

ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Зима 2015

E-MAGAZINE SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

- ВЕТРОВОЙ КОМФОРТ
- СТЕКЛЯННЫЕ ДВОЙНЫЕ ФАСАДЫ
- ПРИДОРОЖНЫЙ СЕРВИС ИТАЛИИ
- КОМИССИНГ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ

ARCUS III: ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ ПО BREEAM



- Aluminum Profiles
- Window & Door
- Building Glass
- Facade
- Hardware & Fittings
- Equipment
- Sealant
- Star Galaxy (Innovation Zone)

ALUMINUM
WINDOW · DOOR · FACADE
EXPO 2015



Building
Envelope
Solutions
Tech 2015
**BEST
EXPO**

en.windoorexpo.com

To Join at the Expo &
Exciting Activities !
+86 20 89080309

*For Better Building,
For Better Life !*

500 +
Exhibitors & Brands

75,000 m²
of Exhibition Space

45,000 +
Visitors

ALUMINUM
WINDOW · DOOR · FACADE
EXPO 2015
2015.03.18-20
GUANGZHOU · CHINA



Ассоциация инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК) – общественная организация; создана в январе 1990 года как Всесоюзная Ассоциация АВОК, перерегистрирована 22 июня 1992 года Минюстом РФ как Российская Межрегиональная Ассоциация АВОК. По постановлению Минюста РФ перерегистрирована в 1999 году как некоммерческое партнёрство «АВОК».

НП «АВОК» объединяет физические и юридические лица (355 ведущих проектных, производственных, монтажных, консалтинговых, исследовательских и учебных организаций).

НП «АВОК» является членом Федерации европейских ассоциаций в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и членом Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха.

Президент НП «АВОК»

Юрий Андреевич Табунщиков

Главный редактор

Марианна Бродач brodach.zvt@abok.ru

Руководитель сетевого операционного центра

Александр Жучков zhuchkov@abok.ru

Редакторы

Жанна Пятибокова (выпускающий) zhanna@abok.ru

Наталья Нулакова natasha@abok.ru

Владимир Устинов (Санкт-Петербург и Северо-Западный федеральный округ) ustinov@abok.ru

Дизайнер-верстальщик

Вячеслав Ткач

Над номером работали

Елена Богачёва, Владислав Вязовов, Михаил Ефремов, Евгения Зотова, Марина Комолова, Полина Корсунская, Елена Криворуцкая, Юлия Миллер, Антон Нестерук, Николай Шилкин

Менеджеры по коммерческим вопросам

Ирина Полтанова ir@abok.ru

Елена Табунщикова elena@abok.ru

Светлана Бродач abokspb@abok.ru

При участии Совета по экологическому строительству RuGBC, генеральный директор Гай Имз



Издатель

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»

Адрес редакции: 127051, Москва, а/я 141

Тел./факс: 8 (495) 621-80-48, 621-64-29

e-mail: zvt@abok.ru

zvt.abok.ru



Свидетельство о регистрации электронного журнала «Здания высоких технологий» Эл № ФС77-52947 от 1 марта 2013 года. Распространяется бесплатно.

Редакция не несёт ответственности за достоверность информации, содержащейся в рекламных объявлениях. Редакция не предоставляет справочной информации.

Копирование и распространение материалов из журнала «Здания высоких технологий» возможно только с письменного разрешения редакции.



Уважаемые коллеги!

Главное в 2015 году это то, что мы стали жить в новых экономических условиях. Мы стали уделять больше внимания экономии и качеству во всех областях экономики и конечно же, в области строительства. Заказчик вместе со всеми участниками проектирования и строительства ещё на стадии разработки концепции рассматривают здание как среду обитания человека на протяжении всего жизненного цикла здания. Они принимают решения, направленные на получение качественной среды обитания при минимальных (или оптимальных) единовременных и эксплуатационных затратах.



МАРИАННА БРОДАЧ,
вице-президент НП «АВОК»,
профессор МАрХИ

Показателем того, что тема достаточно актуальна для специалистов разного уровня (инвесторов, девелоперов, консультантов, оценщиков, архитекторов, инженеров, энергетиков, эксплуатационников и пр.) является то, с какой скоростью увеличивается количество просмотров статей в журналах ЗВТ.

С целью расширения аудитории участников очных конференций и мастер-классов НП «АВОК» мы стали публиковать аудиопрезентации докладов, которые пользуются большой популярностью. Так аудиопрезентации участников конференции «Москва – энергоэффективный город» очень заинтересовали специалистов, особенно из регионов. С января эта страница насчитывает **4 123** посещения. По результатам мастер-класса НП «АВОК» «Системы противодымной вентиляции» редакцией подготовлены аудиоответы на многочисленные вопросы. Предыдущую страницу о новых нормативных требованиях обеспечения пожарной безопасности жилых и общественных зданий просмотрели – **40 003**. Думаю, что не меньшим успехом будут пользоваться аудиопрезентации, сделанные на последней конференции «Программное обеспечение для расчёта и подбора инженерных систем».

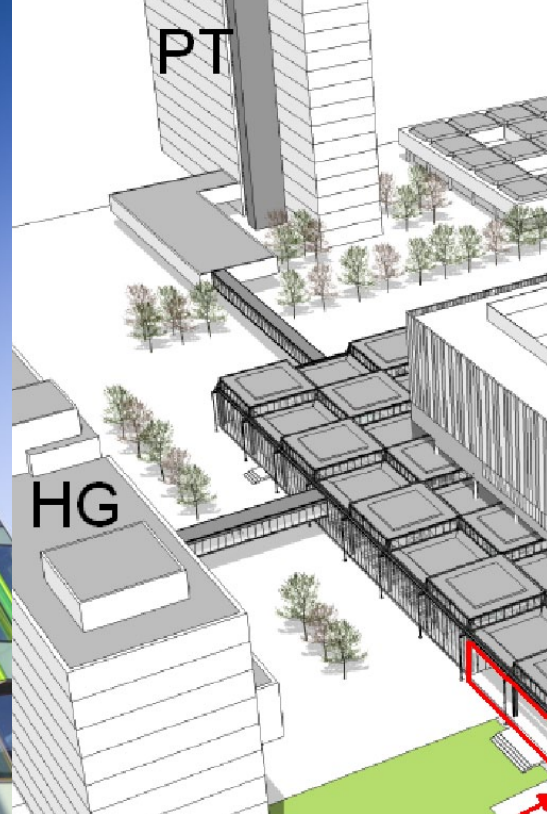
Растёт интерес к зелёному строительству. Статью К. Агаповой «Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России» (№ 3, 2013) просмотрели **14 932** раза; статью М. Бродач, Г. Имза «Рынок зелёного строительства в России» (№ 1, 2013) – **11 128** раз; «Гиперкуб – первое здание инновационного центра Сколково» (№ 1, 2012) – **10 398**.

Неизменной популярностью пользуются примеры (case study) строительства энергоэффективных и зелёных зданий. Статья А. Наумова «Энергоэффективный жилой дом в Москве» (№ 1, 2012) просмотрена **9 191** раз. Иностраный опыт строительства и эксплуатации зелёных зданий так же полезен, т.к. содержит выводы об эффективности и качестве установленного инженерного оборудования в процессе эксплуатации зданий. Например, статья «Прямое испарительное охлаждение в офисе. Возрождение в Фениксе» набрала **8 577** просмотров, статья «Покорение климата» (№ 1, 2012) – **7 797** просмотров. К сожалению нужно отметить, что у участников рынка зелёного строительства в России ещё не сформирована традиция по освещению и распространению своего опыта. Для популяризации зелёной сертификации в России крайне необходимо представлять информацию о новейших технических решениях специализированных изданиях, таких как журнал ЗВТ. Мы стараемся восполнить этот пробел. По предоставленным материалам наш технический специалист Владимир Устинов пишет прекрасные статьи, благодаря чему такие здания как «Кристалл» в Санкт-Петербурге и ARCUS III в Москве становятся узнаваемыми.

В ряде статей изложен опыт математического моделирования на примере конкретных объектов. Статья Д. Денисиной об опыте математического моделирования ледовых арен в Сочи (№ 3, 2013) получила рекордные в этой категории **7 227** очков.

Не обходят своим вниманием журнал и англоязычные специалисты. Статья «Welcome speech from keynote leaders of high-tech building trends in the world» (№ 1, 2013) на сегодняшний день просмотрена **8 524** раза.

Приглашаем Вас в новый увлекательный журнал ЗВТ и на не менее увлекательный сайт zvt.abok.ru



6

Микроклимат и качество воздуха в офисных зданиях. Сравнение норм России и ЕС

Сегодня на рынке проектирования существует такой вид работ, как «адаптация» проекта, разработанного в ЕС, к российским нормам. Каждый проект проектировщики стараются максимально воплощать в жизнь, согласуясь с нормами и правилами, действующими в Российской Федерации.

14

ARCUS III: опыт сертификации по BREEAM

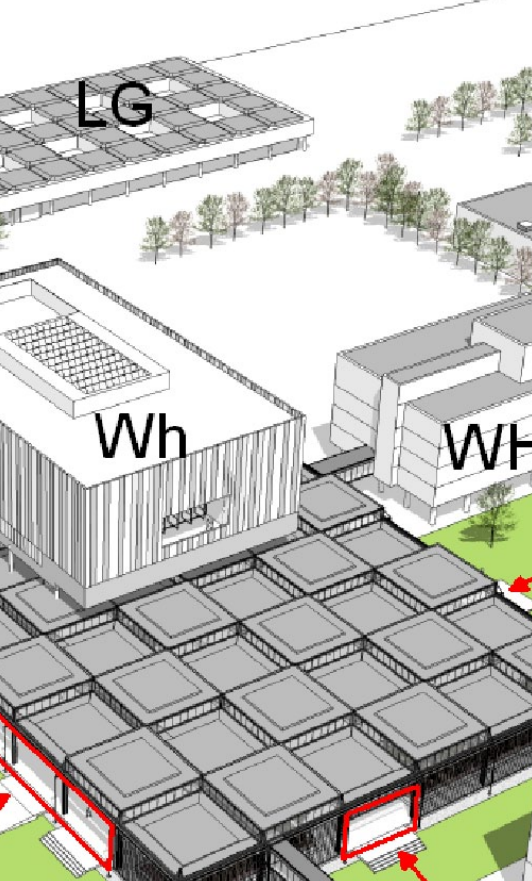
Внедрение технологий экологической устойчивости при строительстве зданий в России уже не является чем-то редким и исключительным. Каждое здание, получившее международный сертификат LEED и BREEAM, – это отличный пример реализации коммерчески успешного и экологически устойчивого проекта.

24

Ветровой комфорт. Опыт применения в Нидерландах

Ветровой комфорт – важный показатель для общественных территорий на открытом воздухе. Дискомфортные условия могут быть вызваны ветром, в особенности вблизи высотных зданий.





32

Стекланные двойные фасады

Здания с большим процентом остекления зачастую имеют повышенные нагрузки на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Стекланный двойной фасад является интересным решением оболочки здания, приспособивающейся к изменениям наружного климата.

46

Придорожный сервис в Италии

Многофункциональный придорожный комплекс Autogrill Villoresi Est открылся в начале 2013 года на севере Италии. Технологии экологической устойчивости позволяют достигать высоких значений энергоэффективности здания и оказывать минимальное негативное воздействие на окружающую природную среду.



**МОСКВА – ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ГОРОД
ДОКЛАДЫ КОНФЕРЕНЦИИ**





СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

56

Коттеджный посёлок ЖК «Первомайское»: использование тепловой энергии грунта

Нередко предпосылкой к воплощению проектов с инновационными решениями становится невозможность или дороговизна подключения к традиционным источникам энергоресурсов. В подмосковном жилом комплексе «Первомайское» система отопления реализована на базе теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную тепловую энергию земли.

62

Умные гостиницы

Автоматизация инженерных систем даёт ощутимый и быстрый экономический эффект в сегменте гостиничного бизнеса. Главное требование к современному отелю – это соответствие высоким стандартам качества.





66

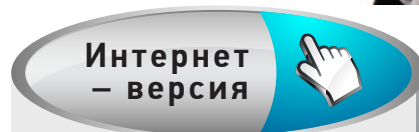
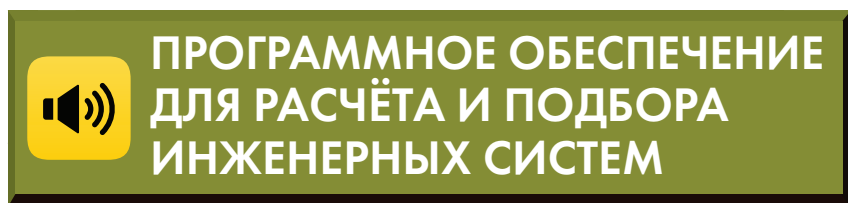
Книжное обозрение

Издательство технической литературы «АВОК-ПРЕСС» представляет новую книгу М. Г. Тарабанова «Кондиционирование воздуха. Часть 1». Монография адресована проектировщикам, инженерам систем кондиционирования воздуха, научным работникам, преподавателям и студентам.

Опубликована новая редакция рекомендаций Р НП «АВОК» 5.5.1–2015 «Расчёт параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий». Из печати также вышел комплект изданий «Практические рекомендации по проектированию систем пожарной безопасности. Части 1–3 и Часть 4».

68

Summary



Комиссинг энергопотребляющих систем зданий на примере США

Рынок услуг комиссинга энергопотребляющих систем зданий растёт вместе с рынком LEED-сертификации. Комиссинг зданий - это ориентированный на качество процесс, повышающий результативность проекта строительства. В статье приводятся данные об экономической эффективности комиссинга.



МИКРОКЛИМАТ И КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В ОФИСНЫХ ЗДАНИЯХ

СРАВНЕНИЕ НОРМ РОССИИ И ЕС

ВЛАДИМИР УСТИНОВ

Сегодня на рынке проектирования существует такой вид работ, как «адаптация» проекта, разработанного в ЕС, к российским нормам. При этом проектировщик, как правило, старается максимально сохранить существующие решения, проверив их соответствие нормам и правилам, действующим в Российской Федерации.



В статье анализируются различия в подходе к определению параметров микроклимата.

Основное внимание уделяется системам ОВК, поддерживающим необходимый микроклимат в зданиях административного назначения. Рассматриваются общие условия, определяемые российскими нормами для офисных помещений. Главная цель работы – определение основных различий отечественного и европейского подходов.

Отправной точкой для анализа требований законодательства выбран документ СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003», который устанавливает нормы проектирования и распространяется на системы внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях зданий и сооружений. Для начала уточним термины и основные задачи систем согласно своду правил:

- **Вентиляция** – обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне при средней необеспеченности 400 ч/год – при круглосуточной работе и 300 ч/год – при односменной работе в дневное время.
- **Кондиционирование воздуха** – автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения и качества) с целью обеспечения, как правило, оптимальных

метеорологических условий*, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей.

- **Отопление** – искусственное нагревание помещения в холодный период года для компенсации тепловых потерь и поддержания нормируемой температуры со средней необеспеченностью 50 ч/год.

Далее приведены пункты СП 60.13330.2012, ссылающиеся на документы, которые необходимо учитывать при определении параметров микроклимата и качества воздуха:

- Параметры микроклимата при вентиляции и отоплении следует принимать по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПин 2.1.2.2645 и СанПин 2.2.4.548 (п. 5.1).
- Параметры микроклимата при кондиционировании помещений в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений – по ГОСТ 30494 (раздел 3) и СанПин 2.1.2.2645 (п. 5.3 СП).

Важно отметить, что в самом СП 60.13330.2012 также содержатся требования к качеству воздуха и параметрам микроклимата.

Применительно к офисным помещениям интерес представляет только документ ГОСТ 30494. Требования

ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ ОВК

Система	Вентиляция	Кондиционирование	Отопление
Задача	Допустимый микроклимат и качество воздуха	Оптимальные метеорологические условия	Поддержание нормируемой температуры

* Термин «оптимальные метеорологические условия» в исходном виде не встречается ни в СП 60.13330.2012, ни в документах, на которые он ссылается. Вероятно, идёт отсылка к пояснениям термина «микроклимат производственных помещений» в ГОСТ 12.1.005–88*, и «оптимальные метеорологические условия» следует понимать как оптимальные параметры микроклимата. – *Примеч. Авт.*



остальных стандартов, с точки зрения автора, могут применяться к современным офисным помещениям только для категории работ Ia. ГОСТ 12.1.005 введён в действие в 1989 году и, безусловно, устарел, хотя он остаётся самым подробным и удобным в применении документом в части определения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»

Допустимые параметры микроклимата. Сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дис-

комфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.

Оптимальные параметры микроклимата. Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

Оптимальное качество воздуха. Состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается комфортное (оптимальное) состояние организма человека.

Допустимое качество воздуха. Состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается допустимое состояние организма человека. Согласно классификации ГОСТа, для данного случая это помещения категорий 2 и 3а.

Параметры микроклимата

Параметры, характеризующие микроклимат в жилых и общественных помещениях (п. 4.2 ГОСТ 30494–2011):

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха (среднённая по объёму обслуживаемой зоны скорость движения воздуха);
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения (комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения);
- локальная асимметрия результирующей температуры (разность

ТАБЛ. 1. ОПТИМАЛЬНЫЕ И ДОПУСТИМЫЕ НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Категория помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные нормы				
2	19–21	18–20	30–45	Не более 0,2
3а	20–21	19–20	30–45	Не более 0,2
Допустимые нормы				
2	18–23	17–22	Не более 60	Не более 0,3
3а	19–23	19–22	Не более 60	Не более 0,3

ТАБЛ. 2. ОПТИМАЛЬНЫЕ И ДОПУСТИМЫЕ НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ТЁПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА (ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОСТОЯННЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ)

Нормы	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные	23–25	22–24	30–60	Не более 0,15
Допустимые	18–28	19–27	Не более 65	Не более 0,25

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОЗДУХА В ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

ГОСТ 30494-2011

Раздел 5 ГОСТ 30494-2011 содержит рекомендации по расчёту воздухообмена, необходимого для обеспечения допустимых концентраций загрязняющих веществ. В этом разделе содержится прямая ссылка на ГОСТ Р ЕН 13779-2007 и частично скопирована методика из этого ГОСТа. Применение норм обоих стандартов крайне затруднительно, поскольку ГОСТ Р ЕН 13779-2007 – это неполный перевод документа EN 13779 «Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems», который не адаптирован к нормам российского законодательства

СП 60.13330.2012

Согласно табл. К.1 СП 60.13330.2012, минимальный расход наружного воздуха на одного человека для офисных помещений составляет:

- 40 м³/ч для помещений с естественным проветриванием;
- 60 м³/ч для помещений без естественного проветривания;
- 20 м³/ч для помещений, в которых люди находятся не более 2 ч непрерывно.

Резюмируя вышесказанное, в упрощённом виде нормы в Российской Федерации сводятся к тому, что системы ОВК должны поддерживать в офисном помещении параметры микроклимата согласно табл. 1 и 2, при этом расход наружного воздуха должен соответствовать табл. К.1 СП 60.13330.2012

результатирующих температур в точке помещения, определённых шаровым термометром для двух противоположных направлений). На практике результирующая температура помещения и локальная асимметрия результирующей температуры в проектах не рассчитываются и не учитываются. ГОСТ 30494-2011 даёт прямое указание на значения этих параметров (табл. 1, 2).

В различных точках обслуживаемой зоны допускаются следующие отклонения (п. 4.6 ГОСТ 30494-2011):

- перепад температуры воздуха не более 2 °С для оптимальных показателей и 3 °С – для допустимых;
- перепад результирующей температуры помещения по высоте обслуживаемой зоны – не более 2 °С;
- изменение скорости движения воздуха – не более 0,07 м/с для оптимальных показателей и 0,1 м/с – для допустимых;
- изменение относительной влажности воздуха – не более 7 % для оптимальных показателей и 15 % – для допустимых.

В соответствии с табл. А.1. СП 60.13330.2012, допустимая скорость движения воздуха в тёплый период года:

- для общественных и административно-бытовых помещений в 2 раза превышает требования ГОСТ 30494-2011 и составляет 0,5 м/с.
- для производственных помещений с категорией работ Ia (к ним можно отнести офис) меньше требований ГОСТ 30494-2011 – 0,2 м/с.

Европейский подход

Основной нормативный документ для проектирования вентиляции в нежилых зданиях – это EN 13779 «Ventilation for Non-Residential Buildings – Performance Requirements for Ventilation and Room-Conditioning Systems» («Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования»).

Как уже отмечалось, данный стандарт частично переведён на русский язык и принят в формате ГОСТ Р. Важно заметить, что EN 13779 содержит только основные требования к системам

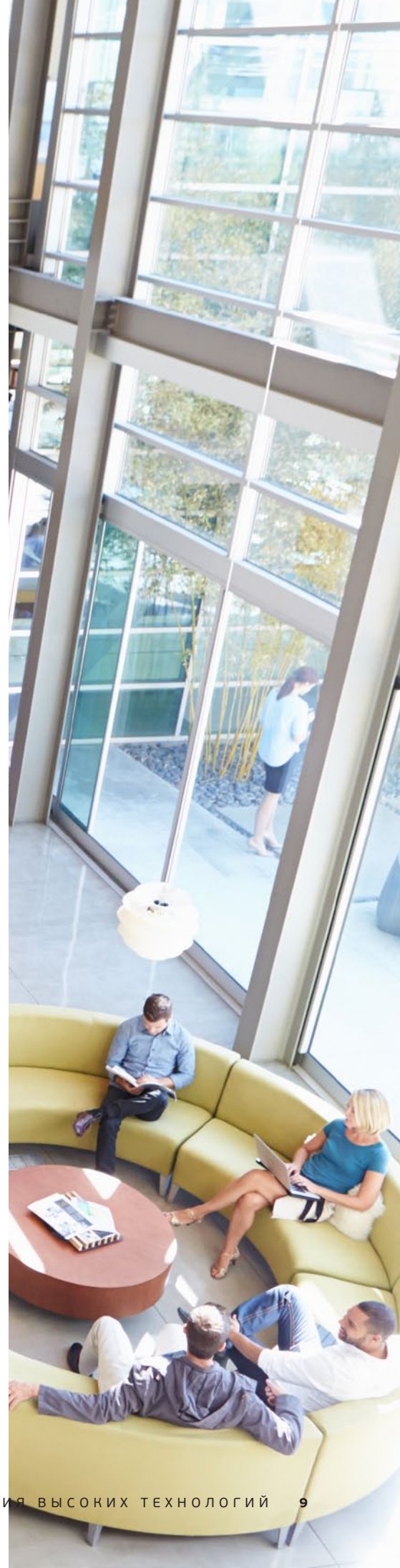




ТАБЛ. 3. КАЧЕСТВО МИКРОКЛИМАТА ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

Категория	Уровень и описание
I	Высокий уровень. Рекомендуется для помещений, в которых присутствуют очень чувствительные люди с особыми требованиями: пожилые люди, инвалиды, больные люди, маленькие дети
II	Нормальный уровень. Следует использовать для вновь строящихся и реконструируемых зданий
III	Удовлетворительный уровень. Может быть использован для существующих зданий
IV	Прочее. Эта категория может использоваться только ограниченное время года

ТАБЛ. 4. ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОГО КОМФОРТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАТЕГОРИИ КАЧЕСТВА МИКРОКЛИМАТА

Категория качества микроклимата	Тепловой комфорт человека	
	PPD, %	PMV, %
I	< 6	-0,2 < PMV < 0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < 0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < 0,7
IV	> 15	PMV < -0,7 или 0,7 < PMV

вентиляции и кондиционирования воздуха и имеет много ссылок на требования смежных стандартов EN, не все из которых в настоящее время переведены на русский язык.

В части требований к параметрам микроклимата EN 13779 отсылает к EN 15251 «Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics» («Исходные параметры микроклимата помещений для проектирования и оценки энергетической эффективности зданий в отношении качества воздуха, теплового комфорта, освещения и акустики»).

В первую очередь стандарт EN 13779 определяет категории качества микроклимата внутри помещений (табл. 3).

Фактический интерес представляют только категории I (высокое качество – больницы, детские сады и т.п.) и II (нормальное качество), используемые при новом строительстве и модернизации систем, а также реставра-

ции зданий, но для полноты картины присутствуют и остальные категории (табл. 4, категория III – приемлимый уровень в существующих зданиях, категория IV – исключения).

Показатель PMV

PMV (predicted mean vote) – это прогнозируемая средняя оценка уровня теплового комфорта.

Чувствительность человека к тепловым условиям связана в основном с тепловым балансом его тела. На этот баланс влияют физическая активность человека, одежда, а также параметры среды: температура воздуха, радиационная температура помещения, подвижность и относительная влажность воздуха.

Баланс температуры достигается в том случае, когда теплота, вырабатываемая человеком, равна потере телом теплоты в окружающей среде (табл. 5). В умеренной среде система терморегуляции человека способна автоматически корректировать температуру кожи и потоотделение для поддержки баланса температуры тела.

Значение PMV рассчитывают по формуле

$$PMV = (0,303e^{-0,0036M} + 0,028)((M - W) - 3,05 \cdot 10^3 (5\,733 - 6,99(M - W) - p_a) - 0,42((M - W) - 58,15) - 1,7 \cdot 10^{-5}M(5\,867 - p_a) - 0,0014M(34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8}f_{cl}((t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4) - f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a), \quad (1)$$

где $t_{cl} = 35,7 - 0,028(M - W) - 0,155I_{cl}(3,96 \cdot 10^{-8}f_{cl}((t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4) - f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a))$;

$$\begin{cases} h_c = & 2,38 (t_{cl} - t_a)^{0,25} & \text{для } 2,38 (t_{cl} - t_a)^{0,25} > 12,1 v_r^{0,5} \\ & 12,1 v_r^{0,5} & \text{для } 2,38 (t_{cl} - t_a)^{0,25} < 12,1 v_r^{0,5}; \\ f_{cl} = & 1,00 + 0,2I_{cl} & \text{для } I_{cl} < 0,5 \text{ кло} \\ & 1,05 + 0,1I_{cl} & \text{для } I_{cl} > 0,5 \text{ кло,} \end{cases}$$

где M – метаболизм, Вт;

W – энергозатраты на производство работ сотрудником, Вт;

p_a – парциальное давление водяного пара, Па;

t_a – температура воздуха, °С;

f_{cl} – коэффициент прикрытой одеждой части тела по отношению к голой коже;

t_{cl} – температура поверхности одежды, °С;

t_r – средняя радиационная температура, °С;

h_c – коэффициент конвективного теплообмена, Вт/(м²•°С);

I_{cl} – коэффициент теплоизоляции одежды, кло;

v_r – относительная подвижность воздуха в помещении, м/с, равная $v + 0,005 \times (M - 58)$ (где v – средняя подвижность воздуха в помещении, м/с).

Примечание. 1 метаболическая единица = 1 мет = 58 Вт/м; 1 единица одежды = 1 кло = 0,155 м²•°С/Вт.

Показатель PPD

PPD (predicted percentage of dissatisfied) – это показатель, который устанавливает прогнозируемый процент недовольных качеством микроклимата людей, которым слишком тепло или холодно. Под недовольными микроклиматом понимают тех людей, которые будут оценивать среду как «жарко», «тепло», «прохладно» или «холодно» по семибальной шкале температурной чувствительности (табл. 5).

Значение PPD рассчитывают на основе PMV:

$$PPD = 100 - 95e^{-(0,03553PMV^4 + 0,02179PMV^2)}. \quad (2)$$

Ощущение тепла у людей различное. Даже при самой лучшей системе вентиляции и кондиционирования всегда найдутся те, кто не доволен качеством микроклимата, – минимум 5 % для любых условий микроклимата.

Несмотря на то что расчёт PMV и PPD по формулам (1) и (2) выглядит сложной задачей, в действительности он

ТАБЛ. 5. ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Баллы	Ощущения человека
3	Жарко
2	Тепло
1	Немного тепло
0	Нейтрально
-1	Немного прохладно
-2	Прохладно
-3	Холодно

ТАБЛ. 6. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ (КАБИНЕТЫ, ОФИСЫ ОТКРЫТОЙ ПЛАНИРОВКИ, ПЕРЕГОВОРНЫЕ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАТЕГОРИИ

Категория качества микроклимата	Температура воздуха, °С	
	Минимальное значение при отоплении (зимнее время) ~ 1,0 кло	Максимальное значение при охлаждении (летнее время) ~ 0,5 кло
I	21,0	25,5
II	20,0	26,0
III	19,0	27,0



выполняется очень легко и быстро. Для определения этих показателей существует огромное количество компьютерных программ (в том числе бесплатных онлайн-программ). Многие программы содержат подсказки и рекомендации по величине значений, используемых при расчёте.

Помимо рекомендаций по уровню PMV и PPD, стандарт EN 15251 содержит и примеры и рекомендации по величине значений температуры (табл. 6) и влажности (табл. 7) воздуха для разных категорий качества микроклимата помещения.

В общих случаях влажосодержание рекомендуется поддерживать на уровне 12 г/кг. Если без секции ув-

лажнения (осушения) на этот показатель выйти не удаётся, то желательно использовать показатели, приведённые в табл. 7, в зависимости от того, увлажнитель или осушитель установлен в системе.

Результаты сравнения российского и европейского подхода

Вернёмся к факторам, определяющим качество микроклимата. В целом, очевидно, что подходы схожи (табл. 8).

Показатели, которых нет в нормах Российской Федерации (коэффициент теплоизоляции одежды, уровень энергозатрат и т. д.), просто учтены в рекомендациях по типам помещений, поэтому де факто они также присутствуют в расчётах.

Тот показатель, которого нет в нормах ЕС (локальная асимметрия результирующей температуры), выделен в отдельную категорию и самостоятельный документ EN ISO 7730.

В EN ISO 7730 содержатся рекомендации по выбору значений локальной асимметрии результирующей температуры, риска сквозняка (draught rate), вертикального градиента температуры в помещении и ещё нескольких показателей, которые используются для ограниченного типа зданий.

Стоит заметить, что, согласно европейской классификации, изначальные рекомендации по уровню теплового комфорта подразумевают, что эти параметры климата оптимальные, т. е. PPD < 20 %. В то время как в России существуют допустимые – с PPD > 20 %.

Однако по факту в европейских нормативных документах даётся рекомендация сравнивать экономический эффект и при необходимости снижать уровень качества микроклимата, если такое снижение не критично для сотрудников. Это позволяет

ТАБЛ. 7. ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ В ПОМЕЩЕНИЯХ (ПОМЕЩЕНИЯ С ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ, ГДЕ НЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ВЛАЖНОСТИ (Т. Е. ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ МУЗЕЕВ, ЦЕРКВЕЙ И Т. П.)), В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАТЕГОРИИ КАЧЕСТВА МИКРОКЛИМАТА

Категория качества микроклимата	Относительная влажность воздуха, %	
	При осушении приточного воздуха	При увлажнении приточного воздуха
I	50	30
II	60	25
III	70	20
IV	> 70	< 20

ТАБЛ. 8. СРАВНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА К КАЧЕСТВУ МИКРОКЛИМАТА В РОССИИ И ЕВРОСОЮЗЕ

Нормы Российской Федерации	Нормы Европейского союза
Температура воздуха.	Величины PMV, PPD, определяемые на основе показателей, приведенных в формулах (1) и (2); метаболизм; энергозатраты на производство работ сотрудником; парциальное давление водяного пара; температура воздуха; коэффициент прикрытой одеждой части тела по отношению к голой коже; температура поверхности одежды; средняя радиационная температура; коэффициент конвективного теплообмена; коэффициент теплоизоляции одежды; относительная подвижность воздуха в помещении; средняя подвижность воздуха в помещении
Скорость движения воздуха.	
Относительная влажность воздуха.	
Результирующая температура помещения.	
Локальная асимметрия результирующей температуры	

значительно уменьшить энергопотребление инженерных систем.

Качество воздуха в помещении

В европейской практике существует два подхода к определению расхода наружного воздуха:

- по рекомендованным значениям расхода наружного воздуха на человека и площадь пола;
- по расчёту расхода, необходимого для поддержания требуемого уровня CO₂.

Метод по расчёту расхода подробно описан в ГОСТ Р ЕН 13779–2007. Но для должного эффекта этот метод требует измерения уровня CO₂ наружного воздуха в районе строительства на начальном этапе проектирования, а также дальнейшего контроля CO₂ внутри помещений при эксплуатации здания. В России такие измерения осуществляются крайне редко. Поэтому в данной статье рассматривается первый подход, который ближе к подходу СП 60.13330.2012.

Рекомендованные значения расхода наружного воздуха на человека и 1 м² пола по EN 15251

Расход наружного воздуха складывается из расхода на человека (в зависимости от требований к качеству микроклимата и уровню комфорта человека, табл. 9) и расхода на 1 м² пола (в зависимости от уровня эмиссии вредных веществ строительными и отделочными материалами здания, табл. 10).

Сравнение рекомендуемых значений расхода наружного воздуха по СП 60.13330.2012 и EN 15251

Для наглядного сравнения возьмём офис открытой планировки без естественного проветривания. Допустим, площадь офиса составляет 100 м², в нём трудятся 10 человек.

ТАБЛ. 9. РАСХОД ВОЗДУХА, М³/Ч НА ЧЕЛОВЕКА, В ПОМЕЩЕНИИ

Категория качества микроклимата	PPD, %	Расход, м ³ /ч
I	15	36,0
II	20	25,2
III	30	14,4
IV	> 30	< 14,4

ТАБЛ. 10. РАСХОД ВОЗДУХА, М³/Ч НА 1 М², ПОЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ЭМИССИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ СТРОИТЕЛЬНЫМИ И ОТДЕЛОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЗДАНИЯ

Категория качества микроклимата	Выделение вредностей		
	Очень малое	Малое	Большое
I	1,80	3,60	7,20
II	1,26	2,52	5,00
III	1,08	2,16	4,32

При допущении, что расход наружного воздуха будет определяться именно по санитарной норме в приложении «К» СП 60, а не по потребности в тепле/влаге и т.п. в приложении «И» СП 60, получаем 600 м³/ч наружного воздуха на офис.

В случае Европейских норм, на это же офис, нам необходимо подать наружного воздуха:

Минимальное значение (категория II, очень малое выделение вредностей):

$$10 \cdot 25,2 + 1,26 \cdot 100 = 378 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальное значение (категория I, большое выделение вредностей):

$$10 \cdot 36 + 7,2 \cdot 100 = 1\,080 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Вследствие того что EN 15251 учитывает фактор качества здания с точки зрения эмиссии вредных веществ, параметры расхода наружного воздуха могут колебаться в более широких интервалах. ●

ОБ АВТОРЕ

Владимир Устинов – исполнительный директор ООО «Линдаб».





ARCUS III: ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ ПО BREEAM

ВЛАДИМИР УСТИНОВ, ЕЛЕНА ПУШАКОВА

Внедрение технологий экологической устойчивости при строительстве зданий в России уже не является чем-то редким и исключительным. Каждое здание, получившее международный сертификат LEED и BREEAM, – это отличный пример реализации коммерчески успешного и экологически устойчивого проекта.

В мае 2013 года проект здания офисного центра ARCUS III успешно прошёл сертификацию по BREEAM Europe 2008 и получил оценку «Очень хорошо» (Very Good), набрав 57,34 %. На момент подготовки и выхода статьи строительство здания полностью завершено, осуществлён ввод в эксплуатацию.

ARCUS III – офисное здание класса А в Москве общей площадью 44 982 м², проект российской компании АБ Девелопмент.

Местоположение и архитектура

Немаловажным аспектом при оценке по BREEAM являются местоположение, транспортная доступность и эффективность использования территории при возведении новых зданий.

ARCUS III находится на Ленинградском проспекте в 10 мин ходьбы

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование: ARCUS III.

Расположение: Москва (Россия).

Основное назначение: многофункциональное офисное здание.

Типы помещений: офисы, кафе и рестораны, спортклуб, подземная автостоянка.

Проектная вместимость – 3 438 человек.

Общая площадь – 44 982 м².

Награды и достижения:
• 2013 – оценка «Очень хорошо» (57,34 %) по BREEAM Europe 2008: Offices (shell only).

Завершение основных строительных работ: апрель 2014 года.

BREEAM®

Code for a Sustainable Built Environment
www.breem.org

Interim Certificate – Design Stage

This is to certify that:

ARCUS III,
37A build. 14,
Leningradsky Prospect,
Moscow,
Russia

has been assessed to:

BREEAM Europe 2008: Offices (Shell only)

by a licensed assessor for:

WEST BRIDGE LTD

and has achieved a score of 57.34%

Very Good



Certificate number: BREEAM-0046-4222

Issue: 01

7 May 2013

Date of Issue

Signed for BRE Global Ltd.

Richard Hardy

Managing Director, BRE Global Ltd.

Swankey Hayden Connell Architects Limited

Project Architect

Waterman International Limited

MEP Engineer

Jappsen Ingenieure Berlin GmbH

Vertical Transport Consultant

LAPD Consultants Ltd

Lighting Consultant

Rikke Bjerregaard Orry,

Licensed Assessor

RO08

Assessor number

Ramboll Denmark

Licensed Assessor Company

AB Development

Developer

BURO HAPPOLD LIMITED

Facade Consultant

ETC Polska Spz. oo.

Traffic Consultant

ANT YAPI SANAYI VE TICARET LIMITED SIRKETI

Designer of Working Documentation and General Contractor



This certificate is issued by BRE Global Ltd to the Licensed Assessor named above based on their assessment of data provided by the Client and verified at the time of Assessment.

This certificate remains the property of BRE Global Ltd and is issued subject to terms and conditions (visit www.greenbooklive.com/terms).

To check the validity of this certificate visit www.greenbooklive.com/check or scan the QR Tag

or contact us: E: breem@bre.co.uk T: +44 (0) 1923 664462

BREEAM is a registered trademark of BRE (the Building Research Establishment Ltd. Community Trade Mark E5778551)



bre

BF1237 Rev 0.4

Page 1 of 1

© BRE Global Ltd, 2013



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Годовое удельное потребление тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение – 45,9 кВт·ч/м² в год.

Максимально-часовые нагрузки (для зон арендаторов):

- отопление – 22,5 Вт/м²;
- холодоснабжение 80 Вт/м².

от станции метро «Динамо» и Петровского парка. В ближайшем будущем в непосредственной близости от офисного центра откроется станция метро «Ходынское поле» и будет разбит современный парк площадью 34 га.

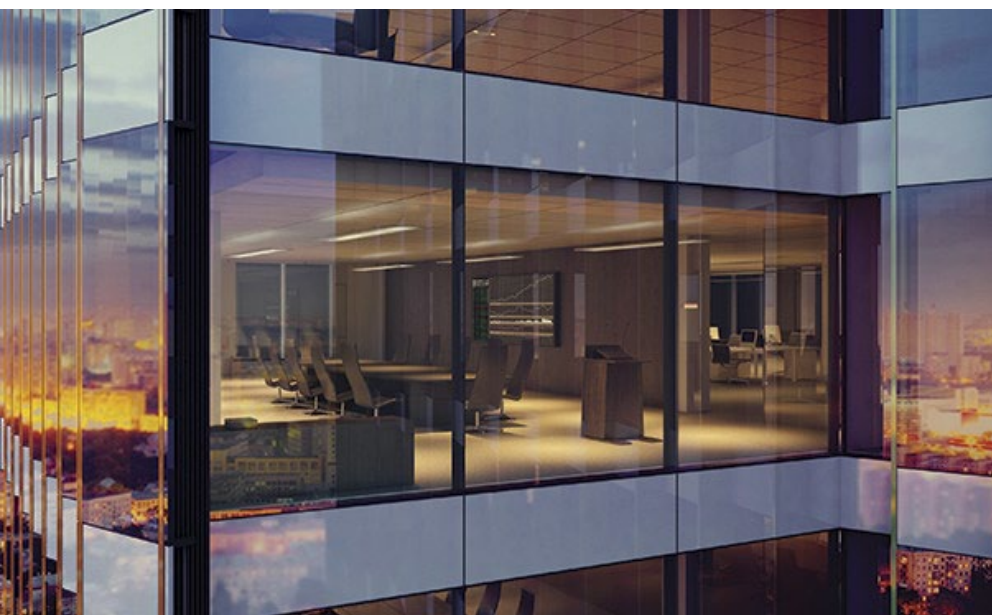
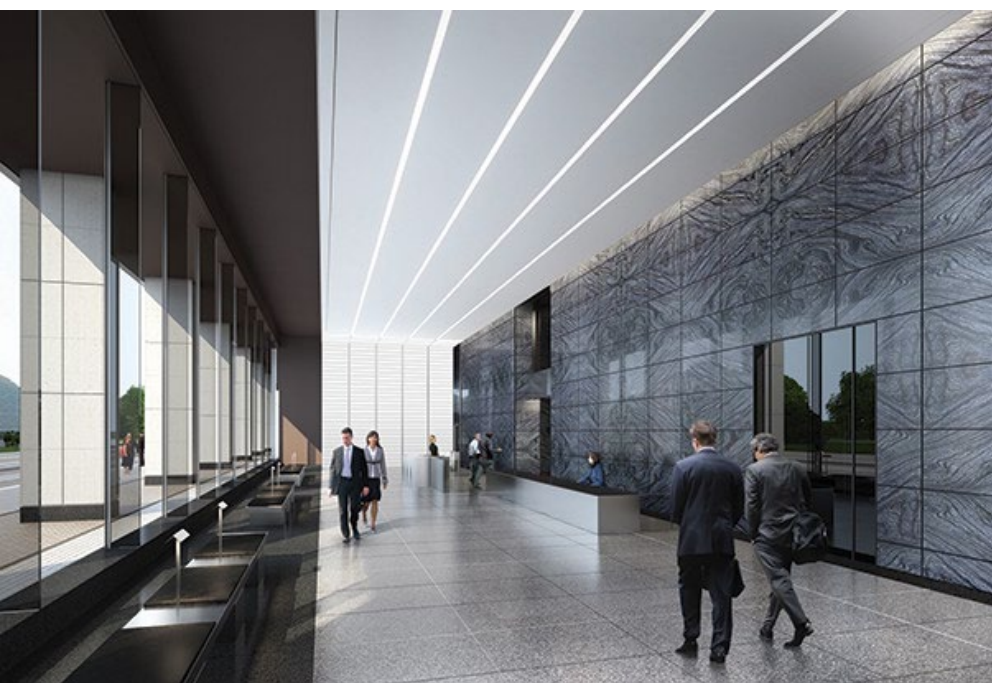
Подобное месторасположение объекта позволит социально ответственным арендаторам легко реализовать мотивационные программы по использованию персоналом

общественного транспорта. Парковка для велосипедов на территории комплекса зданий ARCUS существует уже сейчас.

Для разработки архитектурной концепции проекта была привлечена американская студия с мировым именем – Swanke Hayden Connell Architects. Результатом работы стало 15-этажное здание с большой площадью панорамного остекления и ярким, запоминающимся фасадом с вставками из цветного стекла.

При разработке архитектурной концепции особое внимание уделялось необходимости обеспечить максимально высокий уровень использования естественного освещения офисных помещений, при этом проводилась и оценка поступления теплоты от солнечной радиации в летнее время. Фронтальный фасад здания, обращённый на северо-запад, выполнен в форме плиссе. Главный фасад здания, выходящий на юго-западную сторону, состоит из анодированных алюминиевых импостов и системы ригелей. В качестве заполнения каркаса используются прозрачные стеклопакеты с двойным остеклением, при этом каждая третья панель и горизонтальные панели состоят из непрозрачных стеклопакетов с дополнительным утеплением. В конструкции предусмотрены неостеклённые фрамуги из алюминиевого профиля для организации естественной вентиляции помещений.

В качестве фундамента используется монолитная железобетонная плита. Надземная часть конструкции состоит из железобетонных колонн с капителями и стен ядра жёсткости, поддерживающих перекрытия. Капители необходимы для увеличения расстояния между колоннами. Зоны для офисных помещений рассчитаны на равномерно распределённую нагрузку, равную 400 кг/м².





На всех этажах, где расположены офисные помещения, предусмотрены специальные зоны для размещения хранилищ или для других целей. Нагрузка на эти зоны составляет 800 кг/м^2 .

Архитектурная концепция даёт арендаторам достаточно высокую гибкость при выборе варианта финальной чистовой отделки и планировки помещения. Пространство типового этажа может быть поделено на шесть зон арендаторов. Важно отметить, что подобная концепция позволяет обеспечить всем сотрудникам отличный визуальный контакт с окружающим здание пространством и максимально использовать возможности естественного освещения.

При проектировании здания учитывались потребности маломобильных групп населения. Рабочие места для них предусмотрены со 2-го по 4-й этажи. Комфортное и безопасное пребывание маломобильных граждан в здании достигается за счёт:

- объёмно-планировочных решений на территории комплекса и во входной зоне;
- применения специальных материалов и оборудования в зонах передвижения и пребывания инвалидов и других маломобильных групп (поверхности, не допускающие скольжения; двери с фиксаторами и автоматической задержкой закрытия);
- применения специальных систем информации и сигнализации об опасности;

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Бизнес-центр ARCUS III оснащён автоматизированными системами жизнеобеспечения, среди которых приточно-вытяжная вентиляция, центральное кондиционирование, системы пожаротушения, отопления, водоснабжения и электроснабжения:

- Вентиляционное оборудование: комплектные вентиляционные установки York, пароувлажнители Nordman.
- Холодоснабжение: холодильные машины York, драйкулеры (система фрикулинга) Guntner, теплообменники Alfa Laval, насосы Grundfos.
- Водоснабжение: насосы Grundfos, установка водоподготовки (доочистка питьевой воды) BWT.
- Водоотведение: насосы Grundfos, жируловители ACO (Hydrojet OAE), трапы H&L.
- Силовое оборудование и электроосвещение ABB, Schneider Electric.
- Автоматическая пожарная сигнализация Esmi.
- Система оповещения Bosch.
- Лифты пассажирские и грузовые Schindler.
- Отопление: теплообменники Alfa Laval, насосы Grundfos.
- Оборудование систем связи: шкафы автоматики НЭЛТ, программный интерфейс TAC Vista (Schneider Electric).
- Теплоснабжение (ИТП): теплообменники Alfa Laval, насосы Grundfos, регулирующая и запорная арматура Danfoss.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

- Рекуперация теплоты уходящего воздуха посредством вентиляционных агрегатов (с промежуточным теплоносителем).
- Рекуперация энергии лифтового оборудования.
- Система контроля протечек – глобальных (на вводе водопровода в здание) и локальных (в мокрых зонах здания).
- Система отключения подачи воды в санитарные приборы (писсуары и унитазы) при отсутствии людей в санитарных узлах (включение по сигналу датчика движения).
- Датчики на водоразборных приборах.
- Бачки унитазов с пониженным объёмом сливаемой воды.
- Датчики движения, связанные с системой освещения (лифтовые холлы, вестибюли санитарных узлов, санитарные узлы).
- Фрикулинг в системе охлаждения.
- Канальные запотолочные фэнкойлы.
- Система водоподготовки.
- Автоматизированная система управления зданием.

- установки в вестибюле звуковых информаторов по типу телефонов-автоматов, которыми могут пользоваться посетители с недостатками зрения, и текстофонов для посетителей с дефектами слуха;
- установки систем двусторонней связи с диспетчером в замкнутых пространствах, где маломобильный гражданин, в том числе с дефектами слуха, может оказаться один;
- наличия в каждой уборной не менее одной кабины, доступной для всех категорий граждан;

Инженерные системы здания

Вертикальный транспорт

В общей сложности в здании предусмотрено девять лифтов Schindler. Все этажи с офисными помещениями обслуживаются шестью лифтами грузоподъёмностью 2 000 кг каждый. Скоростные лифты оборудованы системой управления с выбором этажа назначения. Лифт для транспортирования пожарных подразделений в нормальных эксплуатационных условиях используется в качестве грузового. Для посетителей предусмотрены два отдельных лифта, связывающие подземную автостоянку с вестибюлем здания. Одной из мер по повышению энерге-

тической эффективности проекта является система рекуперации электрической энергии в сеть здания при торможении лифтов.

Электроснабжение

На вводе в здание установлены четыре трансформатора. Предусмотрен резервный генератор мощностью 800 кВт. Для арендаторов, имеющих повышенные требования к надёжности электроснабжения, имеется возможность установки дополнительных резервных генераторов. Для всех систем жизнеобеспечения применяются огнестойкие кабели. Все распределительные этажные щиты контролируются системой управления зданием, которая регистрирует количество потребляемой электроэнергии, что позволяет осуществлять мониторинг энергопотребления каждым арендатором. Высокая надёжность функционирования системы обеспечивается в том числе и выбором поставщиков оборудования – Schneider Electric и ABB.

Отопление

Теплоснабжение здания осуществляется от городских сетей с помощью индивидуального теплового пункта, реализованного на теплообменни-

ках Alfa Laval, насосах Grundfos, регулирующей и запорной арматуре Danfoss.

В офисной части здания используется система периметрального радиаторного отопления. Подземная автостоянка отапливается с помощью радиаторов, мощность системы регулируется двухходовыми регулирующими клапанами с приводами по сигналу от термостатов и датчиков температуры.

Суммарный годовой удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, согласно проекту, составляет 45,9 кВт•ч/м² в год. Максимально-часовые нагрузки на систему отопления для зон арендаторов составляют 22,5 Вт/м².

Вентиляция и кондиционирование воздуха

В здании предусмотрена система центрального кондиционирования на базе оборудования York. Для поддержания требуемого уровня относительной влажности используются пароувлажнители Nordman. Оборудование системы кондиционирования расположено на верхнем (техническом) этаже, на крыше и в подземной части здания.

Установки, обслуживающие офисные помещения, оснащены системами рекуперации теплоты удаляемого воздуха с промежуточным теплоносителем.

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

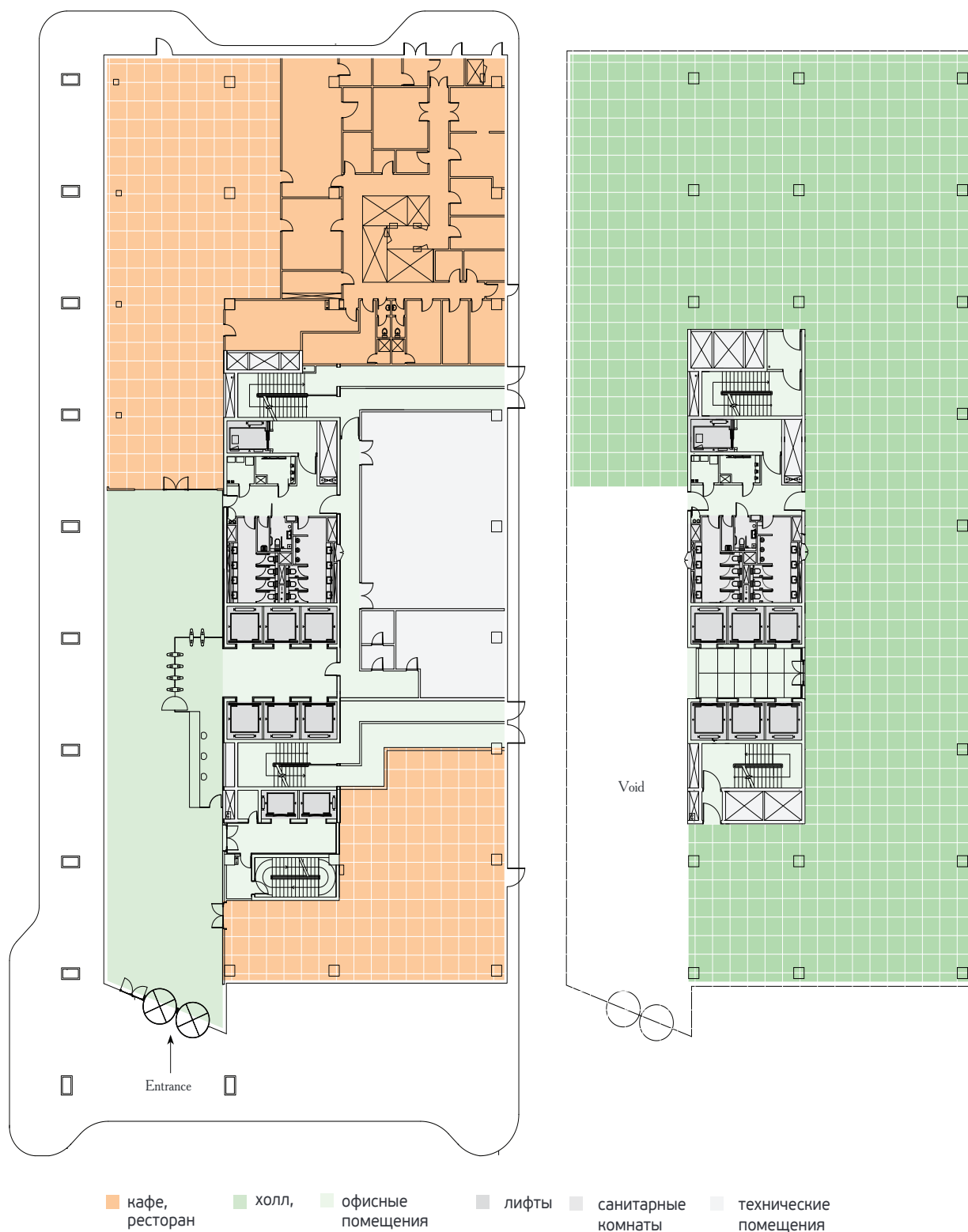
Фактическое сопротивление теплопередаче:

- кровля – 4,59 м²•°С/Вт;
- фасад – 2,86 м²•°С/Вт.

ОБЪЁМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Максимальный расход воды зданием – 128,8 м³/сут.

ДЕТАЛЬНЫЙ ПЛАН ЭТАЖА ОДНОГО АРЕНДАТОРА И МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ



Источник: www.arcusproject.ru

Охлаждение воздуха в помещениях арендаторов обеспечивается с помощью канальных двухтрубных фэнкойлов, что в сравнении с фанкойлами кассетного типа по-

зволяет снизить уровень звукового давления и обеспечить малую подвижность воздуха в помещении, уменьшив риск возникновения сквозняков.

Холодоснабжение

На крыше здания установлена холодильная установка York с воздушным охлаждением конденсатора, сопутствующее оборудование расположено в технической зоне на верхнем этаже. В системе холодоснабжения предусмотрена опция свободного охлаждения фрикулинг на базе драйкулеров Guntner, позволяющая значительно экономить энергию в межсезонье и холодный период года.

Водоснабжение и водоотведение

Особое внимание при проектировании и строительстве уделялось вопросу снижения потребления воды. Максимальный проектный расход воды зданием составляет 128,8 м³/сут.



УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

Девелопер: AB Development.

Архитектор: Swanke Hayden Connell Architects.

Инженер проекта: Waterman International.

Генеральный проектировщик: Finproekt.

Консультант по лифтам: Jappsen Ingenieure.

Консультант по организации дорожного движения: ETC Polska.

Консультант по BREEAM: Ramboll.

Консультант по фасадам: Buro Happold.

Консультант по освещению: LAPD Consultants.

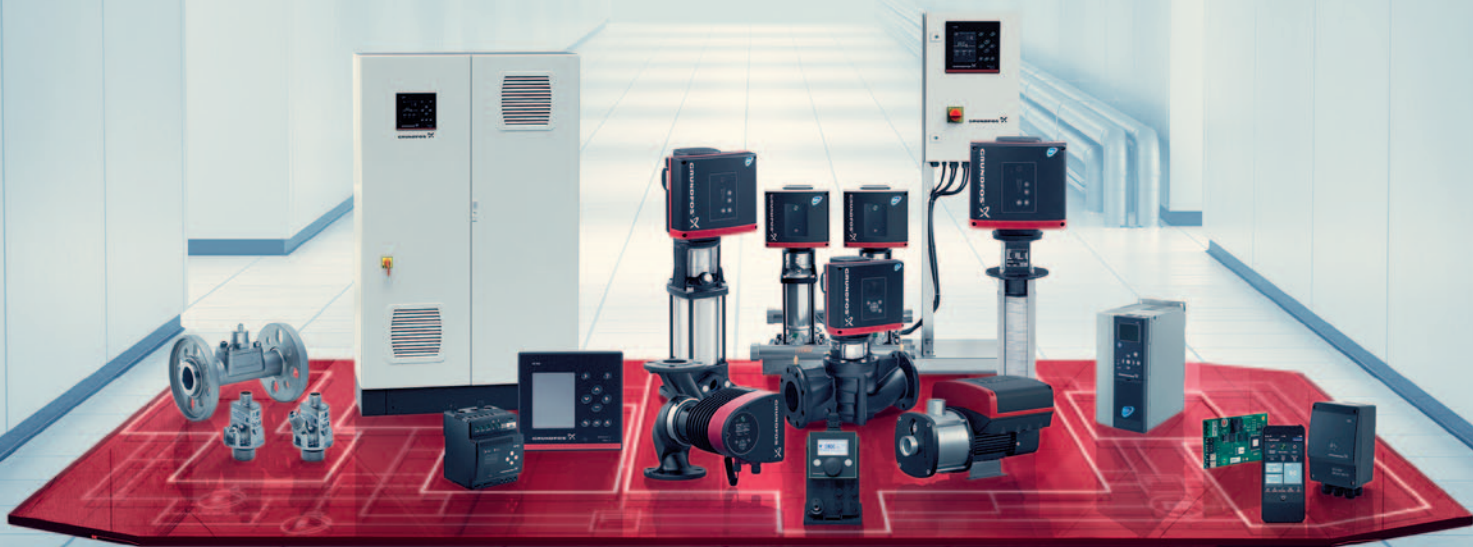
Консультант по благоустройству: Gillespies.

Генеральный подрядчик: Ant Yapı.

Художественное оформление и дизайн: Assembly Studios.

ТРЕБУЙТЕ «УМНЫЕ» РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВАШИХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ

Реклама. Товар сертифицирован



ТРЕБУЙТЕ РЕШЕНИЯ **GRUNDFOS iSOLUTIONS**

Grundfos производит передовое насосное оборудование с применением новейших технологий, способное значительно снизить расход электроэнергии. «Умные» насосы Grundfos нового поколения превосходят существующие стандарты энергоэффективности и отмечены знаком Grundfos Blueflux®. Grundfos Blueflux – это гарантия высочайшей энергоэффективности вашего насоса. В дополнение к насосам Grundfos разрабатывает и производит электродвигатели и высокотехнологичные устройства управления, контроля и защиты, предназначенные для придания насосам «интеллекта», увеличения их производительности, надежности и энергоэффективности.

Узнайте больше на сайте <http://isolutions.grundfos.ru/>

Grundfos. Технология свободы.

Филиал Грундфос в Москве: тел. (495) 737 30 00

be
think
innovate

GRUNDFOS 

Building Performance by Section					
	Environmental weighting, %	Credits available	Credits achieved	Achieved, %	Weighted Score, %
Management	12,00	11	8	72,73	8,73
Health & Wellbeing	15,00	13	8	61,54	9,23
Energy	19,00	23	11	47,83	9,09
Transport	8,00	9	6	66,67	5,33
Water	6,00	6	5	83,33	5,00
Materials	12,50	13	1	7,69	0,96
Waste	7,50	6	4	66,67	5,00
Land Use & Ecology	10,00	10	9	90,00	9,00
Pollution	10,00	12	6	50,00	5,00
Total BREEAM Score					57,34

Для снижения водопотребления в здании используются:

- система контроля протечек – глобальных (на вводе водопровода в здание) и локальных (в мокрых зонах здания);
- система отключения подачи воды в санитарные приборы (писсуары и унитазы) при отсутствии людей в санитарных узлах (включение по сигналу датчика движения);
- датчики на водоразборных приборах;
- бабки унитазов с пониженным объёмом сливаемой воды.

В проекте предусмотрена система водоподготовки, для очистки питьевой воды используется оборудование BWT.

Освещение

С целью снижения электропотребления в этажных холлах, зонах общего доступа, санитарных узлах и в вестибюле здания использованы светодиодные лампы. При этом управление освещением в этих зонах осуществляется автоматически – по сигналу от датчиков движения.

Для освещения офисных помещений применяются люминесцентные лампы.

Пожарная безопасность

Система внутреннего пожаротушения здания смонтирована отдельно от системы внутреннего водоснабжения. Система пожаротушения в здании комбинированная: в ней используются как спринклеры, так и пожарные рукава. Для подземной автостоянки предусмотрена отдельная система пожаротушения с собственной насосной станцией.

Комбинированная аудиовизуальная система оповещения активируется при срабатывании дымовых извещателей. Сигнал тревоги подаётся с помощью электронных звуковых оповещателей со встроенными датчиками, а также с помощью дополнительных проблесковых маячков, установленных в санитарных узлах.

Система автоматизированной пожарной сигнализации реализована на базе оборудования Esmi, система оповещения – Bosch, система аварийного освещения – Schneider Electric.

Система управления зданием

Автоматизация инженерных систем реализована с помощью системы ТАС Vista от Schneider Electric, контролирующей работу:

- оборудования механических систем, систем водоснабжения и канализации;
- главных распределительных устройств;
- генераторов;
- лифтов;
- системы управления освещением;
- узлов учёта электроэнергии в офисах арендаторов;
- пожарной сигнализации;
- оборудования жизнеобеспечения;
- системы охраны и контроля доступа.

Производитель шкафов автоматики – НЭЛТ.

Высокий уровень автоматизации позволяет снижать текущий уровень энергопотребления и осуществлять высококачественный мониторинг всех показателей энергопотребления для последующего анализа и возможной оптимизации работы систем. ●

ОБ АВТОРАХ

Владимир Устинов – исполнительный директор ООО «Линдаб».

Елена Пушакова – маркетинг-менеджер AB Development.

FEICON BATIMAT

21º Salón Internacional de la Construcción

10 - 14 MARZO/2015

SÃO PAULO - SP | BRASIL

Paellón de la Exposición Anhembi

Martes e Viernes das 11h às 20h

Sábado das 9h às 17h

CONSTRUYENDO EL FUTURO —



Haga ya su acreditación
online.

www.feicon.com.br

FEICON BATIMAT
Referencia para quien piensa en la construcción.

Perkrama

Apoyo Institucional



Organización y Promoción



Prohibida la entrada de menores de 16 años aunque estén acompañados. Evento exclusivo y gratuito para profesionales del sector que hicieran su preacreditación por medio del sitio web o presentaran la invitación en la entrada del evento. En caso contrario, será cobrada la entrada por el valor de R\$ 55,00 en el mostrador de atención.

ВЕТРОВОЙ КОМФОРТ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В НИДЕРЛАНДАХ

ВЭНДИ ЯНСЕН, БЭРТ БЛОКЭН, АДЕЛЯ ХАЙРУЛЛИНА

Ветровой комфорт – важный показатель для общественных территорий на открытом воздухе. Дискомфортные условия могут быть вызваны ветром, в особенности вблизи высотных зданий.



Пешеходы в этих зонах могут испытывать неудобства и дискомфорт, и в результате будут избегать нахождения в них. К примеру, ветреные переулочки с магазинами не особо привлекают покупателей, ветреные площади в городах для встреч могут пустовать, многие пешеходные зоны не часто используются для прогулок. Существуют общеизвестные принципы улучшения ветровых условий для пешеходов, изображённые на рис. 1, где также приведены примеры из кампуса университета Эйндховена TU/e.

Существует достаточно много исследований ветрового потока вокруг одиночно стоящего здания, но предсказать поведение ветра в условиях комплексной городской застройки с помощью простых методов невоз-

можно. Метод вычислительной гидродинамики (CFD – Computational Fluid Dynamics) в этом случае может быть необходим. Для оценки комфорта пешеходов, информация о ветровых потоках в пределах застройки должна сопровождаться ветровой статистикой и критериями комфорта. Существуют различные критерии комфорта (Hunt et al., 1976, Iyumov & Davenport, 1975, Lawson, 1975, Melbourne, 1978). Нидерланды являются первой страной в мире, разработавшей и принявшей национальный стандарт NEN 8100 по оценке ветрового комфорта и опасности, вызываемой ветром, в условиях городской застройки.

Стандарт NEN 8100

В 2006 году в Нидерландах изданы нормы по ветровому комфор-

ту NEN 8100 и новые практические указания по работе с ветровой статистикой NPR 6097. Стандарт призван обеспечить единый подход для различных проектных институтов при оценке ветрового комфорта в Нидерландах, с целью избежать противоречий.

Нормы рекомендуют производить исследование ветрового комфорта для зданий выше 30 м. Однако эти рекомендации не являются обязательными к применению, поэтому высотные здания часто возводят без должных исследований. В результате пешеходы вблизи этих зданий могут испытывать ветровой дискомфорт. С другой стороны, городские власти осознают возникающие проблемы с ветром вблизи высотных зданий и в настоящее время разрешают новое строительство

РИС. 1: ПРИМЕРЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ КОМФОРТА ПЕШЕХОДОВ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BERANEK, 1984 И BLACKMORE, 2011)

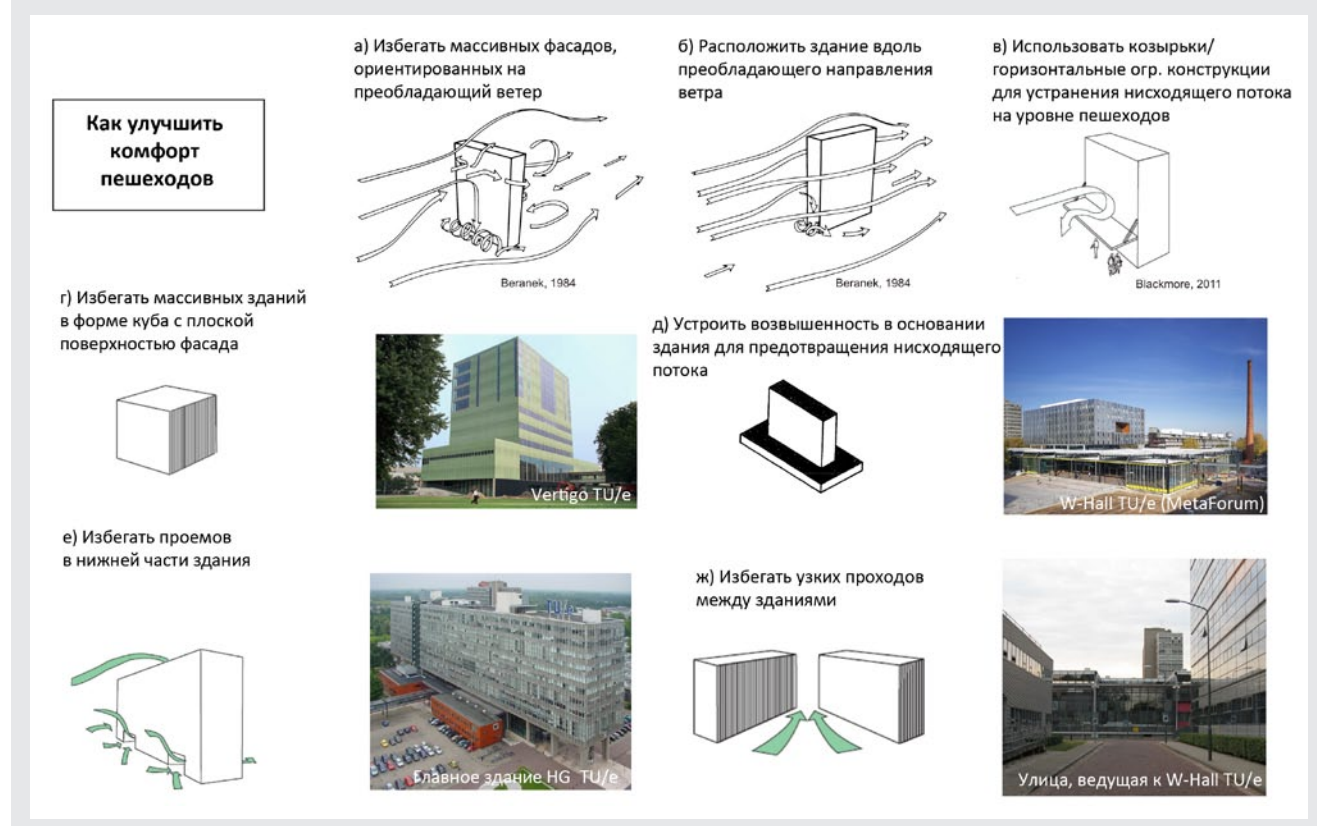


ТАБЛ. 1. ШКАЛА БОФОРТА И ЭФФЕКТ СИЛЫ ВЕТРА НА ПЕШЕХОДОВ (LAWSON & PENWARDEN, 1975)

Шкала Бофорта	Сила ветра	Скорость ветра на высоте 1,75 м, (м/с)	Эффект на пешеходов
0	Штиль	0,0 – 0,1	Ветер не ощутим
1	Тихий ветерок	0,2 – 1,0	Ветер не ощутим
2	Лёгкий бриз	1,1 – 2,3	Ветер ощутим на лице
3	Слабый бриз	2,4 – 3,8	Колыхание одежды, волос; сложности при чтении газет
4	Умеренный бриз	3,9 – 5,5	Поднятие пыли, разбрасывание бумаг, волосы растрёпаны
5	Свежий бриз	5,6 – 7,5	Сила ветра ощутима телом, возникает вероятность спотыкания при входе в ветровую зону
6	Сильный бриз	7,6 – 9,7	Сложности при использовании зонтов, волосы тянутся прямо по ветру, сложности при ходьбе прямо, боковой ветер равен по силе лобовому ветру, неприятный шум от ветра в ушах
7	Крепкий ветер	9,8 – 12,0	Крайне неудобно ходить
8	Штормовой ветер	12,1 – 14,5	Сложно передвигаться и удерживать баланс
9	Сильный шторм	14,6 – 17,1	Падение, потеря баланса

высотных зданий только при наличии исследований, подтверждающих отсутствие негативного влияния на ветровой комфорт вокруг здания.

В нормативах представлены расчётный метод и последствия определённых ветровых условий на различные виды деятельности. Нормы также позволяют выбрать два воз-

можных метода расчёта ветровых условий: эксперименты в аэродинамической трубе (традиционный метод) и расчёты методами вычислительной гидродинамики с CFD. Результаты, полученные при помощи этих методов, должны быть заверены.

Критерий ветрового комфорта в Нидерландах основан на граничном показателе среднечасовой скорости ветра $U_{гр} = 5$ м/с для любого вида активности. В таблице 1 представлен обзор эффектов различных скоростей ветра на пешеходов. Вероятность превышения граничного показателя $P(U_{гр} > 5$ м/с), определяет степень «качества» ветровых условий местного климата. Таблица 2 показывает, что границы оценки проходят от класса А, благоприятных условий для передвижения, прогулки и сидения, до класса Е – крайне неблагоприятных условий для этих видов деятельности.

Для того чтобы рассчитать вероятность превышения $U_{гр}$, в проекте необходимо пошагово произвести следующие расчёты для 12 направлений ветра:

- определить коэффициент отношения скоростей ветра ($\gamma = U_{пеш}/U_{спр,60 м}$) на уровне пешеходов $U_{пеш}$ – к справочному значению скорости ветра на данной территории на высоте 60 м $U_{спр,60 м}$;

ТАБЛ.2. КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕТРОВОГО КОМФОРТА ПО СТАНДАРТУ NEN 8100 (2006)

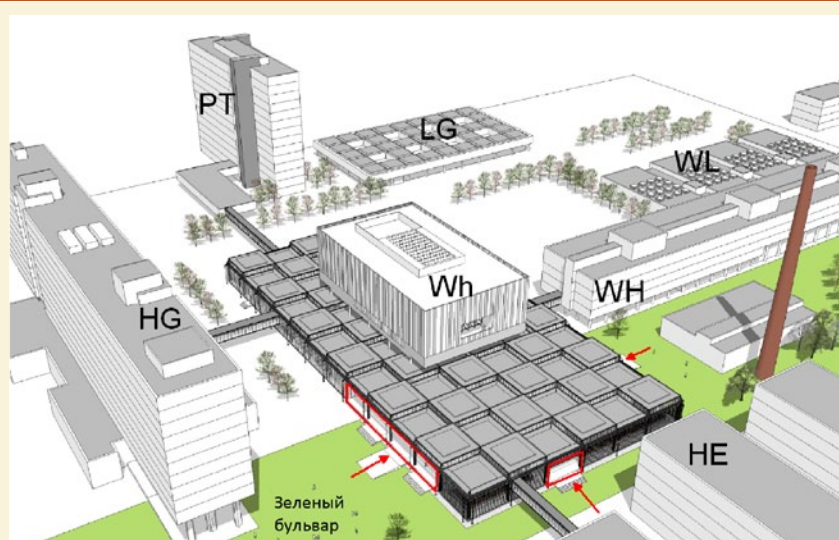
P ($U_{гр} > 5$ м/с), ч/год, %	Класс качества	Вид активности		
		Передвижение	Прогулка	Сидение
< 2,5	А	Благоприятный	Благоприятный	Благоприятный
2,5 – 5,0	В	Благоприятный	Благоприятный	Удовлетворительный
5,0 – 10	С	Благоприятный	Удовлетворительный	Плохой
10 – 20	Д	Удовлетворительный	Плохой	Плохой
> 20	Е	Плохой	Плохой	Плохой

- привести граничный показатель скорости ветра для пешеходов $U_{гр}$ к граничному показателю на высоте 60 м $U_{гр, 60 м} = U_{гр} / \psi$;
- С применением статистических данных ветра для определённой местности рассчитать процент превышения (по времени) граничного показателя среднечасовой скорости ветра на высоте 60 м. В Нидерландах статистические данные для 12 направлений ветра представлены в нормах NPR 6097.

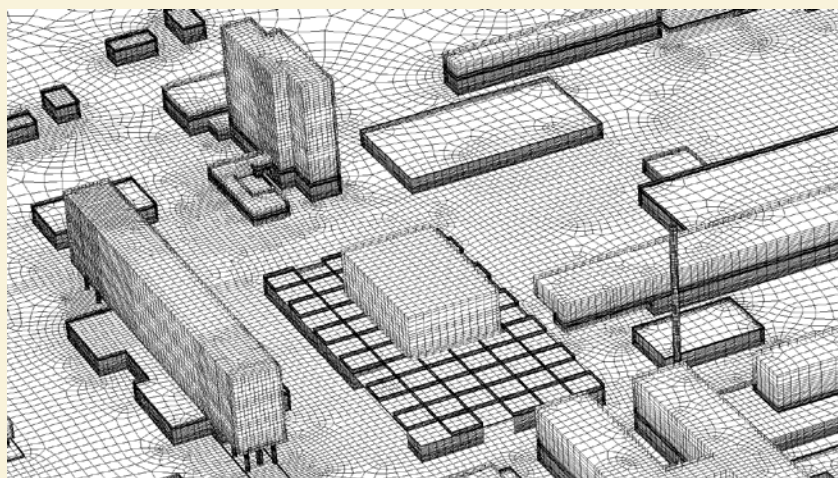
Пример расчёта для кампуса университета Эйндховена

Кампус технического университета находится в процессе большой реконструкции, являющейся частью обновлённого генерального плана Campus 2020. Начальным этапом реконструкции являлась реновация здания W-hall (рис. 2). Обновлённый W-hall выдвинулся на передний план и стал центром зелёного бульвара, проходящего через южную часть W-hall от запада к востоку территории кампуса. На рисунке 2а показано новое архитектурное решение здания. W-hall включает в себя центральную возвышенную часть высотой 33,2 м. Южная часть здания представляет собой крытую площадь с широкими входами с западной и восточной сторон (ширина входа – 49,6 м), и небольшим входом с юга (12,4 м). Площадь является центральным местом встреч в кампусе, на которой также проводятся большинство культурных и официальных мероприятий. В связи с проведением многочисленных мероприятий на площади, на её территории необходимо гарантировать условия ветрового комфорта. Беспокойства по поводу возникновения сильного ветра в этой зоне связаны с расположением существующих зданий вблизи W-hall,

РИС. 2. АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ И КОНФИГУРАЦИЯ РАСЧЁТНОЙ СЕТКИ ОБНОВЛЁННОГО ЗДАНИЯ W-HALL



Архитектурное решение обновлённого здания W-hall с крытой площадью для встреч. Стрелки указывают на расположение входов на площадь (Ector Hoogstad architects).



Расчётная сетка с обновлённым зданием W-hall

а именно, главного здания (HG) и здания Vertigo (VRT). На рисунках 3а, 4а изображено расположение этих зданий. В связи с угрозой возникновения некомфортных условий произведена оценка ветрового климата кампуса технического университета до и после возведения здания W-hall. По результатам оценки разработаны рекомендации по улучшению ветровых условий для пешеходов.

Расчётная CFD-модель

Для данного исследования был выбран метод математического моделирования с CFD, обладающий следующими преимуществами по сравнению с измерениями в аэродинамической трубе:

- есть возможность моделирования всей территории кампуса, тогда как для измерений в аэродинамической трубе существуют ограничения по габаритам модели;

- показатели скоростей ветра могут быть вычислены в любой точке модели, тогда как для измерений в аэродинамической трубе существуют ограничения по количеству и характеристикам измерительного оборудования.

Расчётная сетка высокого разрешения и качества (7,5 млн ячеек) создана в соответствии с международно-принятыми указаниями

(Franke et al. 2011, Tominaga et al. 2008). Применяя высокое разрешение расчётной сетки, можно увеличить не только точность расчёта, но и вычислительные затраты. В связи с этим созданы и протестированы 3 конфигурации расчётной сетки, и, принимая во внимание точность расчётов и затраты на вычисление, выбрана оптимальная конфигурация (рис. 2–4).

После назначения граничных условий произведены расчёты с использованием уравнений Рейнольдса (RANS – Reynolds-averaged Navier–Stokes). Граничные условия включают вертикальный профиль ветра (распределение скоростей и турбулентной кинетической энергии ветра по высоте) на входе в вычислительный домен и шероховатость поверхности земли. К примеру, уличные фонари и деревья не включены в домен, но с изменением показателей шероховатости их присутствие и влияние учтено при расчётах.

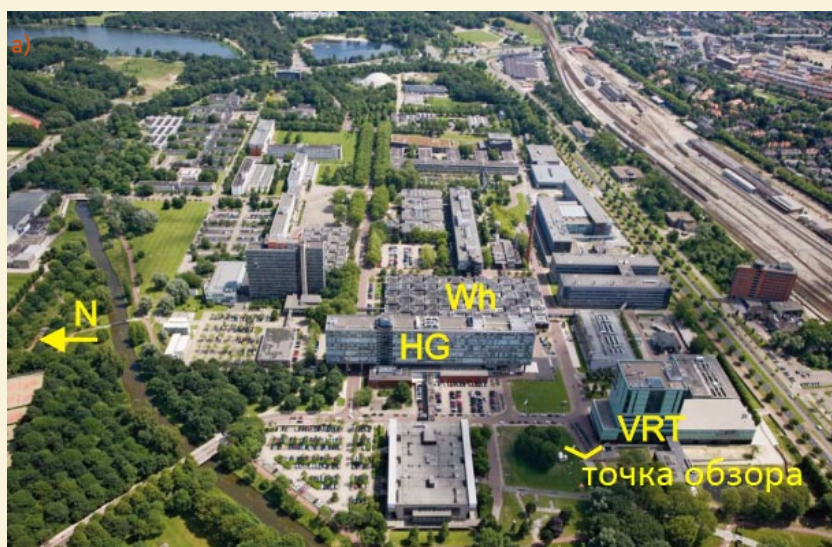
Для контроля правильности расчётов CFD результаты были сверены с показателями скорости ветра на территории кампуса в 15 точках, полученных в результате измерений в течение 6 месяцев. Сравнение показало хорошие результаты. Более подробную информацию о расчётной сетке, граничных условиях и сравнении результатов измерений и CFD вы найдёте в статьях Blocken et al. (2012) и Janssen et al. (2013).

Результаты

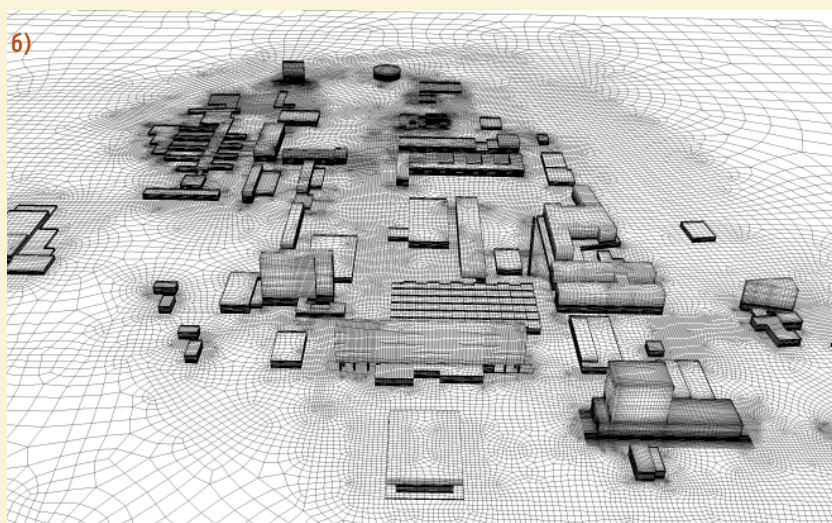
В результате моделирования, данные полученные для всех 12 направлений ветра суммированы и изображены (рис. 5) в виде вероятности превышения граничной скорости ветра $U_{гр} > 5$ м/с. На основе расчётов авторы приводят следующие выводы:

- Наибольшее влияние на ветровой климат имеет юго-западное направление ветра, являющееся преобладающим и наиболее сильным ветром в течение года в Эйндховене.
- Главное здание (HG) не ухудшает ветровой климат вокруг W-hall и на его площади, т. к. с западной стороны W-hall расположен за главным зданием в зоне рециркуляции ветра.

РИС. 3. ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО КЛИМАТА КАМПУСА ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДО ВОЗВЕДЕНИЯ W-HALL ЗДАНИЯ



Аэрофотосъёмка кампуса с ранее существующим зданием W-hall, с измерением скоростей ветра



Расчётная сетка для CFD моделирования

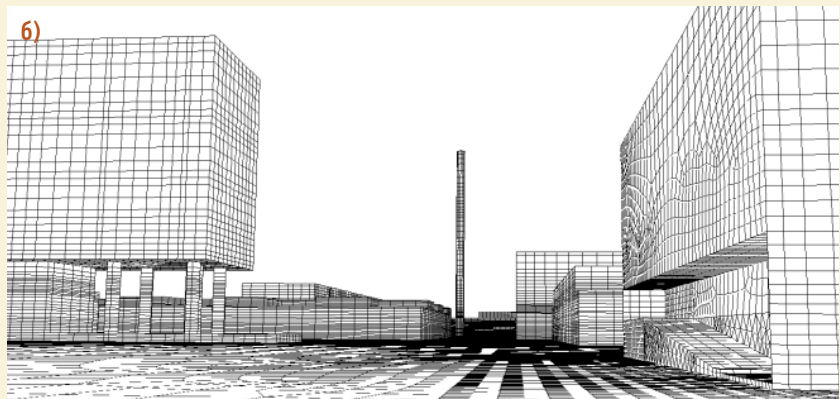
- Покрытие площади выступает в качестве козырька/возвышения и уменьшает возможность возникновения неблагоприятных ветров вокруг возвышенной части W-hall на уровне пешеходов.
- Большая часть кампуса располагает благоприятными условиями для передвижения и благоприятными/удовлетворительными условиями для прогулок.
- Ветровой климат локально ухудшен в связи с южным потоком ветра в проходе между зданиями МА и HE. В связи с этим часть территории площади W-hall обладает неудовлетворительными условиями для сидения. Необходимо принять проектные решения по улучшению ветрового климата на площади.

Наиболее простым и эффективным стало решение, побуждающее перекрыть южный вход на площадь. Однако архитектура здания этого не позволяла. Было предложено решение – передвинуть южный вход к западу, что позволило бы воспрепятствовать потоку ветра с юга между зданиями МА и HE. Для оценки данного проектного решения также

РИС.4. ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО КЛИМАТА КАМПУСА ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПОСЛЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ W-HALL

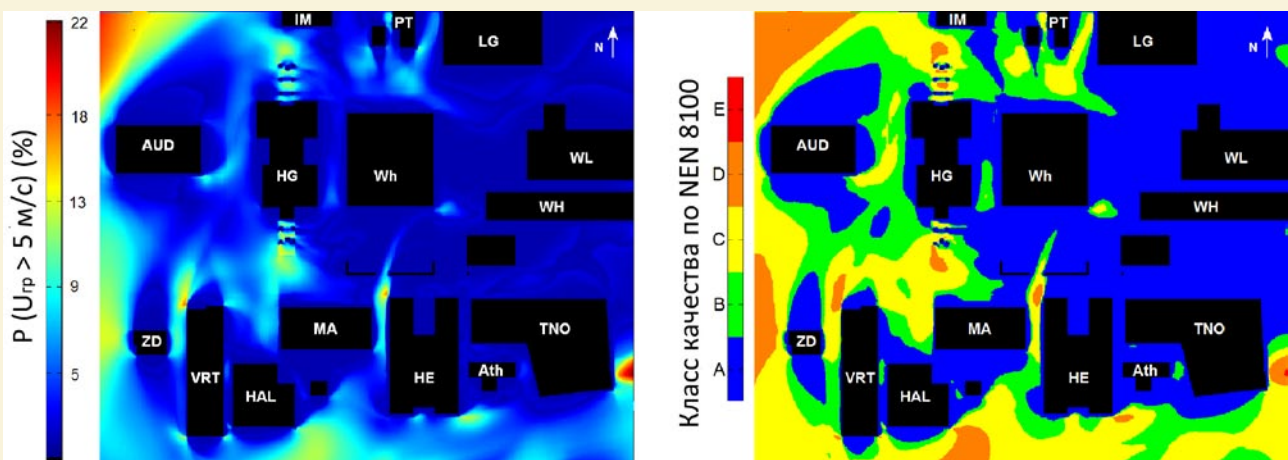


Вид на территорию кампуса между главным зданием (HG) и Vertigo (VRT)



Расчётная сетка для CFD моделирования

РИС.5. ВЕРОЯТНОСТЬ ПРЕВЫШЕНИЯ ГРАНИЧНОЙ СКОРОСТИ И ПОЛУЧЕННЫЙ КЛАСС КАЧЕСТВА ВЕТРОВОГО КЛИМАТА



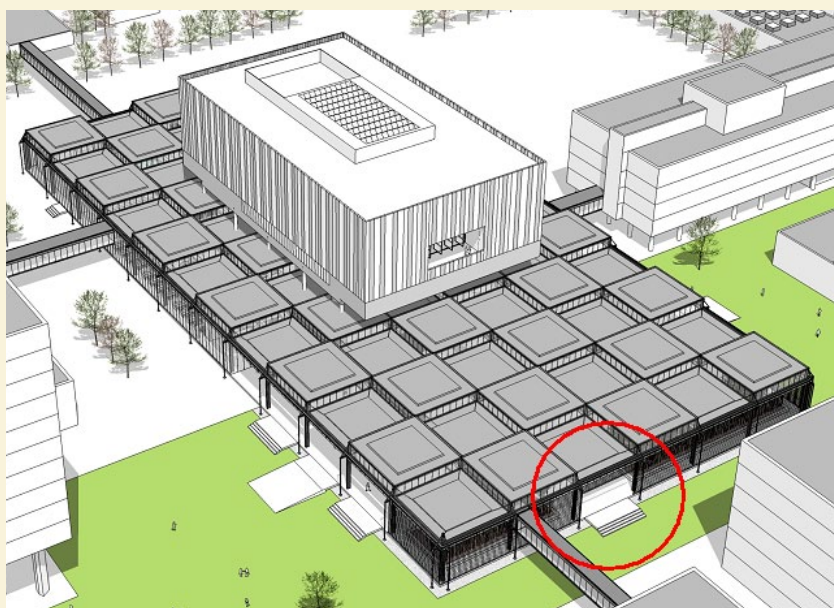
Вероятность превышения граничной скорости ветра 5 м/с (% в год)

Полученный класс качества ветрового климата

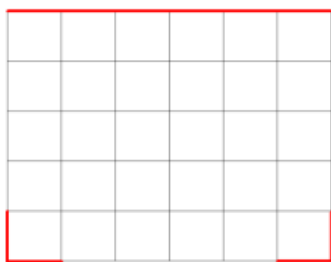
произведены расчёты с применением CFD моделирования для различных расположений южного входа. На рисунке 6 изображены 4 альтернативных расположения южного входа на площадь. Серые линии отображают форму кровельного покрытия

площади, красные линии изображают стены. Вариант 1 (рис. 6) предполагает расширение южного входа до 49,6 м. Для трёх других вариантов ширина входа остаётся равной 12,4 м, но изменяется его расположение – к западу/востоку.

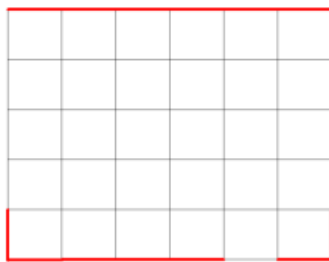
РИС. 6. ВАРИАНТЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ ВЕТРОВОГО КЛИМАТА НА ПЛОЩАДИ



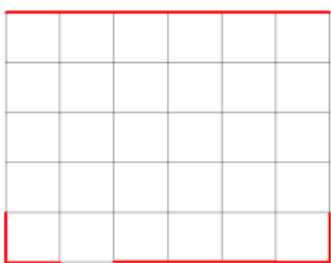
1



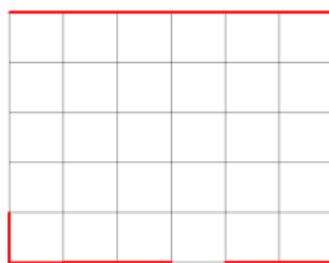
2



3



4

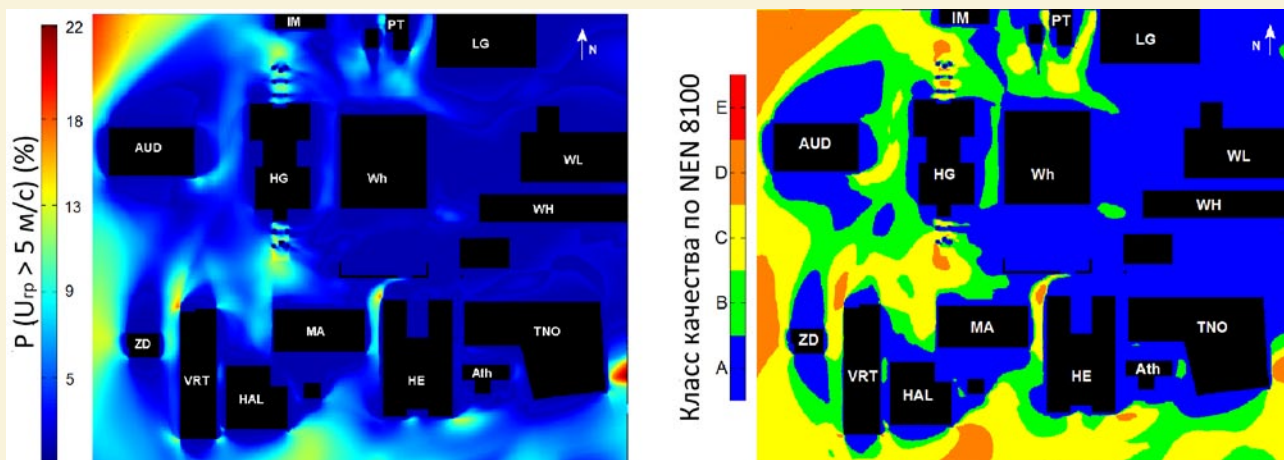


По результатам вычислений, наиболее благоприятным для ветрового климата вариантом оказалось перемещение южного входа по направлению к востоку (вариант 2, рис. 6). Вариант расположения входа на площадь, представленный на рис. 7, приобретает класс А по ветровому климату, означая, что площадь благоприятна не только для передвижения, но и для прогулок и сидения. Данное решение не было применено, однако в итоге возле прохода был установлен ветровой сенсор. При превышении определённой граничной скорости ветра южный вход автоматически перекрывается, позволяя избежать тем самым неблагоприятных ветровых условий на площади. Входы с запада и востока открыты всегда.

Заключение

Нидерланды представили национальный стандарт для единого подхода к оценке ветровых условий. Ветровой комфорт необходимо оценивать на основе местной ветровой статистики и аэродинамической обстановки на исследуемой территории. Последние данные могут быть получены в результате измерений в аэродинамической трубе или в результате вычислений с применением CFD моделирования. В данном исследовании использовался метод CFD моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent. Полученные данные, для проверки правильности вычислений, были заверены измерениями скорости ветра на территории кампуса. Результаты моделирования предоставили информацию о зонах, нуждающихся в улучшении ветрового климата. Эта информация позволила архитекторам выявить возможные проблемы вокруг здания для их своевременного устранения.

РИС.7. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ЮЖНОГО ВХОДА ПО НАПРАВЛЕНИЮ К ВОСТОКУ ЗНАЧИТЕЛЬНО УЛУЧШАЕТ ВЕТРОВОЙ КЛИМАТ НА ПЛОЩАДИ



Литература

- Beranek WJ (1984). Wind environment around single buildings of rectangular shape. HERON vol. 29, no. 1, 2–31.
- Beranek WJ (1984). Wind environment around building configurations. HERON vol. 29, no. 1, 32–70.
- Blackmore P (2011). Wind microclimate around buildings, DG 520. BRE Press, Watford.
- Blocken B, Janssen WD, van Hooff T (2012). CFD simulation for pedestrian wind comfort and wind safety in urban areas: general decision framework and case study for the Eindhoven University campus. Environmental Modeling and Software 30: 15–34.
- Franke J, Hellsten A, Schlünzen H and Carissimo B (2007). Best practice guideline for the CFD simulation of flows in the urban environment. COST Action 732: Quality Assurance and Improvement of Microscale Meteorological Models.
- Hunt JCR, Poulton EC and Mumford JC (1976). The effects of wind on people; New criteria based on wind tunnel experiments, Building and environment Vol. 11: 15–28.
- Isyumov N, Davenport AG. 1975. The ground level wind environment in built-up areas. Proceedings of 4th International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures. Heathrow, UK, Cambridge University Press, 403–422.
- Janssen WD, Blocken B, van Hooff T. 2013. Pedestrian wind comfort around buildings: comparison of wind comfort criteria based on whole-flow field data for a complex case study. Build Environ 59:547.
- Lawson TV. 1978. The wind content of the built environment. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 3:93–105.
- Melbourne WH. 1978. Criteria for environmental wind conditions. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 3:241–249.
- Lawson TV, Penwarden AD. 1975. The effects of wind on people in the vicinity of buildings. Proceedings of 4th International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures. Heathrow, UK, Cambridge University Press, 605–622.
- Tominaga Y, Mochida A, Yoshie R, Kataoka H, Nozu T, Yoshikawa M, and Shirasawa T (2008), AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 96 (10–11) 1749–1761.
- NEN 8100 (2006), Wind comfort and wind danger in the built environment, NEN 8100:2006. Dutch Standard.
- NEN 6097 (2006), Application of mean hourly wind speed statistics for the Netherlands, NPR 6097:2006. Dutch Practice Guideline. ●

ОБ АВТОРАХ

Wendy Janssen (Вэнди Янсэн)

– научный сотрудник кафедры строительной физики Технического университета Эйндховена (Нидерланды).

Bert Blocken (Бэрт Блокэн)

– профессор кафедры строительной физики Техническом университете Эйндховена (Нидерланды), профессор кафедры строительства Левенского католического университета (Бельгия).

Adelya Khayrullina (Аделя Хайруллина) – PhD студент Технического университета Эйндховена, инженер-строитель по специальности «промышленное и гражданское строительство» (УГНТУ, Башкортостан, Россия).

СТЕКЛЯННЫЕ ДВОЙНЫЕ ФАСАДЫ

МАРИАННА БРОДАЧ, НИКОЛАЙ ШИЛКИН

Здания с большим процентом остекления зачастую имеют повышенные нагрузки на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Стекланный двойной фасад является интересным решением оболочки здания, приспособившейся к изменениям наружного климата.

Стремление максимального использования в строительных конструкциях светопрозрачных конструкций, начавшееся в Европе и США ещё в прошлом столетии, повысило интерес к технологии стеклянных двойных фасадов. Повсеместное применение двойных фасадов началось в 1990-х годах и продолжается до сих пор. Особенно часто такие конструкции можно увидеть в высотном строительстве. Широкую известность получили такие здания, как Commerzbank во Франкфурте-на-Майне (Германия, 1997), City Hall в Лондоне (Великобритания, 2002), а также Manitoba Hydro Place в Виннипеге (Канада, 2009). Здание One Angel Square, построенное в 2013 году, высотой в 14 этажей располагается в Манчестере (Великобритания) и отличается своеобразной трёхгранной конфигурацией со стеклянным двойным фасадом.

Небывалый размах строительства наблюдается в Китае, где активно возводят высотные здания, в том числе и с применением двойных стеклянных фасадов, например две башни Международного финансового центра (Гонконг, 1999 и 2003), Pearl River Tower (Гуанчжоу, 2011), Шанхайский всемирный финансовый центр (2008).

В России пока мало примеров использования данной технологии. Это решение встречается в основном в зданиях премиального класса, что объясняется, как правило, высокими инвестиционными затратами и сложностью реализации подоб-

ных проектов. Например, стеклянные двойные фасады установлены в штаб-квартире компании «Новатэк» (Москва, 2011). Здание оборудовано высокотехнологичными интеллектуальными системами, позволяющими обходиться без механической вентиляции и охлаждения.

Конструктивные особенности

Конструкция фасада основана на принципе многослойности – создания нескольких оболочек и использования определённых физических и эстетических свойств отдельных его слоёв. Основным материалом здесь служит стекло, которое благодаря

Офисное здание One Angel Square (Манчестер, Великобритания)



ОБ АВТОРАХ

Марианна Бродач – вице-президент НП «АВОК», профессор МАРХИ, главный редактор журнала «Здания высоких технологий».

Николай Шилкин – канд. техн. наук, профессор МАРХИ.

своим эстетическим и физическим характеристикам обеспечивает нужное оформление здания и выполнение необходимых функций ограждающей конструкции.

Существует много различных конструкций стеклянных двойных фасадов. Общую классификацию приводит директор Института строительной физики им. Фраунгофера (Германия) Карл Гертис, опираясь на работу Вернера Ланга:

- **по размещению поверхностей двойного фасада:** установленные внутри конструкции внешней стены, частично выдвинутые

вперёд или полностью выступающие за внешнюю стену;

- **по наличию и размещению вентиляционных отверстий:** без вентиляционных отверстий, с отверстиями только на внутренней поверхности или на обеих поверхностях двойного фасада. Кроме этого, система вентиляции может временно подавать воздух в обход двойного фасада;

- **по сегментированию поверхностей:** промежуток между поверхностями фасада сегментируется или выполняется в виде ширмы. Последний

вариант имеет большое значение для переноса воздуха в промежутке между поверхностями.

Схематичные вертикальные разрезы в фасадах, характеризующие виды разработки и размещение конструкции стеклянных двойных фасадов, представлены на рис. 1 и 2.

В зависимости от расстояния, на которое выдвигается наружная стеклянная поверхность, воздушный зазор между поверхностями фасада может иметь следующие характеристики:

- в него нельзя попасть; зазор служит только для размещения

РИС. 1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОГО ФАСАДА ЧЕРЕЗ ПЕРЕХОДНУЮ СХЕМУ С ВЫСТУПОМ В СТЕКЛЯННЫЙ ДВОЙНОЙ ФАСАД

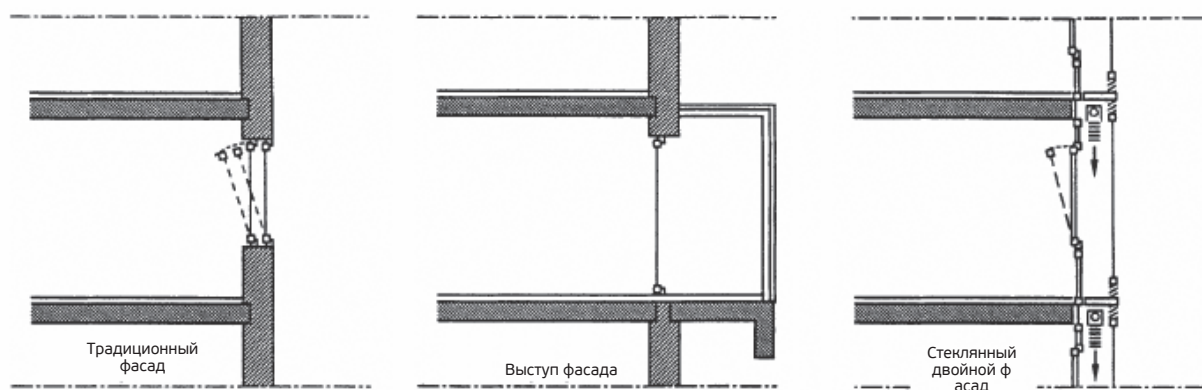


РИС. 2. ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА



между поверхностями приспособлений для защиты от солнца;

- в нём можно разместиться при мытье стёкол;
- он может использоваться наподобие зимнего сада как общий зал или в качестве помещения для переговоров.

Вентиляция

В зданиях со стеклянными двойными фасадами может предусматриваться как система механической, так и естественной вентиляции через соответствующие отверстия. Опыт показывает, что использование и того и другого видов вентиляции позволяет добиться наилучших параметров микроклимата и высокого уровня энергоэффективности.

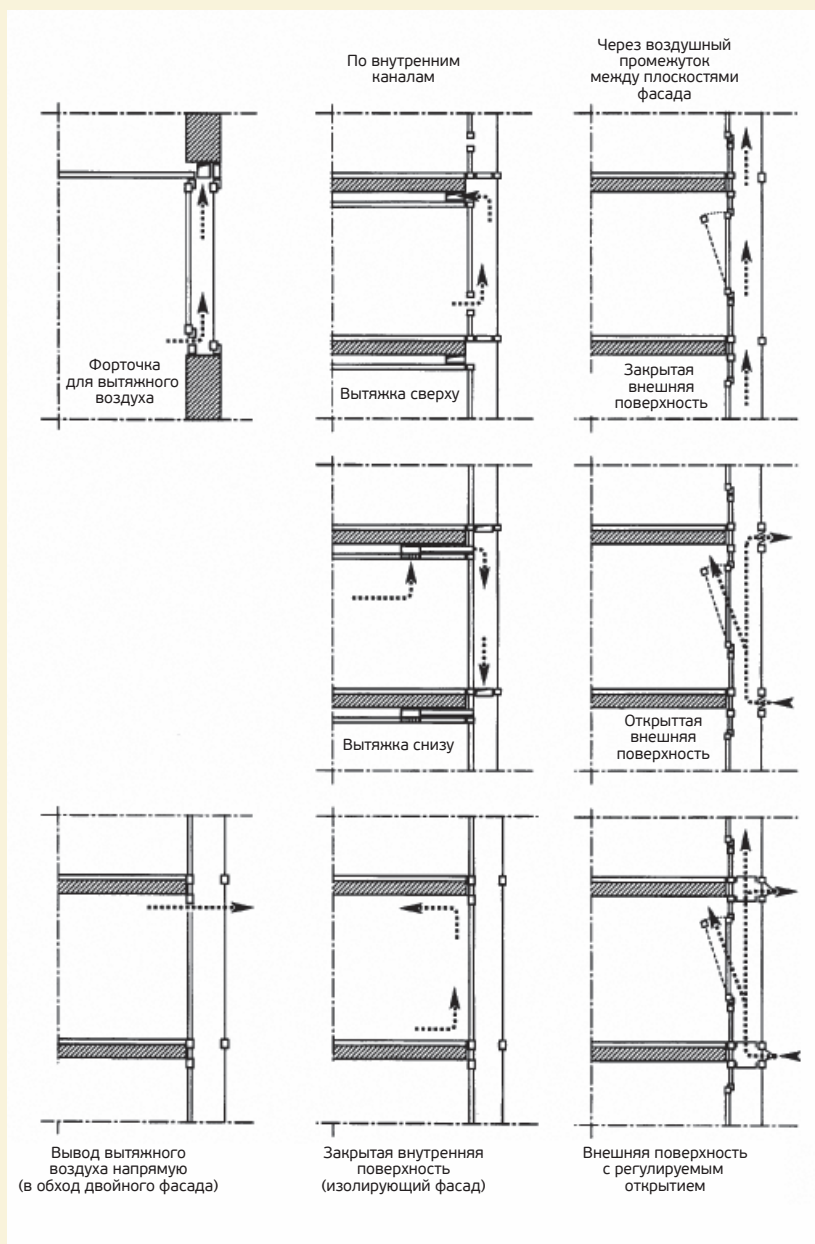
Варианты фасадов разнообразны – от стеклянного изолирующего фасада до конструкции с регулируемым открытием внешней и внутренней поверхностей (рис. 3). Может быть также реализован обход стеклянного двойного фасада, при котором приточный или удаляемый воздух направляется напрямую (в этом случае двойной фасад не будет выполнять своей прямой функции).

Преимущества и недостатки технологии

До сих пор ведётся широкая дискуссия о том, насколько целесообразно применение стеклянных двойных фасадов вместо традиционных фасадов, имеющих современную теплоизоляционную систему.

Считается, что стеклянные двойные фасады имеют несколько лучшие показатели звукозащиты, чем традиционные фасады. Благодаря естественной вентиляции стеклянные двойные фасады улучшают внутренний климат. В воздушном зазоре между поверхностями фасада может наноситься прочное покрытие для защиты от солнца, а также

РИС. 3. СПОСОБЫ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЗДАНИЯХ С ДВОЙНЫМИ ФАСАДАМИ



устанавливаться элементы, отклоняющие свет. В многоэтажных зданиях при сильном ветре стеклянные двойные фасады уменьшают динамический напор, вызывающий повышенное давление прижима внутренних дверей. Конструкция фасада позволяет открывать окна на желаемую ширину даже при большой высоте здания.

Среди минусов отмечаются высокие капитальные и эксплуатационные затраты, связанные, например, с трудностью и частотой очистки внутренних поверхностей. Нет единого мнения среди специалистов о влиянии двойных фасадов на теплопотери зданий. Если речь идёт о высотных зданиях с большой внутренней тепловой нагрузкой, оба

вида фасадов в зимнее время имеют приблизительно одинаковые показатели. Что же касается летней теплозащиты и затрат энергии на охлаждение, в зданиях со стеклянными двойными фасадами без систем кондиционирования воздуха очень сложно обеспечить приемлемые внутренние климатические параметры. Кроме этого, без применения дополнительных защитных мер (установка горизонтальных и вертикальных переборок) зазор между поверхностями стеклянных двойных фасадов повышает пожароопасность.

Несмотря на недостатки, это решение открывает большие возможности для строительства зданий высоких технологий. Многочисленные примеры сложнейших объектов (в том числе здание «Городские ворота Дюссельдорфа»), проекты кото-

рых предусматривают естественное освещение, пассивное использование энергии и др., демонстрируют, что стеклянные двойные фасады могут эффективно решать проблемы с перегревом помещений и повышенными нагрузками на систему охлаждения. Проекты подобного рода объединяет то, что в процессе создания выполняется большой комплекс предпроектных исследований, в том числе создание аэродинамических стендов и проведение математического компьютерного моделирования. Немаловажны и высока заинтересованность, а также требовательность застройщиков.

Городские ворота Дюссельдорфа

В здании «Городские ворота Дюссельдорфа» (архитектор Overdiek

Petzinka & Partner, Германия, 1997) применён вентилируемый стеклянный двойной фасад. Его особенностью является наличие горизонтальных поэтажных открытых проходов по периметру здания и атриуму.

Фасад этого здания может быть охарактеризован как рациональное и экономичное техническое решение, которое при значительной внешней шумовой и ветровой нагрузке позволяет на протяжении длительного периода в течение года осуществлять естественную вентиляцию офисных помещений. Кроме того, такой фасад является важным связующим элементом рабочих помещений и окружающей среды.

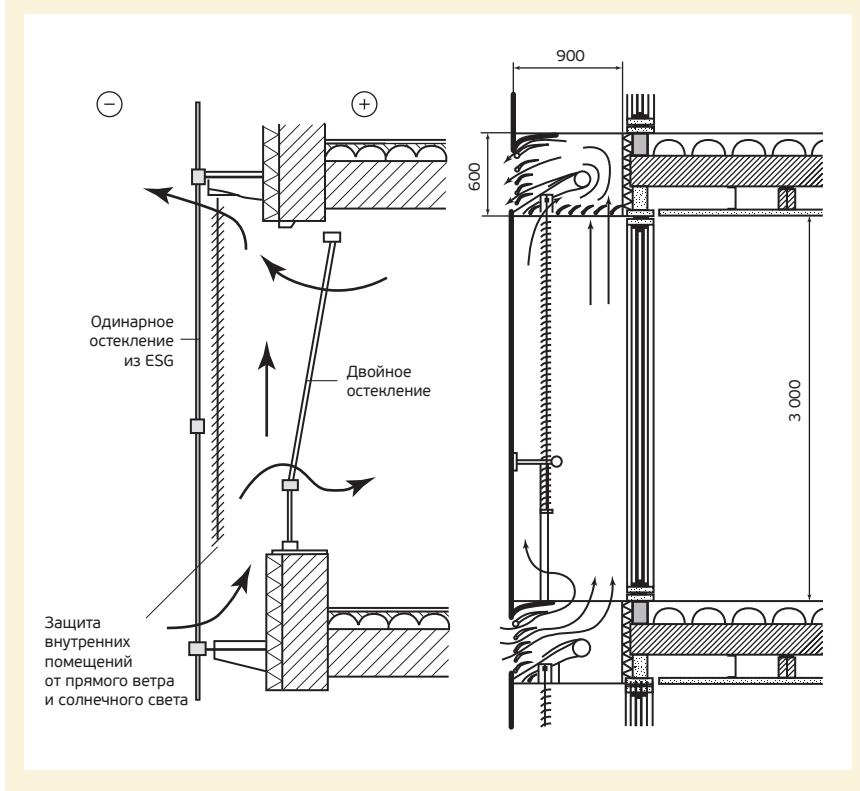
Конструкция двойного фасада

Фасад в районе атриума представляет собой обычную застеклённую конструкцию с открывающимися фрамугами, а вся остальная часть здания имеет двойной фасад, разделённый по вертикали поэтажными перекрытиями.

Принципиальная конструкция стеклянного двойного фасада приведена на рис. 4. Внешняя часть фасада прежде всего служит для защиты от наружных климатических воздействий в виде дождя и снега. Помимо этого, в ней расположены отверстия для притока наружного воздуха в вентиляционные короба и удаления отработанного воздуха из них, а также для проветривания промежуточного пространства и естественной вентиляции помещений. Одинарное остекление внешней части фасада создают отражающие стеклянные модули размером 3 × 1,5 м.

Секции внутренней части фасада имеют рамную конструкцию, как правило, с двойным остеклением, что обеспечивает снижение теплопотерь в зимнее время. При помощи поворотных створок рамы могут

РИС. 4. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДВОЙНОГО ФАСАДА С УСТРОЙСТВАМИ ВОЗДУХОЗАБОРА И ВОЗДУХОУДАЛЕНИЯ ЗДАНИЯ «ГОРОДСКИЕ ВОРОТА ДЮССЕЛЬДОРФА»





- Двойной вентилируемый проходной фасад с регулируемыми наружными ограждениями.
- Повышенная тепло- и солнцезащита наружных ограждений за счёт отличных теплофизических характеристик применяемых материалов и конструкций.
- Естественная вентиляция помещений на протяжении продолжительного периода.
- Использование панелей, размещённых на потолке, для отопления и охлаждения помещений, отказ от отопительных приборов, размещаемых под окнами из-

за снижения потерь теплоты в холодное время года – расчётный расход теплоты на отопление составляет всего 2,87 МВт.

- Пониженная до минимально необходимого уровня производительность системы кондиционирования воздуха за счёт снижения теплопоступлений в помещения в тёплое время года и использования естественной вентиляции.
- Максимальное использование источников возобновляемой энергии: холода грунтовых вод, теплоты удаляемого воздуха.

отклоняться в сторону офисных помещений (открывается каждый второй элемент на оси) с целью естественной вентиляции офисных помещений.

В промежуточном пространстве фасада размером 1,4 или 0,9 м размещаются вентиляционные короба, которые являются конструктивным элементом перекрытия

двойного фасада и выполняют также функцию защиты от воздействия наружного климата. Короба для приточного и удаляемого воздуха монтируются вместе с основными конструкциями фасада на одном поясе с чередованием направления воздушного потока. Отверстия приточного и удаляемого воздуха на фасаде можно видеть как поя-

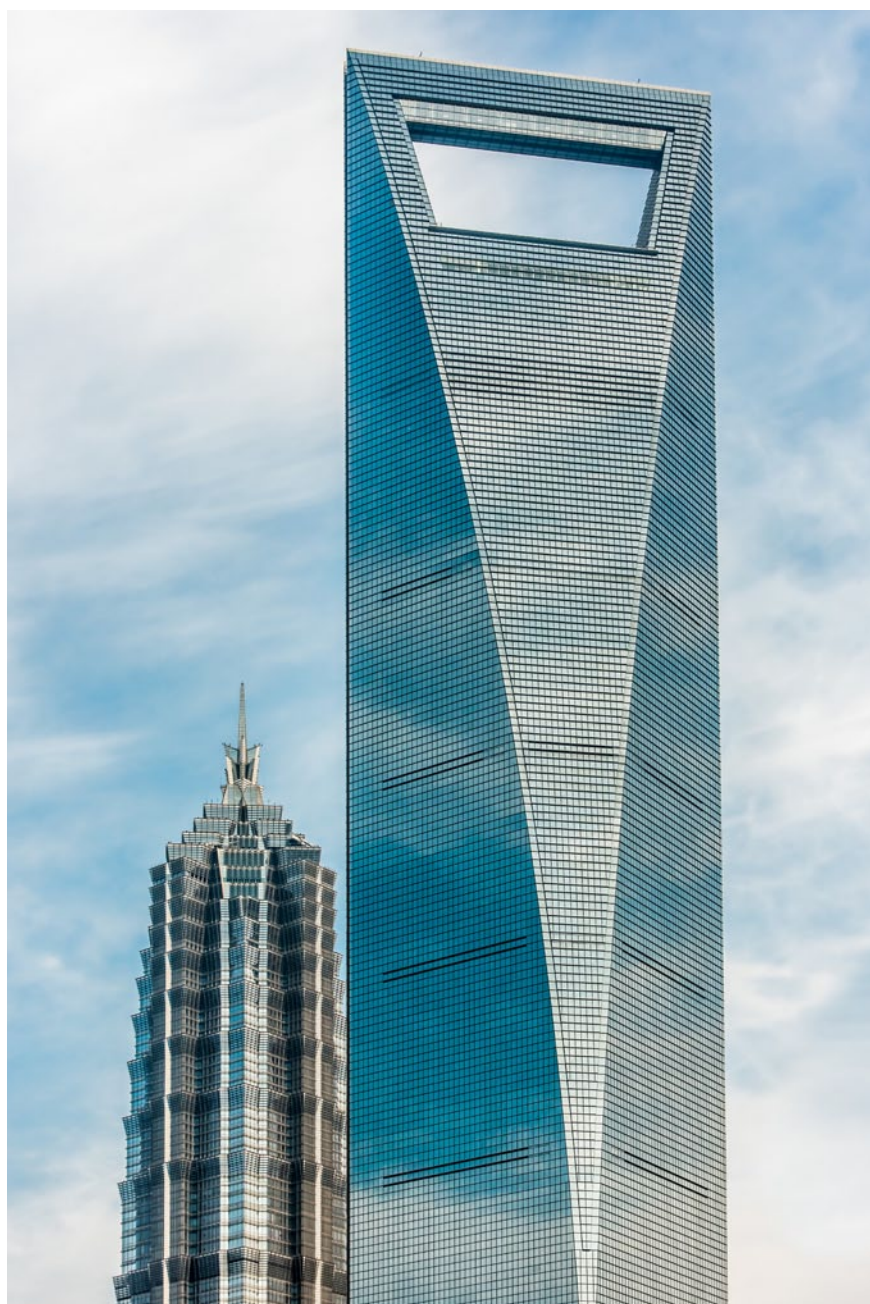
са, идущие вдоль здания, на соседних этажах они находятся напротив друг друга. Короба для приточного и удаляемого воздуха монтируются с чередованием направления воздушного потока для предотвращения «коротких замыканий» потоков воздуха (поступления отработанного воздуха в приточное отверстие вышележащего этажа). Внутри каждого вентиляционного короба находится клапан с поворотными створками, предназначенный для регулирования расхода воздуха и при необходимости полного перекрытия прохода воздуха. Отверстия для забора и удаления воздуха закрыты вентиляционными решётками для защиты от атмосферных осадков. Аэродинамическая оптимизация коробов была выполнена на основе моделирования методами вычислительной гидродинамики. При этом преследовалась цель создания равномерного потока воздуха и обеспечения низкого уровня шума.

Внутри двойного фасада располагаются также регулируемые устройства солнцезащиты, которые способствуют сокращению теплопоступлений от солнечной радиации в помещения и, как следствие, снижению расхода холода в системе кондиционирования воздуха в тёплое время года. В холодное время они играют роль экрана, уменьшающего поток теплового излучения в ночные часы из помещений наружу, что уменьшает энергопотребление.

Защита от шума

Частой причиной использования установок кондиционирования воздуха в здании, размещённом в городе, является повышенный уровень внешнего шума при открытых окнах. Уровень звукового давления в районе размещения «Городских ворот Дюссельдорфа» составляет приблизительно

Шанхайский всемирный финансовый центр (Шанхай, Китай)



70–75 дБ(А) и вызывается в первую очередь транспортом. Для обеспечения приемлемой защиты от внешнего шума при открытых оконных створках во внутренней части фасада шумоизоляция должна обеспечить снижение уровня звуковой мощности ориентировочно на 15–20 дБ. Если принять, что внутренняя часть фасада обеспечивает снижение уровня шума на 5–10 дБ в зависимости от величины открытия створок, то на внешней стороне фасада и во внутреннем пространстве уровень шума должен снижаться на 10 дБ. При этом следует учитывать, что снижение уровня шума во внешней части фасада зависит от степени открытия отверстий для прохода приточного и удаляемого воздуха. Фактически снижение шума во внешней части фасада при открытом воздушном клапане эквивалентно почти 10 дБ(А), а при клапане, открытом на 10 %, – 20 дБ(А). Требования по снижению шума во внутренней части фасада могут быть достигнуты за счёт увеличения звукоизоляции на внешней стороне фасада.

Температурный комфорт

Приведённый коэффициент теплопередачи двойного фасада имеет достаточно низкое значение, равное 1,1 Вт/(м²•°С). Кроме того, использование «тепличного» эффекта днём и снижение теплового излучения от наружной поверхности внутреннего остекления двойного фасада в ночное время обеспечивают дополнительную экономию теплоты. Даже в ранние утренние часы при температуре наружного воздуха –10 °С и температуре внутреннего воздуха 21 °С средняя температура внутренней поверхности двойного остекления составляет около 16,5 °С. При тех же температурных условиях в обычных фасадах с окнами, имеющими значение приведённого коэффициента теплопере-



Штаб-квартира компании «Новатэк» (Москва, Россия)

дачи 1,6 Вт/(м²•°С), температура внутренней поверхности остекления составляет 14,5 °С.

Для снижения теплопоступлений в летнее время при использовании двойных фасадов важен не только правильный выбор материалов и конструкции устройств солнцезащиты, но и их расположение во внутреннем пространстве двойного фасада. Регулируемое устройство солнцезащиты должно обдувать-

ся потоком воздуха с боков и снизу, чтобы отводимая избыточная теплота под действием восходящих конвективных потоков «выводилась» вверх, а не проникала во внутренние помещения. Общий коэффициент проникновения потока солнечной радиации через конструкцию двойного фасада составил не более 0,1, что подтвердили натурные измерения. Такое значение показателя для фасада с одинарной оболочкой может



Manitoba Hydro Place (Виннипег, Канада)

быть достигнуто только при использовании наружных пластинчатых отражателей.

При воздействии на фасад в летнее время прямых солнечных лучей во внутреннем пространстве фасада будет наблюдаться повышение температуры воздуха. Как показывает практика, при неверно выбранных конструктивных параметрах фасада температура воздуха внутреннего пространства может повышать-

ся на 10 °С. Естественная вентиляция помещений здания в таких условиях должна быть значительно ограничена. Снизить температуру воздуха во внутреннем пространстве фасада возможно путём его вентилирования наружным воздухом. При этом должен быть обеспечен расход воздуха, необходимый для снятия перегрева, так что отверстия для притока и удаления воздуха на внешней части фасада должны иметь достаточные разме-

ры для пропускания этого количества воздуха. В проекте «Городские ворота Дюссельдорфа» определено расчётом, что площадь сечения отверстий для прохода приточного и удаляемого воздуха должна составлять 0,15 м² на каждый метр периметра фасада. Было рассчитано, что температура воздуха во внутреннем пространстве фасада на среднем по высоте уровне не должна повышаться более чем на 4–6 °С при максимальном потоке солнечного излучения. Результаты расчётов были подтверждены натурными измерениями в летние месяцы, при этом повышение температуры воздуха во внутреннем пространстве зафиксировано ближе к нижней, чем к верхней границе указанного диапазона.

Оптимизация движения воздушных потоков в двойном фасаде

Повышение температуры воздуха во внутреннем пространстве фасада зависит от расхода воздуха, а он в свою очередь – не только от площади отверстий, но и от аэродинамического сопротивления по пути движения воздушных потоков. При этом наибольшее значение имеет гидравлическое сопротивление, определяемое внутренней геометрией вентиляционных коробов. Поэтому прежде всего необходимо стремиться к уменьшению именно этого сопротивления. Для этого в ходе разработки проекта были проведены многочисленные компьютерные расчёты, целью которых было достижение равномерного потока воздуха в вентиляционных коробах, т.к. даже небольшие углы и кромки могут вызывать завихрения воздушного потока, в значительной степени снижающие расход воздуха. При неблагоприятных условиях это может вызывать шум. Исследования по оптимизации конструкции вентиляционных коробов потребовали значительных затрат времени.

Две башни Международного финансового центра (Гонконг, Китай)

Как и предполагалось, в неоптимизированных в аэродинамическом отношении вентиляционных коробах при моделировании движения воздуха возникали обширные застойные и турбулентные зоны, повышающие аэродинамическое сопротивление и в условиях действия естественных сил уменьшающие расход воздуха. Для предотвращения таких явлений были сконструированы направляющие пластины, обеспечивающие наилучшие характеристики воздушного потока. Для жалюзи наружных решёток, защищающих от дождя, были выбраны хорошо обтекаемые потоком воздуха узкие профили, создающие незначительное сопротивление в условиях небольшого располагаемого естественного циркуляционного давления. Аэродинамическое сопротивление вентиляционных коробов удалось значительно снизить по сравнению с начальным значением. Оптимизация конструктивных параметров вентиляционных коробов также оказала положительное влияние на повышение температуры воздуха во внутреннем пространстве.

Конденсат

На внутренней поверхности внешней части фасада при определённых условиях может образовываться конденсат. Это явление возникает в холодное время года, когда влажный и тёплый воздух из помещений попадает во внутреннее пространство двойного фасада, а температура на внутренней поверхности внешней части фасада становится ниже температуры точки росы. Однако при достаточно интенсивном вентилировании внутреннего пространства фасада наружным воздухом этот конденсат быстро исчезает.



Давление на поверхности двойного фасада

При испытаниях модели здания в аэродинамической трубе определялись давление в атриуме и аэродинамические коэффициенты на поверхности фасадов и крыше. При этом выявилось, что распределение давления на поверхности фасада по горизонтали везде отличается большой неравномерностью, в то время как изменение давления по высоте здания остаётся сравнительно постоянным. Более заметные изменения отмечаются толь-

ко на верхних этажах (в аттиковом пролёте), для которых из-за их протяжённости по длине и без того необходимо независимое управление воздушными клапанами на фасаде. Поэтому на фасадах офисных помещений нет необходимости зонирования регулируемых воздушных клапанов по высоте. Угловые зоны прохода внутреннего пространства двойного фасада из-за значительного изменения давления в этих зонах отделены от основного пространства по горизонтали стеклянными перегородками.

В середине внутреннего пространства фасада имеется отдельный участок с противопожарной лестничной клеткой, разделяющей проход. Тем самым становится излишним дополнительное разделение в горизонтальном направлении. Для контроля условий комфорта в офисных помещениях при повышенном давлении ветра на каждой башне проводятся измерения общего перепада давления между внешним фасадом и атриумом. Для этого достаточно четырёх мест измерения в каждой офисной башне.

Вентиляция двойного фасада

В здании «Городские ворота Дюссельдорфа» отдельные элементы двойного фасада установлены по горизонтали в чередующемся порядке – как вентиляционные короба, так и отверстия для приточного или удаляемого воздуха. Это означает, что в каждом втором модуле производится либо забор, либо удаление воздуха из пространства двойного фасада. Забор наружного воздуха в двойной фасад осуществляется через регулируемые воздушные клапаны, которые устанавливаются системой прямого цифрового управления зданием в соответствии с текущими наружными условиями в одно из трёх положений: «закрыто», «открыто», «защита от дождя».

Если температура наружного воздуха и интенсивность солнечного излучения уменьшаются ниже определённого уровня, воздушные клапаны на внешнем фасаде закрываются. Оставляют открытыми только небольшие щели для предотвращения выпадения конденсата на поверхности остекления во внутреннем пространстве фасада.

При усилении ветра для обеспечения комфорта воздушные клапаны внешнего фасада вначале



КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА. ЧАСТЬ 1

В серии «Техническая библиотека НП «АВОК»» долгожданная новинка – книга М. Г. Тарабанова, являющегося одним из ведущих российских специалистов в области кондиционирования воздуха. В книге в доступной форме изложены теоретические вопросы и практические аспекты кондиционирования воздуха.

Монография представляет собой авторскую книгу о кондиционировании, в которой Михаил Григорьевич рассмотрел только те проблемы и решения, к которым имел непосредственное отношение и в которых смог привнести что-то своё.

Первая часть монографии состоит из двух глав. В главе 1 «Основные положения термодинамики влажного воздуха» основное внимание уделено $i-d$ диаграмме влажного воздуха: её знание и умение работать с ней являются обязательными требованиями для любого специалиста в области кондиционирования воздуха; рассмотрены отличия между $i-d$ и $h-d$ диаграммами. В главе 2 «Системы кондиционирования воздуха» дана классификация систем кондиционирования воздуха и рассмотрены почти все известные системы; приведены примеры их расчёта, взятые из реализованных проектов.

Запланирован выход второй части книги, в которой предполагается три главы: «Нагревание воздуха», «Увлажнение воздуха» и «Холодоснабжение СКВ».

Издание адресовано проектировщикам, наладчикам и эксплуатационникам систем кондиционирования воздуха, научным работникам, преподавателям, студентам вузов и аспирантам.





Pearl River Tower (Гуанчжоу, Китай)

устанавливаются в промежуточное положение, а затем полностью закрываются. В случае если ветер достигает интенсивности урагана, воздушные клапаны вновь открываются для снятия статической нагрузки. Наряду с этим пользователь всегда имеет возможность открыть оконные створки внутренней части фасада и проветрить свой офис путём естественной вентиляции. При этом может осуществляться ночное охлаждение отдельных офисов. Таким образом, реализуется регулирование, предусматривающее простое автоматическое открытие или закрытие воздушных клапанов во внешней части фасада или оконных створок во внутренней части фасада самим пользователем.

Результаты

Были проведены натурные измерения параметров микроклимата. Наряду с температурой и скоростью воздуха измерялись также локальная асимметрия результирующей температуры и распределение температуры воздуха по высоте помещения. Если соответствующие значения параметров превышают допустимые пределы, люди в помещениях чувствуют сильный дискомфорт. Но, как и ожидалось, таких критических условий в здании «Городские ворота Дюссельдорфа» не отмечалось. Все измеренные значения параметров воздуха находились в допустимых пределах, и было показано, что установившие в действительности значения контролируемых параметров являются для людей ещё более благоприятными, чем предсказываемые по результатам моделирования и лабораторных испытаний, проводившихся при менее жёстких предельных значениях. Например, при температуре



наружного воздуха меньше 0 °С разность температуры внутреннего воздуха и температуры на внутренней поверхности остекления в помещении составила 1–2 °С. При том что, согласно данным предварительных испытаний и расчётов, эта разность температур должна была составить 3–4 °С. Такие хорошие результаты можно объяснить достаточно низким значением общего приведённого коэффициента теплопередачи (порядка 1 Вт/(м²•°С)) двойного фасада. Это совпадает с оценкой людей, работающих в помещениях здания, которые единодушно заявляют об очень хорошем качестве микроклимата даже в холодные зимние дни.

В проекте «Городские ворота Дюссельдорфа» устройство двойного фасада доказало свою экономическую эффективность. Предполагая, что двойной фасад используется в течение 30 лет и ставка дисконтирования составляет 8 %, получена ежегодная сумма приведённых капитальных за-

трат и амортизационных отчислений от 53 до 160 евро на 1 м² фасада. Кроме того, были учтены дополнительные затраты на поддержание конструкций фасада в исправном состоянии и на очистку, которые составили соответственно от 3 до 8 евро на 1 м² в год и 8 евро на 1 м² в год при очистке поверхностей фасада, выходящих во внутреннее пространство, два раза в год. Общие годовые затраты составили от 64 до 176 евро на м² поверхности фасада.

Затраты на сооружение стеклянного двойного фасада не превысили стоимость высококачественного фасада с одинарной оболочкой, обладающего аналогичными теплофизическими характеристиками. Это обусловлено, с одной стороны, простотой принятых решений и большим объёмом проведённых предварительных работ по оптимизации конструктивных параметров, а с другой, хорошими ценами за работу, которые предложил подрядчик.

Литература

1. Здание биоклиматической архитектуры – «Городские ворота Дюссельдорфа» // АВОК. 2006. № 2, 3.
2. Инженерное оборудование высотных зданий / под ред. М. М. Бродач. 2-е изд., испр. и доп. М.: АВОК-ПРЕСС, 2011.
3. Покорение климата / Б. Кувабара и др. // Здания высоких технологий. 2012. Осень.
4. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.
5. Шилкин Н. В. Возможность естественной вентиляции для высотных зданий // АВОК. 2005. № 1.
6. Шилкин Н. В. Здание высоких технологий // АВОК. 2003. № 7.
7. Gertis K. Стекланные двойные фасады. Имеют ли смысл, с точки зрения строительной физики, новые разработки фасадов? // АВОК. 2003. № 7, 8; 2004. № 1.
8. Poirazis H. Double Skin Façades for Office Buildings. Lund University, 2004. ●

ПРИДОРΟЖНЫЙ СЕРВИС В ИТАЛИИ

АЛЕССАНДРО САНДЕЛЕВСКИ



Источник: www.domusweb.it

Многофункциональный придорожный комплекс Autogrill Villoresi Est открылся в начале 2013 года на севере Италии. Технологии экологической устойчивости позволяют достигать высоких значений энергоэффективности здания и оказывать минимальное негативное воздействие на окружающую природную среду.



Компания Autogrill S.p.A., лидер европейского рынка в сфере придорожных ресторанов и текущий оператор ресторана Villoresi Ovest, решила построить на автострате, соединяющей Милан и озера северной Ломбардии, многофункциональный комплекс, где путешественники могут отдохнуть от дороги и приобрести предметы первой необходимости. Для строительства Autogrill Villoresi Est компа-

ния выбрала участок напротив знакового придорожного ресторана Pavesi (архитектор Анжело Бианчетти, 1958), являющегося эмблемой итальянского архитектурного стиля 50-х. По задумке, новый комплекс должен был стать достопримечательностью третьего тысячелетия, такой же впечатляющей и представительной для этих лет, как когда-то в 50-х годах XX века был Pavesi (сейчас – Villoresi Ovest).

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование: Autogrill Villoresi Est.

Расположение: Милан – Ломбардия (Италия).

Основное назначение: многофункциональный комплекс.

Типы помещений: рестораны, бары, торговые, офисные, технические.

Проектная вместимость – 250 посетителей.

Общая площадь – 2 400 м².

Площадь участка – 78 000 м².

Площадь озеленения – 19 000 м².

Награды и достижения:

- 2013 – «Золотой» сертификат LEED;
- DfA – знак качества от Итальянской ассоциации дизайнеров (Association Design For all Italy).

Общая стоимость строительства – нет информации.

Завершение основных строительных работ: январь 2013 года.

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

Владелец: Autogrill S.p.A.

Архитектор: Джулио Цеппи (студия Total Tool).

Инженерные системы и конструкторские расчёты: Geoenergia Srl.

Общестроительное проектирование: Starching.

Консультанты по экологической устойчивости: ICMQ S.p.A.

Энергетическое моделирование: Studio Ariatta.

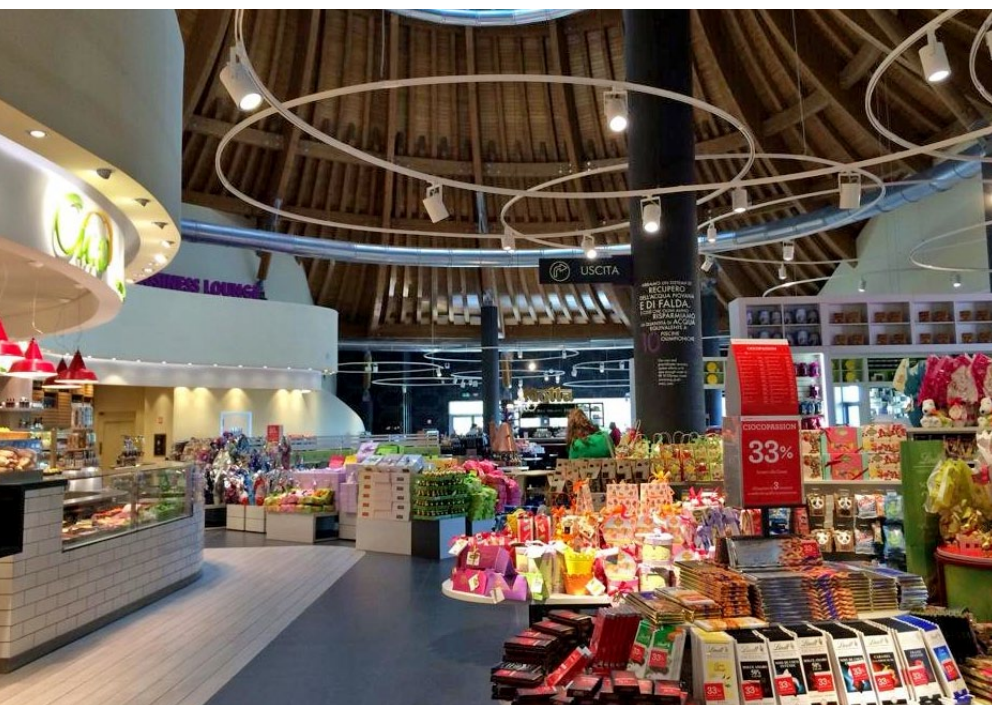
Консультант по LEED-сертификации: Алессандро Санделевски (ASC Engineering Srl).

Агент по вводу в эксплуатацию: Consilium Srl.



Ресторан Pavese (1958 год)

Комплекс Autogrill Villoresi Est после ввода в эксплуатацию (2013 год) и зона его супермаркета



Солнечный коллектор на крыше здания

Здание Autogrill Villoresi Est высотой 27 м с кровлей в виде дымовой трубы или вулкана словно выросло из-под земли. Медная крыша опирается на конструкции из клеёной древесины, заготовленной из возобновляемых лесов. В нижней части крыши к медным листам прикреплены полимерные трубы, по которым циркулирует вода с антифризом. Сеть труб общей площадью 350 м² выполняет функцию солнечного коллектора, используемого в системах отопления и ГВС. Конструкция полностью интегрирована и не отличается от остальной части крыши. Расчётная пиковая мощность солнечной крыши составляет около 100 кВт, а годовое производство энергии на отопление достигает 147 МВт•ч.

Функциональное назначение

Внутри здание условно делится на две части. Основную площадь занимает ресторан со стойками островного типа, за которыми клиент может



выбрать блюда. У посетителей есть возможность наблюдать за процессом приготовления: мясо и рыба на гриле готовятся на кухне со стеклянными перегородками. В этой же части также расположены два бара, в одном из которых продаются разнообразные закуски, и супермаркет, где можно купить всё необходимое, включая электронные аксессуары.

За основной зоной находятся санузлы, оборудованные безводными писсуарами и сантехникой с низким расходом воды, зона отдыха для водителей грузовиков с душевыми и прачечной, которая открывается при помощи карт доступа, а также офисы.

На первом этаже находятся два сдаваемых в аренду помещения для проведения деловых переговоров.

Максимальное количество посетителей, рассчитанное исходя количества эвакуационных выходов, составило 400 человек. В качестве вводных данных для проектирования систем ОВК это значение было уменьшено до 250. Здание открыто круглосуточно в течение всего года. Максимальная заполняемость отмечается в обеденные и вечерние часы, а также в выходные.

Зелёные технологии

Концепция устойчивого строительства – ещё одна особенность природного комплекса. Использование геотермальной и солнечной энергии позволяет экономить примерно 45 % электроэнергии в сравнении с аналогичными зданиями. Выбросы CO₂ зданием снижены на 59 %. Сбор дождевой воды и водоснабжение посредством грунтовых источников уменьшают годовой расход питьевой воды приблизительно на 25 550 л – эквивалент среднего бытового потребления воды 128 итальянскими семьями.

Общая площадь земельного участка составляет 78 000 м². Порядка 30 %

ТАБЛ. 1. ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА

Параметр	Тёплое время года	Холодное время года
Температура наружного воздуха, °C	32	-5
Относительная влажность наружного воздуха, %	55	75
Температура внутреннего воздуха, °C	26 ± 1	20 ± 1
Относительная влажность внутреннего воздуха, %	40–60	Не контролируется

Примечание. Система настроена так, чтобы разница между температурой внутреннего и наружного воздуха в тёплый период года не превышала 6 °C.

ТАБЛ. 2. РАСХОД ВОЗДУХА

Помещение	Площадь, м ²	Максимальная заполняемость, м ² /чел	Удельный расход наружного воздуха	Общий расход наружного воздуха, м ³ /ч
Кухня	90	–	59,4 м ³ /(ч•м ²)	5 346
Ресторан	450	2,50	36 м ³ /(ч•чел)	6 480
Бары	55	1,25	39,6 м ³ /(ч•чел)	1 742
Супермаркет	700	10,00	41,4 м ³ /(ч•чел)	2 898
Санузлы	300	–	8,0 крат/ч	7 200
Подсобные помещения	840	–	0,5 крат/ч	1 260
Итого:				24 926

Примечание. Значения приведены в соответствии с итальянским стандартом UNI 1339.

от этой площади занимают зелёные насаждения, где элементы ландшафта смешиваются с типичной местной растительностью.

Система кондиционирования воздуха

Система рассчитана на параметры, представленные в табл. 1–2. Кондиционирование воздуха осуществляется по зонам:

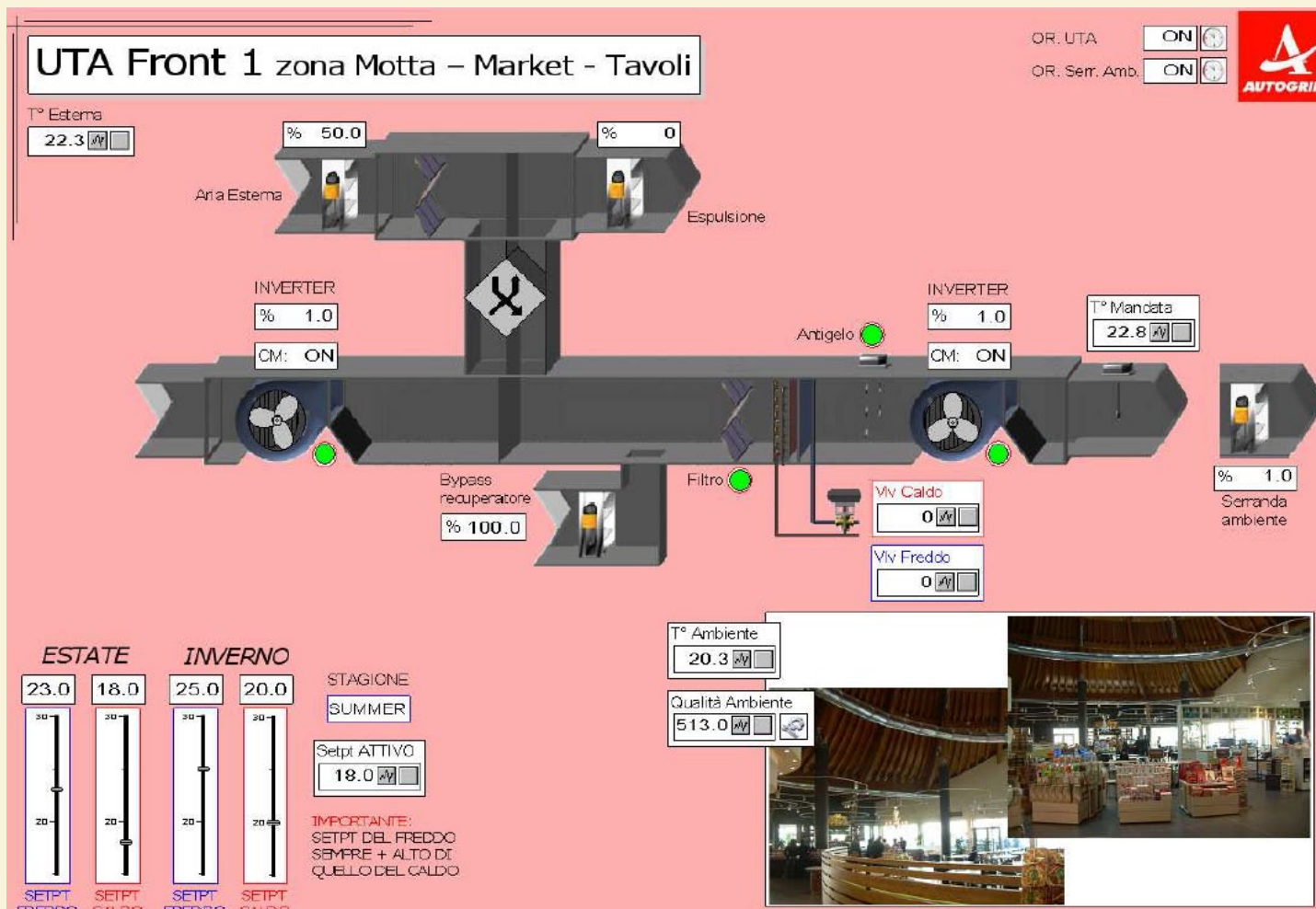
- Ресторан, бары и супермаркет обслуживаются двумя центральными системами кондиционирования с возможностью контроля качества воздуха и опцией работы в режиме фрикулинга. Ещё одна установка, под названием Aerofrullatore (воздушный смеситель), работает только зимой преимущественно для

дестратификации тёплого воздуха, скапливающегося внутри трубчатой крыши.

- Кухня оборудована приточно-вытяжными зонтами.
- В офисах и раздевалках установлены местные доводчики (фэнкойлы) с подачей наружного воздуха и без неё.

Полная расчётная пиковая нагрузка на систему отопления составляет 307 кВт, а нагрузка по охлаждению – 419 кВт.

Все клапаны теплообменников двухходовые. Циркуляционные насосы для основных потребителей (установки кондиционирования воздуха, местные доводчики, воздушный смеситель) оборудованы регуляторами частоты.



Оптимизированный запуск (остановка)

Самоадаптирующий программный комплекс системы автоматики рассчитывает, когда следует переключить один режим на другой, исходя из значений температуры наружного и внутреннего воздуха, относительной влажности, а также установленного времени. Эти самообучающиеся алгоритмы учитывают время реагирования здания на резкие изменения контролируемых параметров.

Контроль производительности системы отопления

Контроль осуществляется изменением температуры приточного воздуха. Это значение определяется и задаётся после анализа показаний датчика в вытяжном воздуховоде. Заданы следующие уставки:

- **Используемая зона, отопление** – 20 °C, зона PID-регулирования – ±2 °C.
- **Неиспользуемая зона, отопление** – 13 °C.
- **Предел минимальной температуры приточного воздуха** – 20 °C (требуется отопление).
- **Предел минимальной температуры приточного воздуха** – 13 °C (требуется охлаждение).
- **Предел максимальной температуры приточного воздуха** – 34 °C, зона PID-регулирования – ± 6 °C.

Фрикулинг

Используется алгоритм сравнения температуры внутреннего, наружного и приточного воздуха. Управление заслонкой осуществляется в соответствии с требуемыми условиями микроклимата с учётом ограничений температуры приточного воздуха. Заданы следующие уставки:

- **Температура внутреннего воздуха, отопление** – 22,5 °C.
- **Нижний предел температуры приточного воздуха** – 13 °C, PID-регулирования – ±3 °C.

Контроль производительности системы охлаждения

Контроль осуществляется изменением температуры приточного воздуха. Это значение определяется и задаётся после анализа показаний датчика в вытяжном воздуховоде.

Уставка зональной температуры остаётся на 23 °C до тех пор, пока температура наружного воздуха не превысит 28 °C. Затем уставка пропорционально перестраивается для поддержания воздуха в помещении на уровне 26 °C при температуре наружного воздуха 32 °C. Далее она перестраивается по росту температуры наружного воздуха для поддержания разности температуры 6 °C. Уставка температуры в неиспользуемой зоне равна 35 °C. Предел минимальной температуры приточного воздуха – 13 °C.

Производительность вытяжных систем

Положение заслонки меняется в зависимости от качества внутреннего воздуха:

- **минимальное** – при CO₂ ≤ 800 ppm;
- **максимальное** – при CO₂ ≥ 1 000 ppm.

Регулирование производительности вентиляции

Управление осуществляется в диапазоне 50–100 % от максимальной скорости вращения вентилятора. В режиме фрикулинга частота составляет 50 %, а затем пропорционально увеличивается до 100 % по мере повышения нагрузки на систему отопления или охлаждения в согласовании с системой автоматики.

Защита от замерзания в ночное время

Если здание пустует, запускаются тепловые и циркуляционные насосы. В случае когда температура наружного воздуха опускается ниже 3 °C, клапаны контура отопления полностью открываются.

Защита от замерзания установок кондиционирования воздуха

Если система защиты от замерзания фиксирует, что температура опустилась ниже заданной, приточный и вытяжной вентиляторы останавливаются, заслонки наружного воздуха закрываются и клапан контура отопления полностью открывается.



Установки кондиционирования воздуха и доводчики управляются системой автоматики. Это даёт возможность работать с разными уставками – по фактической посещаемости.

Система тепловых насосов

Система состоит из двух водно-водяных реверсивных тепловых насосов (рис. 1). Первый, мощностью 100 кВт, использует воду из собственной скважины системы водоснабжения в качестве источника теплоты и для её отвода; второй, мощностью 310 кВт, подключён к 420 геотермальным скважинам, уходящим вниз на глубину 25 м. Оба насоса рассчитаны на отвод 370 кВт теплоты в грунт, что соответствует сумме требуемой холодильной мощности в летнее время и экви-

ПОЛУЧЕННЫЙ ОПЫТ

В течение года нагрузка на систему охлаждения намного выше, чем на отопление: теплота, отведённая в грунт при охлаждении в летнее время, превышает теплоту, отобранную из грунта для отопления зимой. Таким образом, без принятия мер температура грунта будет постепенно повышаться, а эффективность тепловых насосов снижаться. Поэтому зимой солнечный коллектор используется для утилизации излишков теплоты, образованных в почве летом.

При необходимости можно «переохладить» почву, чтобы повысить энергоэффективность теплового насоса в начале лета.

валентной мощности компрессора второго теплового насоса. Каждый геозонд представляет собой U-образную прочную полиэтиленовую трубу диаметром 25 мм, по которой подаётся вода с 25 %-м раствором этиленгликоля. Скважины находятся и под зданием, и под прилегающей зелёной зоной.

Сезонная смена режима происходит у первой установки на внутреннем холодильном контуре, а у второй – на гидравлическом контуре при помощи двухходовых клапанов с электроприводом.

Летом тепловые насосы позволяют охладить воду в системе холодоснабжения до температуры 7 °С.

РИС. 1. СХЕМА УСТАНОВКИ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

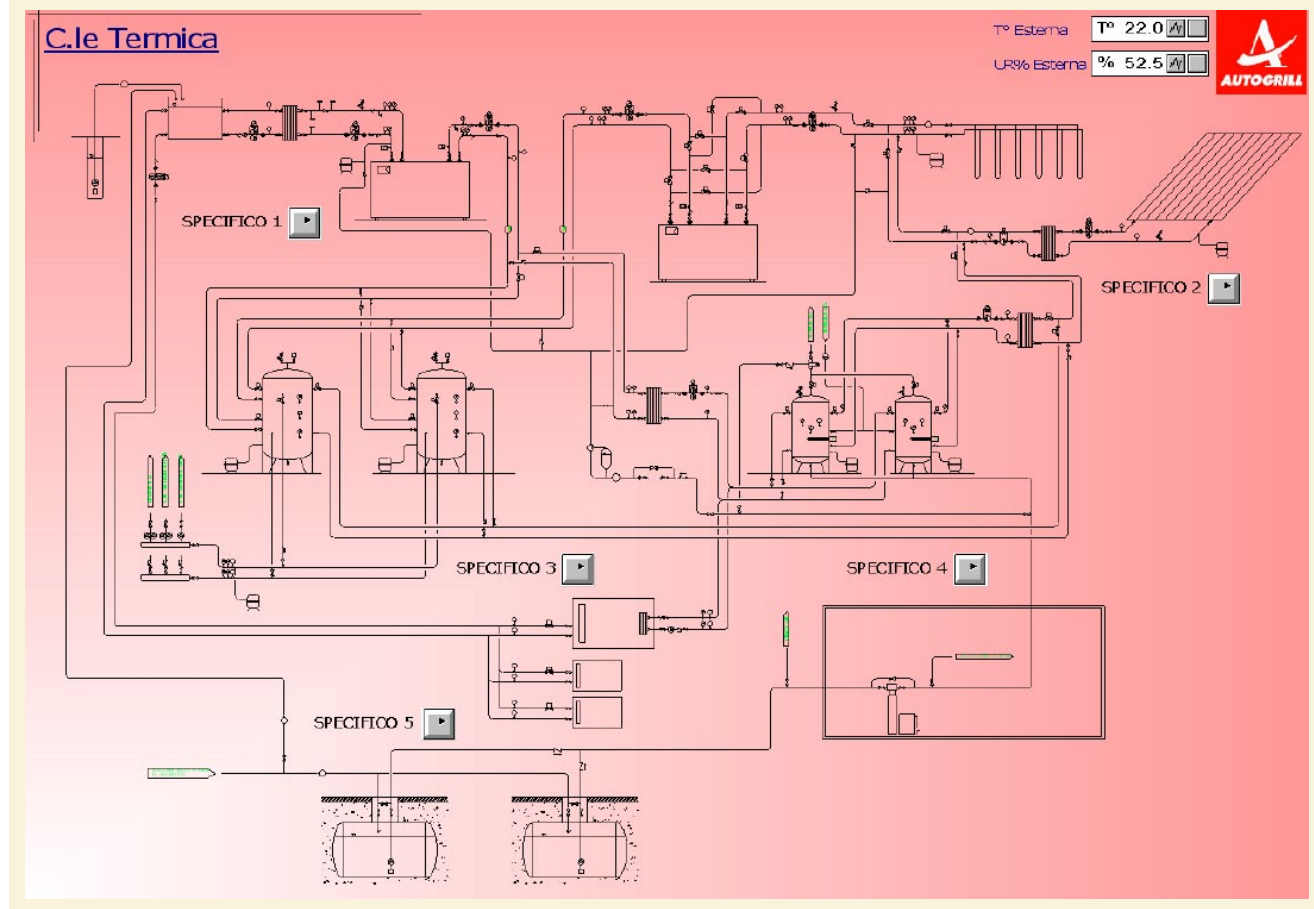


РИС. 2. ДИНАМИКА ЕЖЕДНЕВНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

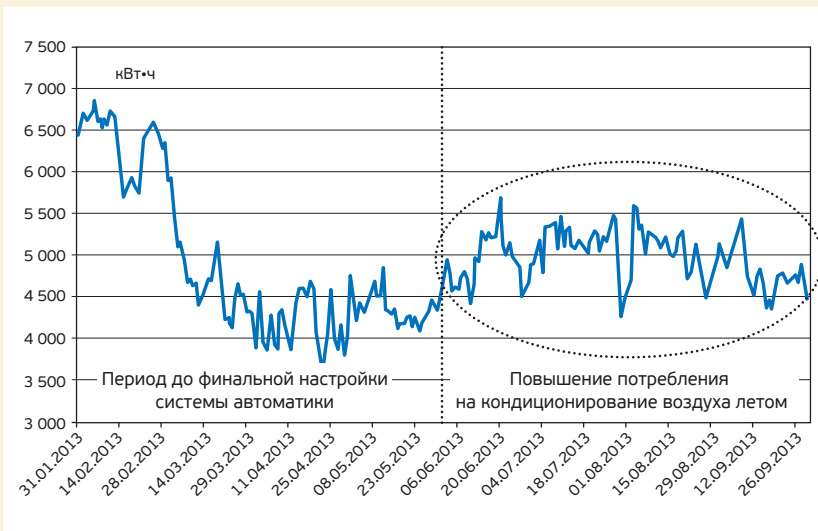


РИС. 3. ЕЖЕДНЕВНОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ДВУХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ



Примечание. Как видно из графика, тепловой насос на воде из скважины практически не используется.

Геотермальный тепловой насос работает в приоритетном режиме, а работающий на воде из собственной скважины используется для покрытия пиковых нагрузок. Охлажденная вода поступает в два резервуара объемом 2 000 л каждый, а из них посредством вспомогательных насосов подается в контуры системы кондиционирования воздуха. Солнечный коллектор не обменивается теплотой с этими резервуарами.

В зимнее время вода нагревается до температуры 45 °С. Как правило, отопительной мощности второй установки достаточно для покрытия нагрузок на систему отопления. Первая установка включается только при запуске или в очень холодные периоды. Солнечный коллектор может отдавать теплоту в баки-резервуары, если температура внутри коллектора достаточно высока и нет потребности в ГВС.

Минимальная температура хранения внутри баков-резервуаров для горячей воды объемом 1 500 л каждый составляет 46 °С. Производство горячей воды для бытовых нужд осуществляется в трёх режимах (в порядке снижения приоритета):

- отвод теплоты от холодильных установок, обслуживающих охлаждаемые витрины и отсеки для хранения продукции;
- солнечный коллектор;
- первый тепловой насос.

Баки-резервуары для горячей воды оборудованы резистивными электрическими нагревателями. Их используют для высокотемпературной обработки от бактерий рода легионелла, для этого температура в ёмкостях увеличивается до 65 °С как минимум на 30 мин. Обработка не требуется, если в течение дня температура внутри ёмкостей превышает 60 °С на протяжении хотя бы 1 ч.

Система водоснабжения

Здание подключено к двум системам водоснабжения: скважине, используемой для технических целей (туалеты, противопожарные системы, ирригация), и городскому водопроводу.

За пределами комплекса расположены три подземных накопительных резервуара: одна ёмкость объемом 230 л — для непитьевого использования и две по 30 л — для питьевой воды.

Каждая линия подачи обслуживается собственным насосом. Часть холодной питьевой воды умягчается для посудомоечных машин, баков-накопителей для бытовой горячей воды и подпитки системы.

Приборы учёта энергии на отопление и охлаждение, состоящие из расходомеров и датчиков на подающих и обратных трубопроводах, предусмотрены на следующих линиях:

- Первый тепловой насос.
- Второй тепловой насос.
- Утилизация излишков теплоты солнечным коллектором.

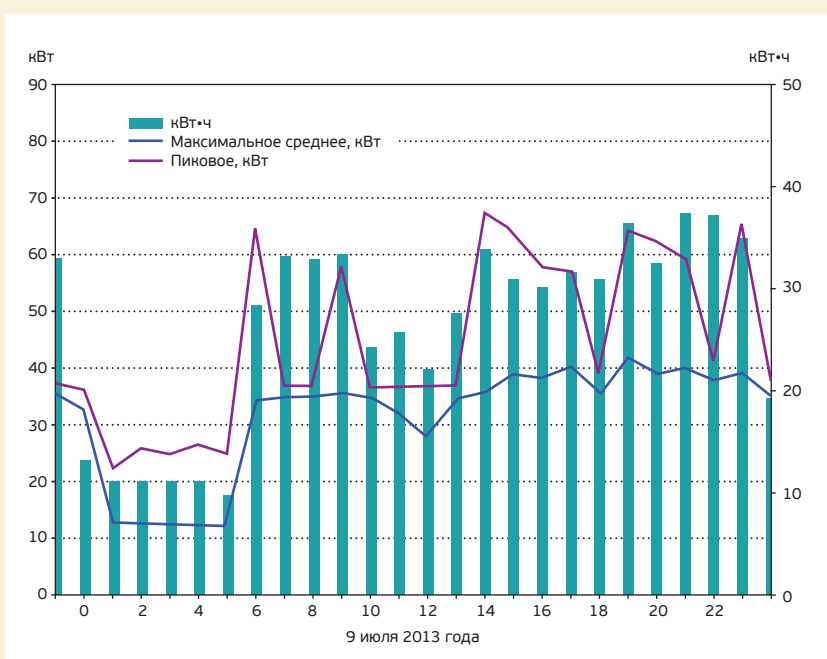
Система управления зданием

BMS-система, используемая в Autogrill Villoresi Est, предназначена для контроля и оптимизации различных систем во всевозможных режимах их работы. Например, в системе тепловых насосов установлено 27 регулирующих клапанов, и от их плавной и согласованной работы зависит правильная реализация функций всей системы.

Система контролирует такие параметры, как:

- Температура наружного воздуха, относительная влажность и уровень освещённости.
- Освещение в 21 зоне внутри здания.
- Показания счётчиков энергии и воды.
- Электропотребление в 21 зоне внутри здания и полное электропотребление в здании.
- Статус и аварийные сигналы от 22 точек приготовления пищи.
- Статус и аварийные сигналы от девяти кухонных зонтов.
- Статус, температура и аварийные сигналы шести воздухообрабатывающих установок.
- Статус, температура и аварийные сигналы двух тепловых насосов, трёх витрин и холодильных ячеек холодильника, 15 насосных установок и 27 регулирующих клапанов.

РИС. 4. ПОЧАСОВОЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫМ ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ В ТИПИЧНЫЙ ЛЕТНИЙ ДЕНЬ



Примечание: Пиковая мощность электропотребления составляет 66 кВт.

- Температура и другие параметры воздуха внутри здания (всего 25 точек). Эти значения отображаются на центральном экране управления, а также доступны дистанционно через Интернет.

Ввод в эксплуатацию

В первые месяцы после введения здания в эксплуатацию осуществля-

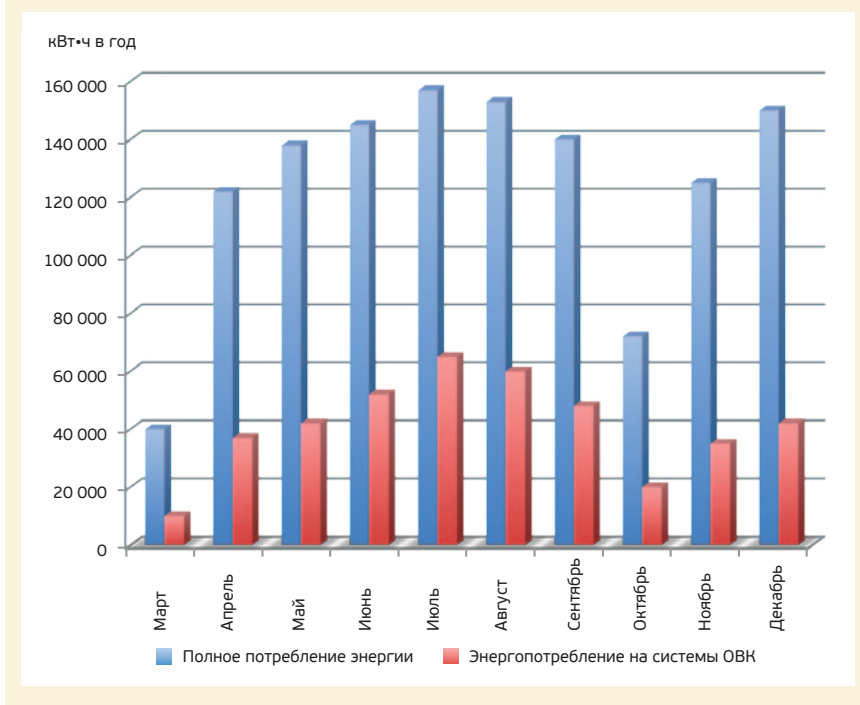
лась оценка эффективности работы оборудования (ОВК, горячее водоснабжение, солнечная крыша) и системы BMS с последующим сравнением полученных и расчётных значений.

В целом проверка не выявила существенных недостатков. В частности, была дана рекомендация поместить в санузлах предупреждение о проведении в ночное время дезинфекции

ТАБЛ. 3. СРАВНЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ И РАСЧЁТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Месяц	Январь 2013	Февраль 2013	Март 2013	Апрель 2013	Май 2013	Июнь 2013	Июль 2013	Август 2013	Сентябрь 2013
Фактическое электропотребление, кВт·ч	58.064	178.420	147.301	124.652	135.551	147.419	158.989	155.828	143.876
Расчётное электропотребление, кВт·ч	150 000	135 000	130 000	130 000	140 000	170 000	190 000	190 000	160 000
Экономия, %	-61,3	32,2	13,3	-4,1	-3,2	-13,3	-16,3	-18,0	-10,1

РИС. 5. ОБЩЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ



от бактерий рода легионелла для предотвращения возможных ожогов.

Испытания, проведённые в летнее время, показали удовлетворительные результаты эффективности работы систем.

Сертификация по LEED

Компания Autogrill S.p.A. изначально заявила, что рассчитывает получить для здания сертификат LEED (по схеме LEED-NC Retail v2009). Проверку производили специалисты из GBCI. По её результатам здание набрало 60 баллов из 110 возможных, что соответствует оценке «Золотой».

Высокие баллы (10 из 10) удалось получить за эффективное использование водных ресурсов. В этой части Италии отмечается высокий уровень грунтовых вод. Из-за частых случаев затопления подземных сооружений правительство стало поощрять проекты, в которых воду забирают из грунта, а не закачивают. Кроме того, вода из верх-

него пласта не является питьевой, поэтому её отбор не влияет на снабжение жителей водой, которая протекает в нижнем независимом водоносном слое. Вода используется в качестве источника теплоты в системе тепловых насосов, для смыва в туалетах и ирригации. Более того, по местным законам, при наличии централизованного водоснабжения воду из частных источников запрещено использовать для питьевых целей. Итоговое снижение водопотребления составило 57 %.

За использование инновационных технологий в проекте здание получило 3 балла из 6 возможных.

Хорошая оценка в категории «Энергия и атмосфера» была достигнута благодаря применению в проекте компьютерного моделирования энергопотребления. Снижение затрат на энергоснабжение составило 41,06 % за счёт использования методики из ASHRAE 90.1–2007 (прил. G).

Остальные баллы были набраны, в частности, за устройство площадки с максимальным открытым пространством (придомовая территория более чем в 2 раза превышает по площади здание комплекса) и вторичное использование материалов (96,34 % строительного мусора не попало на полигон), а также отдельный сбор мусора.

Результаты

К настоящему времени все системы здания доказали свою высокую надёжность. Не было ни одного нарекания по поводу уровня теплового комфорта, сквозняков, шума и т.д.

Анализ энергопотребления представлен на рис. 2–4 и в табл. 3.

Полное электропотребление системами ОВК и ГВС с марта по декабрь 2013 года составило 429 347 кВт•ч (рис. 5). Если экстраполировать этот график на 12 месяцев умножением на 1,2, можно спрогнозировать годовое потребление электроэнергии в 515 215 кВт•ч. Если взять объём 17 078 м³, получится конкретная цифра – 30,17 кВт•ч/м³ в год.

Годовое потребление электроэнергии, рассчитанное при энергетическом моделировании, составило 695 312 кВт•ч в год. Таким образом, спрогнозированное значение почти на 26 % ниже этой величины. Несмотря на это, пока что слишком рано делать выводы, т.к. здание эксплуатируется меньше года (на момент написания статьи. – *Примеч. Ред.*) и необходимо провести дальнейший анализ данных. ●

ОБ АВТОРЕ

Алессандро Санделевски – дипломированный инженер, член организаций CIBSE, ASHRAE, аккредитованный специалист по LEED (LEED GA). Состоит в совете директоров компании ASC Engineering Srl (Милан, Италия).



Heat Expo

R U S S I A 2 0 1 5

8–10 июня 2015 года
Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 3

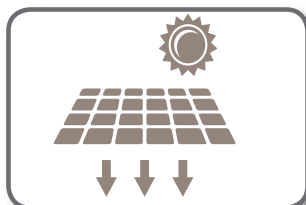
международная выставка и форум

ТЕПЛО ЭКСПО РОССИЯ 2015

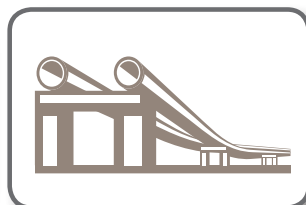
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ОТОПЛЕНИЕ



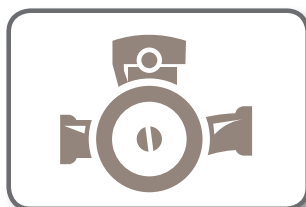
Теплогенерирующее
оборудование



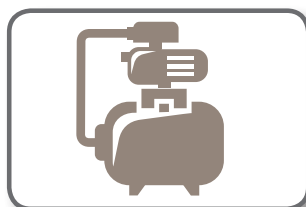
Альтернативные
и возобновляемые
источники теплоснабжения



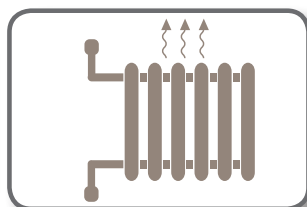
Тепловые
сети



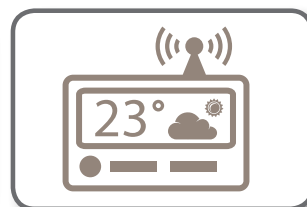
Насосное
оборудование



Тепловые
пункты



Системы
отопления



Системы автоматизации
и диспетчеризации

совместный проект



Messe
Düsseldorf
Moscow



www.heat-expo.ru

при поддержке



НП «Российское
теплоснабжение»



ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖК «ПЕРВОМАЙСКОЕ»

НИКОЛАЙ ШИЛКИН

В подмосковном жилом комплексе «Первомайское» система отопления реализована на базе теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную тепловую энергию земли. Нередко предпосылкой к воплощению проектов с инновационными решениями становится невозможность или дороговизна подключения к традиционным источникам энергоресурсов.



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование: жилой комплекс «Первомайское».

Расположение: Московская область (Россия).

Застройщик: группа компаний «Современные строительные технологии».

Основное назначение: коттеджный посёлок.

Типы помещений: жилые, общественные.

Площадь первой очереди строительства (запущена в эксплуатацию) – 19 000 м² (жилые помещения без учёта коридоров, лестничных клеток и т. д.).

Завершение основных строительных работ: 2010 год.

Жилое здание коттеджного посёлка

Теплонасосные установки

Решение использовать систему отопления на базе теплонасосных установок застройщик принял на начальной стадии строительства посёлка. Реализация газового отопления потребовала бы предусмотреть общую котельную, тепловые сети и индивидуальные тепловые пункты или узлы управления в каждом здании (в разных коттеджах различное число секций), что являлось в данном случае

технически сложным и экономически невыгодным мероприятием.

Для отопления каждой секции жилых домов используются две теплонасосные установки, что позволяет обеспечить резервирование на случай возможного выхода из строя части оборудования.

Система отопления рассчитана на температуру наружного воздуха –28 °С. Тепловые насосы могут изменять режим работы, благодаря чему возможно поддерживать комфортный микроклимат в помещениях даже в пе-

риоды, характеризующиеся экстремально низкими температурами. Однако при этом существенно снижается эффективность оборудования. В связи с этим для снятия пиковых нагрузок в схеме теплоснабжения предусмотрели электрический водонагреватель (электробойлер) для догрева теплоносителя после теплонасосной установки. Электробойлер включается в работу автоматически.

Система тёплого пола

Тепловой насос работает тем эффективнее, чем меньше разница между

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

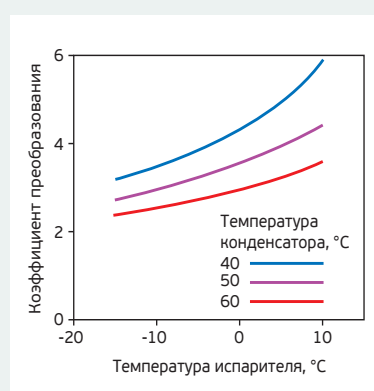
Зависимость между температурой испарителя, температурой конденсатора и коэффициентом преобразования теплового насоса, в котором в качестве рабочей жидкости используется холодильный агент HCFC-22, показана на графике. Анализ этой зависимости иллюстрирует две важные закономерности:

- Для данной температуры конденсатора повышение температуры испарителя увеличивает коэффициент преобразования: чем выше температура источника низкопотенциальной теплоты, тем эффективнее работает тепловой насос.
- Для данной температуры испарителя понижение температуры конденсатора увеличивает коэффициент преобразования: чем ниже температура потребителя теплоты, тем эффективнее работает тепловой насос.

Теплота от низкопотенциального источника может подаваться на испаритель теплового насоса либо посредством промежуточного теплоносителя, подогреваемого в теплообменнике, либо непосредственно.

Каждый дополнительный теплообменник увеличивает разность температур между источником низкопотенциальной тепловой энергии и испарителем, т. е. уменьшает температуру на испарителе. Это снижает производительность теплового насоса, поэтому подключения испарителей теплового насоса к низкопотенциальному источнику через теплообменник следует по возможности избегать.

То же справедливо и при подключении потребителя к конденсатору теплового насоса.



Зависимость коэффициента преобразования теплового насоса от температуры испарителя и температуры конденсатора



Подключение контура напольного отопления в жилом здании посёлка (на стадии отделочных работ)

температурами испарителя и конденсатора, т. е. температурой источника низкопотенциальной тепловой энергии и температурой потребителя. Таким образом, наиболее эффективно теплонасосные установки для отопления могут применяться в системах, отличительной чертой которых является относительно невысокая температура теплоносителя. Этим требованиям соответствуют системы

отопления на основе напольных отопительных панелей (тёплых полов). Известно, что во избежание заболеваний, связанных с перегревом ног, максимальная температура поверхности пола в помещении с постоянным пребыванием людей не должна превышать 26 °С, в помещениях с временным пребыванием – 31 °С, в детских игровых комнатах – 22 °С. В посёлке установлены низкотемпературные системы на основе замоноличенных в стяжку змеевиков



из термостойких труб из сшитого полиэтилена (PEX).

В коттеджах отсутствуют отопительные приборы под окнами. Для предупреждения возникновения в помещениях холодных нисходящих воздушных потоков от окон, предупреждения выпадения конденсата на внутренней поверхности стекла использовали уменьшение шага замоноличенных в стяжку змеевиков. Если шаг основной укладки составлял 250 мм, то в зоне окон его уменьшили до 100–150 мм.



Ограждающие конструкции

Применение в зданиях низкотемпературных напольных отопительных панелей привело к необходимости тщательной проработки конструкции наружных ограждений и теплоизоляции. Так, были выбраны оконные профили, хорошо зарекомендовавшие себя в ходе эксплуатации на объектах, расположенных в городах Сибири. Конструкция самих домов – быстровозводимая монолитная с несъемной опалубкой. Блоки опалубки изготовлены из полистирола. Сначала их армируют и заливают бетонным раствором. После остывания наружную поверхность штукатурят

Укладка труб напольного отопления с уменьшенным шагом в зоне окна



Установка несъёмной опалубки, одновременно выполняющей функцию тепло- и звукоизоляции

либо облицовывают, а внутреннюю – покрывают штукатурным слоем. Опалубка не снимается – она выполняет функцию тепло- и звукоизоляции.

Вентиляция

Система вентиляции жилых домов – естественная. Посёлок расположен в экологически благополучном районе, поэтому нет необходимости в очистке воздуха и нет препятствий к проветриванию помещений путём открывания окон.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Система отопления. Реализована система отопления на базе теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную тепловую энергию земли. Установлены напольные отопительные панели (тёплые полы). В качестве отопительных приборов применены низкотемпературные системы на основе замоноличенных в стяжку змеевиков из термостойких труб из сшитого полиэтилена (PEX).

Система вентиляции – по преимуществу естественная.

Ограждающие конструкции. Несъёмная опалубка одновременно выполняет функцию тепло- и звукоизоляции.

Наружные штукатурные работы по несъёмной опалубке

Грунтовые теплообменники

Первоначальный проект устройства грунтовых теплообменников предполагал бурение скважин глубиной 60 м. Однако в ходе геологических изысканий на глубине около 30 м были обнаружены известняки. Стоимость бурения скважин в известняке резко возрастает, что сразу же лишает проект коммерческой привлекательности; кроме того, возможен неоптимальный режим теплообмена в таких теплообменниках. В связи с этим скважины вынужденно ограничили глубиной 30 м, что привело к необходимости удвоить их количество. В коттеджном посёлке площади позволяли правильно разместить скважины даже с учётом этого обстоятельства.

Расстояние между двумя соседними скважинами из условия обеспечения нормальной работы грунтовых теплообменников должно составлять не менее 5 м. По возможности этот интервал лучше увеличивать. При меньшем расстоянии (в случае увеличения потребности в тепловой энергии) при работе тепловых насосов между соседними скважинами возможны промерзание грунта и образование так называемых линз холода. Лучшее решение – единая комбинированная система отопления и охлаждения. В этом случае в зимнее

время грунт используют как источник низкопотенциальной тепловой энергии, и при этом он захлаживается.

В летнее время, наоборот, за счёт закачивания теплоносителя в скважины снимаются теплоизбытки в помещениях, а грунтовый массив вокруг скважин при этом подогревается, тем самым подготавливаясь к следующему отопительному сезону. Тогда риск замораживания грунтового массива существенно уменьшается.

Наружная облицовка здания коттеджа



Исследования температурных режимов грунтовых массивов проводятся во многих странах. В России эти исследования уже много лет осуществляет Г. П. Васильев, их результаты неоднократно публиковались, они обобщены в диссертационной работе Г. П. Васильева «Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв земли» (М.: МГСУ, 2006). Данные научные работы показали,

что в почвенно-климатических условиях большей части территории России грунт, температура которого понижается в течение отопительного сезона, к началу следующего периода не успевает восстановить свой температурный потенциал. К началу каждого следующего отопительного сезона он ещё больше понижается, однако это понижение носит экспоненциальный характер. К пятому году эксплуатации грунтовый массив выходит на температурный

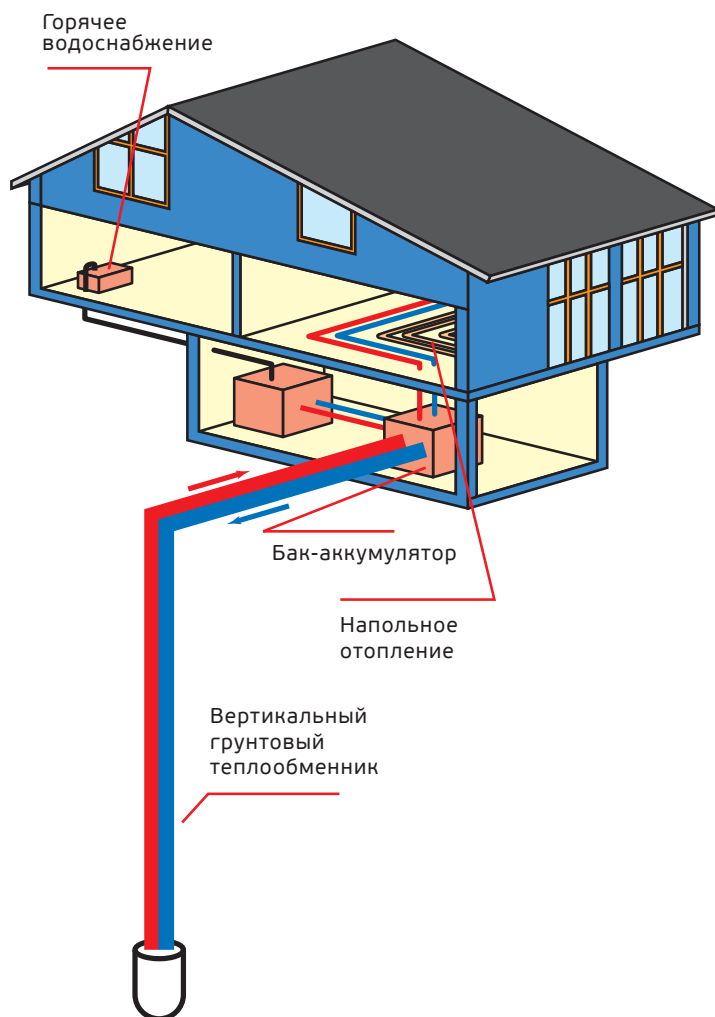
режим, близкий к периодическому. Таким образом, при проектировании теплонасосных систем теплоснабжения представляется необходимым учёт падения температур грунтового массива, вызванного многолетней эксплуатацией системы теплосбора, и использование в качестве расчётных параметров температур грунтового массива, ожидаемых на пятый год эксплуатации.

В комбинированных системах, применяемых как для тепло-, так и для холодоснабжения, температурный режим грунтового массива поддерживается естественным образом: в холодное время, когда требуется теплоснабжение, происходит охлаждение грунтового массива, а в тёплое, когда требуется холодоснабжение, – нагрев грунтового массива, т. е. грунтовый массив в данном случае можно рассматривать как своеобразный аккумулятор тепловой энергии.

В системах с вертикальными грунтовыми теплообменниками при отборе тепловой энергии температура грунта вокруг теплообменника понижается. На понижение температуры влияют как особенности конструкции теплообменника, так и режим его эксплуатации. Например, в системах с высокими величинами отводимой тепловой энергии (несколько десятков ватт на 1 м длины теплообменника) или в системах с грунтовым теплообменником, расположенным в грунте с низкой теплопроводностью (например, в сухом песке или сухом гравии), понижение температуры будет особенно заметным и может привести к замораживанию грунтового массива вокруг теплообменника.

Грунтовый теплообменник (геозонд) имеет U-образную форму. Это четыре трубы, выполненные из полиэтилена низкого давления (ПНД), соединённые специальным наконечником. К наконечнику подвешивается

СХЕМА ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОДНОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПОСРЕДСТВОМ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ГРУНТОВЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ



ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ С ОДНИМ ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

Аналогичная система на базе теплонасосной установки эксплуатируется в здании администрации посёлка Птичное (Московская область). Там установлен один тепловой насос. Для надёжности можно было бы предусмотреть резервирование, однако по экономическим соображениям от этого варианта было решено отказаться. На случай аварии, выхода из строя теплового насоса либо контура грунтовых теплообменников предусмотрен аварийный электрический водонагреватель. Этот водонагреватель может быть включён в работу также в случае, если при экстремально низких температурах наружного воздуха мощность теплового насоса окажется недостаточной для покрытия отопительной нагрузки. Однако эксплуатация в первый отопительный сезон не подтвердила необходимости такого догрева посредством электроводонагревателя. Достаточно низкие температуры наружного воздуха в декабре 2009 года и в январе 2010 года (до -25°C и ниже) показали, что в помещениях удавалось уверенно поддерживать температуру внутреннего воздуха на уровне $18-20^{\circ}\text{C}$. Температура теплоносителя в подающей и обратной магистралях контура напольного отопления составляла соответственно 37 и 26°C .

Расчётные температуры в подающей и обратной магистралях контура напольного отопления составляли соответственно 35 и 30°C (разница температур – 5°C). Такой маленький перепад был выбран по соображениям увеличения теплосъёма с единицы площади тёплого пола. Здесь свою роль сыграло ещё и то обстоятельство, что, имея всё же достаточно ограниченный

опыт эксплуатации теплонасосных систем в местных климатических условиях, проектировщики выбрали тепловой насос с достаточно большим запасом мощности. При запуске в эксплуатацию в ноябре 2009 года температура теплоносителя в подающей магистрали контура грунтового теплообменника составляла 8°C , за ноябрь упала до 5°C и стабилизировалась на этом уровне. На конец января 2010 года в условиях низкой температуры наружного воздуха (-20°C и менее) температура теплоносителя в подающей магистрали контура грунтового теплообменника (температура источника) уверенно держится на уровне $4-5^{\circ}\text{C}$. Температура обратного теплоносителя в контуре грунтового теплообменника опускается почти до нуля. Рассматривался вариант использования в качестве теплоносителя незамерзающей жидкости (антифриза), однако по итогам все-

стороннего изучения вопроса было решено использовать обычную воду, но быть готовыми добавлять антифриз в случае необходимости. Теплоноситель подогревается посредством теплового насоса до температуры 54°C . Именно такая температура поддерживается в баке-аккумуляторе. Требуемая в контуре напольного отопления температура 35°C устанавливается за счёт подмеса обратного теплоносителя. Тепловой насос работает не постоянно: он включается в работу в случае, когда температура теплоносителя в баке-аккумуляторе падает ниже определённого значения. В этих условиях коэффициент преобразования теплового насоса составляет примерно 4,4. По расчётам, в начале отопительного сезона коэффициент преобразования должен быть равен 5, а к концу, по мере захлаживания грунтового массива, опускаться до 4.



груз, облегчающий опускание геозонда в скважину. Две трубы являются подающими, две – обратными.



Геозонд

Возможны и другие варианты исполнения грунтовых теплообменников. Например, трубы PEX являются более дорогими, но и более устойчивыми к внешнему воздействию. Например, в условиях сейсмических воздействий трубы из PEX легко восстанавливают свою форму при колебаниях грунта. Трубы из ПНД более хрупкие, однако в условиях Подмосковья их применение (с учётом более низкой стоимости) вполне оправ-

дано, тем более что все грунтовые теплообменники располагаются на закрытой охраняемой территории, доступ на которую посторонних лиц и проведение несанкционированных земляных работ затруднены. ●

ОБ АВТОРЕ

Николай Шилкин – канд. техн. наук, профессор МАрХИ.

УМНЫЕ ГОСТИНИЦЫ

ЯРОСЛАВ ТАГИЛЬЦЕВ



Автоматизация инженерных систем даёт ощутимый и быстрый экономический эффект в сегменте гостиничного бизнеса. Главное требование к современному отелю – это соответствие высоким стандартам качества

Экономия ресурсов во вред удобству клиентов здесь просто невозможна, но найти высококачественное решение без ущерба комфортному проживанию подчас очень сложно. Кроме того, в вопросе ресурсопотребления гостиниц приходится сталкиваться с сильным влиянием человеческого фактора. Например, гость может открыть окно или включить кондиционер на максимальное охлаждение. Горничная, несмотря на инструкции, часто забывает вернуть регулятор температуры в исходное положение. Внедрение систем автоматизации позволяет решить многие из этих проблем и свести к минимуму непредвиденные расходы.

Автоматизированные системы помогают удалённо контролировать объекты и управлять ими, повышают комфорт и информационность, продлевают время службы техники и вносят также вклад в защиту окружающей среды. В гостиничной сфере автоматизация предоставляет широкие возможности: от сбора данных о санитарном состоянии номеров и координации работы персонала до управления системами освещения, водоснабжения, микроклимата.

Система освещения

Для определения присутствия людей, включая нежелательное проникновение, и автоматического включения источников света используют датчик движения (PIR). Датчик посылает сигнал на таймер, который включает или выключает освещение. Осветительные приборы работают автономно, в зависимости от настроек, запрограммированных в контроллере.

Установки одних таких датчиков достаточно для достижения высокого результата. Пример – девятиэтажный отель в Московской области. В гостинице смонтировано шесть



датчиков движения на этаже, лестничной площадке, у шахты лифта и в холле и работает в постоянном режиме подсветки. Когда датчики присутствия обнаруживают посетителя, освещение автоматически включается. После прекращения срабатывания датчика (с задержкой около 1 мин) свет автоматически отключается. При нажатии кнопки с под-

светкой, расположенной в холле у каждой двери номера, освещение включается на 5–10 мин. В результате применения системы автоматизации освещения потребление электроэнергии снизилось на 45 %. В год на освещение холлов отеля до внедрения системы тратилось около 550 000 руб., после – 298 000 руб. (данные на 2011 год).





Применение датчиков освещённости даёт дополнительные преимущества. Постепенное (в зависимости от времени суток) уменьшение интенсивности светового потока от осветительных устройств очень эффективно в наружной подсветке и для помещений, хорошо освещённых дневным светом. Контроллер получает сигнал от датчика освещённости и снижает или увеличивает интенсивность светового потока от приборов. Время изменения интенсивности света может программироваться (в секундах). Уменьшение потребления электроэнергии от этого мероприятия достигает 30 %.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Для снижения нагрузок на систему кондиционирования воздуха (до 35 %) могут использоваться автоматизированные шторы (жалюзи). Как правило, их предусматривают в отелях, расположенных в жарком климате. Система контролирует положение шторы, уменьшая проникновения солнечного света и снижая температуру в помещении. Двигатель штор обычно не имеет позиционного устройства, присоединяемого к контроллеру. Контрол-

лер вычисляет положение шторы так, что нет необходимости вручную возвращать штору в начальное положение. Вследствие малых механических регулировок расчёт положения шторы не может быть точен на 100 % (погрешность составляет около 10 %). Для штор большого размера необходимо некоторое время для полной остановки. В связи с этим вводится автоматическая пауза в миллисекундах.

В системах отопления и вентиляции важны такие функции, как мультizonная температурная регулировка, изменение температуры внутреннего воздуха в зависимости от температуры стен, максимальная работа системы. В дополнение должна иметься возможность программировать режимы работы в зависимости от времени суток и дня недели.

Мультizonную температурную регулировку используют, если каждая зона (каждое помещение) имеет различные требования к системам ОВК. Благодаря этой функции можно сохранить индивидуальные настройки и отрегулировать зоны по отдельности.

Системы ОВК каждой зоны могут работать в одном из следующих режимов: отопление, охлаждение,

отопление и охлаждение, осушение. В режиме «отопление и охлаждение» устройство будет автоматически переключаться на отопление или охлаждение.

Поскольку человек воспринимает комбинацию температуры внутреннего воздуха и стен, именно её используют для регулировки температуры. Контроллеру задаётся алгоритм разности температуры, и система автоматически поддерживает установленные пользователем параметры.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха автоматически настраивают скорость в зависимости от разницы между температурой внутреннего воздуха и точкой установки. В некоторой зоне высокая скорость вентилятора может создать некомфортные условия, поэтому пользователь должен иметь возможность ограничить максимальную скорость вентилятора.

Для контроля состояния окон (открыто или закрыто) используют герконовое реле. Его также можно применять как сенсор аварийного сигнала при вторжении.

Система управления отоплением и вентиляцией автоматически контролирует климатические параметры в номере, используя вышеперечисленные режимы. Экономия энергии при этом составляет до 50 %.

Важно, чтобы выбранная система автоматизации интегрировалась с отечественными пожарными и охранными системами, с системами видеонаблюдения, а также предлагала удалённый доступ через Интернет и GSM-оповещение. ●

ОБ АВТОРЕ

Ярослав Тагильцев – генеральный директор энергетической компании ООО «Марс».












<http://soft.abok.ru>



для проектировщиков в области ОВК

ОНЛАЙН-РАСЧЕТЫ И ПРОГРАММЫ от НП «АВОК»

-  Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий
-  Программа по экспресс-оценке эффективности энергосберегающих решений
-  Теплотехнический расчет системы обогрева открытых площадок
-  Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий
-  Расчет нагрузки на СКВ при нестационарных теплоступлениях
-  Расчет теплотерь помещений и тепловых нагрузок на систему отопления жилых и общественных зданий
-  Крытые бассейны. Расчет нормативного воздухообмена и термического сопротивления ограждающих конструкций
-  Влажный воздух, определение параметров
-  Расчет воздухообмена горячего цеха предприятия общественного питания

Предложения, пожелания и вопросы по работе сайта soft@abok.ru

КОМПЛЕКТ ИЗДАНИЙ «ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. ЧАСТИ 1–3 И ЧАСТЬ 4»

Опубликован комплект рекомендаций по проектированию систем пожарной безопасности.

«**П**рактические рекомендации по проектированию систем пожарной безопасности. Части 1–3» предназначены для инженеров-проектировщиков, монтажников и эксплуатационников. Издание включает в себя вопросы и ответы специалистов отрасли, выпущенные в 2010 и 2011 годах, а также новый материал, собранный по итогам мероприятий, проводимых НП «АВОК» (конференции «Москва – энергоэффективный город», мастер-классы «Системы противодымной вентиляции», «Обеспечение пожарной безопасности жилых и общественных зданий. Практика проектирования», «Обеспечение пожарной безопасности жилых и общественных зданий. Нормативные требования и практические решения» и др.).

В части 4 «Практических рекомендаций...» содержатся комментарии к основным пунктам СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной

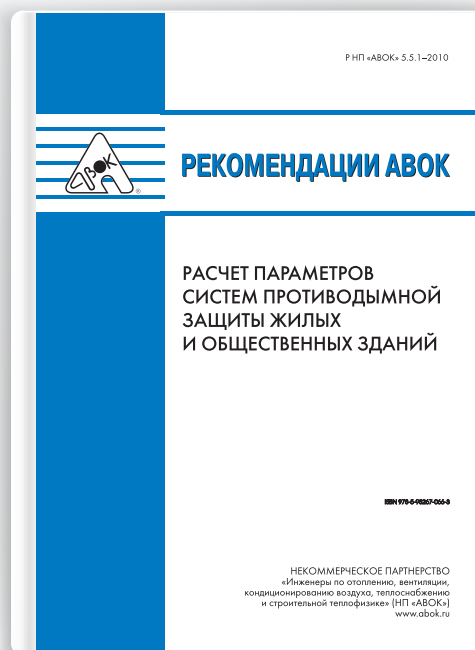
безопасности», СП 154.13130.2013 «Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности» и другие актуализированные нормативные документы по пожарной безопасности в своих ответах разъяснил Б. Б. Колчев, заместитель начальника отдела огнестойкости

строительных конструкций и инженерного оборудования зданий ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Актуальность темы, ориентированность на практическое применение информации, а также удобный формат делают это издание незаменимым для специалистов. ●



РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ



Опубликована новая редакция рекомендаций по расчёту параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий.

Положения рекомендаций НП «АВОК» 5.5.1–2015 развивают и дополняют требования, изложенные в Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», СП 60.13330.2012, СП 7.13130.2013 в части особенностей функционального назначения и специфики противопожарной защиты зданий.

В рекомендациях приведены методики расчётов различных видов систем дымоудаления и подпора воздуха:

- системы дымоудаления из помещений и/или коридоров при пожаре;
- системы удаления дыма и газов после пожара;
- системы обеспечения незадымляемости лестничных клеток;
- системы подпора воздуха в шахты

лифтов, лестнично-лифтовые, лестничные и лифтовые холлы, тамбуршлюзы и зоны безопасности.

Большое количество примеров расчёта дополняют основные разделы рекомендаций.

Кроме того, разработан онлайн-расчёт параметров систем противодымной защиты, размещённый на сайте soft.abok.ru.

В новую редакцию стандарта внесены следующие изменения:

- Добавлен расчёт для конечного определения параметров вентилятора системы, приведённых к стандартным параметрам наружного воздуха в тёплый период года.
- В расчёт параметров подпора воздуха в незадымляемые лестничные клетки добавлено требование о соблюдении разницы давлений и обустройстве рассечек или распределённой подачи воздуха для подпора.

- В расчёте подпора воздуха в шахту лифта учтён массовый расход воздуха, фильтрующегося через щели закрытых дверей лифтового холла. При отсутствии лифтового холла учитывается массовый расход воздуха, фильтрующегося через открытую дверь входной группы основного посадочного этажа.
- В планировочные схемы добавлены мероприятия по компенсации удаления продуктов горения.
- Изменены и дополнены схемы в прил. Б («Графические пояснения к требованиям отдельных пунктов СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» и СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003»»). ●



Microclimate and Air Quality in Office Buildings. Comparison of Russian and EU Norms

p. 6

Vladimir Ustinov

Today the design market offers such type of works as «adaptation» of projects developed in EU to Russian norms. Designers attempts to maximally bring each project to life, coordinating with the norms and rules in effect in the Russian Federation.

ARCUS III: BREEAM Certification Experience

p. 14

Vladimir Ustinov, Elena Pushakova

Implementation of environmental sustainability technologies in construction of buildings in Russia has ceased being something rare and exceptional. Each building that has received international LEED and BREEAM certification is an excellent example of execution of commercially successful and environmentally sustainable project.

Wind comfort. Application experience in the Netherlands

p. 24

Wendy Janssen, Bert Blocken, Adelya Khayrullina

Wind comfort and wind safety for pedestrians are important requirements in urban areas. Many city authorities request studies of pedestrian wind comfort and wind safety for new buildings and new urban areas. These studies involve combining statistical meteorological data, aerodynamic information and criteria for wind comfort and wind safety.

Double Glass Facades

p. 32

Marianna Brodatch, Nikolay Shilkin

Buildings with large glazing share frequently experience high loads on heating, ventilation and air conditioning systems. Double glass façade is an interesting solution for the building envelope, able to adapt to the changes in the outside environment.

Road-side Service in Italy

p. 46

Alessandro Sandelevski

Multifunctional road-side complex Autogrill Villorese Est opened in the beginning of 2013 in Northern Italy. Environmental



sustainability technologies allow for achievement of high efficiency values and have minimum negative impact on the natural environment.

Cottage Community Pervomayskoye: Utilization of Soil Thermal Energy

p. 56

Nikolay Shilkin

Often implementation of projects with innovative solutions is driven by inability of high cost of connection to the traditional energy sources. The heating system in residential complex Pervomayskoye in Moscow region is built using heat pumps that use low-potential thermal energy of the soil.

Intelligent Hotels

p. 62

Jaroslav Tagiltsev

Automation of utility systems gives noticeable and quick economic effect in the hotel industry. The main requirements for a modern hotel – conformity to the high quality standards.

Book Review

p. 66

Technical literature publishing house ABOK-PRESS presents new book by M.G. Tarabanov “Air Conditioning. Part 1”.

The monograph addresses designers, air conditioning systems engineers, scientists, teachers and students.

New edition of recommendations R NP ABOK is published - 5.5.1–2015 “Calculation of parameters of smoke protection systems for residential and public buildings.”

Series of publications “Practical recommendations for design of fire safety systems. Parts 1-3 and Part 4” also came out of press.

Commissioning of Building Energy Systems on the US example

Yury Bubnov

The commissioning of building energy systems services market is growing along with the LEED certification market and according to a report from Pike Research will reach \$4.4 billion worldwide in annual market value in 2020. The article presents figures on the commissioning cost-effectiveness and describes the methods of this practice.



Heat Expo

R U S S I A 2 0 1 5

June 8th–10th, 2015

Moscow, Expocenter Fairgrounds, pavilion No. 3

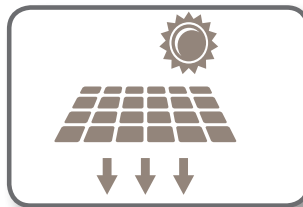
International Trade Fair and Forum

HEAT EXPO RUSSIA 2015

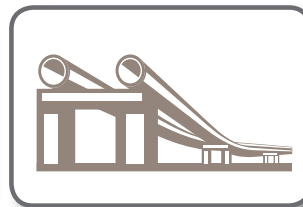
HEAT SUPPLY AND HEATING SYSTEMS



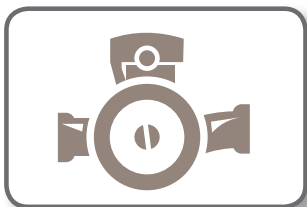
Heat-radiating equipment



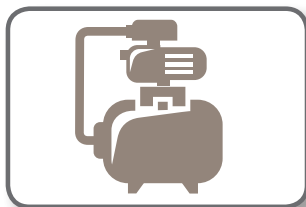
Alternative and renewable
heat supply sources



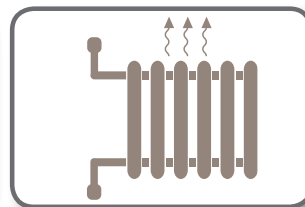
Heat supply networks



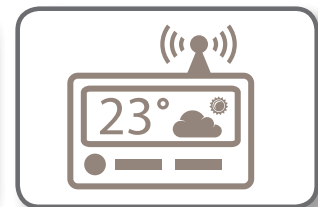
Pumping equipment



Heat points



Heating systems



Automation systems
and dispatching

Joint project



Messe
Düsseldorf
Moscow



www.heat-expo.ru

supported by



Non-Profit Partnership
"Russian heat supply"