

*Малиновская Марина Игоревна, студент  
Самарский государственный технический университет,  
г. Самара, Россия*

## **ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЗДАНИЙ НА ИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**Аннотация:** С развитием современных городов все больше строится высотных зданий, которые представляют собой значительный вызов с точки зрения ветровой стойкости. Оптимизация формы зданий позволяет снизить воздействие ветров и улучшить аэродинамические свойства зданий, обеспечивая безопасность и энергоэффективность.

**Ключевые слова:** высотные здания, оптимизация формы, ветровые воздействия, аэродинамические свойства, безопасность, энергоэффективность, инженерные решения.

**Abstract:** With the development of modern cities, more and more high-rise buildings are being built, which pose a significant challenge in terms of wind resistance. Optimizing the shape of buildings reduces the impact of winds and improves the aerodynamic properties of buildings, ensuring safety and energy efficiency.

**Keywords:** high-rise buildings, shape optimization, wind impacts, aerodynamic properties, safety, energy efficiency, engineering solutions.

С развитием городов и урбанизации все больше строится высотных зданий, которые представляют собой не только символы прогресса, но и вызов для инженеров и архитекторов. Одной из ключевых проблем, стоящих перед разработчиками высотных зданий, является ветровое воздействие. Ветер,

особенно на больших высотах, может оказывать значительное воздействие на здания, что влияет на их безопасность и энергоэффективность.

Высотные здания сталкиваются с различными ветровыми нагрузками на разных высотах, что может вызывать непредсказуемые колебания и вибрации. Это может привести к диссонансу внутри здания, повреждениям фасадов, ухудшению комфортных условий для жителей или рабочих, а также повышению энергопотребления для систем кондиционирования. Оптимизация формы здания позволяет снизить воздействие ветра и минимизировать эти негативные последствия.

Аэродинамика – это наука, изучающая движение воздуха и его воздействие на объекты, находящиеся в этом воздушном потоке. Интерес к аэродинамике зданий стал актуальным в связи с ростом городов и строительством все более высоких и нестандартных зданий. Форма зданий оказывает значительное влияние на их аэродинамические свойства, что может повлиять на эффективность использования энергии, комфортность проживания и даже безопасность [1].

Инженеры и архитекторы применяют различные методы и технологии для оптимизации формы зданий с учетом ветровых воздействий. Некоторые из них включают:

- Аэродинамическое моделирование: С помощью вычислительной гидродинамики (CFD) и других методов моделирования, инженеры анализируют поток воздуха вокруг здания и определяют оптимальную форму, которая снижает воздействие ветра.

- Ветровые тоннели: Физические модели зданий испытываются в ветровых тоннелях для более точной оценки их аэродинамических характеристик. Это позволяет уточнить и оптимизировать форму здания перед его строительством.

- Форма и геометрия: Изменение формы, профилей и фасадов здания может значительно повлиять на его аэродинамические свойства и снизить нагрузку от ветра.

Оптимизация формы здания с учетом ветровых воздействий имеет важное значение для безопасности его жителей и окружающих. Более стабильные здания менее подвержены разрушениям в случае сильных ветров или бури. Кроме того, улучшение аэродинамических характеристик здания способствует снижению потребления энергии на обогрев и кондиционирование, что повышает его энергоэффективность.

Оптимизация формы высотных зданий с учетом ветровых воздействий играет важную роль в обеспечении их безопасности, комфортности и энергоэффективности. Современные методы моделирования и технологии позволяют инженерам создавать более устойчивые и оптимальные здания, которые минимизируют воздействие ветров и уменьшают их влияние на окружающую среду. Важность оптимизации формы зданий с учетом ветровых воздействий будет продолжать расти с увеличением количества высотных зданий в современных городах.

Наиболее аэродинамичной формой для зданий считается изогнутая форма с гладкими кривизнами. Она способствует плавному движению воздушных масс вокруг здания, снижая сопротивление ветру. Классическим примером такой формы являются высокие башни и небоскребы, которые часто имеют стремящиеся кверху изогнутые фасады.

Оптимизация формы здания считается эффективным решением для повышения безопасности и устойчивости высотных зданий к сильным ветрам. Можно сказать, что энергия ветра играет жизненно важную роль в проектировании высотных зданий, а в некоторых случаях она даже важнее сейсмических нагрузок. С точки зрения конструктивного проектирования высотные здания более восприимчивы к ветровым нагрузкам, вызванным боковыми силами, чем малоэтажные здания. Ветер воздействует на здания тремя различными способами: силой, действующей на воздушный поток, силой, перпендикулярной воздушному потоку, и силой кручения.

Учитывая, что аэродинамика и оптимизация формы могут снизить конструктивный вес здания и придать ему более стабильную конструктивную

форму. Оптимизация формы высотных зданий может быть осуществлена несколькими способами [1]:

1) Аэродинамическая форма. Использование аэродинамических форм является эффективным способом снижения ветровой нагрузки на здания.

Известно, что цилиндрические, овальные, конические и спиральные формы более эффективны, чем другие формы. По сравнению с прямоугольными зданиями ветровая нагрузка круглых зданий снижается на 20%.

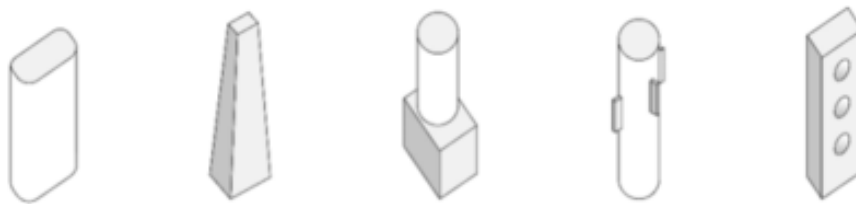


Рисунок 1. Конфигурация и технические характеристики граничных условий аэродинамической трубы

2) Геометрические изменения в углах. Общая форма здания может сыграть важную роль в уменьшении эффекта вихревых токов. Архитектурные изменения значительно уменьшат воздействие ветра на здания. Эти изменения применяются к углам здания и приводят к более подходящим аэродинамическим характеристикам, чем у зданий с острыми углами. Выбор правильной формы здания и внесение соответствующих аэродинамических изменений могут уменьшить движение ветра или изменить характеристики вокруг здания.



Рисунок 2. Изменения в углах геометрических форм

3) Смягчение углов. Снятие фаски и смягчение углов прямоугольных или квадратных зданий является очень распространенной практикой, такой как

И их обратное смещение. Эта сумма должна составлять примерно 10 центов от ширины здания. Эта технология была протестирована в аэродинамической трубе на здании высотой 509 метров в Тайбэе, и результаты показали, что интенсивность ветра была снижена на 25%.

4) Он имеет заостренную спинку и коническую форму. При такой практике поперечное сечение здания выше на нижних этажах и постепенно уменьшается с высотой. Из-за сильного ветра в более высоких точках этот метод уменьшает площадь здания, подверженную воздействию ветра, и уменьшает воздействие ветра на здание. Эта технология используется в небоскребе Бурдж-Халифа высотой 828 метров [2].

5) Геометрические изменения в поперечном сечении фигуры.

Поскольку здания имеют разную геометрию по высоте, вихри также обладают разными свойствами по высоте, и они менее чувствительны к ветру. Хорошим примером является Шанхайская башня, ее высота составляет 632 метра, а поперечное сечение треугольное с закругленными углами. В дополнение к постепенному уменьшению, его угол изменяется на 120 градусов по мере перемещения снизу-вверх. Таким образом, благодаря использованию различных форм и ширины, влияние ветра на высоту уменьшается. Данные показывают, что ветровая нагрузка была снижена примерно на 15%.

В ходе исследования было установлено, что аэродинамический расчет ветра является одним из наиболее важных факторов при архитектурном, конструктивном и механическом проектировании зданий. Игнорирование этого само по себе приведет к высокому давлению на конструкцию зданий, а также изменит структуру воздушного потока в городских районах и вызовет турбулентный воздушный поток, который заставит граждан чувствовать себя некомфортно. Кроме того, конструкция, не учитывающая аэродинамику, будет представлять серьезную угрозу для соседних зданий. Оптимизация формы здания должна быть принята во внимание для достижения наилучших показателей несущей способности, экономической эффективности и долговечности.

Посмотрим на несколько примеров аэродинамической оптимизации в современной архитектуре:

### 1. Шанхайская башня Цзинь Мао.

Шанхайская башня Цзинь Мао - один из наиболее высоких небоскребов в мире. Ее форма напоминает стеллу, и каждый этаж вращается вокруг центральной оси. Такая конструкция спроектирована так, чтобы уменьшить аэродинамическое воздействие ветра и улучшить стабильность здания.

### 2. \*\*Лондонский "Герхин".

"Герхин" - это высотный небоскреб в Лондоне с уникальной формой. Его коническая форма помогает снижать сопротивление ветру и создает воздушный поток вокруг здания, уменьшая воздействие вихрей.

### 3. Бионическая архитектура.

Некоторые архитекторы и инженеры обращаются к природе для вдохновения. Бионическая архитектура использует природные формы и структуры, чтобы создать здания, которые оптимизированы с точки зрения аэродинамики. Например, форма листьев растений может послужить основой для создания зданий с минимальным аэродинамическим сопротивлением.

Оптимизация формы здания и использование современных технологий позволяют создавать более эффективные и устойчивые к аэродинамическим воздействиям конструкции.

С развитием технологий и ростом городов мы можем ожидать еще более тонких методов оптимизации аэродинамических свойств зданий. Искусственный интеллект и автоматизированные системы могут играть важную роль в проектировании и управлении аэродинамическими аспектами зданий.

Кроме того, с учетом изменения климата и борьбы с энергетическими потребностями, аэродинамическая оптимизация будет иметь все большее значение для создания экологически устойчивых и энергоэффективных зданий.

В заключение, аэродинамика зданий - это важный аспект современной архитектуры и инженерии. Она оказывает существенное влияние на эффективность, комфорт и безопасность зданий, и ее дальнейшее развитие будет

способствовать созданию более совершенных и устойчивых конструкций в будущем.

### **Библиографический список:**

1. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха/ А.В. Нестеренко. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Высш.шк., 1971. 459 с.

2. Колпаков Г.В. Регулирование микроклимата в условиях летнего перегрева зданий: радиационное охлаждение/ Г.В. Колпаков, М.: Стойиздат, 1970. 175 с.