

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ.

Ю.С. Константинова
Магистрант,
Казахская Головная
Архитектурно-строительная академия,
Juliaks.0507@gmail.com
Е.Т. Бесимбаев,
Доктор технических наук,
член УМС РУМС МОН РК,
Казахская Головная
Архитектурно-строительная академия.

Ключевые слова: ветер, ветровая нагрузка, аэродинамика, аэродинамическая труба.

В настоящее время вопросы архитектурно-строительной динамики, а именно расчет ветровой нагрузки на здания и сооружения, являются одними из приоритетных для строителей и проектировщиков по всему миру. В первую очередь это связано с переходом строительной индустрии с типовых объектов к уникальным и высотным зданиям и сооружениям со сложными искривленными пространственными конфигурациями, а также с использованием современных конструкционных материалов, конструкции из которых особо восприимчивы к динамическим воздействиям, а том числе и к ветровому воздействию. Учёт ветровых воздействий очень важен для обеспечения безопасности зданий комфортной жизни людей. Целью статьи является определение основных характеристик ветровых воздействий на здания и сооружения. Были рассмотрены основные факторы, которые нужно учитывать при проектировании и расчёте конструкций. В ходе выполнения исследовательских работ были поставлены экспериментальные исследования на макетах здания и сооружения, и рассмотрены основы численного моделирования.

MODELING OF WIND IMPACT ON BUILDINGS AND CONSTRUCTION OF DIFFERENT CONFIGURATION.

Yu.S. Konstantinova
Master student
Kazakh Leading Academy of
Architecture and Civil Engineering,
Juliaks.0507@gmail.com
Е.Т. Besimbaev,
Doctor of Technical Sciences,
Member of the UMC RUMS MES RK,
Kazakh Leading Academy of
Architecture and Civil Engineering.

Keywords: wind, wind load, aerodynamics, aerodynamic tube.

Nowadays the issues of architectural and construction dynamics and the calculation of wind load on buildings and structures are among the priorities for builders and designers around the world. First of all, it is connected with the transition of the building industry from typical objects to unique and high-rise buildings and structures with complex curved spatial configurations, as well as with the use of modern structural materials, the structures of which are particularly susceptible to dynamic effects, including wind. Accounting for wind impacts is very important for ensuring the safety of buildings of different configurations and the comfortable life of people. The purpose of the article is determining the main characteristics of wind influences on buildings and structures. The main factors that should be taken into account when designing and calculating structures were considered. In the course of research, experimental studies were carried out on mock-ups of buildings and structures, and the basics of numerical modeling were considered.

УДК 69.04

Экологическая ситуация в мире усугубляется с каждым годом. В крупных городах мира в буквальном смысле уже нечем дышать! По данным Всемирной организации здравоохранения, более 92% населения нашей планеты дышит загрязненным воздухом.

Ежегодно из-за загрязнения воздуха умирают около 3 миллионов человек. То есть каждая девятая смерть связана именно с этим [1].

Казахстан, как и многие другие государства, прочно закрепился в списке стран с крайне негативными экологическими тенденциями.

По данным РГП "Казгидромет", в Казахстане значительное влияние на загрязненность воздуха имеют:

- промышленное производство;
- загруженность автодорог городским транспортом;
- низкая проветриваемость населенных пунктов.

При проектировании и строительстве возникают множество проблем в области оценки ветровых нагрузок на здания сложных форм. Чаще всего, здания размещают на городском генеральном плане в соответствии с градостроительной ситуацией, без учета годового хода преобладающих ветров. В связи с этим фасады зданий и сооружений, обращенные к преобладающим ветрам, будут подвержены различной ветровой нагрузке. То есть одни участки будут испытывать максимальное давление, другие – лишь часть от максимального, а третьи могут оказаться в зоне разряжения и испытывать отрицательное давление [2].

Параметры ветра, в общем случае, являются нестационарными случайными величинами, которые существенно изменяются по высоте и направлению. Интенсивное вихреобразование, возникающее при обтекании ветра здания и прилегающих застроек, может вызвать опасные аэроупругие явления: вихревой резонанс, галлопирование, положительное или отрицательное давление ветра. Опасные нагрузки может вызвать не только продолжительный ветер, но и его кратковременные порывы [4].

На взаимодействие ветра и здания оказывают воздействия:

- скорость, направление и угол ветра, степень турбулентности ветрового потока;
- архитектурные формы здания и наличие различных выступающих элементов (балконы, лоджии, проёмы);
- расположение здания в массиве городской застройки и ориентация по отношению к сильным ветрам.

Главной причиной возникновения турбулентности ветрового потока является неровность рельефа и степень плотности городской застройки.

При проектировании в близком расположении друг к другу нескольких одинаковых высотных зданий могут возникать высокие аэродинамические усилия, приводящие в последующем к разрушению зданий.

Строительство высотного здания меняет аэродинамику окружающей городской застройки, так как возникают сильные вихревые потоки, которые могут плохо влиять на прилегающие здания. Учитывая данный факт, возрастает необходимость проектирования здания и/или сооружения с принятием во внимание окружающей застройки [3].

Для решения всех вышеизложенных проблем существуют три основных метода расчета ветровых воздействий на здания и сооружения:

- аналитический метод;
- экспериментальное моделирование;
- численное моделирование.

Аналитический метод заключается в использовании расчетных методик, приведенных в нормативных документах, а также справочных данных по значениям различных коэффициентов. Данный метод используется для зданий и сооружений типовой формы, а также конструкций поведение которых изучено и требует проведения дополнительных исследований для уточнения.

Для уникальных строительных конструкций, формы которых сильно отличаются от типовых решений, рассматриваемых в нормативных документах, норматив регламентирует проведение экспериментальных исследований в специализированных аэродинамических трубах. Создание потока воздуха, обтекающего модель исследуемого здания или сооружения в аэродинамической трубе, где исследуется обтекаемость за счет фиксирования датчиками необходимых параметров неподвижно закрепленных моделей, - основной и наиболее распространенный метод аэродинамического экспериментального исследования [5].

В рамках магистерского проекта был поставлен эксперимент в лаборатории при Казахской Головной Архитектурно-строительной Академии [6].

Суть эксперимента заключается в получении значений скорости в определенный промежуток времени с помощью четырех анемометров серии UT362. Преобразований этих данных в графики скорости ветрового потока.

Методика эксперимента: платформа имеет направление севера и юга. Ветер направляется с северной стороны. Перед исследуемой плоскостью были установлены два датчика на уровнях 10 и 40 сантиметров от поверхности. Точно также 2 датчика было установлено и после исследуемой поверхности, на тех же уровнях, что и первые.

Для получения частоты эксперимента было решено замерять скорость воздушного в определенных положениях на рабочей области. Было выбрано 16 точек (8 точек перед рабочей поверхностью и 8 точек за рабочей областью). Исследовался макет бизнес центра, выполненный в масштабе. Макет располагалась на платформе в 2 положениях:

- Положение 1 – главный фасад (рис. 1)
- Положение 2 - боковой фасад В (рис. 2)

На основе полученных данных в ходе эксперимента были построены графики скорости.

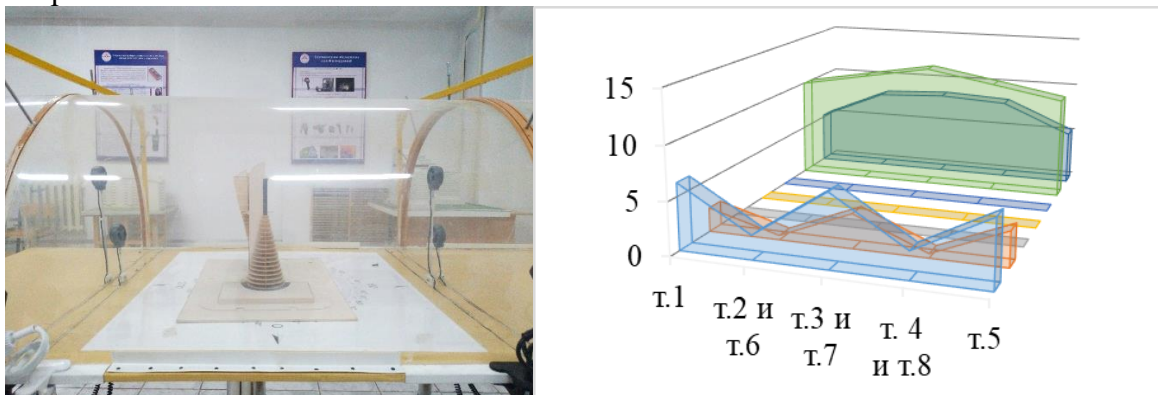


Рис. 1. Исследование воздушного потока относительно главного фасада.

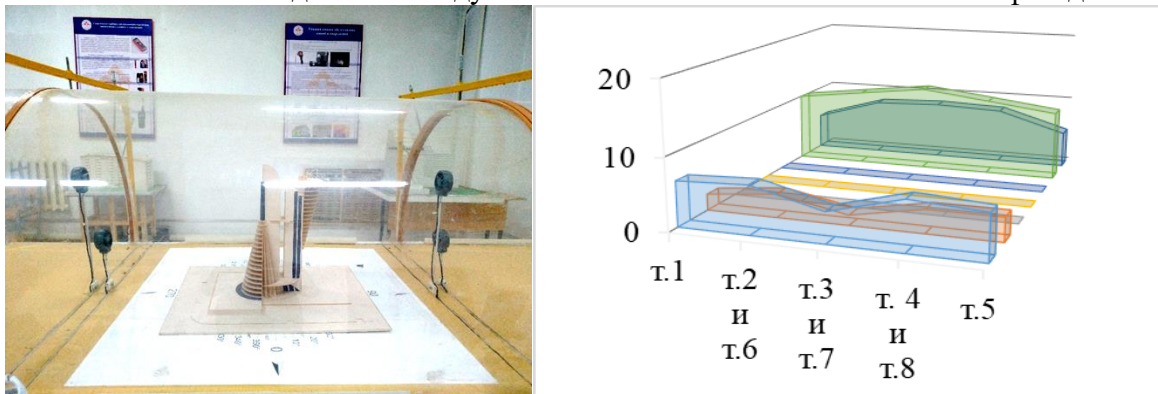


Рис. 2. Исследование воздушного потока относительно бокового фасада В.

Исследуя 2 положения данного макета видно, что важно не только расположение на местности здания или сооружения, но и правильное расположение архитектурных

форм. Отверстие в макете создавало большое давление в той области, а это плохо влияет на работу всего сооружения.

Численное моделирование аэродинамики самый молодой и активно развивающийся метод в настоящее время. Данный метод позволяет существенно дополнить и расширить результаты экспериментального моделирования, а в некоторых ситуациях — даже частично его заменить. Метод численного моделирования возможно реализовать с помощью современных программных комплексов, которые дают возможность для внедрения автоматизации расчета на стадии проектирования строительного объекта, состоящую из системы информационного моделирования здания или BIM технологии (Building Information Modelling). Одной из возможностей для проектировщиков применения BIM для конструктивного анализа является связка программных комплексов Autodesk Revit и SOFiSTiK.

Спроектирована отдельная конечно-элементная модель бизнес-центра, состоящая из граней самого здания, входной и выходной поверхности для описания потока ветра базовой поверхности земли, а также объема воздуха.

Параметры среды, в которой изучалось движение ветра, были приняты согласно современным нормам для Алматы. Для расчёта была выбрана к—е модель. Изменение ветрового потока происходило и было проанализировано в течение 120 секунд с выводом результатов каждые 10 секунд.

На выходе были получены результаты распределение скорости ветра и потока на различных высотных уровнях (5 и 35 метров) распределение скорости ветровых потоков в разрезе здания (рис. 3).

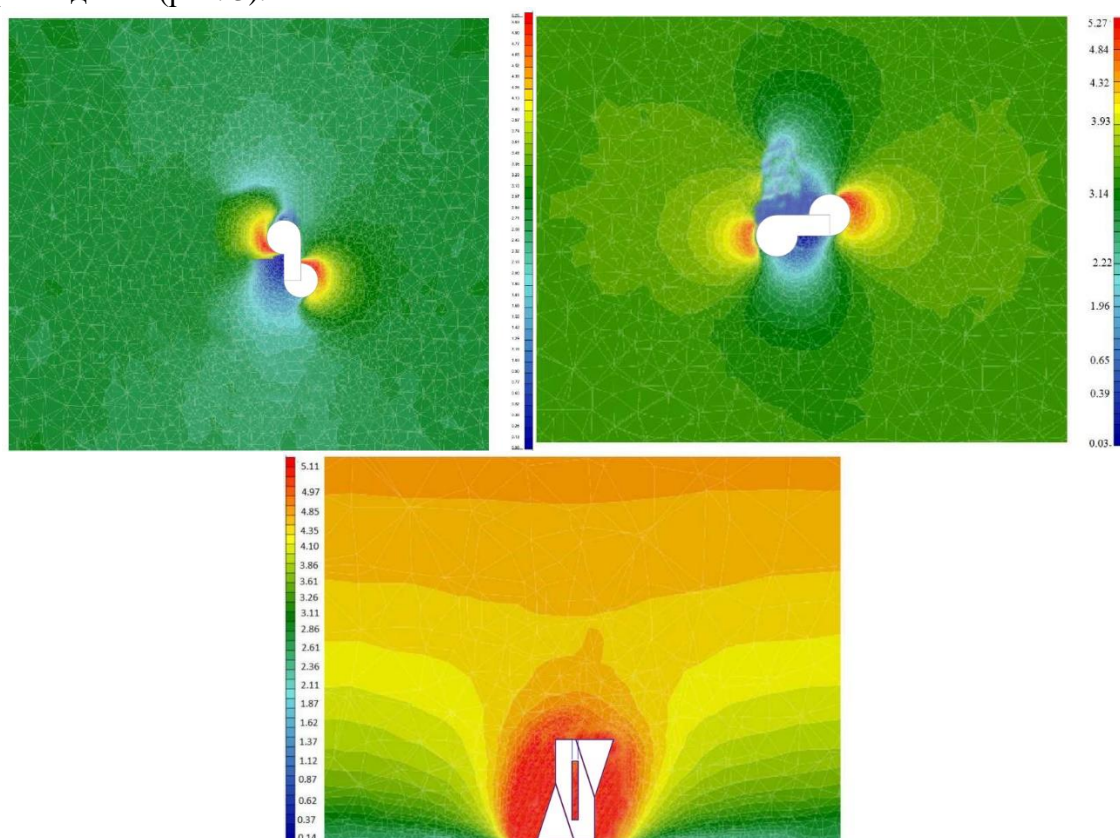


Рис. 3. Распределение скорости ветра и потока на различных высотных и в разрезе здания.

Основным результаты работы было получение распределения ветрового давления на все фасады здания (рис. 4). Полученные данные будут в последствии применяться в расчетах в качестве основного воздействия на несущие конструкции изучаемого макета.

Полученные результаты были зафиксированы в 4 временных промежутках 10 секунд, 20 секунд, 70 и 120 секунд.

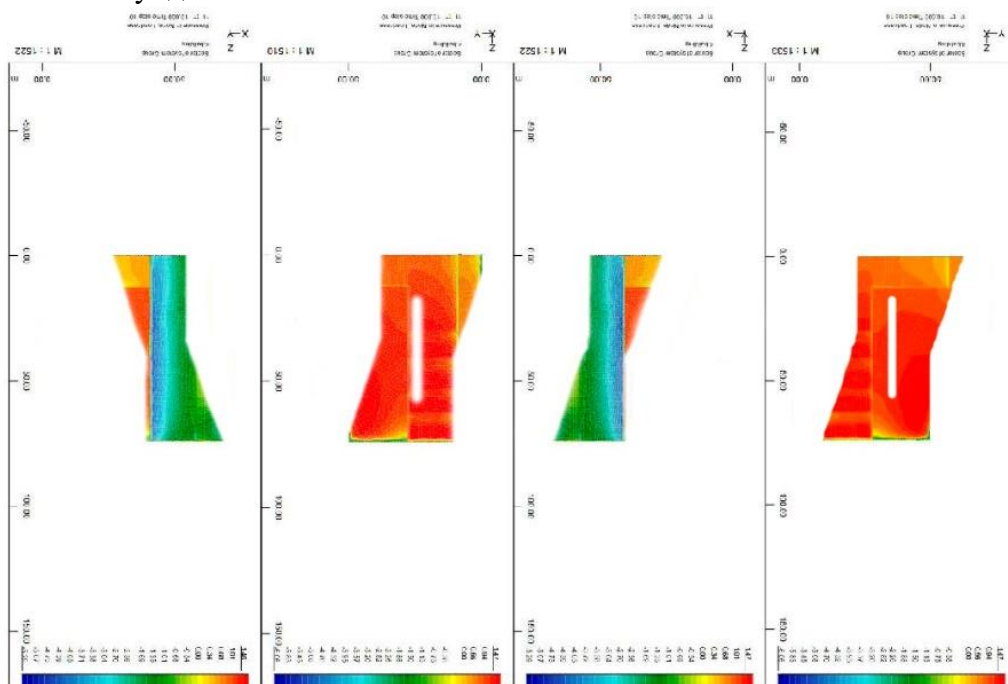


Рис. 4. Распределения ветрового давления на фасады здания.

В ходе анализа исследований были сделаны следующие выводы:

- 1) Моделирование и продувание модели здания в аэродинамической трубе – один из лучших способов для наблюдения видов ветровых потоков.
- 2) При плотной городской застройке следует учитывать взаимное влияние зданий друг на друга.
- 3) При расчёте зданий и сооружений необходимо учитывать силу воздействия ветра, расположение в массиве городской застройки и ориентацию по отношению к сильным ветрам.
- 4) Ветровая нагрузка влияет на комфортность, при проектировании следует предусматривать мероприятия по защите от ветра.
- 5) Информационное моделирование и автоматизация процессов строительного проектирования является одной из важнейших задач современного развития отрасли.
- 6) По результатам анализа изменения ветрового давления на фасады исследуемого здания с помощью методов вычислительной газодинамики было доказано, что для зданий и сооружений, имеющих сложную форму в плане и в пространстве недостаточно использование простых нормативных методик, и необходим комплексный CFD анализ.

Литература:

1. Тукпиев Ж. «Нечем дышать! В каких городах Казахстана самый опасный воздух?»// Ж. Тукпиев // Казахстанская правда. – 2018, 03, 16. – электронное издание.
2. Дорошенко С.А. Исследование влияния ближайшей застройки на изменение обтекания ветровым потоком высотного здания // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. №1(29). С.9-13.
3. Кошкин А.А. Анализ динамического воздействия воздушного потока на тандем моделей высотных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. №2(43). С.134-141.

4. Жучков О.А., Маринич Е.С., Турмов С.Г. Высотные здания и тенденции комплексной застройки в жилищном строительстве современного крупного города // Современное общество: проблемы, идеи, инновации. 2015. №4. С.89-93.

5. Горохов Е.В., Пичугин С.Ф., Махинько А.В., Назим Я.В. Экспериментальное определение результирующих аэродинамических характеристик моделей зданий и сооружений // Металлические конструкции. 2011. Т.17. №2. С.85-95.

6. Константинова Ю.С. «Моделирование ветровых воздействий на здания и сооружения различной конфигурации», магистерский проект магистранта. 15.05.19/
Константинова Ю.С. – Алматы, 2019. – 115 с.