

УДК 726.5:536.24

АЭРОДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ

Кочев А.Г., Соколов М.М., Кочева М.А., Кочева Е.А., Москаева А.С., Смирнова Е.В.
 ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
 Нижний Новгород, e-mail: unirs@nngasu.ru

В статье приведены исследования четырех уникальных культовых сооружений, расположенных в Нижнем Новгороде, которые отличаются друг от друга геометрическими параметрами и архитектурными стилями. Рассмотрены четыре уникальных православных храма: церковь Жен-Мироносиц 1649 г., Крестовоздвиженский храм 1823 г., Рождественская церковь 1653 г., Спасо-Преображенский собор 1903 г. Определены преимущества естественной вентиляции сравнению с механической. Представлены результаты экспериментальных исследований внешней и внутренней аэродинамики, на поверхности изучаемых сооружений при различных направлениях ветрового потока, выявлены особенности влияния на тепломассообменные процессы, происходящие внутри храмов.

Ключевые слова: уникальные сооружения, православные храмы, внешняя аэродинамика, микроклимат, аэродинамические коэффициенты

AERODYNAMICS OF NATURAL VENTILATION IN UNIKALYY BUILDINGS

Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva M. A., Kocheva E. A., Moskayeva A. S., Smirnova E. V.

*FGBOOU WAUGH «The Nizhny Novgorod state architectural and construction university»,
 Nizhny Novgorod, e-mail: unirs@nngasu.ru*

Researches of four unique cult constructions located in Nizhny Novgorod which differ from each other in geometrical parameters and architectural styles are given in article. Four unique Orthodox churches are considered: church of Myrrhbearers of 1649, Krestovozdizhensky temple of 1823, Nativity Church of 1653, Transfiguration Cathedral of 1903. Benefits natural ventilation to comparison with mechanical are determined. Results of pilot studies of external and internal aerodynamics, on a surface of the studied constructions are provided in case of various directions of a wind flow, features of influence on the teplomassoobmenny processes happening in temples are revealed.

Keywords: unique constructions, Orthodox churches, external aerodynamics, microclimate, aerodynamic coefficients

Учитывая современное активное восстановление и строительство новых православных храмов, следует уделить особое внимание созданию и поддержанию требуемых параметров микроклимата в помещениях этих сооружений. Для этого необходимо применять рациональные и эффективные системы отопления и вентиляции. Стоит отметить, что естественная вентиляция в православных храмах обладает рядом преимуществ по сравнению с механической.

1. Невысокая стоимость установок, а также стоимость их монтажа и обслуживания

2. Системы аэрации позволяют за счет саморегуляции снизить требуемую мощность системы отопления на 7-10%

3. Системы естественной вентиляции не потребляют электрической энергии.

Однако для расчета систем естественной вентиляции в православных храмах требуется знание некоторых величин, индивидуально определяемых для каждого культового сооружения.

Условно, все проводимые исследования для определения данных величин можно разделить на две категории:

1) исследования внешней аэродинамики

2) исследования внутренней аэродинамики

При исследовании внешней аэродинамики важную роль играют аэродинамические коэффициенты, зависящие от геометрических параметров культовых сооружений и определяемые экспериментальным путем для каждого православного храма индивидуально.

При исследовании внутренней аэродинамики следует учитывать мощность системы отопления, количество прихожан и свечей, а также расположение отопительных приборов и оконных проемов в наружных стенах храмов.

Для определения аэродинамических коэффициентов нами были испытаны в аэродинамической трубе четыре культовых сооружения, расположенные в Нижнем Новгороде, которые отличаются друг от друга геометрическими параметрами и архитектурными стилями: церковь Жен-Мироносиц 1649 г. на ул. Добролюбова, Крестовоздвиженский храм 1823 г. на площади Лядова, Рождественская церковь 1653 г. на улице Рождественской, Спасо-Преображенский собор 1903 г. в Сормово.

Аэродинамические коэффициенты определяются для оконных проемов, в которых могут располагаться приточные и вытяжные фрамуги. Согласно исследованной литературе [1,2,3] наиболее оптимальным вариантом расположения приточных и вытяжных отверстий в православных храмах является нижний ярус оконных проемов и оконные проемы в барабанах соответственно. Однако такой подход для церкви Жен-Мироносиц не пригоден, ввиду отсутствия во всех пяти барабанах отверстий. Таким образом, в качестве вытяжных отверстий в рассматриваемом православном храме можно принять верхние ярусы окон.

В Крестовоздвиженском храме стоит отметить наличие куполов не соединенных с молельным залом (фальшкуполов), что делает невозможным осуществление через них воздухообмена. Только центральный барабан соединен с молельным залом.

В Рождественской церкви, при исследовании внешней аэродинамики нельзя не учесть особенности рельефа, а также колокольню, соединенную с храмом одним ярусом. Отверстия выполняются только в основной части храма. Стоит отметить, что в Рождественской церкви все барабаны соединены с молельным залом, и окна в барабане над алтарем так же могут выполнять роль вытяжных отверстий. Однако, в отличие от Крестовоздвиженского храма, барабаны Рождественской церкви близко расположены друг к другу, что существенно ограничивает количество оконных проемов, которые можно эффективно использовать в качестве вытяжных отверстий. С другой стороны, так как все барабаны соединены с молельным залом, то количество оконных проемов для размещения вытяжных отверстий значительно превышает их количество в Крестовоздвиженском храме, что позволяет рассмотреть различные варианты по размещению вытяжных отверстий.

В Спасопреображенском соборе форма барабанов отличается от Крестовоздвиженского собора и Рождественской церкви, в основании которых не восьмерик, а шестнадцатигульник. В боковых барабанах для вытяжных отверстий доступно 9 оконных проемов, причем стоит отметить, что в этом храме оконные проемы практически не перекрываются другими барабанами или иными конструкциями (исключением является западный барабан, перекрываемый колокольней).

Все модели были выполнены с учетом критериев подобия из 2-х мм пластика, дренированы трубками в характерных точках расположения оконных проемов и испытаны в замкнутой дозвуковой аэродинамиче-

ской трубе с открытой рабочей областью при восьми направлениях ветра.



Рис. 1. Исследование внешней аэродинамики Рождественской церкви.

По результатам исследований были построены аэродинамические характеристики зданий в виде диаграммы распределения давлений ветра на поверхности изучаемого сооружения при различных направлениях ветрового потока [3,4,5,6].

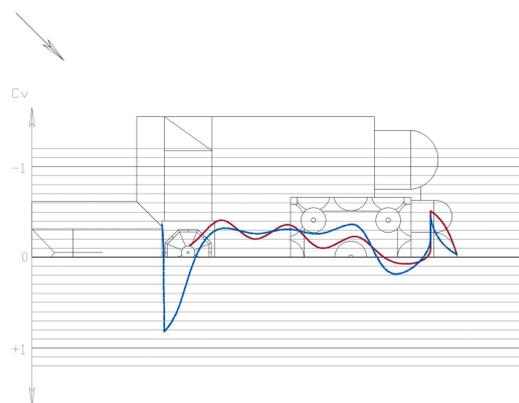


Рис 2. Диаграмма изменения аэродинамических коэффициентов при северо-западном направлении ветра для Церкви Жен-Мироносиц с наветренной стороны.

Полученные значения аэродинамических коэффициентов могут быть использованы для расчета систем естественной вентиляции, как исследованных храмов, так и схожих с ними по размеру и стилю. Поскольку храмы были испытаны по восьми направлениям, результаты могут быть использованы для любых климатических зон.

Такие величины как тепло и влаговыделение от людей и свечей могут быть определены по справочной литературе [1]. Для каждого храма будут изменяться следующие параметры:

1. Объем молельного зала и другие геометрические параметры храма.
2. Мощность систем отопления.

3. Количество прихожан (минимальное, среднее количество, максимальное).

4. Количество свечей (в зависимости от количества прихожан).

Неизвестными также остаются значения скоростных и температурных полей у внутренних поверхностей наружных стен. Стоит отметить, что всего существует четыре варианта расположения оконных проемов и отопительных приборов на наружной стене [7]:

а) присутствуют отопительный прибор и окно

б) присутствует только окно

в) и окна и прибор отсутствуют

г) присутствует только отопительный прибор

В характерных точках по вертикали внутренних поверхностей наружных стен молельного зала храма, «Вознесения господня» на улице Ильинской в Нижнем Новгороде были проведены замеры температурных полей с помощью инфракрасного термометра Raytek Raynger ST20. В начальных точках (на высоте до 2 м от уровня пола) измерены температурные и скоростные поля воздуха с помощью термоанометра ТТМ-2/1-06-2А.

У стены без окон температура воздуха достигала 18,6 °С, скорость принимала значения от 0,05-0,2 м/с. Над отопительным прибором (рядом с окном) температура воздуха составила 20,1 °С, а скорость воздуха – от 0,14-0,32 м/с. В случае с отдельно стоящим отопительным прибором температура воздуха составила 21,5 °С, а скорость достигла 0,37 м/с.

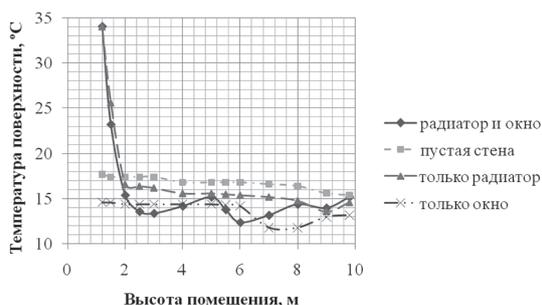


Рис. 3. Зависимость температуры поверхности наружной стены в православном храме от высоты при различных вариантах расположения окон и отопительных приборов.

Результаты исследования температурных полей внутренней поверхности представлены в графической форме на рис. 3. Из графика видно, что области самых низких

температур приходится на оконные проемы. На небольшом расстоянии от отопительного прибора (0,5 м) происходит резкое падение температуры до значений, как в случае со стеной без окон или даже ниже.

Православные храмы, в отличие от зданий общегражданского назначения имеют ряд конструктивных особенностей, которые влияют на тепломассообменные процессы, происходящие внутри их помещений.

При проектировании систем естественной вентиляции в православных храмах следует в первую очередь обращать внимание на наличие или отсутствие перегородок между молельным залом и барабаном. Приточные фрамуги размещаются в нижнем ярусе окон, вытяжные в оконных проемах барабанов, если перегородка отсутствует и в верхнем ярусе оконных проемов, если перегородка имеется.

Расчет систем естественной вентиляции рекомендуется производить для 3 расчетных периодов года: теплого, переходного и холодного при различной заполняемости храма людьми (минимальной, средней и максимальной). Как показывает практика, значения площадей приточных и вытяжных фрамуг максимальны в летний период при полной заполняемости храма людьми.

Список литературы

1. АВОК Стандарт–2–2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 2004-06-09. – М. : АВОК, 2004. – 14 с. : ил.
2. МДС 31-9.2003. Православные храмы. Т. 2. Православные храмы и комплексы. - Введ. 2003. - М. : Арххрам, 2003. – 182 с. : ил.
3. Кочев, А. Г. Микроклимат православных храмов : монография / А. Г. Кочев ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород : ННГАСУ, 2004. - 449 с. : ил.
4. Исследование внешней аэродинамики здания : метод. указания к лаб. работам по дисциплине «Вентиляция» для студентов специальности 29.07.00 «Теплогоснабжение и вентиляция» днев. и заоч. форм. обучения / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т, Каф. «Отопление и вентиляция» ; сост. А. Г. Кочев [и др.]. - Н. Новгород : ННГАСУ, 2004. - 24 с. : ил.
5. Реттер, Э. И. Аэродинамика зданий / Э. И. Реттер, С. И. Стриженов. – М. : Стройиздат, 1968. – 240 с.
6. Кочев, А. Г. Теоретические и экспериментальные исследования влияния внешних аэродинамических характеристик на параметры микроклимата в православных храмах / А. Г. Кочев, М. М. Соколов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. Н. Новгород, 2011. – №1 (17). – С 58-65
7. Кочев, А. Г. Физико-математическое описание естественной конвекции в помещениях православных храмов / А. Г. Кочев, М. М. Соколов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. Н. Новгород, 2012. – №2 (22). – С 78-85