Источник: www.shutterstock.com

ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО СКЛАДА К СПОРТИВНОМУ ЗАЛУ

MARIA PENTTILA, RALPH CARLSSON, ANDREI LEVENTCOV

В финском городе Порвоо успешно прошла реконструкция промышленного объекта. Проведённые исследования показали, насколько повысилась энергоэффективность здания после изменения его целевого назначения и реновации инженерных систем. В статье анализируется успешность проекта с точки зрения внутреннего микроклимата, в особенности по концентрации диоксида углерода и температуры в помещении.

Постановка задачи

Строительная отрасль в Финляндии требует примерно 10 млн т стройматериалов ежегодно и одновременно с этим является крупнейшим потребителем природных ресурсов [1]. В 2007 году на строительство зданий и производство строительных материалов затрачено 4 % энергии от суммарной потребности Финляндии в энергоресурсах, а эмиссия парниковых газов по отрасли составила 6 % [2].

Помимо этого, строительная отрасль является источником более 2 млн т строительного мусора, ежегодно производимого при сносе старых зданий, не включая отвалы грунта [3]. Реконструкция зданий и инженерных систем значительно снижает воздействие факторов, загрязняющих окружающую среду. Это не только более выгодно с экономической точки зрения, но и помогает сберечь природные ресурсы.

Оценки энергоэффективности зданий должны быть расчётными. Сравнение текущего потребления энергии с потреблением до реконструкции не может являться критерием в чистом виде, поскольку изменение назначения здания соответственно изменяет требования к инженерным сетям.

От промышленного здания к залу для занятий дзюдо

Владелец небольшого промышленного здания в городе Порвоо (Финляндия) решил переоборудовать его в зал для занятий дзюдо, что и было реализовано осенью 2012 года. Ранее здание использовалось как склад и не было оборудовано системой вентиляции. Склад общей площадью 245 м^2 был построен в 1985 году и изначально планировался как полутёплое помещение, поэтому теплоизоляции здания не уделялось особого внимания.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование: Dojo House (спортивный зал для занятий дзюдо).

Расположение: Порвоо (Финляндия).

Владелец: частное лицо

Инженерные системы: Enervent Oy.

Моделирование энергопотребления: Enervent Oy.

Основное назначение: спортивный зал.

Типы помещений: нежилые.

Общая площадь – 245 м^2.

Завершение основных строительных работ: 2013 год.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Годовое потребление электроэнергии на все нужды (освещение, инженерные системы) – 26 000 кВт.

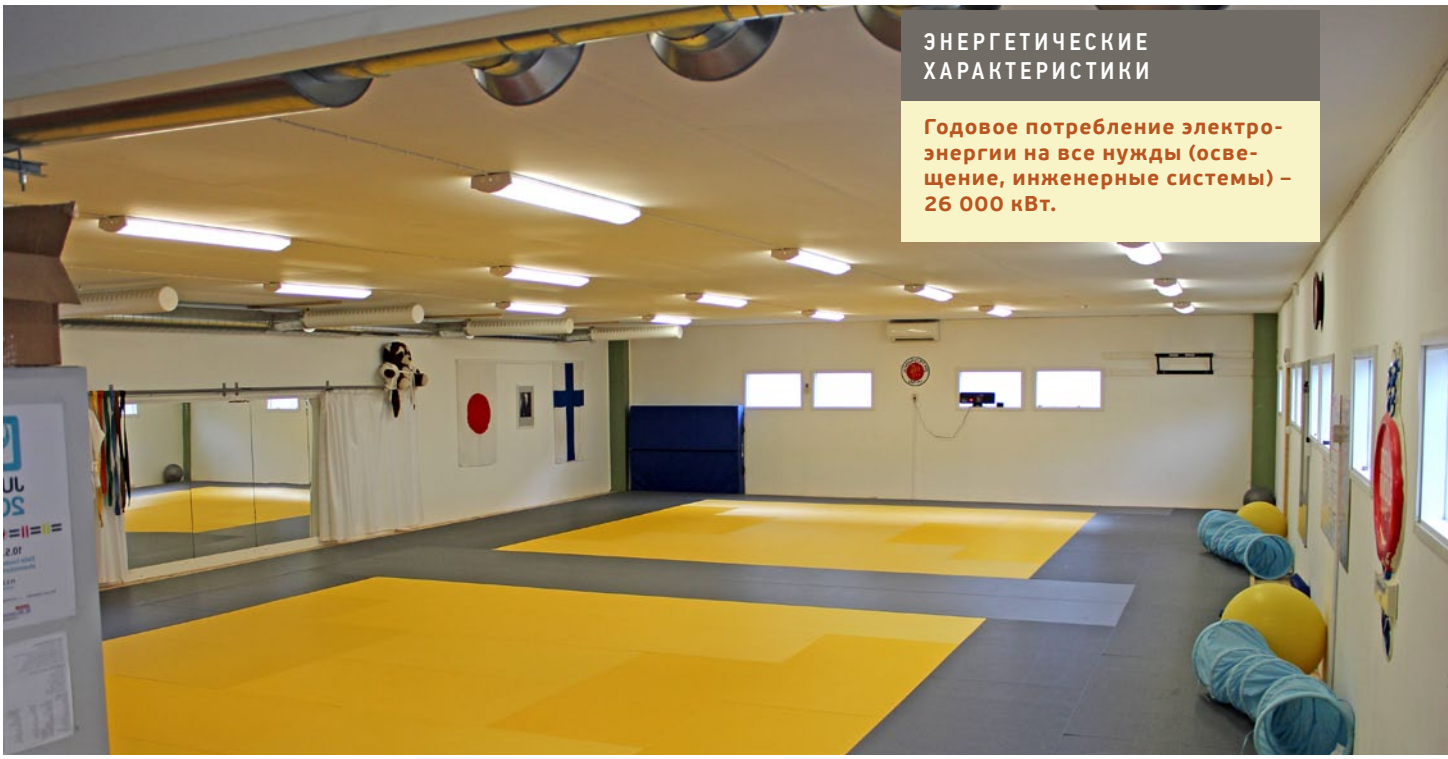
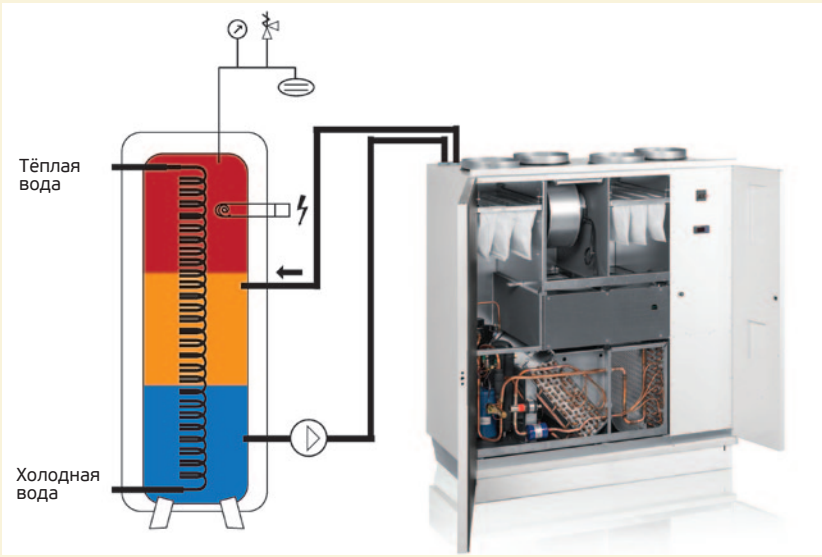


РИС. 1. ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЗАЛА ДЗЮДО



Проект оказался достаточно сложным, т. к. предстояло решить задачу соответствия требованиям финского законодательства относительно спортивных сооружений. Помимо прочих требований к зданиям такого типа, требовалось обеспечить вентиляцию в объёме не менее 36 м^3/ч на человека в обычном режиме и не менее 42 м^3/ч на человека в режиме интенсивной вентиляции.

Отопление и вентиляция

Для того чтобы обеспечить наилучшее качество воздуха в помещении, было решено осуществлять управление вентиляцией по показаниям датчиков CO_2 и уровню влажности в помещениях. Ограниченное пространство не позволяло установить одну вентиляционную установку, поэтому использовали две вентиляционные машины, заменяющие одну. Следующей задачей стало повышение энергоэффективности здания настолько, насколько это возможно. Для этой цели выбрали вентиляционные установки со встроенными воздушными тепловыми насосам с годовым коэффициентом рекуперации теплоты около 90 %.

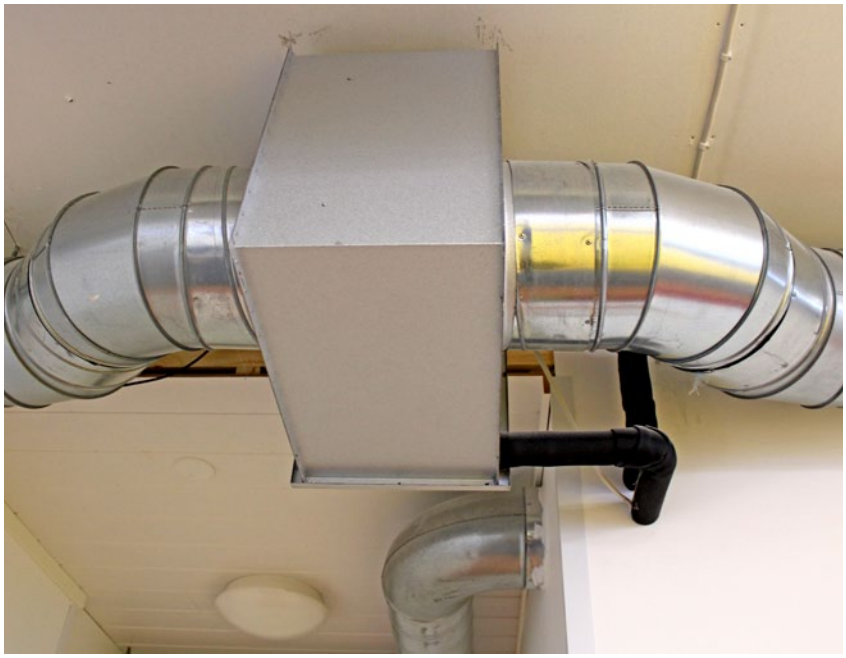
Вентиляционные установки разместили таким образом, чтобы одна обслуживала помещения раздевалок и душевых, а вторая – зал для занятий. Температура в зоне раздевалок должна быть выше, чем в зале для занятий. Кроме того, предусмотрено ускорение интенсивности вентиляции по датчику влажности. В зале для занятий управление вентиляцией осуществляется по уровню содержания CO_2.

В действительности оказалось, что посетители зала дзюдо выделяют такое количество теплоты во время занятий, что зал необходимо охлаждать

ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТА

Зал для занятий дзюдо рассчитан на одновременные занятия до 30 человек, но возможно превышение данного количества в особых случаях, при этом для снижения концентрации CO_2 необходимо открывать окна для дополнительной вентиляции.
Во время эксплуатации оборудования пользователи столкнулись с необходимостью ежемесячной замены фильтров. Как выяснилось, причиной столь частой замены фильтров явились пыль и микрочастицы от одежды (кимоно) спортсменов, которые возникают в результате трения от приёмов и бросков.
В результате экспериментальным путём был найден производитель кимоно, у которого материал был обработан таким образом, что во время занятий образовывалось меньшее количество пыли.

Водяной калорифер, используемый при отоплении в режиме рециркуляции



Венткамера с оборудованием Enervent Pegasos PRO greenair HP и Pelican PRO greenair HP

даже зимой. Таким образом, теплоты вытяжного воздуха достаточно для нагрева не только приточного воздуха, но и воды для бытовых нужд (рис. 1). Кроме того, избыток тепловой энергии можно использовать для отопления, когда в зале не проходят занятия. В этом случае отопление происходит посредством рециркуляции воздуха, а источником теплоты служит вода, которая нагревается за счёт избытков энергии.

Для этого работа системы вентиляции настроена в соответствии с расписанием занятий в зале. Если занятия проходят вне расписания или длятся дольше обычного, датчик улавливает изменения концентрации CO_2 в воздухе. Вентиляция в этот момент переходит из режима рециркуляции в нормальный режим работы.

В связи с конструктивными особенностями здания организовать традиционную систему отопления не удалось: наличие мата татами в зале для занятий не позволяло использовать тёплые полы в качестве источника отопления. Из-за ограниченности пространства установить настенные отопительные приборы не было возможности. Таким образом, воздушное отопление явилось единственно правильным и разумным решением для объекта.

Для комфорта в душевых установлена система напольного отопления (тёплый пол). Кроме того, для резервирования системы воздушного отопления, помимо встроенных тепловых насосов, в вентустановках предусмотрены две сплит-системы с тепловыми насосами в зале дзюдо. Все изменения в оборудовании инженерных систем произведены согласно финским строительным нормам.

Посетители зала дзюдо охарактеризовали качество воздуха в помещении как хорошее и очень хорошее. Особенно была отмечена приятная прохлада в зале летом, даже в жаркие дни.

Концентрация CO_2 и температура в зале

Контроль количества углекислого газа в воздухе зала для занятий происходил непрерывно в период с 14 ноября по 17 декабря 2013 года.

Как видно из результатов измерений, бóльшую часть времени содержание CO_2 находилось ниже уровня, предусмотренного нормативами S2, т. е. ниже 900 ppm [4], несмотря на то что в зале проходили интенсивные тренировки. Например, 15 декабря 2013 зал дзюдо принимал тренировочный лагерь (более 30 человек) в течение всего дня. Содержание CO_2 в воздухе в течение этого дня представлено на рис. 2. Всё это время уровень CO_2 находился в пределах допустимого норматива S2 и только

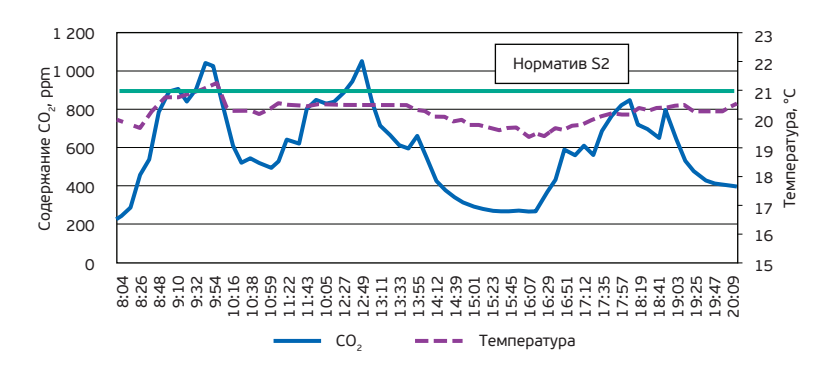
КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Вторичное использование энергии. Двойной цикл рекуперации теплоты: роторный рекуператор и воздушный тепловой насос. Тепловая энергия, выделяемая в течение дня, используется для нагрева приточного воздуха, а также аккумулируется в бойлере (горячее водоснабжение). Нагретая таким образом вода применяется:

- для воздушного отопления при отсутствии людей в помещении (в режиме 100 %-й рециркуляции воздуха);
- для гигиенических процедур.

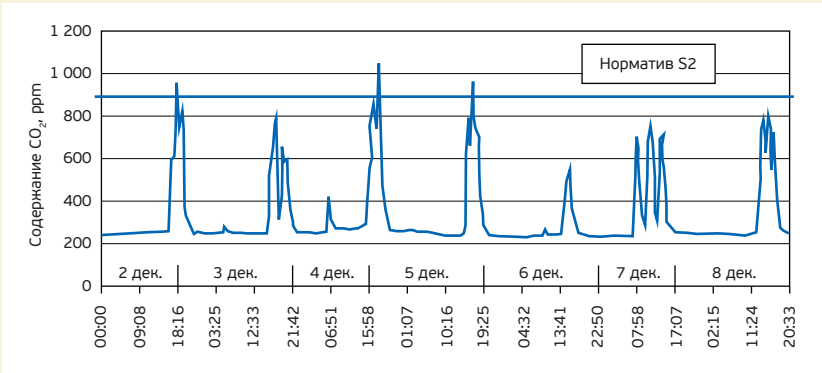
Управление системой осуществляется по расписанию таймера и датчикам CO_2.

РИС. 2. СОДЕРЖАНИЕ CO_2 И ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В ЗАЛЕ (15 ДЕКАБРЯ 2013 ГОДА)



Бойлер, в который утилизируется избыточное тепло в течение дня

РИС. 3. КОНЦЕНТРАЦИЯ CO_2 НА 49-й КАЛЕНДАРНОЙ НЕДЕЛЕ



в двух случаях превысил его, в общей сложности примерно на 50 мин.

Температура воздуха в зале во время приёма тренировочного лагеря в среднем оставалась на уровне 20,5 °C.

В обычные дни занятия проходят по будням с 17:00 до 21:00. Количество одновременно занимающихся спортсменов составляло в среднем 15 человек. При этом уровень содержания CO_2 всегда оставался значительно ниже допустимого уровня.

За всё время измерений уровень концентрации CO_2 во время занятий оставался ниже требований норматива S2 (менее 900 ppm) в 84 % случаев. Уровень содержания CO_2 во время проведения занятий только в 2 % случаев превысил допустимый норматив, согласно требованиям разд. D2 Национального строительного кодекса Финляндии (National Building Code of Finland) (менее 1 200 ppm). Результаты измерений содержания CO_2 на 49-й календарной неделе приведены на рис. 3. Из графика видно, что превышение норматива S2 происходило одномоментно на короткий промежуток времени. Бóльшую часть времени содержание CO_2 находилось в норме, т. е. на уровне ниже 900 ppm.

Оценка энергоэффективности зала для дзюдо

Энергоэффективность зала дзюдо оценивали путём сравнения измеренных значений расхода энергии с расчётным энергопотреблением предыдущего периода. Расчётные значения получены в соответствии с разд. D5 Национального строительного кодекса Финляндии (National Building Code of Finland) и с помощью коэффициентов тепловых потерь, приведённых в Указе Министерства окружающей среды Финляндии об энергетической сертификации (Decree of the environmental ministry for the energy certificate) для полутёплых помещений, построенных в 1985 году [5, 6].

При расчёте параметров исходили из существующих технических условий подключения электрического отопления, а также требований законодательства.

Кроме того, в целях повышения энергоэффективности в здании предусмотрена вентиляция с рекуперацией тепловой энергии за счёт пластинчатого рекуператора (годовой коэффициент рекуперации для пластинчатых рекуператоров в Финляндии – 50 %). Таким образом, полученные расчётные данные показали, что энергопотребление здания составит 77 000 кВт•в год.

Фактическое суммарное потребление энергии для отопления и горячего водоснабжения в зале дзюдо составило около 26 000 кВт за 2013 год. Эти данные включают в себя затраты энергии на охлаждение воздуха, которые не учитывались в расчётном примере для сравнения. Выраженная в деньгах экономия составляет 6 600 евро в год.

Выводы

Переоборудование промышленного здания в зал для занятий дзюдо оказалось разумным и выгодным решением благодаря тщательному проектированию инженерных систем. В частности, наиболее важно было правильно оборудовать систему вентиляции. За счёт реконструкции отпала необходимость в возведении нового здания, что позволило сэкономить средства и сохранить природные ресурсы.

Качество воздуха в здании соответствует нормативу S2 бóльшую часть времени, и это совпадает с мнением посетителей о прекрасной атмосфере в зале для занятий дзюдо. В целом ремонтные работы можно оценить как высокоэнергоэффективные, т. к. измеренное потребление энергии составляет всего ⅓ от потребления энергии в случае применения альтернативного решения.

Управление вентиляцией, основанное на потребностях спортсменов, а также использование избыточной энергии для горячего водоснабжения – ключевые факторы успеха в реконструкции данного проекта. В том случае если нагрузка в использовании зала возрастёт с 30 ч в неделю, то энергоэффективность здания от этого тоже возрастёт. Потребление энергии в расчёте на одного человека станет ниже, а количество выделяемой и сохраняемой теплоты для отопления станет больше.

Литература

1. The Material Efficacy Program for Construction Helps Create Less Waste: CO_2 report. 2013. URL: http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastouutisia&news_id=4011.
2. The Energy Use of Built-Up Environment and Greenhouse Gas Emissions / Iivo Vehviläinen et al. // Sitra. 2010. № 39. URL: http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf.
3. Saarinen E. Involving the Whole Chain for Material-Efficient Construction. Uusiouutiset. 2013. Vol. 24. URL: http://www.uusiouutiset.fi/UU613ramate.pdf.
4. Reference Values Used by the Finnish Institute for Occupational Health in Recognizing Problems in Clean Office Environments / Finnish Institute for Occupational Health, 2011. URL: http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/viitearvoja.pdf.
5. A Decree by the Ministry of the Environment on Building's Energy Certificate / Ministry of the Environment, 2013.
6. Calculating the Energy Consumption and the Heating Capacity Need of the Building / Ministry of the Environment, 2013. ●

www.enervent.fi

ОБ АВТОРАХ

Maria Penttila (Мария Пенттила) – Technology Development Engineer.
Ralph Carlsson (Ральф Карлссон) – Product Manager.
Andrei Leventcov (Андрей Левенцов) – Building Technology Manager.