

(2019) – Mode of access: <https://gisprofi.com/gd/documents/novyy-material-ulavlivaet-uglekislyj-gaz.html>. – Date of access: 10.04.2021.

3. Kensei, Y. Low-temperature Conversion of Carbon Dioxide to Methane in an Electric Field [Electronic resource] / Kensei Yamada, Shuhei Ogo, Ryota Yamano [etc.] // Chemistry Letters – 2020/ – Vol.49, No.3. – Mode of access: <https://www.journal.csj.jp/doi/10.1246/cl.190930>. – Date of access: 10.04.2021.

4. Chandler, D. MIT engineers develop a new way to remove carbon dioxide from air / David Chandler / MIT News Office. – October 24, 2019. – Mode of access: <http://news.mit.edu/2019/mit-engineers-develop-new-way-remove-carbon-dioxide-air-1025>. – Date of access: 10.04.2021.

5. Lackner, K. Powerful 'mechanical trees' can remove CO₂ from air to combat global warming at scale / Klaus Lackner // ASU News – April 29, 2019 – Mode of access: <https://asunow.asu.edu/20190429-solutions-lackner-carbon-capture-technology-moves-commercialization>. – Date of access: 10.04.2021.

УДК 697.9

Оценка эффективности организованной приточно-вытяжной вентиляции многоэтажного здания в условиях загрязненного атмосферного воздуха крупных городов

Зафатаев В. А., Ланкович С. В.
Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Республика Беларусь

Определены условия работы и энергоэкономичность системы организованной приточно-вытяжной вентиляции многоэтажного здания, в которой для подогрева приточного воздуха используется теплота солнечного излучения и теплота удаляемого из помещений воздуха. При расчете количества лучистой теплоты, воспринимаемой зданием, учтено состояние загрязнения атмосферного воздуха, характерное для крупных городов.

Введение. Современное состояние мирового энергетического сектора характеризуется высокими темпами роста энергопотребления и соответствующим увеличением дефицита энергоресурсов. В Беларуси, где энергоемкость валового внутреннего продукта существенно выше, чем у других развитых стран, это имеет особое значение, и поднимает статус энергосбережения на уровень государственной политики.

Главным направлением в решении проблем энергосбережения является разработка энергосберегающих процессов, схем, установок, технологий. Наиболее остро проблема энергосбережения проявляется в конечном по-

треблении секторами национальной экономики тепловой энергии, – ее доля в топливно-энергетическом балансе составляет до 33 %, причём доля конечного теплоснабжения в секторе промышленности и в жилищном секторе составляет 37 и 38 % соответственно [1].

Тепловая энергия для Беларуси не является импортируемым ресурсом. Для обеспечения потребностей в тепловой энергии стране требуются первичные ресурсы для ее производства, которые требуется импортировать по причине малой обеспеченности собственных недр и экономической нецелесообразности их добычи и переработки в конечный вид, пригодный для непосредственного использования. Причиной высокого уровня потребления тепловой энергии является, в том числе, устаревшее, часто физически изношенное оборудование с низким показателем эффективности. Не является исключением и оборудование, используемое в системах создания и поддержания параметров микроклимата в зданиях различного назначения – отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Таким образом, для повышения эффективности теплоиспользующих систем и установок необходимо рассмотреть возможность их модернизации с вовлечением вторичных и возобновляемых энергетических ресурсов – солнечной радиации, бытовых тепловыделений и др.

Для повышения эффективности энергопотребления в зданиях на нужды отопления и вентиляции предлагается система приточно-вытяжной вентиляции, в которой реализована возможность использования возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов [2, 3]. В дневное время суток в течение отопительного периода в предлагаемой системе осуществляется подогрев воздуха в щелевом канале 1, образованном наружным светопрозрачным вентилируемым фасадом 2 и наружной поверхностью стен 3 здания под действием солнечного излучения. При движении по щелевому каналу воздух аккумулирует теплоту солнечного излучения, в том числе отраженную от наружной поверхности стены. Также в системе осуществляется передача теплоты от греющего теплоносителя – вытяжного воздуха – к нагреваемому приточному воздуху в прямоточном теплообменнике 4–5 типа «труба в трубе», оборудованном в нижней части устройством дополнительного подогрева воздуха 20, содержащим электронагреватель 17 и тепловую пушку с газовой горелкой 18.

Конструктивное решение предлагаемой системы вентиляции поясняется схемой на рис. 1.

Известно, что загрязненный продуктами сгорания топлива атмосферный воздух характеризуется более высокой оптической плотностью, ухудшающей условия инсоляции и пропуск инфракрасного излучения. Кроме того, пылевые и сажевые микрочастицы, витающие в воздухе, способны оседать на поверхности светопрозрачных элементов зданий, снижая

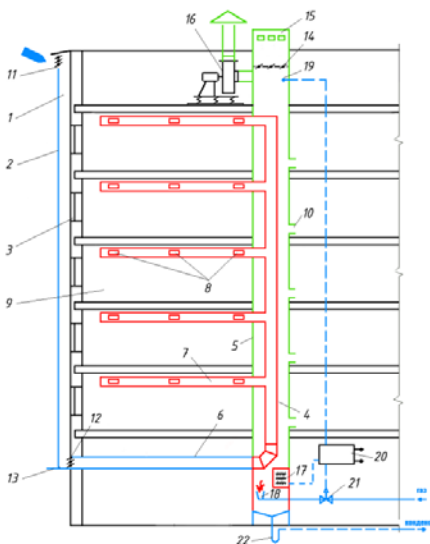


Рис. 1. Система приточно-вытяжной вентиляции многоэтажного здания

степень их светопропускания. Задачей настоящего исследования являлось определение энергетической эффективности предлагаемой системы вентиляции в условиях загрязнения атмосферного воздуха крупных городов. Отметим, что энергетическая эффективность предлагаемой системы вентиляции в условиях чистого атмосферного воздуха определена ранее [2]. Теоретические предпосылки и описание исходных данных также представлены в работе [2]. Дополнительным условием для настоящего исследования является введение в расчет факторов, учитывающих условия загрязнения атмосферы и затенение остекления светопро-

зрачного навесного фасада, образующего вместе с наружной стеной здания щелевой канал для прохода приточного воздуха.

Как было отмечено ранее [2] определить величину экономии энергии на нужды отопления и вентиляции здания отдельно по каждому месяцу в отопительном периоде за счет эксплуатации в здании предлагаемой системы вентиляции затруднительно, поскольку установить взаимосвязь между помесечной продолжительностью солнечного сияния и температурой наружного воздуха не представляется возможным. Для решения указанной проблемы разработан следующий подход [2]: величину помесечной экономии энергии на нужды отопления и вентиляции здания определили в виде доли от общей экономии энергии на соответствующие нужды в отопительный период, где в качестве коэффициента пропорциональности принято отношение продолжительности солнечного сияния в часах по каждому месяцу отопительного периода к среднему количеству часов в месяце отопительного периода. Так, для г. Полоцка, согласно разработанному методу, длительность солнечного сияния в октябре составила 10,7 % от среднемесячного времени работы предлагаемой системы вентиляции, в ноябре – 4,2 %, в декабре – 3,0 %, в январе – 5,3 %, в феврале – 8,3 %, в марте – 14,9 %.

На рис. 2 показано изменение величин возможной экономии энергии на нужды отопления и вентиляции здания за счет применения предлагаемой системы вентиляции (при наличии устойчивого солнечного облучения) и величин затрат энергии на нужды отопления и вентиляции (в случае отсутствия или неиспользования нетрадиционных средств рекуперации тепловой энергии, которыми оснащена предлагаемая система вентиляции) в зависимости от температуры наружного воздуха для условий чистой атмосферы и для условий загрязненного атмосферного воздуха в крупных городах.

При температурах наружного воздуха от $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, при наличии устойчивого солнечного облучения здания в условиях чистой атмосферы расчетная величина экономии энергии за счет использования теплоты солнечной радиации и теплоты удаляемого воздуха в предлагаемой системе вентиляции будет превышать затраты энергии на нужды отопления и вентиляции аналогичного здания, не оснащенного предлагаемой системой.

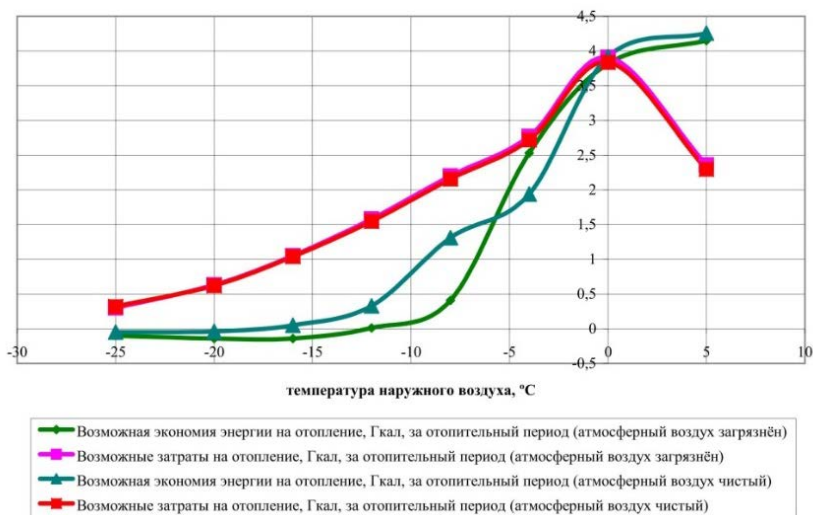


Рис. 2. Возможная экономия и затраты энергии на нужды отопления и вентиляции, Гкал, за отопительный период в расчете на одну солнцеприемную панель девяти типовых жилых комнат

В условиях загрязненной атмосферы и при наличии устойчивого солнечного облучения здания предлагаемая система вентиляции будет обеспечивать и поддерживать допустимые условия микроклимата без необходимости использования дополнительных энергопотребляющих устройств

только при температурах наружного воздуха от +2,1 °С и выше. При температурах наружного воздуха от –18 °С и ниже в условиях чистой атмосферы и при температурах от –14 °С и ниже в условиях загрязненной атмосферы экономический эффект за счет использования в предлагаемой системе вентиляции тепловой энергии возобновляемых и вторичных источников отсутствует. В эти периоды в здании условия микроклимата необходимо обеспечивать за счет задействования в предлагаемой системе вентиляции устройств дополнительного подогрева воздуха.

Максимальные затраты энергии на нужды отопления и вентиляции в отопительный период по зданию без средств рекуперации тепловой энергии или в случае полного отсутствия солнечного облучения могут составить 14,55 Гкал (1148,90 бел. руб.) в условиях чистой атмосферы и 14,80 Гкал (1171,70 бел. руб.) в условиях загрязненной атмосферы, а максимальная экономия энергии на нужды отопления и вентиляции за отопительный период в аналогичном здании с предлагаемой системой вентиляции в случае наличия устойчивого солнечного облучения составит 11,72 Гкал (928,43 бел. руб.) в условиях чистой атмосферы и 10,54 Гкал (835,27 бел. руб.) в условиях загрязненной атмосферы. Реальная же экономия в расчете на одну солнцеприемную панель девяти типовых жилых комнат за 385 часов солнечного сияния (по г. Полоцку) в течение отопительного периода составляет 0,916 Гкал (72,56 бел. руб.) в условиях чистой атмосферы и 0,824 Гкал (65,28 бел. руб.) в условиях загрязненной атмосферы. Таким образом, чем больше время солнечного сияния и чем чище атмосферный воздух, тем выше величина экономии энергии в предлагаемой системе вентиляции (в целом, согласно приведенным выше значениям, предлагаемая система вентиляции работает экономичнее на 11 % в условиях чистой атмосферы).

Литература

1. Энергетический баланс Республики Беларусь / редкол.: И. В. Медведа (отв. ред.) [и др.] / Мн., 2017. – 153 с.
2. Зафатаев, В. А. Термодинамическое обоснование применения системы приточно-вытяжной вентиляции зданий с утилизацией теплоты удаляемого воздуха в условиях ее работы при низких температурах наружного воздуха / В. А. Зафатаев, С. В. Ланкович, А. С. Лапезо // Электронный сборник статей II международной научной конференции «Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации», Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 / Полоцкий государственный университет; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2020. – С. 499–513.
3. Устройство тепловой вентиляции: изобр. 22969 / В. И. Липко, В. А. Зафатаев, С. В. Ланкович. – Опубл. 30.06.2020.