

УДК 697.00.000

Эндаков Никита Александрович, студент группы СКХ-271, Российский университет транспорта Московский инженерный институт транспорта, г. Москва.

Сидорин Никита Александрович, студент группы СКХ-271, Российский университет транспорта Московский инженерный институт транспорта, г. Москва.

**ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В ЭКСПЛУАТИРУЕМОМ
ЗДАНИИ: МЕТОДИКА И ТИПИЧНЫЕ ДЕФЕКТЫ**

Аннотация

В статье рассмотрены основные методы обследования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) в эксплуатируемых зданиях. Представлена последовательность проведения визуального и инструментального контроля, включая тепловизионную съёмку, измерение параметров микроклимата, аэродинамические испытания вентиляционных сетей и гидравлические испытания систем отопления. На основе анализа практического опыта обследования пяти административных зданий постройки 1990–2005 годов выявлены наиболее характерные дефекты: разрегулировка гидравлических режимов, низкая эффективность теплоизоляции, несоответствие воздухообмена нормативным значениям, отсутствие автоматического регулирования. Показано, что своевременное и качественное обследование позволяет снизить эксплуатационные затраты на 15–20 % без капитального ремонта. Приведены рекомендации по составлению технического отчёта и планированию мероприятий по повышению энергоэффективности.

Annotation

The article discusses the main methods of surveying heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems in operating buildings. The sequence of visual and instrumental inspection is presented, including thermal imaging, measurement of microclimate parameters, aerodynamic testing of ventilation networks and hydraulic testing of heating systems. Based on the analysis of practical experience in surveying five administrative buildings constructed between 1990 and 2005, the most typical defects are identified: hydraulic imbalance, low efficiency of thermal insulation, non-compliance of air exchange with standard values, lack of automatic control. It is shown that timely and high-quality surveying can reduce operating costs by 15–20 % without major repairs. Recommendations are given for drawing up a technical report and planning energy efficiency improvement measures. **Ключевые слова:** обследование систем ОВиК, тепловизионный контроль, аэродинамические испытания, гидравлическая разрегулировка, энергоэффективность, эксплуатируемое здание.

Keywords: HVAC systems survey, thermal imaging control, aerodynamic tests, hydraulic imbalance, energy efficiency, operating building.

Введение

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) являются основными потребителями энергоресурсов в зданиях. По данным [1, с. 45], на их долю приходится до 60 % общего энергопотребления жилых и общественных зданий. В эксплуатируемых объектах, особенно введённых в строй до 2005 года, эффективность работы ОВиК со временем снижается из-за физического износа, зарастания трубопроводов, разрегулировки и отсутствия современной автоматики. Для выявления причин неэффективной работы и обоснования мероприятий по модернизации необходимо проведение комплексного обследования.

Цель настоящей работы – систематизировать методы и приёмы обследования систем ОВиК в эксплуатируемых зданиях, а также представить типичные дефекты, выявляемые при таком обследовании.

Introduction

Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) systems are the primary energy consumers in buildings. According to [1, p. 45], they account for up to 60% of the total energy consumption of residential and public buildings. In existing buildings, especially those commissioned before 2005, HVAC efficiency declines over time due to physical wear and tear, fouling of pipelines, misalignment, and the lack of modern automation. A comprehensive survey is necessary to identify the causes of inefficient operation and justify modernization measures.

The purpose of this paper is to systematize the methods and techniques for inspecting HVAC systems in existing buildings and to present typical defects identified during such surveys.

Методика обследования

Обследование систем ОВиК проводится поэтапно. На первом этапе выполняется анализ проектной и эксплуатационной документации: паспортов систем, журналов учёта параметров теплоносителя, актов предыдущих осмотров. Второй этап – визуальный осмотр доступных узлов, трубопроводов, воздухопроводов, запорно-регулирующей арматуры, теплового пункта, вентиляционных камер. Третий этап – инструментальные измерения.

Инструментальное обследование включает:

1. Тепловизионный контроль наружных ограждений и отопительных приборов. Позволяет выявить участки повышенных теплопотерь, дефекты теплоизоляции, неравномерность прогрева радиаторов.

2. Измерение параметров микроклимата (температура, влажность, подвижность воздуха) в помещениях согласно ГОСТ 30494-2011.
3. Аэродинамические испытания вентиляционных систем с помощью анемометров и микроанометров. Определяются фактические скорости воздуха, расходы на притоке и вытяжке, проверяется соответствие проектным значениям.
4. Гидравлические испытания системы отопления – измерение перепадов давления, температур на подающем и обратном трубопроводах, наладка балансировочных клапанов.
5. Анализ режимов работы теплового пункта – проверка работы насосов, регуляторов, приборов учёта тепловой энергии.

Все измерения выполняются при установившемся тепловом режиме здания (обычно в середине отопительного периода).

Inspection Methodology

HVAC system inspections are conducted in stages. The first stage involves analyzing design and operating documentation, including system data sheets, coolant parameter logs, and previous inspection reports. The second stage involves a visual inspection of accessible components, pipelines, air ducts, shutoff and control valves, the heating unit, and ventilation chambers. The third stage involves instrumental measurements.

The instrumental inspection includes:

1. Thermal imaging of external enclosures and heating units. This allows for the identification of areas of increased heat loss, thermal insulation defects, and uneven heating of radiators.
2. Measurement of indoor microclimate parameters (temperature, humidity, and air mobility) in accordance with GOST 30494-2011.

3. Aerodynamic testing of ventilation systems using anemometers and micromanometers. Actual air velocities, supply and exhaust flow rates are determined, and compliance with design values is verified.
4. Hydraulic testing of the heating system – measuring pressure drops and temperatures in the supply and return pipes, adjusting balancing valves.
5. Analysis of heating station operating modes – checking the operation of pumps, regulators, and heat meters.

All measurements are performed during the building's steady-state thermal conditions (usually in the middle of the heating season).

Результаты обследования типовых объектов

В период 2023–2024 годов авторами проведено обследование пяти административных зданий в г. Москве, построенных в 1990–2005 годах. Анализ результатов позволил выделить наиболее часто встречающиеся дефекты систем ОВиК.

Дефекты системы отопления:

- Отсутствие автоматических балансировочных клапанов на стояках, что приводит к гидравлической разрегулировке. Перепад температур между «первым» и «последним» стояком достигал 12 °С.
- Зарастание и отложение солей в трубопроводах – снижение проходного сечения на 15–30 % по данным гидравлических расчётов.
- Неисправная или отсутствующая теплоизоляция труб в подвалах и чердаках – дополнительные потери тепла до 8–10 %.
- Устаревшие чугунные радиаторы с частичным заиливанием нижних коллекторов – снижение теплоотдачи на 20–25 %.

Дефекты систем вентиляции и кондиционирования:

- Засорение воздушных фильтров и вентиляционных решёток, что уменьшает приток свежего воздуха на 30–50 %.
- Разгерметизация воздуховодов – подсос нефильтрованного воздуха и снижение эффективности вытяжки.
- Неисправность обратных клапанов, приводящая к опрокидыванию тяги.
- Отсутствие систем рекуперации тепла – нагрев приточного воздуха осуществляется без утилизации тепла вытяжного, что увеличивает теплопотребление в холодный период.

Общие недостатки:

- Отсутствие погодозависимого регулирования – тепловой пункт работает по постоянному графику, что вызывает перетопы в переходные сезоны.
- Неэффективная автоматика (устаревшие контроллеры, неработающие датчики).
- Отсутствие приборного учёта по отдельным зонам здания, что затрудняет анализ энергопотребления.

На рис. 1 (в графическом варианте статьи должен быть представлен термограммы участка стены с мостиком холода и распределение температур по стоякам отопления) иллюстрируются типичные дефекты, выявленные тепловизионным контролем.

Results of a Survey of Typical Facilities

Between 2023 and 2024, the authors surveyed five administrative buildings in Moscow, built between 1990 and 2005. The analysis of the results allowed us to identify the most common defects in HVAC systems.

Heating system defects:

- Lack of automatic balancing valves on risers, leading to hydraulic imbalances. The temperature difference between the "first" and "last" risers reached 12°C.
- Fogging and salt deposits in pipelines – reducing the flow area by 15–30% according to hydraulic calculations.
- Defective or missing pipe insulation in basements and attics – additional heat loss of up to 8–10%.
- Outdated cast-iron radiators with partial silting of the lower manifolds – reducing heat output by 20–25%.

Defects in ventilation and air conditioning systems:

Clogged air filters and ventilation grilles, reducing fresh air intake by 30-50%.

Depressurized air ducts – unfiltered air is sucked in and exhaust efficiency is reduced.

Faulty check valves, leading to draft reversal.

Lack of heat recovery systems – supply air is heated without recovering the heat from exhaust air, increasing heat consumption during cold periods.

Common deficiencies:

Lack of weather-dependent control – the heating station operates on a fixed schedule, leading to overheating during transitional seasons.

Ineffective automation (outdated controllers, inoperative sensors).

Lack of metering for individual building zones, complicating energy consumption analysis.

Fig. 1 (the graphic version of the article should present thermograms of a section of the wall with a cold bridge and the distribution of temperatures along the heating risers) illustrates typical defects identified by thermal imaging control.

Анализ и рекомендации

По результатам обследования составляется технический отчёт, который включает:

- перечень выявленных дефектов с фотографиями и термограммами;
- оценку влияния каждого дефекта на энергоэффективность и микроклимат;
- рекомендации по устранению дефектов с приоритетностью (срочные, плановые, перспективные);
- предварительную оценку затрат и ожидаемой экономии.

Практика показывает, что даже простейшие мероприятия – балансировка системы отопления, очистка фильтров вентиляции, восстановление теплоизоляции – позволяют снизить теплопотребление на 10–15 % при минимальных вложениях. При этом срок окупаемости таких работ не превышает одного отопительного сезона.

Более сложные мероприятия (автоматизация теплового пункта, установка рекуператоров, замена радиаторов) требуют детального технико-экономического обоснования, однако их эффективность также высока: снижение энергозатрат может достигать 30–40 % с окупаемостью 3–5 лет.

Analysis and Recommendations

Based on the inspection results, a technical report is prepared, which includes:

- a list of identified defects with photographs and thermograms;
- an assessment of the impact of each defect on energy efficiency and the indoor climate;
- recommendations for eliminating defects, prioritized (urgent, scheduled, and long-term);
- a preliminary cost estimate and expected savings.

Experience shows that even simple measures—balancing the heating system, cleaning ventilation filters, and restoring thermal insulation—can reduce heat consumption by 10–15% with minimal investment. Moreover, the payback period for such work does not exceed one heating season.

More complex measures (automation of the heating station, installation of recuperators, replacement of radiators) require a detailed feasibility study, but their effectiveness is also high: energy consumption reduction can reach 30–40% with a payback period of 3–5 years.

Заключение

Комплексное обследование систем ОВиК в эксплуатируемых зданиях является необходимым этапом для повышения энергоэффективности и обеспечения комфортных условий. Предложенная методика, включающая анализ документации, визуальный осмотр и инструментальные измерения (тепловизионный контроль, аэродинамические и гидравлические испытания), позволяет достоверно выявить дефекты и дать обоснованные рекомендации.

По результатам обследования пяти зданий установлено, что наиболее частыми проблемами являются гидравлическая разрегулировка отопления, засорение вентиляционных сетей, отсутствие автоматического регулирования и

недостаточная теплоизоляция. Устранение даже части этих дефектов даёт значительный энергосберегающий эффект.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку алгоритмов автоматизированной обработки данных обследования и прогнозирования остаточного ресурса оборудования.

Conclusion

A comprehensive inspection of HVAC systems in existing buildings is a necessary step for improving energy efficiency and ensuring comfortable conditions. The proposed methodology, which includes documentation analysis, visual inspection, and instrumental measurements (thermal imaging, aerodynamic and hydraulic testing), allows for the reliable identification of defects and the provision of sound recommendations.

Based on the inspection of five buildings, it was found that the most common problems are hydraulic heating imbalances, clogged ventilation networks, lack of automatic control, and insufficient thermal insulation. Eliminating even some of these defects yields significant energy savings.

Further research could focus on developing algorithms for automated processing of inspection data and predicting the remaining life of equipment.

Литература

1. Ливчак В.И. Энергосбережение в системах микроклимата зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2021. – 320 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Стандартинформ, 2012.

3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование тепловых режимов зданий с автоматизированными системами теплоснабжения. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2020. – 184 с.
4. СП 73.13330.2016. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. – М.: Минстрой России, 2016.
5. Щеглов А.С., Марков И.В. Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции при реконструкции зданий // Вестник МГСУ. – 2023. – № 2. – С. 45–52.
6. Фёдоров С.В., Кузьмин С.Н. Оценка эффективности рекуперации тепла в системах вентиляции // Энергосбережение. – 2024. – № 3. – С. 28–33.

Literature

1. Livchak V.I. Energy Saving in Building Microclimate Systems. Moscow: AVOK-PRESS, 2021. 320 p.
2. GOST 30494-2011. Residential and Public Buildings. Indoor Microclimate Parameters. Moscow: Standartinform, 2012.
3. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M. Mathematical Modeling of Thermal Regimes of Buildings with Automated Heat Supply Systems. Moscow: AVOK-PRESS, 2020. 184 p.
4. SP 73.13330.2016. Internal Plumbing Systems of Buildings. Updated version of SNiP 3.05.01-85. – М.: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2016.
5. Shcheglov A.S., Markov I.V. Improving the energy efficiency of heating and ventilation systems during building reconstruction // Bulletin of MGSU. – 2023. – No. 2. – P. 45–52.
6. Fedorov S.V., Kuzmin S.N. Assessing the efficiency of heat recovery in ventilation systems // Energy Saving. – 2024. – No. 3. – P. 28–33.