

УДК 69.03

## ПРИМЕНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРИЁМОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

*Л. С. Волгина, В. А. Янченко*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Приведены примеры оптимизации внешних форм высотных зданий для уменьшения воздействия ветровой нагрузки, доказана актуальность темы применения архитектурных приёмов для уменьшения влияние ветровой нагрузки на высотные здания, представлен экспериментальный способ определения параметров давления на высотное здание, представлены здания с оптимизированной формой. В процессе проведения исследования были описаны преимущества названных архитектурных приёмов, дополнительно показаны архитектурные приёмы, применяемые для снижения скорости ветра на уровне пешеходных зон.

**Ключевые слова:** архитектурные приёмы, оптимизация, высотные здания, ветровая нагрузка, форма, проектирование, нагрузка.

## APPLYING ARCHITECTURAL TECHNIQUES TO REDUCE THE INFLUENCE OF WIND LOAD ON HIGH-RISE BUILDINGS

*L. S. Volgina, V. A. Yanchenko*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article describes the optimization of the external forms of high-rise buildings to reduce the impact of wind load, the relevance of the topic is proved, an experimental method for determining the pressure parameters on a high-rise building is presented, examples of buildings with an optimized shape are presented and illustrated, in the course of the study, the advantages of the presented architectural techniques were described, additionally presented architectural techniques for reducing wind speed at the level of pedestrian zones.

**Keywords:** architectural techniques, optimization, high-rise buildings, wind load, form, design, load.

**Введение.** Высотные здания подвергаются всевозможным негативным воздействиям намного больше малоэтажных, средней этажности и многоэтажных зданий за счёт того, что с высотой все нагрузки воспринимаются гораздо чувствительней. В учёт объёмно-пространственных решений должны включаться возможные воздействия ветра. Именно это очень сильно влияет на основную форму здания. Форма, позволяющая получить минимальные ветровые нагрузки по направлению преобладающих ветров, считается наиболее оптимальной. При верном выборе объёмно-планировочного решения возможно минимизировать динамические нагрузки на объект строительства, на колебания самого здания для сохранения комфортного нахождения людей внутри помещений. Причиной появления колебания строений являются потоки повышенной скорости (так называемые турбулентные потоки) и завихрения воздуха. Вихри огромной скорости провоцируют круговые восходящие потоки и всасывающие струи вблизи здания. Все эти негативные факторы создают не только колебания, но и скрежещущий звук от перекоса конструкций, от продувания потоков через микрощели в оконных проёмах, а также «завывание» вокруг здания. Ветровое воздействие является основным негативным фактором,

влияющим на высотные здания. Его влияние настолько велико, что одними лишь конструктивными мероприятиями по увеличению размеров несущих элементов и класса бетона проблему не решить [1]. Цель данной статьи — выявить архитектурные приемы, использование которых при проектировании зданий поможет минимизировать ветровое воздействие и уменьшить опасные нагрузки на них.

**Экспериментальный способ определения ветрового давления.** «За рубежом основным инструментом определения распространения ветрового давления на здание и влияния возведённого здания на окружающую среду является специальная аэродинамическая труба (рис. 1). В такой трубе исследуются модели различного масштаба в зависимости от поставленных задач, например, M1:1250, M1:1500 или M1:500 и др., определяются параметры давления на здание, влияние на окружающую застройку, шум от ветрового потока и другие показатели. Результаты, которые были получены при испытании в аэродинамической трубе, переносятся на реальный объект с различными коэффициентами точности» [2]. Аэродинамическая труба «представляет собой замкнутый канал с открытой рабочей частью, имеющей эллиптическое сечение размерами 4×2,5 м. Длина рабочей части трубы составляет 5 м. Максимальная скорость потока достигает 75 м/с» [3].

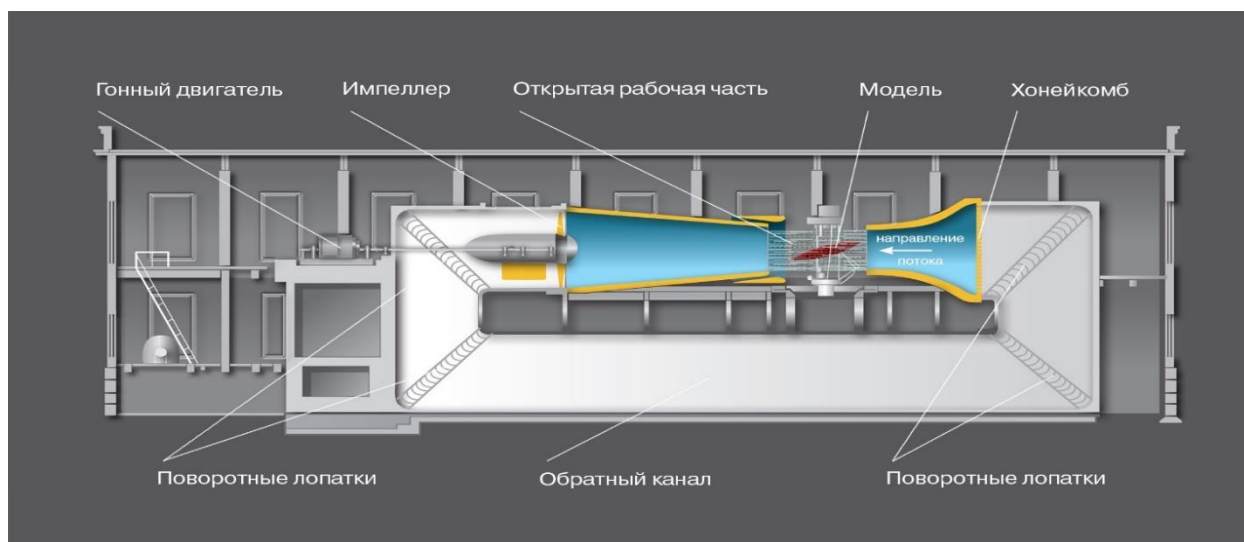


Рис. 1. Большая аэродинамическая труба

«В соответствии с используемой в современном строительстве теорией инженерных расчётов и на основании результатов экспериментальных исследований моделей высотных зданий в аэродинамической трубе действующие на здание ветровые нагрузки заметно возрастают по величине с удалением от поверхности земли» [4]. Полученные во время испытания в аэродинамической трубе результаты переносят на строительный объект с разными коэффициентами точности.

**Оптимизация форм здания.** Для уменьшения природно-климатических воздействий на высотные здания проводят большую работу по исследованию влияния на строение различных архитектурных приёмов. Варианты таких приёмов приведены в табл. 1 [5].

## Оптимизация внешних форм высотных зданий

№	Вид формы	Схема внешней формы здания	Пример реального объекта	Наименование объекта
1	Усеченная пирамида			Аль Файзалия (Эр-Рияд, Саудовская Аравия). Арх.: Фостер энд партнерс. 44 этажа
				Трансамерика Корпорэйт Хэдквотэрс (Сан-Франциско, Калифорния, США). Арх.: Уильям Л. Перейра Эссошиэйтс. 48 этажей
2	Ступенчатый объем			Главное здание МГУ (Москва, Россия). Арх.: Руднев Л. В., Чернышов С. Е., Абросимов П. В., Хряков А. Ф. 36 этажей
				Здание на Котельнической набережной (Москва, Россия). Арх.: Д. Н. Чечулин, А. К. Ростковский. 32 этажа

3	Разделение здания на два объема			<p>Умеда Скай Билдинг (Осака, Япония). Арх.: Хироши Хара + Такенака Корпорейшн. Две 40-этажные башни</p>
				<p>Сэнтрал Чайнес телевижион Хэдквотэс (Пекин, Китай). Арх.: Р. Кулхаас, О. Ширен. 56 этажей</p>
4	Разделение верха здания			<p>Токио Сити холл (Токио, Япония). Арх.: К. Тангэ энд Эссошиэйтс. 48 этажей</p>
				<p>Кингдом сэнтр (Эр-Рияд, Саудовская Аравия). Арх.: консорциум Элленб Беккет Инк., Миннеаполис и Омрания энд Эссошиэйтс. 99 этажей</p>

Рассмотрим эти здания подробнее.

1. Здания, выполненные в виде усечённой пирамиды. С помощью такой формы можно значительно уменьшить влияние ветровой нагрузки на строение, а значение его горизонтального прогиба (крена здания) снизить на 10–50%. Теперь появляется возможность изменить сечение несущих конструкций в меньшую сторону, что позволяет сделать строительство более экономичным.

2. Пристройка объёмов меньшей высоты. К такому виду архитектурного приёма можно отнести стилобат. Стилибат представляет собой наземную часть здания или сооружения, выступающую в качестве возведённых больших площадок, которые кладутся друг за другом и расширяются внизу за счёт ступенчатых уступов. Данный способ позволяет равномерно распределить вертикальные нагрузки на основание здания, а давление от постройки становится распределённым, что позволяет использовать более экономичные решения для фундамента. Так, имея большие инженерные возможности при возведении здания, данное архитектурное решение влияет на общую прочность постройки.

3. Арочный проём. Большое влияние имеет наличие арочного проема в здании при ветровой нагрузке, который создает возможность перемещения воздушной струи с высоким давлением в заветренную сторону здания, где уже преобладает зона низкого давления. При этом скорость ветра под аркой, а также вблизи нее в два раза превышает скорость ветра на исследуемой территории [2].

4. Разделение здания на два объёма, разделение верха здания. Данные способы стоит рассматривать в каждом конкретном случае, так как необходимо брать в расчёт ориентацию здания по отношению к преобладающим ветрам. В этом архитектурном приёме увеличивается скорость ветра между разделёнными объёмами зданий, несмотря на уменьшение общей ветровой нагрузки.

Для комфортного нахождения людей в местах расположения высотных зданий необходимо использовать следующие приёмы для снижения скорости ветра на уровне пешеходных зон:

— возведение подиума вокруг высотного здания. Он позволяет разбить воздушный поток, уменьшая силу ветра;

— проведение благоустройства придомовой территории. К данному приёму относятся посадка деревьев с низкой кроной, размещение малых архитектурных форм. Именно это позволяет задержать ветровой поток.

**Заключение.** Ветровое воздействие является самой опасной из нагрузок для высотного здания. Его можно и нужно минимизировать с помощью оптимизации форм строения. Опытным путём было выявлено несколько самых эффективных архитектурных приёмов: форма здания в виде усечённой пирамиды, пристройка объёмов меньшей высоты, арочный проём и разделение здания на два объёма. При проектировании объекта необходимо учесть все факторы и выбрать оптимальную форму здания в зависимости от территориального расположения будущего места строительства.

#### Библиографический список

1. Иванов, А. Борьба с ветром в высотных зданиях / А. Иванов / Trust engineering : [сайт]. — URL: <http://www.trusteng.ru/borba-s-vetrom-v-vysotnyx-zdaniyax> (дата обращения: 16.11.2020).

2. Костенко, С. А. Влияние аэродинамических условий на выбор конструктивных решений высотных зданий / С. А. Костенко / EVANSYS. Federal center of science and education : [сайт]. — URL: <https://evansys.com/articles/novatsii-v-oblasti-tehnicheskikh-nauk-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdunarodnoy-nauchno-pra/sektsiya-10-stroitelstvo-i-arkhitektura/vliyanie-aerodinamicheskikh-usloviy-na-vybor-konstruktivnykh-resheniy-vysotnykh-zdaniy/> (дата обращения: 30.11.2020).

3. Большая аэродинамическая труба / Крыловский государственный научный центр : [сайт]. — URL: <https://krylov-centre.ru/experimental/base-aerodyn/> (дата обращения: 01.12.2020).

4. Мустакимов, В. Р. Проектирование высотных зданий : учебное пособие / В. Р. Мустакимов, С. Н. Якупов. — Казань : Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2014. — 243 с.

5. Влияние природно-климатических условий на высотные здания / РОСПАЙП : [сайт]. — URL: <https://ros-pipe.ru/tekhnicheskije-stati/proektirovanie-zdaniy-i-sooruzheniy/vliyanie-prirodno-klimaticheskikh-usloviy-na-vysot/> (дата обращения: 06.12.2020).

*Об авторах:*

**Волгина Людмила Сергеевна**, магистрантка кафедры «Строительство уникальных зданий и сооружений» Донского государственного технического университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), [Ludmilaskubareva@gmail.com](mailto:Ludmilaskubareva@gmail.com)

**Янченко Валерий Алексеевич**, магистрант кафедры «Строительство уникальных зданий и сооружений» Донского государственного технического университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), [ianchenko.valerchik@yandex.ru](mailto:ianchenko.valerchik@yandex.ru)