

Научная статья
УДК 697.921.2

ОБЗОР МЕТОДИК РАСЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

**Ульяна Владимировна Жижина¹, Ян Олегович Морозов,
Александр Васильевич Некрасов**

Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ uly-zhh@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор некоторых методик расчета естественной вентиляции, приведены отличительные черты каждой из методик, влияющие на точность и время, требуемое для проведения расчета.

Ключевые слова: вентиляция, расчет, моделирование

Для цитирования: Жижина У. В., Морозов Я. О., Некрасов А. В. Обзор методик расчета естественной вентиляции // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 80–84.

Original article

REVIEW OF METHODS FOR CALCULATING NATURAL VENTILATION

Ulyana V. Zhizhina¹, Ian O. Morozov, Alexander V. Nekrasov

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

¹ uly-zhh@mail.ru

Abstract. The article provides an overview of some methods for calculating natural ventilation, the distinctive features of each of the methods that affect the accuracy and time required for the calculation are given.

Keywords: ventilation, calculation, modeling

For citation: Zhizhina U. V., Morozov I. O., Nekrasov A. V. (2023) Obzor metodik rascheta yestestvennoy ventilyatsii [Review of Methods for Calculating Natural Ventilation]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovlyaemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 80–84. (In Russ).

Естественная вентиляция — это экологичная строительная технология, которая может обеспечить комфортные условия в помещении и сэкономить энергию [1]. Проектирование естественной вентиляции является более трудоемким процессом, по сравнению с проектированием механической вентиляции, поскольку естественная вентиляция напрямую зависит от многих факторов, которые не всегда удастся предусмотреть при расчетах, т. к. параметры окружающего воздуха непостоянны [2]. Эффективность естественной вентиляции сильно зависит от различных факторов, таких как: характеристики окружающего воздуха, архитектурные особенности и ориентация здания, расположение и свойства ограждающих конструкций, внутренние источники тепла и т. д. [3]. Эти факторы следует тщательно учитывать еще на ранней стадии проектирования здания, чтобы добиться устойчивой работы вентиляции.

Для прогнозирования работы естественной вентиляции используются аналитические и эмпирические методы. Так, в работе [4] получено аналитическое выражение для естественной вентиляции, приводимой в работу за счет гравитационного давления, а также эмпирическое выражение, описывающие работу системы с учетом ветрового давления. В статье [5] получена эмпирическая корреляция, которая может учитывать совместное влияние ветра и гравитационного давления, но приведенные методы не дают точных результатов из-за их значительного упрощения.

Для зданий с разделением на помещения были предложены многозональные модели [6] с целью прогнозирования скорости естественной вентиляции отдельных помещений. Принимая во внимание однородность температуры и давления в одном помещении, в многозональной модели рассмотрим помещения в здании как набор зон, соединенных за счет движения воздушного потока. Решение уравнений потока вме-

сте с сохранением массы позволяет эффективно вычислять скорость воздушного потока и давление в каждой зоне. В работе [7] проводилось моделирование работы естественной и гибридной систем вентиляции с помощью многозональной модели. По его результатам можно сделать вывод, что применение данной методики может быть неточным при прогнозировании движения воздушных потоков с сильным градиентом температуры или с сильным эффектом импульса.

В настоящее время для получения более точных данных используется численное моделирование, включающее в себя решение набора дифференциальных уравнений в частных производных (CFD). Метод может обеспечить распределение скоростей и температур воздушного потока по отдельным зонам, однако существенным недостатком является продолжительный вычислительный процесс, что ограничивает использование метода, и он в основном применяется для итоговой оценки [8].

В качестве промежуточного подхода между многозональной моделью и CFD может быть использована методика быстрого моделирования, которая обеспечивает достаточную точность [9].

Проанализировав названные методы, можно сделать вывод, что на разных стадиях проектирования следует выбирать наиболее подходящую методику расчета, в зависимости от того, какая задача и точность прогнозирования необходимы.

Список источников/References

1. Chen Q. Using computational tools to factor wind into architectural environment design // *Energy and Buildings*. 2004. Vol. 36. P. 1197–1209.
2. Linden P. F. The Fluid Mechanics of Natural Ventilation, *Annual Review of Fluid Mechanics*. 1999. Vol. 31, № 1. P. 201–238.
3. Emmerich S. J., Dols W. S., and Axley J. W. Natural ventilation review and plan for design and analysis tools // National Institute of Standards and Technology, 2001. URL: https://www.researchgate.net/publication/239538858_Natural_Ventilation_Review_and_Plan_for_Design_and_Analysis_Tools (date of access: 01.12.0221).
4. Warren P. Ventilation through openings on one wall only // *Proceedings of the International Centre for Heat and Mass Transfer Conference, Energy conservation in heating, cooling, and ventilating buildings*. Dubrovnik. 1977. Vol. 1. P. 189–206.

5. Phaff H., De Gids W. Ventilation rates and energy consumption due to open windows: a brief overview of research in the Netherlands // *Air Infiltration Review*. 1982. Vol. 4, № 1. P. 4–5.

6. An approach to the design of natural and hybrid ventilation systems for cooling buildings / J. Axley, S. Emmerich, W. S. Dols, G. Walton // *Indoor Air*. Monterey. 2002. URL: <https://www.researchgate.net/journal/Indoor-Air-1600-0668> (date of access: 01.12.0221).

7. Emmerich S. J. Simulated Performance of Natural and Hybrid Ventilation Systems in an Office Building // *International Journal of Heating Ventilation Air-conditioning and Refrigerating Research*. 2006. Vol. 12, № 4. P. 975–1004.

8. Jin M., Zuo W., Chen Q. Simulating natural ventilation in and around buildings by fast fluid dynamics // *Numerical Heat Transfer*. 2013. Part A: Applications. № 64 (4). P. 273–289.

9. Zuo W., Chen Q. Real-time or faster-than-real-time simulation of air-flow in buildings // *Indoor Air*. 2009. Vol. 19, № 1. P. 33–44.

Информация об авторах

Ульяна Владимировна Жижина — магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), uly-zhh@mail.ru

Ян Олегович Морозов — магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), Morozovjan111@gmail.com

Александр Васильевич Некрасов — кандидат технических наук, доцент кафедры гидравлики и кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), a.v.nekrasov@urfu.ru

Information about the authors

Ulyana V. Zhizhina — Undergraduate Student of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation of the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), uly-zhh@mail.ru

Ian O. Morozov — Undergraduate Student of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation of the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), Morozovjan111@gmail.com

Alexander V. Nekrasov — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydraulics and Department of Gas Supply and Ventilation of the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), a.v.nekrasov@urfu.ru