УДК 628.854.001.572

© Е. А. Анишукова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: anshukovaekaterina@gmail.com

DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-5-126-129

© Е. А. Anshukova, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)
E-mail: anshukovaekaterina@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ИСТЕЧЕНИЯ ВОЗДУХА ИЗ ВЕНТШАХТЫ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ РАЗНЫХ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

DETERMINATION OF THE SPEED OF AIR OUTFLOW FROM THE VENTILATION SHAFT OF THE WARM ATTIC OF A MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING UNDER DIFFERENT INITIAL CONDITIONS

Условия эксплуатации теплого чердака как элемента естественной вентиляции многоэтажного жилого здания оказывают влияние на эффективность работы всей вентиляционной системы, а также на состояние ограждающих конструкций. Изучение распределения параметров микроклимата в его объеме даст возможность более полной оценки происходящих процессов. Приведен результат расчета скорости истечения воздуха из вентшахты теплого чердака методом математического моделирования.

Ключевые слова: теплый чердак, естественная вентиляция, математическое моделирование.

The operating conditions of a warm attic as an element of natural ventilation of a multi-storey residential building have an impact on the efficiency of the entire ventilation system performance, as well as on the condition of the enclosing structures. The study of the distribution of microclimate parameters in its volume makes it possible to more fully assess the ongoing processes. The result of calculating the rate of air outflow from the ventilation shaft of a warm attic by mathematical modeling is provided.

Keywords: warm attic, natural ventilation, mathematical modeling.

Теплый чердак — элемент естественной вентиляции многоэтажного жилого здания. Он представляет собой отдельный от жилой части здания объем, расположенный над верхним этажом. Теплый чердак является сборным элементом для вытяжного воздуха из всех квартир секции [1–2]. Теплый влажный воздух под действием перепада давления выходит из квартир в каналы-спутники, а затем через вентиляционную шахту попадает в объем теплого чердака. Влажный воздух, удаляемый из вентиляционных шахт, оказывает влияние на ограждающие конструкции чердака [3].

Движение воздуха в системе вентиляции обусловлено гравитационным перепадом давления, которое определяется по формуле

$$p_{\text{грав}} = (H - h)(\rho_n - \rho_v)g,$$

где H — высота выхода воздуха из сборной шахты в атмосферу, м; h — высота центра приточного отверстия, м; ρ_n — плотность наружного воздуха, кг/м³; ρ_v — плотность внутреннего воздуха, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с².

При естественной вентиляции внутренняя среда здания и окружающая его атмосфера взаимосвязаны и представляют собой единую динамическую систему [4].

На скорость истечения воздуха из сборной шахты теплого чердака оказывает влияние ве-

тровое давление ΔP , Па, которое зависит от скорости ветра, расположения шахты и ее аэродинамического сопротивления.

Для оценки тепловлажностного режима теплого чердака жилого 25-этажного здания в отопительный сезон были проведены натурные замеры температуры, влажности воздуха и скорости выхода воздуха из вентканалов. На базе математического моделирования с использованием натурных данных были получены поля скорости и температуры в объеме теплого чердака при разной скорости выхода воздуха из вентблоков. По результатам расчета были также определены скорости выхода воздуха из сборной шахты в атмосферу при разных перепадах давления при условии полной герметичности чердачного объема.

Численные расчеты проводились на упрощенной модели теплого чердака отдельной секции жилого 25-этажного здания, созданной в программе Solidworks. Модель представляет собой объем чердака, где расположены три вентканала для удаления воздуха из квартир и одна сборная вытяжная шахта для выхода воздуха в атмосферу. Длина и ширина принятого помещения 10 м, высота 2,5 м. Скорость удаляемого воздуха из вентблоков размером 0,75×0,50 м принималась 1,5–2,8 м/с. Скорости в вытяжной шахте сечением 1,5×1,5 м определялись по результатам расчетов. Расчет проводился в программе STAR-CCM+ для разных значений перепада давления.

Анализ результатов расчета показал, что распределение параметров микроклимата в объеме

теплого чердака неравномерное, выявлено наличие застойных зон и влияние скорости выхода воздуха из вентканалов. На рис. 1 показаны линии течения воздуха в объеме теплого чердака, полученные при расчете для скорости выхода из вентканалов $v = 2$ м/с.

На скорость истечения воздуха из сборной шахты теплого чердака оказывает влияние ветровое давление, которое зависит от скорости ветра.

На рис. 2 приведены вертикальные сечения полей скорости в объеме теплого чердака для разных значений ветрового давления $P = 0$; 3 и 5 Па.

Скорость выхода воздуха из сборной шахты в атмосферу, полученная по результатам расчета при скоростях выхода воздуха из вентканалов $v = 1,5$ –2,8 м/с и разных значениях ветрового давления, приведена в таблице.

Планировка теплых чердаков на практике сложнее, чем в принятой модели. Приведенные результаты получены для герметичного чердачного объема. В реальных условиях пространственное распределение параметров микроклимата зависит от степени герметичности ограждающих конструкций и оконных блоков, а также их расположения. Для более подробного изучения процессов, происходящих в теплом чердаке, следует продолжить изучение на модели, соответствующей реальной планировке с учетом степени герметичности чердака. Упрощенная модель, которая использовалась в данном расчете,

Рис. 1. Линии течения воздуха в объеме теплого чердака при скорости выхода воздуха из вентканалов $v = 2$ м/с

Рис. 2. Скорости воздуха в вертикальном сечении теплого чердака по одному из каналов: а — при давлении $P = 0$ Па; б — при давлении $P = 3$ Па; в — при давлении $P = 5$ Па

Скорости истечения воздуха из сборной шахты и из вентканалов при различных значениях ветрового давления

Параметр	Ветровое давление P , Па		
	0	3	5
Скорость истечения воздуха из вентканалов, м/с	2,815	2,117	1,490
Скорость истечения воздуха из сборной шахты, м/с	1,415	1,067	0,753

позволила проследить влияние ветрового давления на скорость истечения воздуха из шахты, а также распределение потоков воздуха в объеме чердака простой геометрической формы.

Анализ полученных результатов показал, что при увеличении ветрового давления от 0 до 5 Па скорость истечения удаляемого из шахты воздуха снизилась на 40 %.

По результатам расчета выявлено наличие застойных зон у наружных стен теплого чердака, что оказывает влияние на их влагосодержание.

Библиографический список

1. Сизенко О. А., Кучеренко М. Н. Исследование влияния температуры воздуха в чердачном помещении на работу систем естественной вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками // Научный вестник Воронежского гос. архит.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2009. № 4 (16). С. 40–45.

2. Малявина Е. Г., Бирюков С. В., Дианов С. Н. Воздушный режим жилых зданий. Учет влияния воздушного режима на работу системы вентиляции жилых зданий // АВОК. 2003. № 6. С. 14–24.

3. Дацюк Т. А., Анишукowa Е. А. Влияние тепло-влажностного режима теплых чердаков на состояние ограждающих конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 5 (76). С. 160–165.

4. Datciuk T. Forecasting of ecological situation in course of buildings' design // Architecture and Engineering. 2016. Vol. 1, no 2. Pp. 19–22.

References

1. Sizenko O. A., Kucherenko M. N. *Issledovanie vliyaniya temperatury vozdukha v cherdachnom*

pomeshchenii na rabotu sistem estestvennoy ventilyatsii v zhilykh zdaniyakh s teplymi cherdakami [Investigation of the influence of air temperature in the attic on the operation of natural ventilation systems in residential buildings with warm attics]. *Nauchniy vestnik Voronezhskogo gos. arkhitekt.-stroit. un-ta – Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Construction*, 2009, no. 4 (16), pp. 40–45.

2. Malyavina E. G., Biryukov S. V., Dianov S. N. *Vozdushniy rezhim zhilykh zdaniy. Uchet vliyaniya vozdushnogo rezhima na rabotu sistemy ventilyatsii zhilykh zdaniy* [The air regime of residential buildings. Taking into account the influence of the air regime on the operation of the ventilation system of residential buildings]. *AVOK*, 2003, no. 6, pp. 14–24.

3. Datciuk T. A., Anshukova E. A. *Vliyanie teplovlazhnostnogo rezhima teplykh cherdakov na sostoyanie ograzhdayushchikh konstruktsiy* [Impact of the heat humidity regime of warm attics on the condition of enclosing structures]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 5 (76), pp. 160–165.

4. Datciuk T. Forecasting of ecological situation in course of buildings' design. *Architecture and Engineering*, 2016, vol. 1, no. 2, pp. 19–22.