

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Е. Н. Болотов, генеральный директор ООО «ВАК-инжиниринг», председатель комитета НП «АВОК» по музейным и историческим зданиям

Графическое 3D-моделирование как проектируемых зданий в целом, так и инженерных систем появилось сравнительно недавно, но уже хорошо знакомо специалистам. Наличие цифровой модели позволяет визуализировать технические решения, исключить наложения как систем, так и строительных конструкций, обосновать объемы для составления смет, выполнить аэродинамический и гидравлический расчет систем. Дальнейшее развитие BIM-технологий для внутренних инженерных систем здания предполагает цифровизацию собственно проектируемых систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

цифровые модели здания, 3D-моделирование, инженерные системы, потребление энергии, системы холодоснабжения



Текущая концепция проектирования предполагает обоснование технических решений при наихудших предельных параметрах наружного воздуха в холодный и теплый периоды года плюс некий переходный период при максимальной нагрузке по внутренним поступлениям вредностей (тепло, влага и т. п.). Однако параметры наружного воздуха, так же как и тепло- и влагопоступления, есть величина сугубо переменная. Расчетное число посетителей в музеях (5 м² на одного человека) или в торговых комплексах (3 м² на одного посетителя) может кратковременно наблюдаться исключительно в праздничные или выходные дни (или при открытии интересных передвижных экспозиций, а также неурочном подорожании или объявлении о сумасшедших скидках). Аналогично и для технологического производства.

В данной ситуации логичным и обоснованным является переход на системы вентиляции, холодоснабжения не только с качественным, но и с количественным глубоким регулированием или на системы с переменным расходом, но с сохранением гидравлической устойчивости.

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха основным потребителем электроэнергии являются системы холодоснабжения с холодильными машинами раз-

#терминология

Scroll-компрессор (спиральный компрессор) представляет собой устройство для сжатия воздуха или хладагента. Он используется в оборудовании для кондиционирования воздуха как автомобильный нагнетатель (где он известен как нагнетатель спирального типа) и как вакуумный насос.

Турбокор (TurboCor) – это центробежный компрессор высокой эффективности, которая достигается за счет раскручиваемого электродвигателем вала, обладающего функцией плавного изменения скорости.



личных типов – от простейших со Scroll-компрессорами до турбокоров. Применение холодильных машин с высокими показателями по энергоэффективности при более детальном рассмотрении их работы в условиях переменных нагрузок далеко не всегда обоснованно. Фактические текущие показатели при неполной нагрузке компрессоров существенно отличаются от паспортных значений.

Создание цифровой модели инженерных систем

Цифровая модель систем включает функциональные зависимости энергетических показателей оборудования (вентиляторов, насосов, компрессоров, теплообменников, увлажнителей и пр.) в зависимости от расхода, температуры, алгоритма управления и прочих показателей работы системы, включая условия перехода, например, с зимнего режима с увлажнением на летний с осушением избыточной влаги. Данные зависимости накладываются на годовой ход параметров наружного воздуха и внутренние нагрузки. Соответственно, тестируется весь годовой цикл функционирования

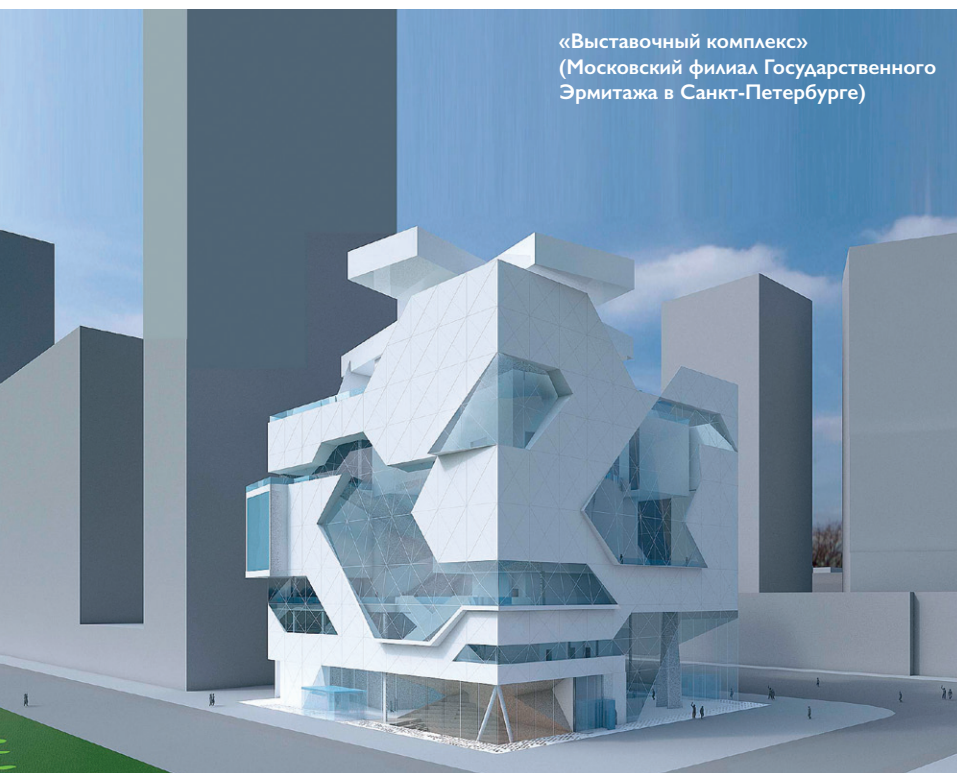
инженерных систем с отработкой алгоритмов управления и поиском оптимальных вариантов.

В предмет возможного моделирования часто необходимо включать и воздушный режим здания, определяя воздухообмен как отдельных помещений или зон, так и здания в целом, рассматривая его как единую технологическую систему (ЕТС здания), поскольку изменение расходов подаваемого и удаляемого воздуха определяет воздушный и тепловой баланс здания, расходы на инфильтрацию наружного воздуха и эксфильтрацию (тепловые потери) внутреннего.

Понятно, что данная задача может быть реализована только при цифровом моделировании с применением компьютерных технологий. Такие задачи ставились и решались ранее, в том числе в работах Ю. А. Табунщикова, А. А. Рымкевича, В. П. Титова и других [1].

Отдельные положения по моделированию, построению схем вентиляции и холодоснабжения систем кондиционирования воздуха отражены в новой редакции Стандарта НП «АВОК» 7.7–2020 «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».

«Выставочный комплекс»
(Московский филиал Государственного Эрмитажа в Санкт-Петербурге)



давления (или разрежения) между отдельными зонами и этажами для исключения неорганизованного перетекания загрязненного воздуха и распространения внутрибольничной инфекции.

Выставочный комплекс

Аналогичные показатели по экономии электрической и тепловой энергии получены и на втором проекте – для выставочного комплекса, где цифровое моделирование реализовано также для решения задачи управления воздушным режимом как в экспозиционных залах, так и в здании в целом с учетом организованного перетекания между отдельными зонами.

Безусловно, наличие цифровой модели систем позволяет обоснованно выбрать наилучший вариант технических решений, оптимальный с точки зрения обеспечения заданных параметров, надежности и энергетических показателей.

Преимущества цифрового моделирования

Построение цифровой модели, конечно, предполагает и большие временные затраты на разработку проектной документации. Однако опыт, в том числе полученный на приведенных примерах, показывает, что понесенные на этапе проектирования затраты с лихвой окупаются не только при эксплуатации (как обычно обещают), но уже и на начальном этапе строительства: при получении технических условий на присоединение систем, экономии площадей под технические помещения (холодильные центры, трансформаторные).

Также цифровые модели позволяют решить проблему распространения внутрибольничной инфекции (и просто вирусов, что стало еще более актуальным с появлением COVID-19), сделать воздушный режим здания более устойчивым.

Литература

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2002. ■

Практические результаты применения цифровых моделей

В текущем году специалистами компании «ВАК-инжиниринг» с применением цифровизации систем выполнены проекты по двум различным по назначению объектам: «Международный инновационный медицинский центр “Сколково”» (ММЦ) и «Выставочный комплекс» (Московский филиал Государственного Эрмитажа в Санкт-Петербурге). Каковы практические результаты?

Международный инновационный медицинский центр «Сколково»

Анализ электрических нагрузок по аналогичным зданиям медицинского назначения показал необходимость наличия минимальной потребляемой электрической мощности в размере 7,5 МВт. Как уже отмечалось ранее, основным энергопотребителем в здании кроме собственно медицинского оборудования является система холодоснабжения. На этапе концепции планировалась установка пяти холодильных машин типа турбоконтур суммарной производительностью

5 МВт холодильной мощностью. По результату цифрового моделирования в настоящее время на объекте ограничили установку трех машин той же единичной мощности.

Потребители холода совместно с технологами были разбиты на три класса обеспеченности, от первого до третьего, по допустимому числу часов отклонений от заданных параметров внутреннего воздуха. Здание многофункциональное. В нем кроме операционных (первый класс обеспеченности) присутствуют медицинские кабинеты (второй класс) и общественные зоны (третий класс). Система холодоснабжения двухконтурная, четырехтрубная. Для гидравлической устойчивости первый контур принят с постоянным расходом, второй – с переменным для потребителей второго и третьего классов с возможностью поэтапного переключения на иные параметры при пиковых нагрузках по алгоритму, отработанному при моделировании.

Моделирование воздушного режима для ММЦ «Сколково» позволило отработать для высокого шестиэтажного здания алгоритм шлюзования с переменным расходом воздуха для создания избыточного