



РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ИСААКИЕВСКОГО СОБОРА

РОСТИСЛАВ АРЖАНИКОВ

В статье рассказывается о том, как с помощью численного моделирования была проведена реконструкция системы отопления в крупнейшем православном храме Санкт-Петербурга.

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Новый кафедральный собор в честь преподобного Исаакия Далматского в стиле позднего классицизма (уже четвёртый по счёту) возводился с 1819 по 1858 годы и был торжественно освящён 30 мая (11 июня) 1858 года. Высота его составляет 101,5 м, а внутренняя площадь – более 4 000 м².

Своим нынешним видом Исаакиевский собор обязан французскому архитектору Огюсту Монферрану.

Для создания столь величественного сооружения потребовался сверхпрочный фундамент из гранитных плит, лежащих на сосновых сваях.

Фасад собора с четырёх сторон обрамлён портиками с монолитными гранитными колоннами. Колонны поднимали вручную, при помощи деревянных лесов. В процессе строительства храма внедрялись новейшие технологии, многие из которых были использованы впервые, в том числе рельсовый путь и легкий металлический купол. В декоративном убранстве широко применялась гальванопластика.

Система автоматики разрабатывалась для решения задачи отопления внутреннего объёма Исаакиевского собора. Внутренний объём Исаакиевского собора представляет собой пространство размерами 50 × 100 м по горизонтали и до 80 м в высоту. Изначально при строительстве собора было предусмотрено воздушное отопление от печей в подвале. Архитектор собора Клод Монферран, строивший собор по западноевропейским образцам, сильно недооценил суровость российского климата. Было предусмотрено крайне малое количество душиков для подачи нагретого воздуха. Сами душики и воздушные каналы к ним оказались небольшого сечения. Недостаток отопления привёл к конденсации влаги на стенах, образованию изморози и сосулек на потолке. Проблема была решена только в 1953 году с проведением теплотрассы центрального отопления и запуском вентиляционной системы воздушно-го отопления. Основная задача системы отопления на тот период состоя-

ла в том, чтобы высушить кирпичную кладку собора, простоявшего без отопления всю блокаду.

К настоящему времени проработавшая 60 лет система воздушного отопления нуждалась в реконструкции, тем более что задачи, под которые она создавалась, были давно выполнены. Система 1953 года не обеспечивала комфортных условий нахождения людей в соборе. Туристы этого не замечают, поскольку заходят в собор в верхней одежде. А ведь для сотрудников музея-памятника это постоянное рабочее место. Система отопления также не соответствовала современным требованиям с точки зрения сохранения культурных ценностей.

Дирекция собора подошла к реконструкции системы отопления основательно и заказала Санкт-Петербургскому государственному политехническому университету (СПбПУ) научно-исследовательскую работу (НИР)*, в ходе которой было проведено численное моделирование движения воздушных потоков

* М.Х. Стрелец, Д.А. Никулин, Ю.С. Чумаков. Итоговый отчёт «Компьютерная оптимизация системы теплоснабжения Исаакиевского собора с использованием методов вычислительной аэродинамики» Санкт-Петербург, СПбПУ, 2009, январь.



с проверкой натурным экспериментом на имевшихся установках отопления 1953 года. Из нескольких опробованных способов регулирования системы отопления наибольшую точность в поддержании параметров показал довольно необычный способ, состоящий в подаче всеми установками перегретого воздуха постоянной температуры, при этом, регулирование температуры воздуха в соборе производится изменением количества подаваемого воздуха. Воздух приходится подавать перегретым из-за малого сечения заложённых при строительстве собора душников.

При регулировании отопления для поддержания стабильной внутренней температуры воздуха приходится учитывать силу и направление ветра. Поэтому производительность

систем изменяется по-разному: у одних она увеличивается, у других – уменьшается, при этом восходящие потоки нагретого воздуха движутся по различным траекториям. В связи с этим возникла проблема, что невозможно привязать датчики внутри собора к какой-либо конкретной системе отопления, поскольку на один и тот же датчик могут приходиться воздушные потоки от различных систем отопления.

В ходе НИР проводилось численное моделирование температуры на поверхностях стен и потолка в местах расположения росписей, мозаик и других наиболее ценных элементов убранства собора. Были определены контрольные точки, значения температуры в которых проверялись в ходе натурального эксперимента.

При технической реализации системы контроля вначале поступали предложения подойти к расстановке датчиков, следуя результатам НИР, – прямо в контрольных точках на поверхностях различных культурных ценностей. Понятно, что нельзя монтировать проводку и ставить датчики на росписях, поэтому появилась идея ставить беспроводные датчики на скотче. Администрация собора серьёзно прорабатывала вопрос подбора беспроводных датчиков.

Нами было предложено, а дирекцией собора поддержано решение всё-таки сначала найти места наиболее приближенные к контрольным точкам и установить там проводные датчики комнатной температуры и влажности. Далее необходимо проверить опытной эксплуатацией работу такой системы контроля и сделать выводы о её достаточности или о дальнейшем наращивании количества датчиков и уточнении мест их установки.

Основное количество датчиков было размещено на перилах на аттиковой галерее, обходящей весь собор по периметру на высоте 20 м. Ещё по два датчика, для резервирования и проверки возможной разницы параметров воздуха, было размещено на уровне колоннады и на перилах купола под росписью Брюллова (рис. 1). Для контроля температуры на уровне пола установили четыре датчика в переточных решётках по углам собора, по которым воздух уходит в подвал к установкам отопления. Датчики на уровне 1,5 м от пола (в зоне нахождения людей) было решено не ставить из-за проблем с прокладкой проводки и по причине подачи в эту зону перегретого воздуха под значительным напором. Перемешивание воздуха и выравнивание его температуры происходит гораздо выше зоны нахождения людей.

На этом поиск технических решений закончился, и началась рутинная по проектированию автоматики

РИС. 1. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ДАТЧИКОВ

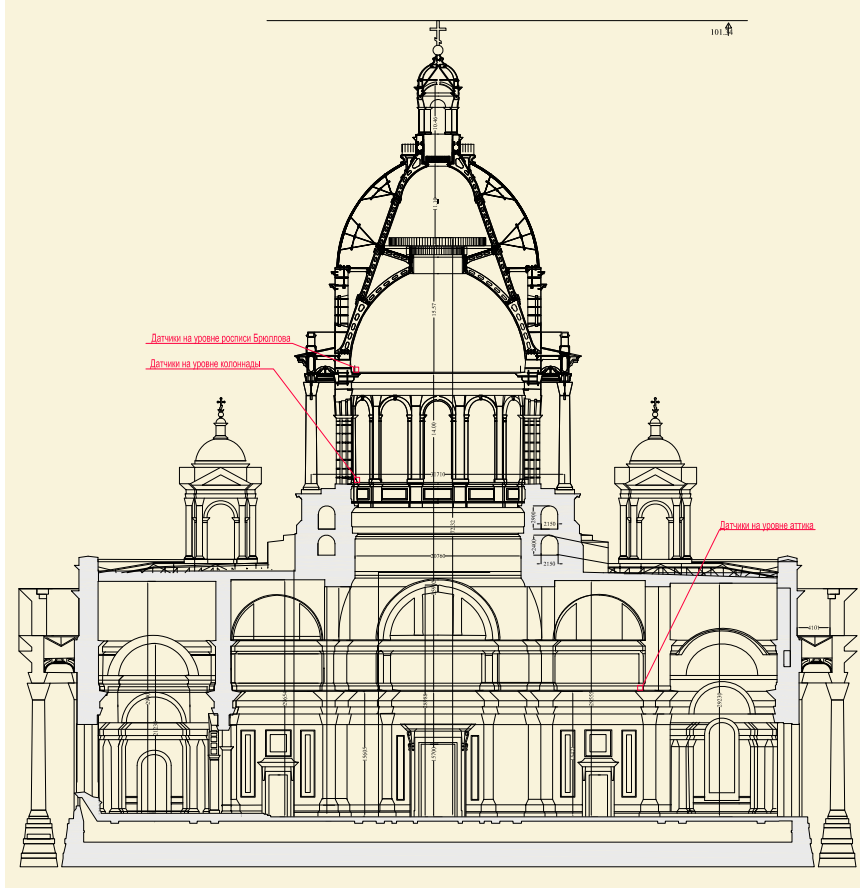
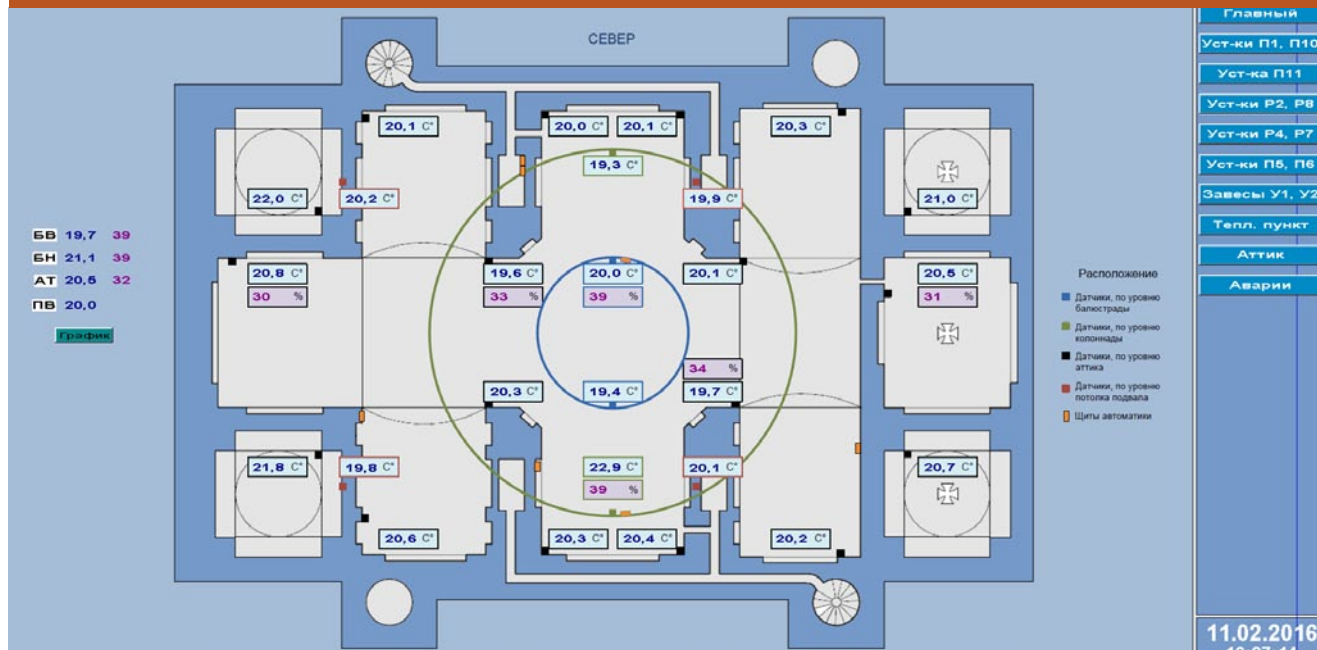


РИС. 2. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ В СОБОРЕ



систем отопления, представляющих собой обычные приточные, приточно-рециркуляционные и рециркуляционные вентиляционные установки, которые для выполнения предусмотренной схемы регулирования дополнительно оборудовали частотным приводом вентиляторов и датчиками расхода воздуха. Каждая установка имеет собственный щит управления с контроллером Modulo 5 фирмы Sauter. Контроллеры соединены в сеть BACNet. Были применены также датчики и исполнительные механизмы фирмы Sauter.

Для того чтобы произвести сбор данных на аттике, сформировали четыре группы датчиков, свели их в узлы и организовали передачу данных к контроллеру в техническом помещении аттика по протоколу ModBus. На колоннаде аналоговый сигнал от датчиков преобразовали в MS/TP, потом сразу же в BACNet и по оптическому каналу подключили к сети BACNet контроллеров. Для организации сбора сигналов использовали аппаратуру компании Metz

Connect. Датчики в переточных решётках, установленных в полу, присоединили к ближайшим щитам приточно-рециркуляционных установок.

Смонтировали систему и, наладив установки по отдельности, стали ждать результатов того, как всё заработает в комплексе. Заработало на удивление отлично. Вентиляционные установки показали большой запас производительности по воздуху, видимо от того, что кирпичные каналы подачи воздуха были недавно отремонтированы с применением передовых технологий. Датчики, установленные в соборе, не выявили никаких отклонений в показаниях температуры от контрольных расчётных точек. В январе ударили морозы, а самая морозная пятидневка вошла в число пяти самых холодных пятидневок со времён войны. Все установки справились с подачей воздуха необходимых параметров, система распределённых датчиков показала стабильные температурные условия в соборе (рис. 2.). В настоящее время система работает в режиме «ручного дистанционного управления» с АРМ оператора.

Прошедшая зима показала, что созданная совместными усилиями научных, проектных и монтажных организаций система воздушного отопления работоспособна и полностью выполняет поставленные перед ней цели. Дирекция собора решила не останавливаться на достигнутом, и вновь пригласила специалистов СПбПУ для расчёта модели движения воздушных потоков с учётом новых установок отопления и контрольных точек в местах фактической установки датчиков. В перспективе по результатам новой НИР предстоит уточнить модель регулирования с тем, чтобы иметь возможность впоследствии перейти к полностью автоматическому регулированию по косвенным параметрам на основе данных метеостанции. ●

ОБ АВТОРЕ

Ростислав Геннадьевич Аржаников – к.т.н., технический директор ООО «Юникс».