секций увлажнения, сложной системы клапанов и их управления. В этом случае доля энергозатрат на ВР еще меньше 7%. Может сложиться впечатление, что энергосбережение в системах воздухораспределения неактуально, если не учесть, что даже в РФ в вентиляционной технике активно используется более 500 типов различных конструкций ВР при расходах приточного воздуха более 1000 м<sup>3</sup>/ч на один ВР, и тогда

их энергозатраты составляют более 1000 Па. Очевидно, что рассмотрение задач энергосбережения в системах воздухораспределения является актуальным вопросом снижения общих затрат СКВ.

К сожалению, ни в отечественной, ни в зарубежной практике проектирования СВ и СКВ не существует метода оценки качества систем ВР по предельным энергоэффективным показателям, как это рекомендовал профессор, д. т. н. А. А. Рымкевич [1].

Однако следует отметить, что в России вот уже более 40 лет утвердились и широко используются основы расчета ВР на базе трудов выдающихся ученых М. И. Гримитлина [2], В. Н. Богословского [3], И. А. Шепелева [4], Е. О. Шилькрота [5], Г. М. Позина [6] и других исследователей, благодаря которым был предложен коэффициент воздухообмена  $K_t$ , качественно оценивающий схемы циркуляции воздушных потоков в помещении, и с учетом этого коэффициента определять количество воздуха  $L_0$  для удаления теплоизбытков в помещении по формуле:

$$L_0 = \frac{Q_{изб.}}{c K_t (t_{yx} - t_0)},$$

где:  $Q_{изб.}$  — избытки явного тепла в помещении, удаляемые теплообменной вентиляцией, Вт;  
 $c$  — объемная теплоемкость воздуха, Дж/м<sup>3</sup> °С;

$K_t$  — коэффициент воздухообмена, безразмерный симплекс, связывающий температуры воздуха удаляемого и приточного из рабочей зоны;

$t_{yx}, t_0$  — соответственно температура удаляемого воздуха и приточного, °С.

С учетом  $K_t$  наиболее эффективной схемой циркуляции воздушных потоков в помещении признана вытесняющая вентиляция (displacement ventilation) при подаче приточного воздуха с малой скоростью в рабочую зону и вытяжки из верхней. Натурные и аналитические исследования подтвердили, что при этой схеме воздухообмена  $K_t$  — наибольший ( $K_t = 2,2 \div 2,8$ ), что действительно позволяет снизить расход приточного воздуха систем воздухораспределения до минимальных значений.

Коэффициент  $K_t$  правильно оценивает требуемый воздухообмен для обеспечения заданных параметров микроклимата в современных помещениях различного назначения, но не дает представления о возможном снижении энергозатрат вентилятора приточной системы (его производительности, потребляемой мощности, стоимости и т. д.) в зависимости от применения различных типов ВР. Кроме того, при помощи приточных струй ВР может оказать активное воздействие на схему циркуляции воздуха в помещении, а в связи с этим на распределение температур, скоростей и концентраций вредных примесей в вентилируемом объеме, то есть изменить схему воздухообмена.

С учетом рекомендаций профессора, д. т. н. А. А. Рымкевича и многообразия применяемых конструктивных исполнений ВР нами предлагается в качестве предельных показателей энергоэффективности ВР использовать численные значения коэффициента местного сопротивления  $\xi^{max}$ , которые характеризуют энергетические затраты (потери полного, статического, динамического давлений) при проходе приточного воздуха через ВР в подводящем патрубке воздухораспределителя от вентиляционной сети.

Поводом принятия такого решения послужило, во-первых, мнение А. А. Рымкевича [1] о том, что предельные количественные показатели (какое-то числовое значение искомой величины) обладают свойством ориентира самого короткого пути приближения к оптимальному решению. Любое другое решение может быть оценено по степени отклонения его от этого значения. Во-вторых, реализация такой идеи сулит при вариантном проектировании принципиальное сокращение числа принимаемых решений для их сопоставления, а также обеспечивает информацию о главном направлении усилий в целях улучшения технических и технологических характеристик отдельных элементов и системы в целом.

Коэффициент  $\xi^{max}$  определяется в лабораторных условиях



**ЛЮДМИЛА ЯКОВЛЕВНА БАЛАНДИНА**  
 Кандидат технических наук,  
 советник генерального директора  
 ООО «Арктос» по научной работе.  
 В 1965 году окончила Одесский  
 технологический институт пищевой  
 и холодильной промышленности.  
 В 1971 году под руководством  
 профессора А. А. Рымкевича защитила  
 кандидатскую диссертацию.  
 Сфера научных интересов:  
 исследование процессов  
 теплопереноса и бактериальной  
 флоры в ударнопенных аппаратах  
 систем кондиционирования  
 воздуха, исследование и создание  
 воздухораспределителей  
 с принципиально новыми свойствами.  
 Опубликовано более 45 научных  
 работ. Л. Я. Баландина является  
 соавтором 23 изобретений  
 и патентов и 4 государственных  
 и межгосударственных стандартов.

аттестованного аэродинамического стенда на заводе — производителе вентиляционного оборудования или в специализированной лаборатории по формуле:

$$\xi = 2 \frac{\Delta P}{\rho \cdot V^2}$$

где:  $\Delta P$  — потери полного давления, Па;

$\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  — скорость воздуха в сечении присоединительного патрубка, м/с.

Следует иметь в виду, что  $\xi^{\max}$  для автономных ВР независимо от количества изделий в линейке параметрического ряда величина постоянная и может быть использована как единственный показатель энергозатрат данного типа ВР. Однако при производстве длинной линейки типоразмерного ряда ВР труднее соблюсти геометрическое подобие (автономность элементов конструктивного исполнения) по производственным причинам. Поэтому коэффициент местного сопротивления  $\xi^{\max}$  может иметь наибольшее численное значение для ВР наименьшего размера и отличное от других типоразмеров. В этом случае ВР меньшего размера, соответственно, более энергозатратны, чем ВР больших размеров. Именно предельная величина —  $\xi^{\max}$  минимального типоразмера неавтономных ВР оценивает фактические максимальные энергозатраты данного типа изделия и предлагается нами быть принятой за основу при рассмотрении далее классификации энергоэффективности различных типов ВР.

В автономных ВР  $\xi^{\max} = \text{Const}$  и может определяться по параметрам воздуха в присоединительном патрубке любого типоразмера.

На основе Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ вступило в силу Постановление Правительства РФ № 122 «О видах и характеристиках товаров, информация о классе энергетической эффективности которых должна содержаться в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках, и принципах правил определения производителями, импортерами класса энергетической эффективности товаров».

В России согласно этому постановлению рекомендовано разделение количественных показателей энергоэффективности изделий однотипной группы на семь классов по второй модели оценки энергоэффективности от А до G — т. е. от самых энергоэкономичных до самых энергозатратных.

Как показала мировая практика, оценка энергоэффективности оборудования стала одним из основных и наиболее действенных инструментов энергосбережения, движущей силой снижения энергоемкости валового национального продукта стран. Вместе с тем повышение класса энергоэффективности ВР не всегда связано с увеличением стоимости изделий.

С другой стороны, как показывает опыт рыночных отношений, характеристики энергосбережения в значительной мере влияют на привлекательность энергопотребляющего оборудования, то есть на его конкурентоспособность (товар на рынке) и конкурентосостоятельность (продукция у потребителя). Поэтому и производитель и потребитель должны иметь исчерпывающую информацию по энергоэффективности применяемого энергопотребляющего оборудования для взвешенного грамотного выбора изделия при вариантном проектировании СВ и СКВ. С учетом сказанного целесообразно проводить сортировку различных ВР систем воздухо-распределения по предложенному показателю энергоэффективности  $\xi^{\max}$  на семь классов от А до G, как это предусмотрено по второй модели энергоэффективности в странах ЕС и РФ.

Были проанализированы характеристики более 1800 типов и типоразмеров ВР по каталогам передовых отечественных и зарубежных производителей вентиляционного оборудования, определены интервалы изменения коэффициента местного сопротивления  $\xi^{\max}$  наименьших типоразмеров ВР различных конструктивных исполнений от минимального их значения до максимального.

Какой-либо утвержденной методики определения класса энергетической эффективности ВР не выявлено ни в зарубежной, ни в отечественной практике проектирования систем ОВ и СКВ, поэтому нами в настоящее время на основе проведенного анализа характеристик различных типов ВР предлагается для публичного

**Таблица 1. Показатели энергетической эффективности ВР по  $\xi^{\max}$  минимальных типоразмеров**

Класс энергетической эффективности	Показатель энергетической эффективности	Снижение энергетической эффективности
класс А	$1 < \xi^{\max} \leq 3$	
класс В	$3 < \xi^{\max} \leq 9$	0,33
класс С	$9 < \xi^{\max} \leq 27$	0,33
класс D	$27 < \xi^{\max} \leq 81$	0,33
класс E	$81 < \xi^{\max} \leq 243$	0,33
класс F	$243 < \xi^{\max} \leq 729$	0,33
класс G	$729 < \xi^{\max}$	

обсуждения метод оценки энергозатрат ВР по количественной величине  $\xi^{\max}$ , рассчитанного по параметрам приточного воздуха в присоединительном патрубке ВР (табл. 1), где градация изменения  $\xi^{\max}$  от меньшего класса к высшему соответствует кратности трем. В этом случае около 80% ВР из числа рассмотренных можно считать энергоэффективными, так как попадают в три высших класса (А, В, С), причем к наивысшему классу А относится около 30% ВР.

В качестве принципа разбиения ВР по показателю энергоэффективности ( $\xi^{\max}$ ) был выбран шаг градации — число, кратное трем, реально отражающее, на наш взгляд, разделение ВР на семь классов по всему интервалу изменения коэффициента сопротивления от минимального значения  $1 < \xi^{\max} \leq 3$  (класс А — например, простые нерегулируемые решетки, не затененные сетками или другими конструктивными элементами) до максимального значения, когда  $729 < \xi^{\max}$  (класс G) — например, зарубежные сопловые панельные ВР.

По табл. 1 возможно по величине  $\xi^{\max}$  различных ВР единообразно выявить класс эффективности различных ВР. Причем, как это было сказано ранее, для автомобильных ВР эта величина постоянная и характеризует степень аэродинамического сопротивления всего параметрического ряда (от минимального размера до максимального), а для неавтомобильных ВР  $\xi^{\max}$  — непостоянная величина. В этом и заключается необходимость проверки фактического параметра  $\xi^{\max}$  различных типоразмеров неавтомобильных ВР, отличающихся при производстве параметрического ряда.

Это еще раз подтверждает целесообразность единообразной оценки эффективности ВР по предложенному показателю  $\xi^{\max}$ .

Предложенная оценка энергоэффективности позволяет достоверно оценить энергозатраты конкурирующих ВР для организации воздухообмена в помещении и выбрать наилучший вариант. При этом предлагается предприятиям-производителям указывать в каталогах на изделия информацию в привязке к классу энергоэффективности по показателю  $\xi^{\max}$ .

Известно, что декларативная идентификация ВР по классам энергоэффективности самими производителями вентиляционного оборудования с периодическим выборочным контролем государственных или независимых лабораторий обязывает производить маркировку выпускаемых изделий согласно Постановлению Правительства РФ № 122 «О видах и характеристиках товаров, информация о классе энергетической эффективности которых должна содержаться в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках, и принципах правил определения производителями, импортерами класса энергетической эффективности товара».

Маркировка энергоэффективности ВР предполагает нанесение на изделие или на его упаковку этикетки стандартного образца с указанием класса энергоэффективности каждого изделия со ссылкой на информацию в соответствующем каталоге.

Понятно, что мероприятия по маркировке изделий в соответствии с выявленной энергоэффективностью ВР не должны быть оторваны от ряда важных положений: экономических показателей, ситуации на рынке продаж отечественной и зарубежной продукции с учетом добросовестной конкуренции, необходимости импортозамещения и еще многих насущных факторов и проблем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рымкевич А. А., Халамазер М. Е. Управление системами кондиционирования воздуха. М. «Машиностроение», 1977 г.
2. Гримитлин М. И. Вентиляция, отопление цехов машиностроительных заводов. М. 1978 г.
3. Богословский В. Н. Тепловой режим зданий. М. 1979 г.
4. Шепелев И. А., Шилькрот Е. О. К расчету естественной вентиляции горячих цехов. Труды ЦНИИ промзданий. М. 1972 г.
5. Шилькрот Е. О., Губернский Ю. Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта. АВОК № 4, 2008 г.
6. Позин Г. М. Принципы разработки приближенной математической модели тепловоздушных процессов в вентилируемых помещениях. Известия вузов № 11, 1980 г.

## Новое изделие завода «Арктос» — решетки скрытого монтажа СМН

Завод «Арктос» приступил к серийному производству нового вида продукции: решетки для скрытого монтажа 1СМН, 2СМН, 3СМН со съёмным блоком жалюзи, которые применяются в приточной и вытяжной вентиляции зданий и помещений при монтаже на любую поверхность — под финишную отделку.

Данные решетки могут дополнительно оснащаться фильтром для очистки приточного или вытяжного воздуха. Съёмный блок жалюзи позволяет производить замену фильтра без демонтажа всей конструкции, а также открывает доступ в вентиляционный канал.

На поверхности профиля рамки, куда будет наноситься шпатлевка, есть рифления для лучшей адгезии, также предусмотрен выступ для предотвращения попадания шпатлевки внутрь решетки.

Кроме того, на рамке решетки находятся элементы крепления для съёмного блока и фильтрующего элемента. Съёмный блок фиксируется на рамке при помощи закрепленных на нем магнитов. При заказе решеток без фильтров крепления фильтрующего элемента на рамку не устанавливаются.

Минимальный размер решеток 150 x 50 мм. Максимальный размер: по стороне А = 1000 мм, стандартный шаг изготовления — 50 мм; по стороне В = 300 мм, стандартный шаг изготовления — 50 мм.

По вопросам приобретения нашей продукции вы можете обратиться к официальному дистрибьютору компании «Арктика»: +7 (495) 981-15-15, +7 (812) 441-35-30, [www.arktika.ru](http://www.arktika.ru), [www.arktos.ru](http://www.arktos.ru), [www.arktoscomfort.ru](http://www.arktoscomfort.ru)

