

УДК 697.9

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ: ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ

Пивоваров Вячеслав Русланович,

Студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Wyacheslav25.pivovarov@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы энергоэффективности систем вентиляции промышленных зданий с учётом современных технических и организационных подходов. Актуальность темы связана с высокой долей энергозатрат на вентиляцию в структуре потребления промышленных объектов, а также с необходимостью соблюдения санитарных и технологических требований. В рамках обзорного анализа были рассмотрены основные типы вентиляционных систем, факторы, влияющие на их энергопотребление, а также современные технические решения, направленные на снижение затрат энергии. Отдельное внимание уделено организационным мерам, связанным с эксплуатацией, управлением и обслуживанием вентиляционных установок. Показано, что повышение энергоэффективности вентиляции возможно только при комплексном подходе, учитывающем как инженерные, так и эксплуатационные аспекты.

Ключевые слова: вентиляция промышленных зданий, энергоэффективность, энергосбережение, вентиляционные системы, промышленная вентиляция, управление вентиляцией.

ENERGY EFFICIENCY OF VENTILATION OF INDUSTRIAL BUILDINGS: A REVIEW OF TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL APPROACHES

Pivovarov Vyacheslav Ruslanovich,

Student

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Wyacheslav25.pivovarov@mail.ru

ABSTRACT

The article examines issues of energy efficiency in ventilation systems for industrial buildings, considering modern technical and organizational approaches. The relevance of the topic is related to the high share of energy costs for ventilation in the consumption structure of industrial facilities, as well as the need to comply with sanitary and technological requirements. The review analysis examined the main types of ventilation systems, factors affecting their energy consumption, and modern technical solutions aimed at reducing energy costs. Special attention is

paid to organizational measures related to the operation, management, and maintenance of ventilation systems. It is shown that improving the energy efficiency of ventilation is only possible with a comprehensive approach that considers both engineering and operational aspects.

Keywords: ventilation of industrial buildings, energy efficiency, energy saving, ventilation systems, industrial ventilation, ventilation control.

Введение

Вентиляция промышленных зданий является неотъемлемой частью системы обеспечения безопасных и комфортных условий труда. В производственных помещениях вентиляция выполняет сразу несколько функций: удаление загрязнённого воздуха, подачу свежего воздуха, поддержание допустимых параметров микроклимата и снижение концентрации вредных веществ. При этом именно вентиляционные системы зачастую становятся одними из самых энергоёмких элементов инженерной инфраструктуры промышленного объекта [1].

Рост цен на энергоресурсы и усиление требований к энергоэффективности зданий приводят к необходимости пересмотра традиционных подходов к проектированию и эксплуатации вентиляции. В рамках данной курсовой было рассмотрено, какие технические и организационные решения применяются для снижения энергопотребления вентиляционных систем промышленных зданий и какие направления считаются наиболее перспективными [2].

Методы и материалы

Промышленные здания отличаются от жилых и общественных объектов как по назначению, так и по условиям эксплуатации. В производственных помещениях формируются значительные тепловыделения, пылевые и газовые загрязнения, а также локальные источники вредных веществ. Вследствие этого вентиляция должна обеспечивать интенсивный воздухообмен, что напрямую отражается на энергозатратах.

Было рассмотрено, что системы вентиляции промышленных зданий могут быть общеобменными, местными или комбинированными. Общеобменная вентиляция используется для разбавления загрязнений во всём объёме помещения, тогда как местная вентиляция направлена на удаление вредных веществ непосредственно от источника их образования. Применение местных отсосов позволяет снизить общий расход воздуха, что в итоге уменьшает энергопотребление системы [3].

Энергоэффективность вентиляционных систем зависит от совокупности технических и эксплуатационных факторов. К основным из них относятся объём подаваемого воздуха, аэродинамическое сопротивление сети, эффективность вентиляторов, режимы работы оборудования и уровень автоматизации.

Было показано, что значительная часть потерь энергии связана с избыточными расходами воздуха. В ряде случаев вентиляция работает с постоянной производительностью независимо от реальной потребности, что приводит к неоправданному росту энергозатрат. Вследствие этого всё большее распространение получают системы с переменным расходом воздуха, позволяющие адаптировать работу вентиляции к текущим условиям [4].

Одним из ключевых технических решений является применение энергоэффективных вентиляторов с высоким коэффициентом полезного действия. Современные вентиляторы с электронно-коммутируемыми двигателями позволяют снизить потребление электроэнергии и обеспечить более гибкое регулирование производительности.

Широкое распространение получили системы рекуперации тепла, позволяющие использовать теплоту удаляемого воздуха для подогрева приточного. В условиях промышленных зданий рекуперация особенно актуальна в холодный период года, когда затраты на нагрев приточного воздуха являются значительными. Использование пластинчатых, роторных и жидкостных теплообменников позволяет существенно снизить теплопотери, что в итоге повышает общую энергоэффективность вентиляции [5].

Также было рассмотрено применение частотно-регулируемых приводов для управления вентиляторами. Такие устройства позволяют плавно изменять скорость вращения и поддерживать требуемые параметры воздухообмена без избыточных затрат энергии.

Современные системы вентиляции всё чаще оснащаются средствами автоматического управления и диспетчеризации. Это позволяет контролировать параметры воздуха, состояние оборудования и режимы работы в режиме реального времени. Автоматизация даёт возможность оптимизировать работу вентиляции в зависимости от загрузки производственных помещений, времени суток и технологических процессов.

Было проанализировано, что внедрение систем автоматического регулирования позволяет сократить энергопотребление за счёт отключения или снижения производительности вентиляции в периоды отсутствия персонала или снижения интенсивности производства. В итоге вентиляция начинает работать не постоянно, а по фактической потребности, что положительно сказывается на энергобалансе предприятия [2].

Помимо технических решений, важную роль в повышении энергоэффективности играет организация эксплуатации вентиляционных систем. Неправильная настройка оборудования, загрязнение фильтров и воздуховодов, а также несвоевременное техническое обслуживание приводят к росту сопротивления сети и увеличению энергопотребления [4].

В рамках курсовой было рассмотрено, что регулярное техническое обслуживание, контроль состояния оборудования и корректировка режимов работы позволяют снизить энергозатраты без значительных капитальных вложений. Обучение обслуживающего персонала и внедрение регламентов эксплуатации также оказывают положительное влияние на эффективность работы вентиляции.

Проектирование и эксплуатация вентиляции промышленных зданий регламентируются санитарными, строительными и отраслевыми нормативными документами. Эти требования направлены прежде всего на обеспечение безопасности и допустимых условий труда, однако они также косвенно влияют на энергопотребление систем.

Было показано, что современные нормативы всё чаще учитывают вопросы энергосбережения и стимулируют применение энергоэффективных решений. Вследствие этого проектирование вентиляции требует поиска баланса между выполнением обязательных требований и снижением эксплуатационных затрат [5].

В настоящее время наблюдается тенденция к интеграции вентиляционных систем в общие системы управления зданием. Это позволяет координировать работу вентиляции, отопления и кондиционирования, добиваясь более рационального использования энергии.

Также развивается направление цифрового мониторинга и анализа данных, при котором параметры работы вентиляции используются для прогнозирования энергопотребления и выявления неэффективных режимов. Это позволяет оперативно принимать решения и корректировать работу системы без вмешательства в её конструкцию.

Заключение

В статье были рассмотрены основные технические и организационные подходы к повышению энергоэффективности вентиляции промышленных зданий. Показано, что значительная часть энергозатрат связана не только с конструктивными особенностями систем, но и с режимами их эксплуатации [1].

В итоге можно отметить, что наибольший эффект достигается при комплексном подходе, включающем применение энергоэффективного оборудования, автоматизацию управления и грамотную организацию эксплуатации. Это позволяет снизить энергопотребление вентиляционных систем без ухудшения условий труда и технологических процессов, что является важной задачей для современных промышленных предприятий.

Список литературы:

1. Панфилов В. И. Вентиляция промышленных зданий: учебное пособие / В. И. Панфилов, Т. А. Кулагина, И. В. Кириллова; Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2025. – 204 с.
2. Боломатов В. Н. Энергоэффективные решения при проектировании отопления, вентиляции и кондиционирования промышленных зданий // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2023. – № 8. – С. 48–55.
3. Ромейко М. Б. Отопление и вентиляция промышленного здания: учебное пособие / М. Б. Ромейко, М. Е. Сапарев; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара: Изд-во Самар. гос. архит.-строит. ун-та; ЭБС АСВ, 2016. – 143 с.
4. Федюшкин А. И. Эффективность вентиляции промышленных зданий / А. И. Федюшкин, А. Г. Чурбанов // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научно-технической конференции. – Воронеж: Изд-во «Науч.-исслед. публикации»; ООО «Вэлборн», 2017. – С. 1372–1380.
5. Боломатов В. Н. Энергоэффективные решения при проектировании отопления, вентиляции и кондиционирования промышленных зданий // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2024. – № 1. – С. 38–45.

References:

1. Panfilov V. I. Ventilation of industrial buildings: a tutorial / V. I. Panfilov, T. A. Kulagina, I. V. Kirillova; Siberian Federal University. - Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2025. - 204 p.
2. Bolomatov V. N. Energy-efficient solutions in the design of heating, ventilation and air conditioning of industrial buildings // Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics. - 2023. - No. 8. - P. 48-55.
3. Romeiko M. B. Heating and ventilation of an industrial building: a tutorial / M. B. Romeiko, M. E. Saparev; Samara State University of Architecture and Civil Engineering. - Samara: Publishing house of Samara. state university of architecture and civil engineering; EBS ASV, 2016. - 143 p.

4. Fedyushkin A. I. Ventilation efficiency of industrial buildings / A. I. Fedyushkin, A. G. Churbanov // Actual problems of applied mathematics, informatics and mechanics: collected papers of the International scientific and technical conference. – Voronezh: Publishing house "Scientific and research publications"; ООО "Velborn", 2017. – Pp. 1372–1380.
5. Bolomatov V. N. Energy-efficient solutions in the design of heating, ventilation and air conditioning of industrial buildings // Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics. – 2024. – No. 1. – Pp. 38–45.