

Расчёт вентиляции офисного здания с учётом аэродинамического сопротивления сети

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является описание методики расчета и расчет необходимой вентиляционной системы. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать необходимую вентиляционную систему. В результате описана методика расчетов, получена необходимая система для офисного помещения с общей площадью 240 м².

Ключевые слова: вентиляционная система, сопротивление сети, воздуховоды.

Calculation of ventilation of an office building taking into account the aerodynamic resistance of the network

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this article is to describe the calculation method and calculate the required ventilation system. This work utilized exploratory, analytical, and computational research methods to calculate the required ventilation system. As a result, the calculation method was described and the required system was obtained for an office space with a total area of 240 m².

Keywords: ventilation system, network resistance, air ducts.

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность данного исследования обусловлена возрастающими требованиями к качеству внутренней воздушной среды в зданиях различного назначения, особенно в условиях увеличения плотности размещения людей и распространения энергоэффективных технологий строительства. Современные здания характеризуются высокой герметичностью ограждающих конструкций, что снижает естественный воздухообмен и делает системы вентиляции ключевым элементом обеспечения санитарно-гигиенических условий.

1.2 Обзор исследований

Статья А. А. Мельникова [1] представляет собой краткий обзор одного из видов пусконаладочных работ — паспортизации вентиляционных систем промышленных предприятий. Проведено исследование физических величин в вентиляционной системе с помощью ПО Ansys. Определены скорости и температуры в различных сечениях воздушного потока. в исследовании К. В. Бамбетовой [2]. В работе А. Г. Попова [3] приводятся основные особенности функционирования системы вентиляции и распределения воздуха. Рассмотрены вопросы регулирования аэродинамических характеристик вентиляционных систем. Изложены основные способы регулирования расхода воздуха: изменением производительности вентилятора и созданием дополнительного сопротивления движению воздушного потока в статье Н. Д. Андрийчука [4]. Приведена методика составления математической модели гидравлических характеристик сложных вентиляционных систем на основе их декомпозиции в исследовании Я. А. Гусенцовой [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методики расчета и расчет необходимой вентиляционной системы.

2. Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривалось отдельно стоящее административное здание офисного назначения с заданными геометрическими и эксплуатационными характеристиками.

Методологической основой исследования послужили действующие нормативные документы в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в частности СП 60.13330.2020 [6], регламентирующий требования к расчёту воздухообмена, допустимым скоростям движения воздуха и параметрам микроклимата в помещениях.

3. Результаты и обсуждение

В расчете вентиляции здания ключевую роль играет правильный расчет, который учитывает всевозможные факторы, в число которых также входит и

аэродинамическое сопротивление, сопротивление воздуховодов и прочих, необходимых к расчету, обстоятельств.

Вентиляция – это совокупность инженерных мероприятий и технических систем, предназначенных для организованного воздухообмена в помещениях и зданиях с целью обеспечения нормативных параметров воздушной среды.

Аэродинамическое сопротивление – это физическая величина, характеризующая противодействие движению воздушного потока при его перемещении через каналы, элементы строительных конструкций или вокруг тел.

За исходные данные офисного здания принимается: два этажа офисов общей площадью 240 м², где высота потолков составляет 3 метра.

Объем здания

$$V = 240 \cdot 3 = 720 \text{ м}^3$$

В представленном офисе работают 20 человек. В здании приточно-вытяжная вентиляция.

Расчет расхода воздуха $n = 2.51/\text{ч}$, усредненное значение для офисных помещений.

$$L_1 = n \cdot V$$

$$L_1 = 2.5 \cdot 720 = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Нормированное пространство на человека 40 м³/ч на человека

$$L_2 = N \cdot l$$

$$L_2 = 20 \cdot 40 = 800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Итоговый расход по максимальному значению составляет 1800 м³/ч.

$$L = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчёт сети воздуховодов

$$Q = 0.5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вентиляция с главным каналом 25м, 6 поворотов на 90 градусов, 2 решетки, 1 фильтр. Применяемый материал: оцинкованная сталь.

Подбор диаметра

Комфортная скорость в магистральной установке вентиляционной системы 4 м/с

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0.5}{4} = 0.125 \text{ м}^2$$

Диаметр

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.125}{3.14}} = \sqrt{0.159} \approx 0.399 \text{ м}$$

Расчетный диаметр воздуховода составляет приблизительно 40 сантиметров.

$$D \approx 0.40 \text{ м}$$

Проверка скорости

$$A = 0.126 \text{ м}^2$$

$$v = \frac{0.5}{0.126} \approx 3.97 \text{ м/с}$$

Норма соблюдена согласно СП 60.13330.2020.

Расчет потери давления по формуле Дарси-Вейсбах

$$\Delta P = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho v^2}{2}$$

Где

$$\lambda = 0.02$$

$$L = 25$$

$$D = 0.4$$

$$\rho = 1.2$$

$$v = 4$$

Тогда

$$\frac{\rho v^2}{2} = \frac{1.2 \cdot 16}{2} = 9.6 \text{ Па}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{25}{0.4} = 62.5$$

$$\Delta P_{lin} = 0.02 \cdot 62.5 \cdot 9.6 \approx 12 \text{ Па}$$

Сопротивления системы

$$6 \text{ поворотов: } 0.6 \cdot 6 = 3.6$$

$$2 \text{ решётки: } 1.5 \cdot 2 = 3.0$$

$$\text{фильтр: } 2.5$$

$$\zeta_{\Sigma} = 9.1$$

Потери

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\Delta P_{loc} = 9.1 \cdot 9.6 \approx 87 \text{ Па}$$

Полное сопротивление

$$\Delta P_{total} = 12 + 87 = 99 \text{ Па}$$

Подбор вентилятора для системы

Мощность рассчитывается по формуле

$$P = \frac{\Delta P \cdot Q}{\eta}$$

где

$$Q = 0.5 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\eta = 0.65$$

тогда

$$P = \frac{99 \cdot 0.5}{0.65} \approx 76 \text{ Вт}$$

Итоговые значения отображены в таблице (табл. 1).

Таблица 1 – Рассчитанные данные

Наименование	Значение
Здание – офис	240 м ²
Расход воздуха	1800 м ³ /ч
Воздуховод магистрали	400 мм
Скорость воздуха	~4 м/с
Потери давления	~100 Па
Вентилятор	76 Вт

В итоге проведённых расчетов установлена необходимая вентиляционная система для офисного здания.

4. Выводы

В ходе работы последовательно определены геометрические параметры воздуховодов, скорость движения воздушного потока и суммарные потери давления, включающие как линейные, так и местные сопротивления.

Практическая значимость данного исследования заключается в возможности применения разработанной методики расчёта при проектировании и модернизации систем вентиляции в административных и общественных зданиях. Представленный алгоритм позволяет на основе ограниченного набора исходных данных определить ключевые параметры системы, включая расход воздуха, размеры воздуховодов и требуемые характеристики вентиляционного оборудования.

Библиографический список

1. Мельников А. А. Паспортизация вентиляционных систем // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2010. №. 11(107). С. 85-87. URL:

- <https://elibrary.ru/item.asp?id=20556680> (Дата обращения 22.04.26).
2. Бамбетова К. В. Кабжихов А. А. Исследование скоростных и температурных параметров вентиляционной системы с использованием программного обеспечения // Вопросы науки и образования. 2021. №. 5(130). С. 36-38. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45661740> (Дата обращения 22.04.26).
 3. Попов А. Г. Особенности вентиляционных систем // Academy. 2019. №. 10(49). С. 35-36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41237431> (Дата обращения 22.04.26).
 4. Андрийчук Н. Д. Пилавов В. Д. Рябичев В.Д. [и др.] Вентиляционные системы с вихревыми и струйными регулирующими устройствами // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. №. 3. С. 9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=83000679> (Дата обращения 22.04.26).
 5. Гусенцова Я. А. Копец К. К. Коваленко А. А. Письменная С. А. Расчет сложных вентиляционных систем с использованием принципа декомпозиции // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2021. №. 1(10). С. 390-394. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54687657> (Дата обращения 22.04.26).
 6. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: свод правил. Утв. Минстроем РФ 30.12.2020.