

Научная статья

УДК 533.6:69

ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Даниил Андреевич Мижгородский¹, Юрий Александрович Иванов

Уральский федеральный университет имени первого Президента

России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ 79530474288@yandex.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается влияние ветрового потока на вентиляцию жилых зданий. Выявлены основные закономерности формирования полей давления на поверхностях ограждающих конструкций. Проанализирована возможность совместного использования гравитационного и ветрового давления при вентиляции зданий.

Ключевые слова: вентиляция зданий, гравитационное давление, естественная вентиляция

Для цитирования: Мижгородский Д. А., Иванов Ю. А. Влияние ветрового потока на вентиляцию жилых зданий // 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. 159—164.

Original article

IMPACT OF WIND FLOW ON VENTILATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Daniil A. Mizhgorodskiy¹, Yuri A. Ivanov

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

Ekaterinburg, Russia

¹ 79530474288@yandex.ru

Abstract. In this work, the effect of wind flow on the ventilation of residential buildings. The main regularities of the formation of pressure fields on the surfaces of

enclosing structures are revealed. The system of joint use of gravitational and wind pressure during ventilation of buildings is analyzed.

Keywords: ventilation, wind, passive ventilation

For citation: Mizhgorodsky D. A., Ivanov Yu. A. (2023) Vliyaniye vetrovogo potoka na ventilyatsiyu zhilykh zdaniy [Influence of wind flow on the ventilation of residential buildings]. *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. 159–164. (In Russ.).

Естественная вентиляция является основным способом вентиляции жилых зданий. При этом способе действуют два фактора: гравитационное давление и ветровое воздействие [1]. Влияние гравитационного давления на работу вентиляционных систем зданий довольно хорошо изучено в отличие от воздействия ветра. Поэтому в данной работе на основе ПО *Ansys* был выполнен расчет воздействия ветра на многоэтажное здание в целях изучения его влияния на работоспособность систем вентиляции.

В качестве расчетной модели принята модель многоквартирного 14-ти этажного жилого дома ($25 \times 25 \times 42,5$ м) с направлением ветрового потока перпендикулярно наветренной плоскости здания. Для модели были проведены расчеты при скорости ветра 4 м/с, соответствующей максимальной из средних скоростей ветра для г. Екатеринбурга. На данном этапе работы температура внутреннего воздуха принята равной температуре наружного, что позволило исключить влияние гравитационной составляющей.

В рассчитываемой модели были приняты следующие допущения:

- рельеф местности является плоским;
- модель представляет собой объем, включающий в себя рассматриваемое здание. В этом объеме нижняя плоскость непроницаема, передняя — плоскость набегающего потока, через остальные 4 плоскости воздух может беспрепятственно входить и выходить.

Изменение скорости по высоте описывается формулой [1, с. 33]:

$$v = v_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^{0,25}, \quad (1)$$

где $v_0 = 4$ м/с — скорость ветра на высоте h_0 ; $h_0 = 10$ м — высота замера скорости ветра, составляет 10 м; h — высота рассматриваемой точки, м.

В результате расчета получаем итоговую модель, в рамках которой можем определить значения различных параметров в любой точке модели. Это позволяет построить картину распределения давлений и других параметров на наветренной, заветренной и боковых поверхностях, а также на поверхности кровли и на высоте 1,5 м от нее (в соответствии с требованиями высоты расположения вентиляционных устройств для удаления воздуха). Пример распределения давления на поверхности здания представлен на рис. 1. Используя встроенные функции *Ansys*, сформируем графики распределения давлений. В качестве основания для графиков используем проекции на плоскость здания, которые строим в наиболее характерных зонах: в центре, по краям, а также на равном удалении от края и центра плоскости.

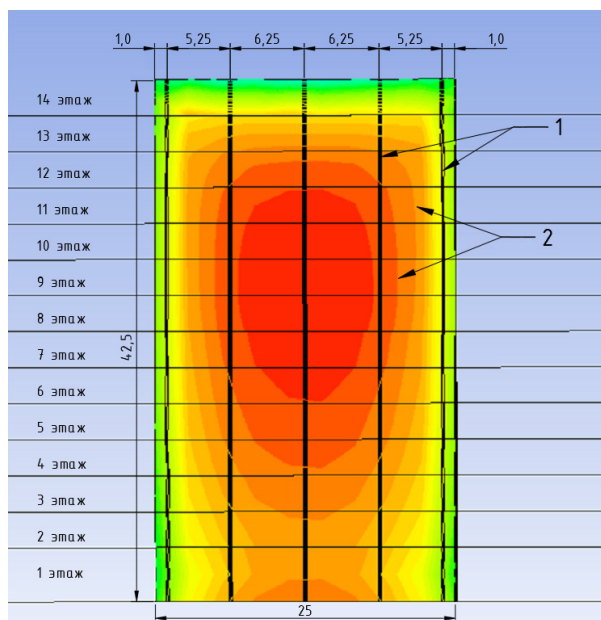


Рис. 1. Наветренная сторона здания с проекциями:

1 — проекции на плоскость; 2 — изобары распределения давления

Для реальных расчетов рекомендуется строить проекции в соответствии с расположением приточных и вытяжных устройств (решетки, клапаны, окна и т. д.). В результате получаем картину распределения давлений для наветренной, заветренной и боковых сторон, а также у поверхности кровли и на высоте 1,5 м от нее. Пример такого распределения приведен на рис. 2.

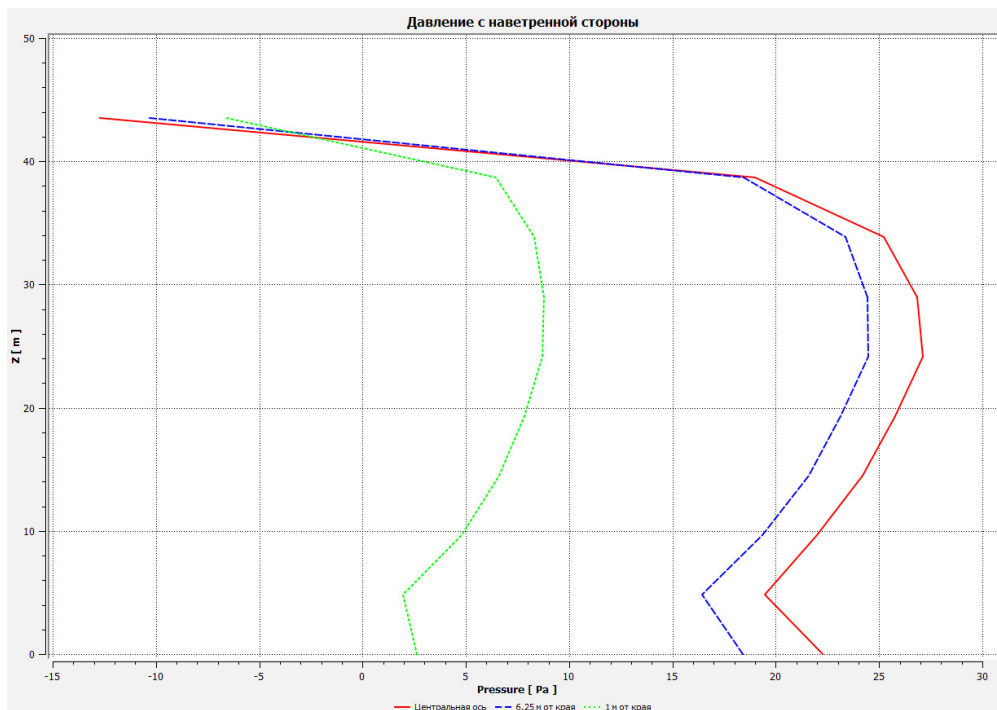


Рис. 2. График распределения давления по высоте с наветренной стороны здания

Полученные результаты позволили определить значения аэродинамических коэффициентов для каждой плоскости здания и у поверхности кровли. Аэродинамический коэффициент, выраженный из формулы Дарси — Вейсбаха, имеет вид:

$$k = \frac{2P}{\rho v^2}, \quad (2)$$

где P — давление в рассматриваемой точке, Па, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ — плотность воздуха, v_0 — скорость воздуха на рассматриваемой высоте, м/с.

Полученные значения коэффициентов представлены в табл. на с. 163. Они показывают величину давления и характер его воздействия на рассматриваемую поверхность. Отрицательное значение аэродинамического коэффициента свидетельствует о разрежении на данной поверхности. Положительное значение — об избыточном давлении.

Из приведенных данных следует вывод о том, что в случае обтекания здания ветровым потоком на наветренной стороне образуется зона избыточного давления ($k = 1,21$). На двух боковых сторонах форми-

руются зоны разрежения ($k = -1,13$). Заветренная сторона также находится в зоне разрежения ($k = -0,73$). Что касается кровли, то в этом случае расчет выполнялся для зоны обтекания высотой 1,5 м от кровли. Это связано с тем, что в этой зоне расположены устройства, удаляющие загрязненный воздух из квартир. Поэтому наличие разрежения ($k = -0,69$) усиливает эффект вытяжки.

Таблица

Распределение аэродинамических коэффициентов по сторонам здания

№	Параметры	Значения
1	Наветренная сторона	1,21
2	Заветренная сторона	-0,73
3	Боковые стороны	-1,13
4	1,5 м от поверхности кровли	-0,69

Таким образом, влияние ветрового потока на вентиляцию зданий проявляется в зависимости от места расположения помещения или вентиляционного оборудования. Для помещений, выходящих на наветренную сторону, вентиляция будет усиливаться за счет избыточного давления на этой стороне. Для помещений, окна которых выходят на боковые стороны, находящиеся под разрежением, возможности вентилирования уменьшаются. То же самое происходит и с помещениями заветренной стороны.

Расположение приточного оборудования (воздухозаборные шахты, приточные клапаны и т. п.) на наветренной стороне (т. е. в зоне избыточного давления) улучшает условия работы естественной приточной вентиляции. Расположение вытяжных вентиляционных устройств в зонах разрежения также улучшает условия работы для естественной вытяжной вентиляции.

Продолжением исследований станет рассмотрение совместного воздействия ветрового потока и естественного гравитационного давления при вентиляции многоэтажных зданий.

Список источников

1. Ливчак И. Ф., Наумов А. Л. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. М. : АВОК-Пресс, 2005. 33 с.

References

1. Livchak I. F., Naumov A. L. Ventilation of multi-storey residential buildings. М. : AVOK-Press, 2005. 33 p.

Информация об авторах

Даниил Андреевич Мижгородский — студент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), 79530474288@yandex.ru

Юрий Александрович Иванов — кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), j.a.ivanov@urfu.ru

Information about the authors

Daniil A. Mizhgorodskiy — Student of the Department of Thermal Gas Supply and Ventilations of the Institute of Construction Engineering and Architecture of Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), 79530474288@yandex.ru

Yuri A. Ivanov — Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of Thermal Gas Supply and Ventilations of the Institute of Construction Engineering and Architecture of Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), j.a.ivanov@urfu.ru