

**Скорик Татьяна Александровна**  
Skorik Tatiana  
Ростовский государственный строительный университет  
Rostov State Building University  
Доцент кафедры «Отопление, вентиляция и кондиционирование»  
Docent of Department of "Heating, Ventilation and Air Conditioning"  
E-Mail: ovik1935@mail.ru

**Глазунова Елена Константиновна**  
Glazunova Elena  
Ростовский государственный строительный университет  
Rostov State Building University  
Доцент кафедры «Отопление, вентиляция и кондиционирование»  
Docent of Department of "Heating, Ventilation and Air Conditioning"

**Трубников Анатолий Александрович**  
Trubnikov Anatoliy  
Ростовский государственный строительный университет  
Rostov State Building University  
Аспирант кафедры «Отопление, вентиляция и кондиционирование»  
Post-graduate of Department of "Heating, Ventilation and Air Conditioning"

05.25.01 - Охрана труда (технические науки)

## **Энергоэффективные методы нормализации микроклимата производственных помещений**

Energy efficiency of the normalization method microclimate of industrial facilities

**Аннотация:** Приводится теоретический и экспериментальный анализ факторов, определяющих микроклимат производственных помещений. Предложена оценка энергоэффективности мероприятий по нормализации пылевой обстановки и характеристик местных отсосов.

**The Abstract:** Given the theoretical and experimental analysis of the factors determining the indoor climate of industrial premises. Suggested the assessment of energy efficiency measures to normalize the dust situation and characteristics of local suction.

**Ключевые слова:** Микроклимат, энергоэффективность, пылевая обстановка, местный отсос.

**Keywords:** Indoor climate, energy efficiency, dust situation, local suction.

\*\*\*

В современных условиях определяющее значение в принятии конкурентоспособных решений, отвечающих конкретным задачам, стоящим перед ИТР и обществом имеет новый усовершенствованный подход к оценке инженерных решений. Потребность в инновационном

подходе обусловлен как внешними, так и внутренними факторами, в том числе изменившейся экономической ситуацией и проблемами энергосбережения.

Важнейшим условием энергосбережения является создание системы энергоменеджмента как системы управления энергоресурсами. Основной целью энергоменеджмента является определение путей быстрого и эффективного снижения энергетических потерь и предотвращение неоправданных затрат на проведение соответствующих мероприятий.

Применительно к технически системам речь идет о необходимости учета уровня энергопотребления в качестве одной из целевых функций при принятии технических решений. Особенно остро данная проблема стоит для вспомогательных технических систем, призванных обслуживать основное технологическое оборудование. Оптимизация энергопотребления таких систем, зачастую проектируемых, финансируемых и эксплуатируемых «по остаточному принципу», производится посредством установки жестких лимитов на установочную мощность их силового оборудования.

Наглядным примером такого рода систем являются вентиляционные системы различного назначения. Несмотря на определяющую роль вентиляционных систем в создании и поддержании необходимых санитарно-гигиенических параметров воздуха внутри помещений, соблюдении экологических нормативов промышленных выбросов в атмосферу, а также в выполнении ряда других функций (предварительной подготовки воздуха, утилизации теплоты и т.п.) сложившаяся практика их проектирования ограничивается определением производительности и аэродинамических потерь как основных параметров выбора проектных решений.

Кроме установочной мощности и КПД вентиляторной установки перечень рабочих параметров вентиляционных систем не содержит критериев оценки уровней их энергопотребления и энергосбережения. Таким образом остается не раскрытым понятие «эффективность работы вентиляционной системы», оценка которой прежде всего должна учитывать энергоэффективность и функциональное назначение системы. Анализ отечественной и зарубежной практики в области оптимизации энергопотребления и энергосбережения показывает, что на сегодняшний день можно выделить три основных способа снижения потребления энергии в технических системах:

- исключение нерационального использования энергии;
- устранение потерь энергии;
- повышение эффективности использования «полезных» энергозатрат.

При этом остается открытым вопрос о сравнении энергоэффективности различных по своей производительности вентиляционных систем. Решение данной задачи целесообразно разбить на два этапа.

Первый и основной этап должен ответить на вопрос: насколько эффективно осуществляется управление энергоресурсами системы в целом, без детализации ее структурных элементов, т.е. тех функций, которые она должна реализовать. Для этого необходимо ввести понятие комплексного энергетического параметра вентиляционной системы  $\mathcal{E}_{\text{эн}}$ , равного расходу «полезной» энергии на обработку единицы объема газа в единицу времени, т.е. оценить удельный (на единицу расхода газа) суммарный энергетический КПД вентиляционной системы [1].

Важнейшим параметром вентиляционной системы, определяющим ее энергопотребление является ее производительность, которая, в свою очередь, связана с воздухообменом вентилируемого помещения и схемой его реализации. Таким образом, при оценке энергоэффективности вентиляционных систем, необходимо осуществлять комплексный подход, включая вопросы проектирования вентиляции, организационные и технологические мероприятия.

Известно, что ввиду значительности вредных выделений и жестких санитарно-гигиенических нормативов к параметрам микроклимата производственных помещений, особенно сложна организация вентиляции промышленных предприятий, в частности, технология которых сопровождается пылевыделениями. Удаление вредностей из объема производственного помещения может осуществляться тремя способами: общеобменной вентиляцией, локализующей вентиляцией с местными отсосами и по смешанной схеме. Именно подобный способ определения воздухообмена по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ закреплен нормативно[2]. Расход приточного воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, для систем вентиляции следует определять расчетом

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z}(q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}, \quad (1)$$

где  $L_{w,z}$  — расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, м<sup>3</sup>/ч;

$m_{po}$  — расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;

$q_{w,z}$ ,  $q_l$  — концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за ее пределами, мг/м<sup>3</sup>;

$q_{in}$  — концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м<sup>3</sup>;

$V_p$  — объем помещения, м<sup>3</sup>

В данном выражении учтено, что местными отсосами локализуется и удаляется часть вредностей, поступающих от технологического оборудования (обычно 60-70%), а оставшееся количество поступает в объем помещения. При этом, если сделать допущение, что приточный воздух не содержит вредностей, а концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны равна ПДК, то можно записать, что

$$L = m_{po} / q_l; L_{w,z} = m_{po} / (q_{w,z} - q_l) \text{ или } L = m_{po} / \text{ПДК}; L_{w,z} = m_{po} / (q_{w,z} - \text{ПДК}). \quad (2)$$

Таким образом, чем вреднее выделяющееся вещество и соответственно ниже ПДК, тем больше расход воздуха.

Целесообразно для локализации вредностей организовывать герметизирующие укрытия технологического оборудования, снабженные местными отсосами (системы аспирации). В этом случае обслуживаемые объемы укрытия технологического оборудования и производственного помещения кратности воздухообмена в них разнятся приблизительно на два порядка, что обуславливает стесненный характер процессов и высокую турбулизацию среды в объеме укрытия и местного отсоса, а это, в свою очередь, более интенсивные контакт и удаление пылевых частиц. Следовательно удаление вредностей местными отсосами предпочтительней, чем общеобменной вентиляцией.

Удаляемый из помещения воздух в холодный период года необходимо компенсировать подогретым притоком, поэтому сокращение воздухообмена – один из путей сокращения энергозатрат. Другое направление – уменьшение установочной мощности электродвигателей вентагрегатов. И здесь, имея в виду различные производительности и потери давления в системах местной и общеобменной вентиляции, энергозатраты последних в 3-4 раза выше.

В области проектирования сложных технических систем, каковыми являются системы вентиляции со всем многообразием решаемых ими задач и реализующих каждую из перечисленных технологий защиты воздушной среды производственных помещений, накоплен об-

ширный научный и практический потенциал. Однако его использование затруднено, поскольку нет единого подхода к оценке качества работы различных технических систем и их элементов. В инженерной практике доминирует типизация не только технических решений, но и их рабочих характеристик. Даже такой основной для сложных технических систем параметр как КПД, аналогом которого выступает эффективность, определен не для каждого элемента технических систем защиты воздуха рабочих зон.

Очевидно, что в этих условиях необходим комплексный подход к решению проблемы прогноза и повышения эффективности работы устройств, призванных снизить загрязнение воздуха рабочих зон промышленных предприятий.

Не менее важной представляется задача доведения полученных научных методик прогноза эффективности работы технических решений по улавливанию загрязняющих веществ до уровня, пригодного для проведения инженерных расчетов. Поэтому при написании настоящей работы авторы ставили перед собой задачу обобщить имеющиеся материалы по улавливанию и подавлению загрязняющих веществ в объемах производственных помещений, сконцентрировав внимание на методах расчета эффективности, как основного параметра, характеризующего целевое назначение технических решений по защите воздуха рабочих зон.

Многофакторность процессов, происходящих в вентилируемых помещениях и необходимость решения поставленных выше задач определяют необходимость использования методов оптимизации. Так как речь идет о выборе оптимальной структуры организации воздухообмена и самих систем с последующим расчетом оптимальных значений параметров при данной структуре объекта, то целесообразно осуществление и структурной и параметрической оптимизации [3]. Стандартную математическую задачу применительно к описываемым событиям можно интерпретировать следующим образом.

Общий случай математической постановки задачи включает три компоненты – целевую функцию  $F$ , ограничения  $gf$  и граничные условия. Ограничения выражают определенные зависимости между переменными величинами, которые могут быть как теоретическими, так и статистическими. Граничные условия показывают предельные значения искомых переменных. Несмотря на то, что между отдельными режимными параметрами имеется функциональная связь и они могут быть определены аналитически, например, по формулам (1,2), на практике их взаимозависимость сложнее и необходимо проведение эксперимента (возможно численного) с последующей статистической обработкой, результаты которой и будут тем ограничением, которое следует включить в задачу оптимизации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скорик Т.А., Трубников А.А., Колошайн А.А К вопросу энергоменеджмента работы вентиляционных систем //Известия РГСУ» №14, 2010., с.126-129
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование/ Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. -55с.
3. <http://ru.wikipedia.org/w/index.php.title>