ВЕНТИЛЯЦИЯ В СТРАНЕ ЧУДЕС

MICHAEL DONNOLO, VINCENT GALATRO, LUCAS JANES

Создание экоустойчивого офисного здания не ограничивается проектированием, строительством и вводом в эксплуатацию. Башня «Банка Америки», возведённая у Брайант-Парка в Нью-Йорке, наглядно демонстрирует всю сложность оптимизации энергопотребления, характерную для современных высотных офисных зданий.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование: «Банк Америки».

Расположение: Нью-Йорк (США).

Владелец: Durst Organization.

Типы помещений: банковские, офисные помещения и операционные залы биржи.

Количество сотрудников – 10 000.

Заполняемость помещений – 100 %.

Общая площадь – 205 564 м².

Площадь кондиционируемых помещений – 205 564 м².

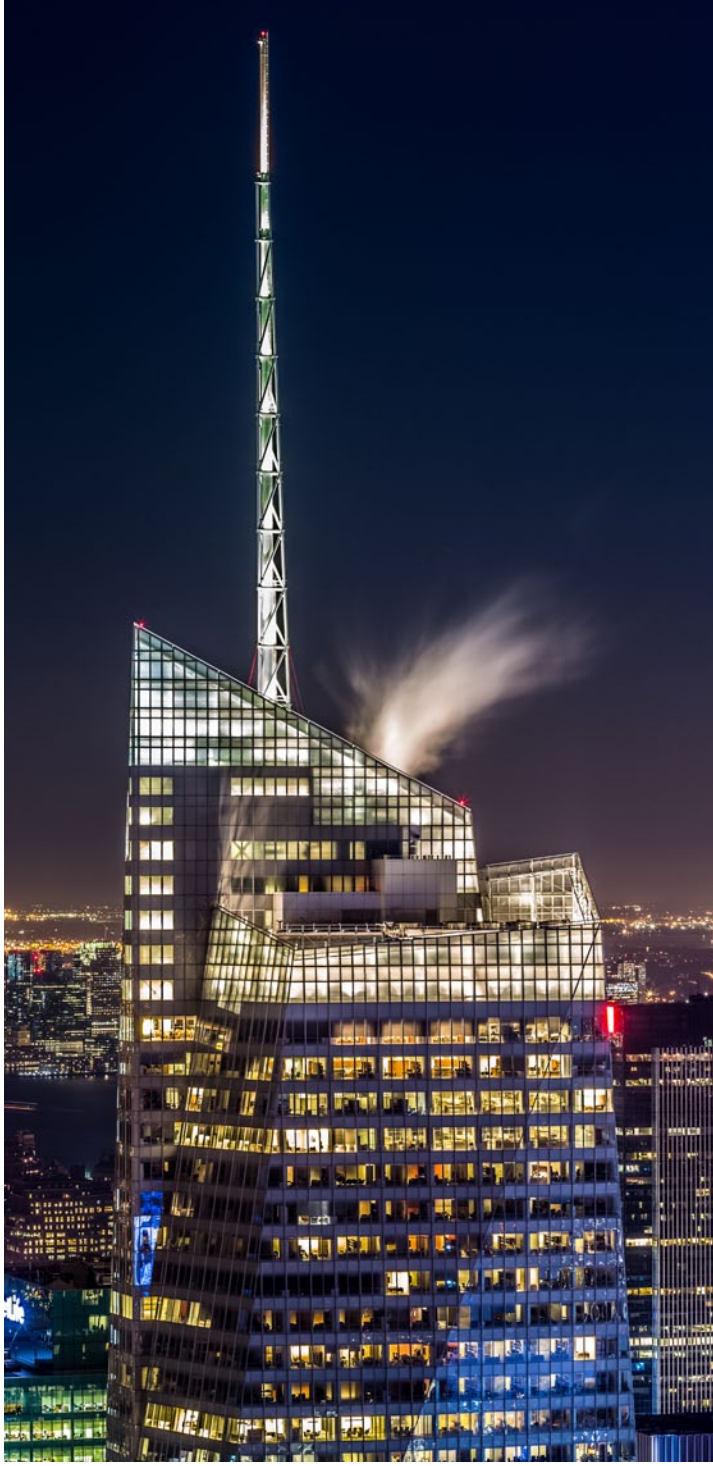
Награды и достижения:
Pinnacle Award (за использование натурального камня);
2009 – Award of Merit (в области коммерческой недвижимости);
2009 – ACEC (за сети инженерно-технического обеспечения);
2010 – Лучшая высотка (Совет по высотным зданиям и городской среде);
премия IDEAS2 (за металлические конструкции);
2010 – «Платиновая» оценка по LEED Core & Shell.

Общая стоимость строительства – около 1 млрд долл. США.

Стоимость квадратного метра – около 5 000 долл. США.

Завершение основных строительных работ: 2008 год.

Система освещения помещений в верхней части башни выполнена с использованием RGB-светодиодов (трёхцветные светодиоды с возможностью управления цветом). Аналогичное решение применено в высотном здании напротив – Four Times Square. Например, подсветка служит для отображения счёта ежегодного финала двух лиг по американскому футболу (Super Bowl)



Освещение входной группы работает постоянно, поскольку в здании круглосуточно трудятся 10 000 сотрудников финансовых организаций

Настоящей экоустойчивости можно добиться только при условии постоянного мониторинга эксплуатационных показателей здания. Высотное здание «Банка Америки», расположенное в самом центре Манхэттена, – центр деловой активности Нью-Йорка и один из самых загруженных офисных комплексов мира.

Арендаторы офисов периодически сменяются, а вместе с этим изменяется и нагрузка на инженерные системы. В этих условиях инженерная служба здания должна быть в состоянии перенастроить систему под новые требования.

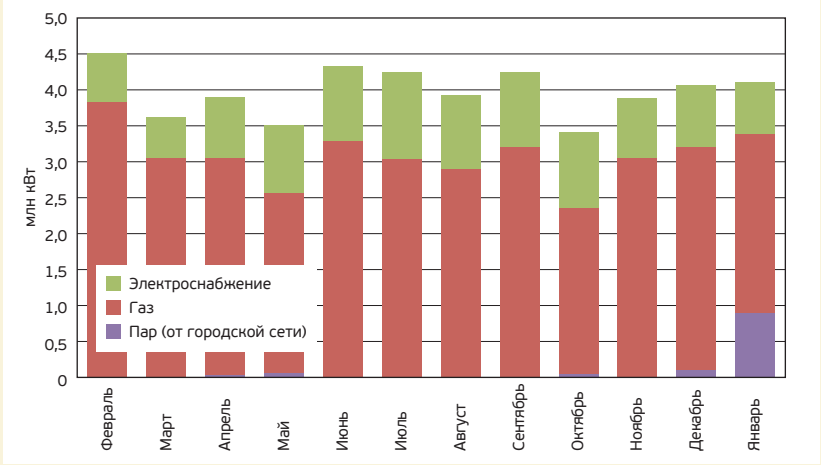
Общая площадь здания составляет 200 000 м², ежедневно башню посещает более 10 000 сотрудников. Здание эксплуатируется беспрерывно.

Годовое удельное потребление энергии составляет 670 кВт•ч/м², что довольно много и пожалуй, является своеобразным антирекордом для зданий аналогичного назначения схожей площади в Нью-Йорке. Но можно ли судить об энергетической эффективности инженерных систем

Несмотря на относительно большой срок окупаемости, в проекте внедрены меры по снижению водопотребления

Решение о привлечении специалистов службы эксплуатации здания к проведению пусконаладочных работ было непростым, но абсолютно правильным. С последующей оптимизацией и перенастройкой системы в процессе эксплуатации удалось справиться во многом благодаря этому решению

РИС. 1. ГОДОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ПЕРИОД С ФЕВРАЛЯ 2013 ГОДА ПО ЯНВАРЬ 2014 ГОДА



здания только по значению годового удельного потребления энергии? В данном проекте своеобразной «кроличьей норой» стала система вентиляции и кондиционирования воздуха.

Падение в «кроличью нору» вентиляции

В 2011 году, через три года после введения здания в эксплуатацию, инженеры службы эксплуатации провели комплексный анализ зависимости качества воздуха в помещении от кратности воздухообмена и оценили влияние настроек системы на энергопотребление здания.

Фактическое энергопотребление здания на 12,7 % ниже прогнозируемого в проекте значения. Проект предусматривал использование энергетически эффективных

инженерных систем, в том чИсле для вентиляции и кондиционирования воздуха. Во всех офисных помещениях осуществляется постоянный мониторинг качества воздуха, что даёт возможность изменять кратность воздухообмена по фактической потребности. В проекте предусмотрена когенерация: для выработки тепловой и электрической энергии применяется газовая турбина мощностью 4,6 МВт, фактический КПД которой равен 67,1 %.

Холодоснабжение здания осуществляется от абсорбционного чиллера и от аккумулятора холода (генерация льда в ночное время). Решение о применении абсорбционного чиллера связано с наличием в проекте когенерационной установки и необходимостью утилизации тепловой энергии от неё в летнее время. Суммарно в этой системе на 1 кВт холодильной мощности требуется 0,22 кВт электроэнергии (без учёта потребления электроэнергии абсорбционным чиллером).

Несмотря на это, служба эксплуатации прекрасно осознавала, что энергопотребление здания сверхвысокое. Для того чтобы исправить эту ситуацию к работе в проекте был привлечён агент по пусконаладке и вводу в эксплуатацию системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

В определённый момент пришло понимание того, что попытки оптимизировать систему вентиляции и кондиционирования воздуха напоминают падение в «кроличью нору», а именно путешествие, в котором на пути постоянно возникают непредвиденные сложности. Решение одной задачи зачастую порождает следующую, но по мере этого «падения» специалисты всё больше понимали просчёты, допущенные при проектировании, и смогли учесть это при составлении технических заданий для новых зданий.

Факторы, приведшие к переразмеренности системы вентиляции

Больше года ушло на то, чтобы разобраться в причинах и внести корректировки в проект. Система вентиляции здания создавалась с учётом

Остекление от пола до потолка обеспечивает максимальное поступление естественного света и панорамный вид из окон. Система вентиляции автоматически регулируется на основе мониторинга качества воздуха в помещении. Параметры системы постоянно корректируются и поддерживают комфорт в арендуемых помещениях, что повышает производительность труда работников.

необходимости получения баллов за «передовой уровень вентиляции» по пилотной версии рейтинга LEED Core&Shell (под чистовую отделку). Поскольку во время регистрации проекта рейтинговая система только разрабатывалась, требования по сути копировали аналогичные из рейтинговой системы New Construction (вновь возводимые здания) в части необходимости значительного превышения рекомендаций стандарта ASHRAE 62.1–2001. В результате проектирование велось из расчёта того, что расход наружного воздуха на одного сотрудника (включая постоянных и временно пребывающих в здании) составляет 51 м³/ч при плотности рассаживания сотрудников в стационарных офисах один человек на 15,75 м². Всё это привело к тому, что система вентиляции получилась довольно громоздкой.

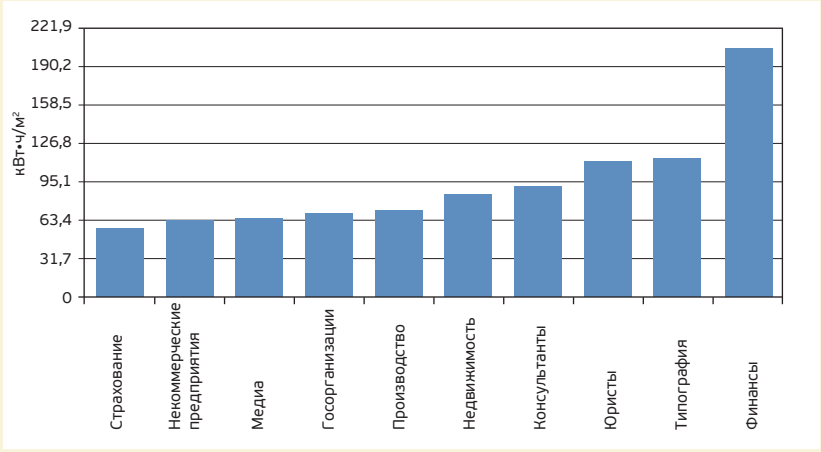
Уже на стадии проектирования стало очевидно, что энергопотребление будет довольно высоким. Для адаптации расхода воздуха по фактической потребности в процессе эксплуатации здания были предусмотрены дросселя переменного расхода воздуха. К сожалению, локальные строительные нормы не позволяли адаптировать и изменять рабочий проект при монтаже в сторону снижения расхода воздуха относительно изначальных проектных значений.

Желание получить наивысшую оценку (уровень «Платиновый») по сертификации LEED в сочетании с завышенными вводными данными по количеству людей в здании привели к ещё большему переразмериванию системы вентиляции.

Система мониторинга качества воздуха в помещениях небоскрёба в реальном времени отслеживает данные по содержанию в воздухе углекислого и угарного газа, а также летучих органических соединений (ЛОС). Система автоматики обрабатывает эти данные и поэтажно регулирует расход наружного воздуха.

При строительстве, пусконаладке и вводе в эксплуатацию были соблюдены все требования проекта. Как решить эти нестандартные задачи в рамках стандартных отраслевых практик, понимания на тот момент ни у кого не было.

РИС. 2. ГОДОВОЕ УДЕЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПО ТИПАМ АРЕНДАТОРОВ



ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫХ КОМПАНИЙ

Несмотря на то, что энергозатраты на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха арендуемых помещений составляют значительную долю общего потребления энергии, их индивидуальный учёт по арендаторам не ведется. В ежемесячный счёт арендатора попадают только данные по электропотреблению арендуемых помещений. Рисунок 2 демонстрирует электропотребление офисных помещений в зависимости от сферы деятельности арендатора. Данные получены на основе анализа энергопотребления офисов класса А общей площадью 600 000 м², которые расположены на Манхэттене и принадлежат компании Дерст Недвижимость. Анализ позволяет сделать вывод о том, что электропотребление и энергопотребление климатической системы во многом зависит от количества сотрудников арендатора и графика их работы. По показателю удельного годового энергопотребления финансовый сектор лидирует с солидным отрывом. Арендаторы из финансового сектора предпочитают новые здания с большими офисами открытой планировки, которые изначально соответствуют сложившемуся архетипу торговых залов. В таком помещении легко разместить максимальное количество рабочих мест (стул, стол, компьютер с тремя и более мониторами).

В случае если в подобном офисе открытой планировки отсутствует возможность зонального контроля микроклимата и уровня освещенности, огромные энергопотери неизбежны. В финансовом секторе сотрудники работают в круглосуточном режиме. При отсутствии возможности зонального контроля в ночное время из-за нескольких сотрудников все системы на этаже вынуждены будут работать в полном режиме.

Именно такие арендаторы составляют большинство в здании Банка Америки. Средний уровень годового потребления электроэнергии составляет 206 кВт•ч/м² арендуемой площади. Индивидуальный учёт полного энергопотребление не ведётся, но очевидно, что график работы сотрудников арендатора аналогичным образом влияет и на эти показатели.

Музыкальный театр Стивена Сондхейма на 1 055 зрительских мест был реконструирован в рамках проекта строительства здания «Банка Америки». При этом был сохранён исторический фасад 1918 года постройки. Здание структурно и акустически отделено от выставки, но потребляет энергию и воду от системы жизнеобеспечения здания «Банка Америки»

При этом значительное увеличение расхода наружного воздуха не приводило к столь же значительному повышению качества воздуха в помещении.

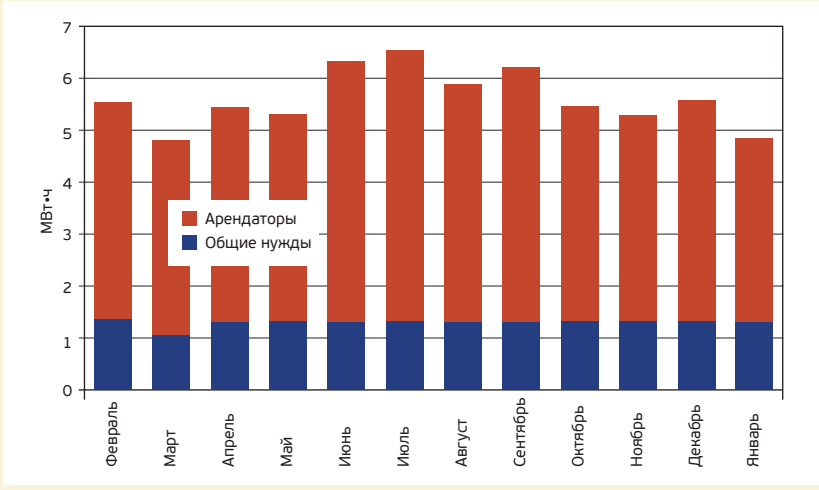
Размер эксплуатационных расходов не стал неожиданностью для собственника, поскольку такие значения были близки к проектным. Но инженеры не предполагали, насколько большой запас был заложен в эту систему.

Оптимизация системы вентиляции

Оптимизация системы вентиляции с целью снижения эксплуатационных расходов стала первоочередной задачей после ввода здания в эксплуатацию. Вначале задача казалась очень простой, ведь уровень автоматизации системы вентиляции был довольно высок. Предполагалось, что всё можно решить простым нажатием клавиш. И вот тут возникли непредвиденные сложности.

Сначала инженеры службы эксплуатации снизили расход наружного воздуха на 30 % до базовых значений стандарта ASHRAE 62.1–2001. Но данные системы мониторинга качества воздуха показали, что между качеством наружного воздуха и воздуха в помещении практически нет разницы, что означало лишь

РИС. 3. СООТНОШЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ АРЕНДАТОРАМИ И НА ОБЩИЕ НУЖДЫ ЗДАНИЯ



Примечание. Часть электроэнергии производится на объекте установкой когенерации.

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

Муниципальный закон Нью-Йорка № 84 устанавливает определенные требования в области энергопотребления здания, в частности, максимальные показатели энергопотребления. Также согласно этому закону собственники обязаны предоставлять для открытой публикации данные об энергопотреблении каждого здания. Здание Банка Америки держит своеобразный антирекорд, так как имеет самый высокий уровень удельного годового потребления энергии среди всех зданий аналогичного назначения в Нью-Йорке – 670 кВт/час•м$^{2.}$

Но, в тоже время, показатель годового потребления первичной энергии здания Банка Америки находится на среднем уровне и составляет 1,1 МВт•ч/м$^{2.}$

Американское агентство по защите окружающей среды рекомендует использовать при анализе именно показатель годового потребления первичной энергии, поскольку он лучше характеризует итоговое влияние здания на окружающую среду. В случае со зданием Банка Америки наличие в проекте газовой установки когенерации тепловой и электрической энергии отражается при расчёте показателя потребления первичной энергии и делает его средним по отрасли.

Такая установка позволяет получать тепловую и электрическую энергию с меньшими затратами первичной энергии, по сравнению с вариантом подключения к городским сетям.

ПРЕВОСХОДЯ ОЖИДАНИЯ

Моделирование энергопотребления здания Банка Америки на этапе проектирования показало, что годовое потребление первичной энергии должно соответствовать показателю 1,353 МВт•ч/м². В первый год эксплуатации (до полного введения в эксплуатацию установки когенерации) фактический показатель составил 1,157 МВт•ч/м². В 2012 году этот показатель был снижен до 1,1 МВт•ч/м². По уровню годового потребления первичной энергии зданием результаты превзошли ожидания команды проекта. Но вопрос о том, насколько корректно эти ожидания рассчитываются и принимаются, остаётся открытым, особенно в свете нарастающей критики к рейтинговой системе LEED и её рекомендациям. Американский совет по зелёным зданиям и система сертификации LEED, продвигаемая им, значительно завысила ожидания общественности об энергоэффективности зелёных зданий. Как результат, мы находимся в ситуации, когда экономический и социальный климат требует особого внимания застройщика и собственника здания к его показателям экологической устойчивости. Но, стоит понимать, что бессмысленно восхвалять показатели экологической устойчивости, выраженные в будущем снижении потребления ресурсов и выбросов парниковых газов, если фактически значительного снижения энергопотребления зданий не наблюдается.
Эффективность определяется как:

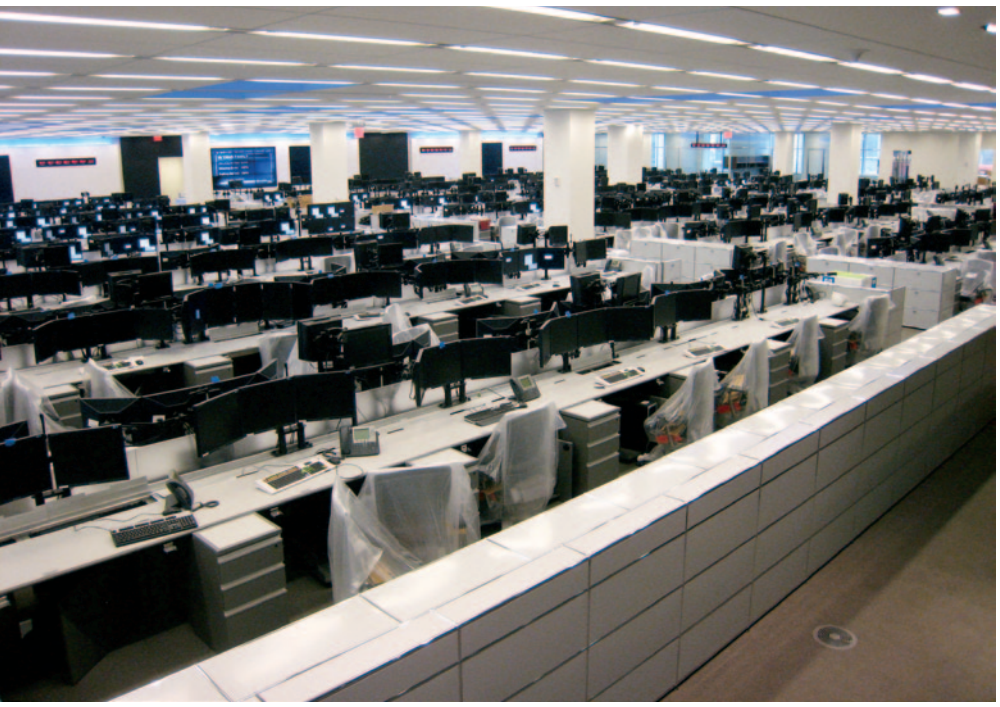
Эффективность здания = 1 – Фактическое энергопотребление/Базовое энергопотребление

Все меры по улучшению качества воздуха и климатического комфорта персонала, как правило, ведут к увеличению энергопотребления относительно базовой модели некого несуществующего в реальности здания. И фактический уровень энергопотребления понятен уже на стадии проектирования, при использовании компьютерного моделирования.
Но важно понимать, что повышенные показатели комфорта сотрудников в помещении, помимо увеличения энергопотребления означают и повышенные арендные ставки, благодаря которым, во многом, и появляется возможность применения в проекте дорогостоящих экологически устойчивых материалов и оборудования.
Без пересмотра арендаторами своих требований к уровню комфорта пребывания человека в помещении, добиться серьезного снижения энергопотребления не удастся, несмотря на применение самого эффективного оборудования и материалов.

одно – система всё ещё переразмерена и работает со значительным запасом.

Проведя подробный анализ фактического количества людей на рабочих местах и на торговых площадках (специфика здания с торговыми площадками такова, что циркуляция персонала и посетителей происходит постоянно), инженеры службы эксплуатации выяснили, что даже в час пик количество людей составляет всего 50 % от проектных значений. Поэтому вполне логично было продолжить снижать расход наружного воздуха в системе вентиляции.

Операционные залы биржевой торговли работают круглосуточно



КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Водопотребление. Система сбора и очистки ливневых стоков, безводные писсуары, сбор конденсата от климатической системы.

Освещение. Панорамное остекление фасада, офисы открытой планировки с полупрозрачными перегородками.

Индивидуальный контроль. Вытесняющая вентиляция, 30 VAV-боксов на этаж, управление освещением.

Другие показатели. Когенерационная установка, аккумулятор холода (генерация льда в ночное время, вентиляция с переменным расходом воздуха).

ОБЪЁМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Годовое потребление воды – 21 000 млн л.

К сожалению, сделать это с помощью системы автоматизации оказалось невозможно, поскольку VAV-клапаны (заслонки с приводами для регулирования переменного расхода воздуха) вышли на свой минимальный предел по расходу воздуха:

– система рассчитана на количество сотрудников, в два раза превышающее фактическое значение;

- проектом предусмотрено превышение минимального расхода воздуха на 30 % для получения дополнительных баллов по LEED;
- учитывался дополнительный запас производительности для получения баллов за «вентиляцию по потребности».

Дальнейшее снижение расхода воздуха требовало более серьёзного вмешательства. Только перенастройка VAV-боксов и установка дополнительного оборудования помогли преодолеть эту сложность.

Поскольку переразмеренность системы была очевидна, а ресурс по снижению расхода воздуха был ограничен и фактически исчерпан, инженеры принялись за настройки рециркуляции вытяжного воздуха. Для высококачественной настройки пришлось учесть различные режимы работы приточных установок (нагрев, охлаждение, необработанный воздух) и режимы использования помещений на каждом этаже. Решив, что задача выполнена,

В качестве мер по повышению экологической устойчивости в здании предусмотрены сбор, очистка и использование ливневых стоков, зелёная кровля, когенерация тепловой и электрической энергии, многоэлементный анализ качества воздуха в помещениях, вытесняющая вентиляция с переменным расходом воздуха

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Годовое удельное потребление энергии – 670 кВт•ч/м^2.

Природный газ – 460 кВт•ч/м^2.

Электроэнергия (от внешних сетей) – 190 кВт•ч/м^2.

Городская сеть пароснабжения – 20 кВт•ч/м^2.

Годовое потребление первичной энергии – 28,5 кВт•ч/м^2.

Экономия относительно рекомендаций стандарта ASHRAE 90.1 – 2004–9,9 %.

Углеродный след – 0,013 т CO_2 эквивалента на 1 м^2 в год.

Годовое потребление энергии с подтверждённым зелёным сертификатом (от ВИЭ) – 10 %.

Градусо-сутки отопительного периода – 1 191 °С•сут.

Градусо-сутки периода охлаждения – 1 591 °С•сут.

Время эксплуатации помещений – от 6 700 до 8 760 ч в год по этажам.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ

Показатели удельного годового энергопотребления и годового потребления первичной энергии не учитывают количество сотрудников, работающих в здании, и плотность их размещения. Вполне очевидно, что здание с 1 000 сотрудников менее эффективно чем здание с 10 000 сотрудников, которое имеет схожий показатель годового потребления первичной энергии кВт•ч/м^2. Из-за отсутствия в открытом доступе достоверных данных о количестве сотрудников каждого офисного здания в Нью-Йорке, полноценное сравнение их уровня экологической устойчивости невозможно. Более того, для большей объективности такого сравнения необходимо учитывать и финальный экономический эффект от деятельности офисных сотрудников, а это представляется еще более сложной задачей. Компания Buro Happold провела масштабное исследование в этой области, сопоставив самую большую в мире документально подтверждённую базу данных по энергопотреблению зданий и базу арендаторов коммерческих помещений (CO_2: Linking NYC Energy Database to Tenant Contribution to Economy: http://tinyurl.com/khntvgc). Выводы исследования показывают связь между энергопотреблением, влиянием арендаторов на глобальную экономику и сферой деятельности арендаторов

специалисты поспешили проверить данные по энергопотреблению системы в новом режиме, но новые сложности не заставили себя ждать.

Новые сложности

Первым звоночком стало постоянное срабатывание датчика обмерзания в теплообменниках приточных установок, расход на которых был значительно снижен. В целом режим работы систем тепло- и холодоснабжения приточно-вытяжных установок вызывал множество вопросов.

Абсорбционный чиллер позволяет работать с максимальным КПД при любых проектных нагрузках. Генерация льда в аккумуляторе холода в ночное время происходит по сниженному ночному тарифу. Аккумулятор холода смог покрыть потребности здания на охлаждение в период с октября 2013 года по апрель 2014 года. После проведения оптимизации инженерных систем здания электропотребление в 2013 году снизилось на 5 % по отношению к 2012 году

Например, номинальный расход стандартных приточно-вытяжных установок составлял 149 600 м³/ч. Теплообменники в установках были рассчитаны на охлаждение/нагрев номинального расхода воздуха до 13 °С. После перенастройки системы под фактическую потребность в вентиляции приточно-вытяжные установки работали со средним расходом 51 000 м³/ч. Минимальный же расход воздуха составлял 40 800 м³/ч.

Самые большие проблемы с системой холодоснабжения возникали в межсезонье, когда нагрузка являлась минимальной.

В течение года пиковая мощность (525 кВт) секции охлаждения в приточно-вытяжной установке необходима менее 5 ч, в то время как более 700 ч требуется мощность всего 24,5 кВт. В таких условиях возможны изменения (минимум или максимум)

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Стены:
- **Тип:** фриттованное стекло, теплоизоляция конструктивных элементов.
- **Приведённое сопротивление теплопередаче –** 0,17 м²•°С/Вт.

Окна:
Фриттованное стекло – прозрачная часть 62 %.
- **Коэффициент теплопроводности стёкол:**
  - **прозрачная часть –** 0,28 Вт/(м²•К);
  - **фриттованная часть –** 0,28 Вт/(м²•К).

Коэффициент светопропускания:
- **прозрачная часть –** 74 %;
- **фриттованная часть –** 59 %.

Местоположение:
- **Широта –** 40,76°.

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

Владелец (заказчик): Durst Organization и «Банк Америки».

Архитектурное бюро: Cook + Fox, Adamson.

Генеральный подрядчик: Tishman.

Инженерные системы: JB&B.

Моделирование энергопотребления: Environmental Consultant Viridian.

Конструкторские расчёты: Severud.

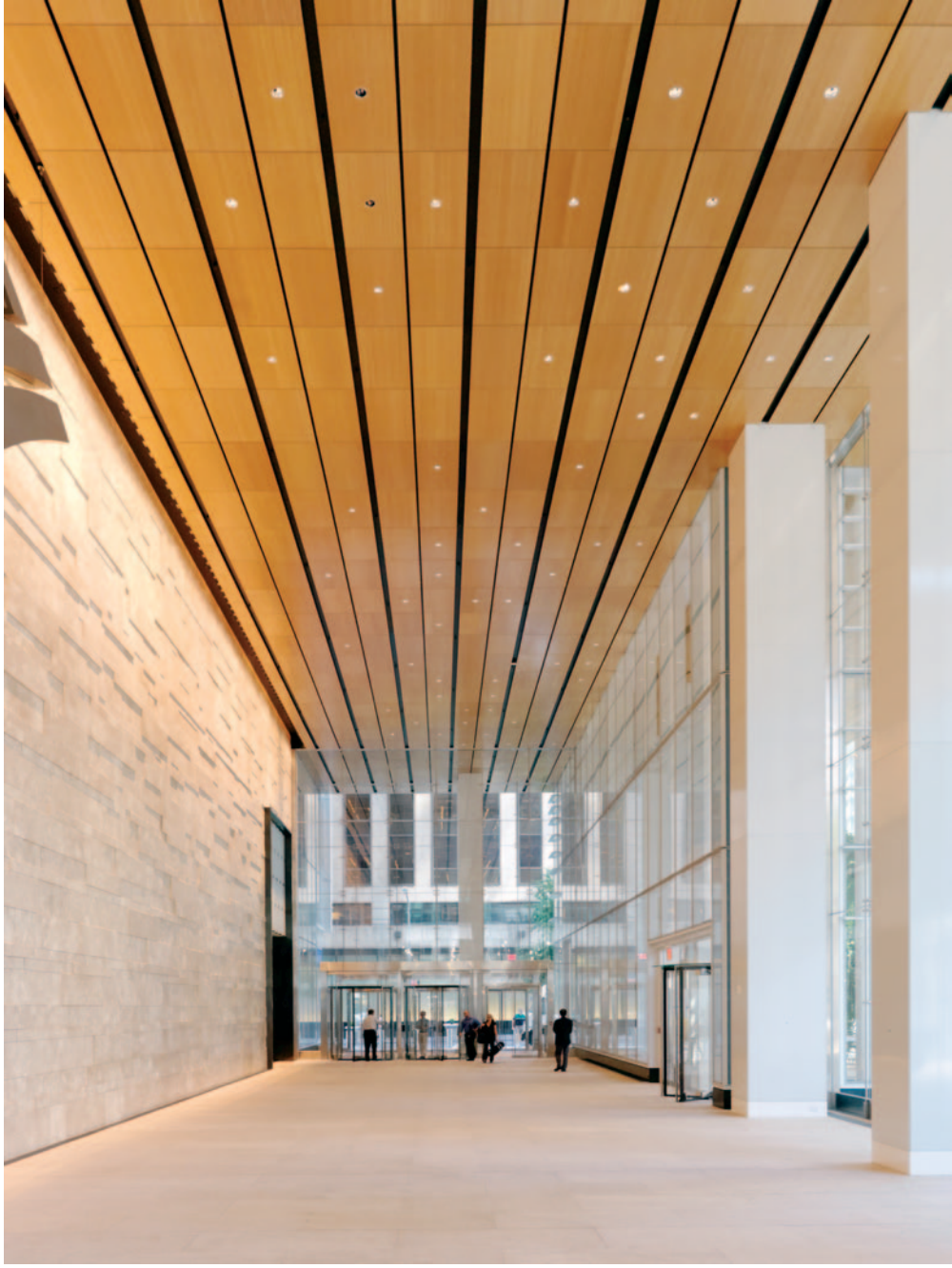
Общестроительное проектирование: Severud.

Ландшафтный дизайн: Architect WRT.

Освещение: Cline Bettridge Bernstein Lighting Design.

Консультанты по LEED: e4 Inc.

Агент по вводу в эксплуатацию: Fulcrum Group.



Вестибюль здания, светлый и просторный, отделан натуральными материалами (иерусалимский камень на стене, кожаные вставки в интерьере и дубовые ручки на дверях)

расхода холодоносителя на клапане в пропорции 1:88.

При таком режиме эксплуатации клапан на секции охлаждения быстро выходил из строя и переставал обеспечивать полное закрытие сечения, что приводило к сбоям в системе автоматики холодоснабжения, т. к. температура обратной воды резко изменялась.

Схожие проблемы возникли и с секциями нагрева воздуха в приточных установках.

Стандартная секция парового нагревателя состоит из шести параллельных теплообменников, которыми управляют шесть клапанов, их открытие и закрытие должно происходить строго согласованно, в унисон.

Секции охлаждения, напротив, управляются одним клапаном расхода воды. В межсезонье воздух в приточной установке должен нагреваться с 7 до 10 °С. В условиях значительно уменьшенного расхода наружного воздуха клапан должен стать в положение, обеспечивающее расход пара в 3 % от пикового, что создаёт очередную проблему. В таком случае вместо плавного управления клапаны просто переходили от полностью открытого к полностью закрытому положению. В сочетании с ламинарным потоком в теплообменнике из-за значительного снижения фактического расхода воздуха относительно номинального (на который подобран теплообменник при проектировании) постоянное открытие и закрытие клапана останавливало процесс нагрева воздуха, что приводило к срабатыванию датчика обмерзания.

Для устранения этих проблем инженеры службы эксплуатации предприняли следующие шаги:

- клапаны на теплообменниках секций охлаждения были заменены на новые с интервалом регулирования расхода 1:300;

Здание «Банка Америки» (в центре, со шпилем) и здание Four Times Square (левее, со шпилем) принадлежат одному собственнику – Durst Organization. Строительство Four Times Square завершилось 15 лет назад, опыт эксплуатации этого здания учли при возведении здания «Банка Америки». Вызывали определённые вопросы при эксплуатации такие решения, как абсорбционный чиллер с газовой котельной, фотоэлектрические модули и топливные водородные элементы. В здании «Банка Америки», как и в Four Times Square, используется инновационная многоэлементная система анализа качества воздуха

- в настройки системы автоматики была добавлена «мёртвая» зона для режимов отопления и охлаждения в межсезонье. Отопление включалось при температуре наружного воздуха ниже 4,5 °C. Охлаждение запускалось только при температуре наружного воздуха выше 17,2 °C.

В данной статье раскрываются далеко не все проблемы, с которыми столкнулась команда инженеров службы эксплуатации. Она даёт лишь общее представление о сложности значительных перенастроек системы после монтажа и запуска в эксплуатацию.

Время для проведения работы по исследованию и перенастройке системы в здании было выбрано крайне удачно, учитывая, что согласно законам Нью-Йорка энергоаудит объекта не потребуется ранее 2025 года. Промедление же могло привести к значительным потерям на эксплуатационных расходах.

Полученный опыт

Не стоит бояться исследовать эффективность системы вентиляции на действующем объекте при переразмеренности системы, что случается часто. Достаточно разумно перенастроить её с целью снижения эксплуатационных затрат. Но, стоит помнить о том, что в функционирующем и эксплуатируемом здании инженеры подчас не всесильны и не смогут решить все проблемы, не создавая новые. Серьёзная перенастройка системы может потребовать значительных людских и материальных ресурсов.

Опыт здания «Банка Америки» демонстрирует, что только квалифицированная команда инженеров, располагающая требуемыми материально-техническими ресурсами и достаточным временем для глубокого погружения в суть проблемы, может провести работу, необходимую для

ОБ АВТОРАХ

Michael Donnolo (Майкл Доннолло) – инженер в компании Durst Organization , Нью-Йорк (США).
Vincent Galatro (Винсент Галатро) – дипломированный инженер, член ASHRAE, вице-президент компании Fulcrum Group, Нью-Йорк (США).
Lucas Janes (Лукас Енс) – член ASHRAE, директор компании Fulcrum Group, Нью-Йорк (США).

© ASHRAE. Перепечатано и переведено с разрешения журнала High Performing Buildings (зима, 2014). Ознакомиться с этой и другими статьями на английском языке вы можете на сайте www.hpbmagazine.org.

Для уменьшения теплопоступлений через остекление вследствие воздействия солнечной радиации применено фриттованное стекло, которое изнутри практически незаметно

заметного снижения энергопотребления инженерных систем эксплуатируемого здания.

Выводы

В результате проведённых мероприятий существенно изменились показатели энергопотребления для здания «Банка Америки». В то время как годовое удельное энергопотребление выросло на 73 кВт•ч/м^2 в год, энергопотребление первичной энергии снизилось на 92 кВт•ч/м^2. Практика показала, что работа по оптимизации энергопотребления должна проводиться постоянно, и при оценке уровня экологической устойчивости здания недостаточно рассматривать и ориентироваться только на один показатель. ●

ПОЛЕЗНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Опыт эксплуатации здания «Банка Америки» показал, что нужно более аккуратно относиться к моделированию энергопотребления и параметров микроклимата. Несколько правил для составления технического задания на будущих проектах были приняты именно после работы над этим проектом.

Ввод в эксплуатацию не должен быть просто процедурой расстановки галочек и цифр в типовом шаблоне рейтинговой системы экоустойчивости. Мониторинг и адаптация инженерных систем под фактический режим работы – обязательные процедуры в первые годы эксплуатации. Все собственники зданий должны понимать это, если они желают иметь низкий уровень энергопотребления.

Инженерные системы должны быть адаптированы с учётом всех индивидуальных особенностей здания.

При расчёте энергоэффективности используйте индивидуальный алгоритм для каждого здания, а не просто набор стандартных формул и методик.

Моделируйте и вычисляйте нужные значения энергоэффективности и качества воздуха в помещениях, а не опирайтесь на рекомендации зелёных стандартов. Текущая политика Durst Organization – создавать экологически устойчивые здания, но от сертификации новых объектов по LEED компания отказалась.

Разрабатывайте энергетические модели, учитывающие нестандартные случаи, которые возможны при эксплуатации системы.

Контролируйте и документируйте энергопотребление максимально детально, индивидуально по арендаторам.

При проектировании прилагайте усилия к тому, чтобы снизить риск получения переразмеренной системы. Сопоставляйте затраты на увеличение воздухообмена с реальным изменением параметров качества воздуха в помещении.

Применяйте новые и эффективные решения для опросов и изменения поведенческой модели арендаторов.

Старайтесь подбирать энергоёмкое инженерное оборудование так, чтобы его КПД оставался максимально возможным во всем интервале смоделированных нагрузок на эту систему.