

## Малозатратные энергосберегающие решения для энергоэффективных зданий

Тема энергосбережения при эксплуатации зданий и сооружений не теряет своей актуальности, и требования по энергоэффективности к вновь проектируемым и строящимся зданиям постоянно ужесточаются.

В свете данных тенденций интересен опыт возведения в Севастополе двух зданий различного назначения<sup>1</sup>, в которых реализован целый комплекс энергосберегающих мероприятий, как в строительных конструкциях, так и в инженерных системах.

**[В. Г. Барон](#)**, канд. техн. наук, почетный член Союза энергетиков Северо-Запада России, почетный профессор Запорожского национального университета, директор ООО «Теплообмен» (Севастополь).

Тема энергосбережения при эксплуатации зданий и сооружений не теряет своей актуальности, и требования по энергоэффективности к вновь проектируемым и строящимся зданиям постоянно ужесточаются. В свете данных тенденций интересен опыт возведения в Севастополе двух зданий различного назначения<sup>1</sup>, в которых реализован целый комплекс энергосберегающих мероприятий, как в строительных конструкциях, так и в инженерных системах.

При проектировании и на стадии строительства обоих зданий, одно из которых административно-производственное, а второе – коттеджного типа, ставилась задача применить на каждом объекте как можно больше легко реализуемых, общедоступных и экономически обоснованных энергосберегающих решений. Подход к данным энергосберегающим объектам был абсолютно прагматичным и не преследовал цели демонстрации возможностей перспективных методов энергосбережения, поэтому были исключены из рассмотрения безусловно энергосберегающие, но не всегда на сегодня экономически оправданные решения: использование энергии ветра или солнечной радиации для получения электроэнергии, а также тепловых насосов для отопления и обеспечения горячего водоснабжения, тем более в условиях каменистого грунта и отдаленности объектов от водных массивов.



Административно-производственное здание ООО «Теплообмен»

### **Административно-производственное здание**

В данном здании располагаются как производственные помещения, занимающие цокольный, первый и второй этажи, так и административно-бытовые – третий и четвертый этажи.

В производственных помещениях располагаются станочный, сварочный, заготовительный и слесарно-сборочный участки, причем на сварочном участке работают маломощные установки аргонно-дуговой сварки для соединения особо тонкостенных деталей<sup>2</sup>. Поэтому не только в административно-бытовых, но и в производственных помещениях нет мощных источников тепла.

### **Реализованные энергосберегающие мероприятия**

#### **В строительных конструкциях**

Уже на стадии проектирования здания были заложены нижеперечисленные энергосберегающие мероприятия, которые реализовывались во время строительства:

- заполнение стен выполнено в основном газобетонными блоками и частично местным пористым природным материалом (ракушечником) с теплопроводностью, близкой к газобетону: средняя теплопроводность ракушечника составляет  $0,4 \text{ ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ ;
- крыша, изначально запроектированная плоской, в ходе строительства в порядке авторского надзора была перепроектирована в шатровую с воздушным подкрышным зазором, заполняемым плитами из минваты;
- все окна были энергосберегающего типа (со стеклопакетами и высокоплотными притворами);
- при выборе остекления была учтена ориентация здания по сторонам света: площадь остекления южного фасада существенно превосходила площадь остекления северного фасада;

- консоль третьего этажа имеет такой размер, чтобы полностью затенять в летний период года окна нижерасположенного этажа, но не мешать проникновению в них солнечных лучей в осенне-весенний период;
- все стены утеплены слоем пенополистирола толщиной 100 мм, что заметно превышает необходимую расчетную толщину утепления (50 мм) для обеспечения соответствия современным требованиям по термическому сопротивлению стен;
- входные двери оснащены доводчиками, обеспечивающими их нахождение в закрытом состоянии;
- основные (не пожарные) входы в здание выполнены с тамбурами.
- 

### **В инженерных системах**

В инженерных системах здания был реализован целый ряд мероприятий, впервые разработанных на нашем предприятии:

- вся общеобменная вентиляция обеспечивается децентрализованными рекуперативными приточно-вытяжными вентиляционными установками с механическим побуждением. Идея децентрализованных рекуператоров была предложена в 2003 году, и тогда же создан рекуператор «ТеФо», обеспечивающий степень энергосбережения на уровне 80 %<sup>3</sup>. Рекуператоры «ТеФо» установлены как в производственных помещениях, так и в административных. Благодаря многовариантности установки данных рекуператоров, в производственных помещениях, где отсутствуют повышенные требования к интерьеру, они были размещены открыто на стене (рис. 1), а в административных помещениях – спрятаны в оконные откосы (рис. 2).

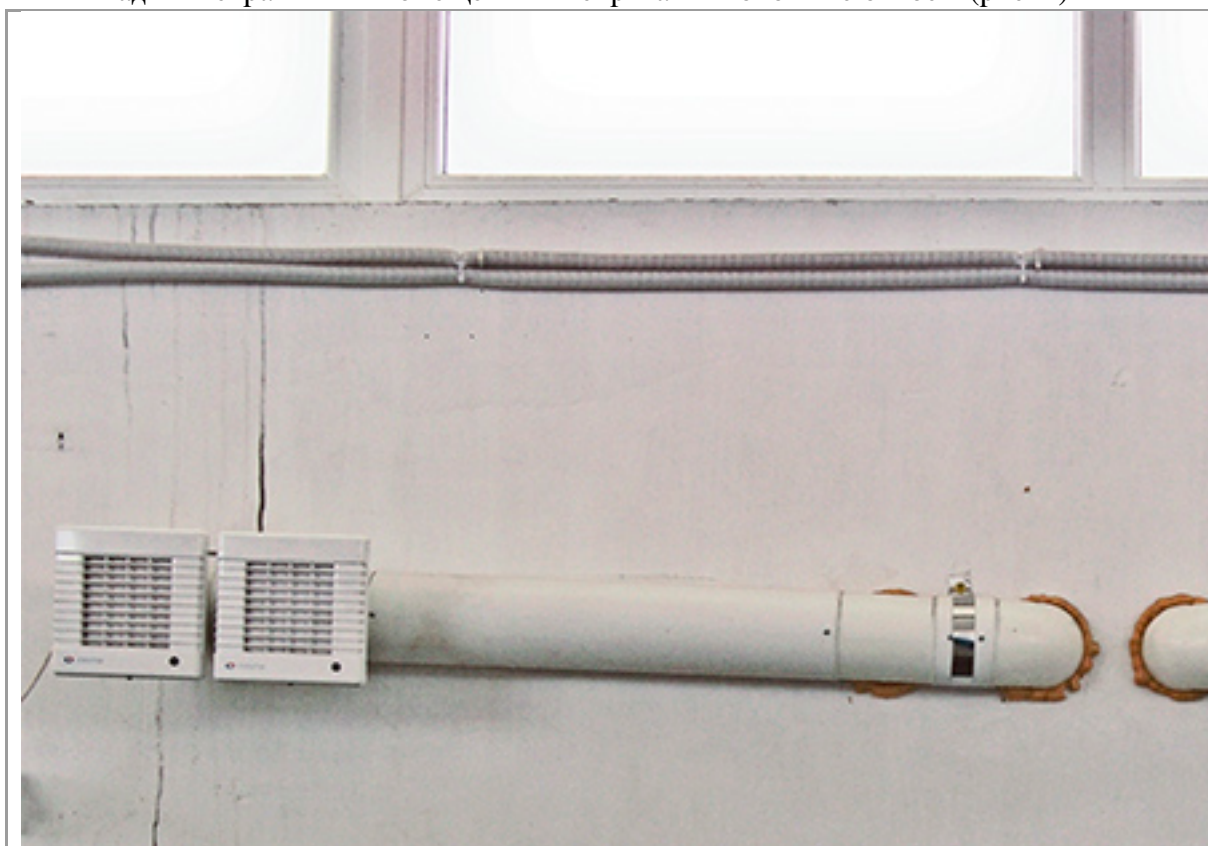


Рисунок 1.





Рисунок 2.

Применение децентрализованных рекуператоров дает, помимо утилизации тепловой энергии удаляемого воздуха, дополнительные энергосберегающие возможности: например, не расходуется энергия на преодоление аэродинамического сопротивления воздухопроводов при перемещении по ним воздушных потоков. Кроме того, обеспечивается возможность гибкого управления работой системы вентиляции здания: в помещениях, где отсутствуют люди, рекуператоры работают на пониженных нагрузках, что не только экономит потребляемую их вентиляторами электрическую энергию, но и уменьшает тепловые потери<sup>4</sup> с удаляемым воздухом;

- в нерабочее время суток, а также в выходные и праздничные дни все рекуператоры переводятся на режимы работы, обеспечивающие сниженные уровни воздухообмена, что также снижает затраты энергии;
- освещение, рассчитанное на длительное функционирование, как внутреннее, так и наружное, выполнено на светодиодах. При этом в производственных помещениях светодиоды никак не декорированы, а в административных выполнены в виде офисных светильников (рис. 3);



Рисунок 3.

- периодически используемое освещение (санузлы и лестницы) реализовано на лампах накаливания и управляется датчиками движения. На лестницах включение светильников дополнительно контролируется датчиками освещенности. Большая площадь остекления позволяет использовать там преимущественно естественное освещение даже в сумерках, искусственное освещение включается только при полной темноте;
- отапливается здание согласно графику, адаптированному к режиму работы предприятия и учитывающему реальную потребность в заданном уровне температуры внутреннего воздуха. В ночные часы, а также в праздничные и выходные дни температура воздуха внутри помещений понижается;
- приборы воздушного отопления собственного производства выполнены в виде высокоэффективных вентиляторных доводчиков – фэнкойлов, представляющих собранный в корпусе пучок специальным образом профилированных нержавеющей труб, по которым прокачивается вода системы отопления и которые обдуваются малозумными, с регулируемым числом оборотов, вентиляторами (рис. 4). Это позволяет более полно использовать тепловой потенциал сетевой воды и, кроме того, выборочно снижать отбираемую тепловую мощность в неиспользуемых длительное время помещениях. Применение данных отопительных приборов реализует возможность гидравлически устойчивого регулирования отопительной нагрузки, что благоприятно сказывается на работе сетевых насосов котельной и на состоянии регулировки всей квартальной системы отопления. Отопительные приборы расположены в нижней зоне помещения (рис. 4), причем патрубки выхода нагретого воздуха направлены вниз, что позволяет достигать ощущения теплового комфорта при меньших тепловых потоках;



– Рисунок 4.

- горячее водоснабжение (ГВС) реализовано на основе сформулированной нами в середине 1990-х годов идеи емкостного подогревателя с выносным греющим элементом, в качестве которого в данном случае используется один из выпускаемых нашим предприятием высокоэффективных теплообменников ТТАИ. Данный подход позволяет использовать тепловую энергию в периоды ночного снижения ее потребления, что сглаживает ее пиковое дневное потребление и способствует заполнению ночных провалов. Это благотворно сказывается на работе котельной, позволяя сжигать газ или иное топливо в более оптимальном режиме;
- реализовано инновационное энергосберегающее мероприятие: использование холода воды хозяйственно-бытового и производственного назначения для кондиционирования воздуха в летний период, предложенное нами более 10 лет назад. Применяемый для этого наш доводчик воздуха по своей конструкции аналогичен описанным выше отопительным приборам, но включен по тракту воды не в систему отопления, а в систему водоснабжения здания.

Водопроводная вода, поступающая летом в здание с температурой около 15 °С, сначала проходит по нержавеющей трубочкам доводчика воздуха, которые обдуваются расположенными выше них вентиляторами, охлаждая помещение. При этом температура воды повышается на 2–3 °С, что не оказывает отрицательного влияния на ее дальнейшее использование. Воздух в помещении за счет этого может быть ощутимо охлажден.

Таким образом, получаем практически бесплатное частичное кондиционирование воздуха. Конечно, охлаждающей мощности такого устройства недостаточно для полноценного кондиционирования сварочного участка, где установлен этот доводчик, но некоторое снижение температуры воздуха это устройство обеспечивает, снижая потребности в расходе электроэнергии на привод кондиционера.

Отметим, что в зимний период года доводчик может превращаться в отопительный прибор: система клапанов и трубопроводов позволяет подавать в его трубки либо водопроводную, либо отопительную сетевую воду.

### **Жилое здание коттеджного типа**

В жилом здании применен тот же подход, что и в административно-производственном: максимальное использование известных и общедоступных в реализации методов энергосбережения, плюс применение инновационных энергосберегающих методов и устройств собственной разработки.

### **Реализованные энергосберегающие мероприятия**

#### **В строительных конструкциях**

- в жилом доме также было принято решение существенно повысить термическое сопротивление ограждающих конструкций даже относительно самых современных требований, поэтому кроме заполнения стен местным пористым строительным материалом (ракушечником), обладающим высоким термическим сопротивлением, был выполнен навесной фасад с вентилируемым зазором, а для дальнейшего повышения термического сопротивления в этот зазор были помещены плиты из минваты;
- стены цокольного этажа утеплены пенополистиролом;
- плиты из минваты уложены также в пространство под крышей;
- оба входа в дом выполнены с тамбурами;
- в окна вставлены двухкамерные стеклопакеты;
- при выборе места строительства дома была учтена не только ориентация по сторонам света, но и рельеф местности. В частности, дом расположили как можно ближе к горе, которая находится строго на севере от дома и защищает его от северных ветров;
- при выборе формы здания и его ориентации с учетом направленного действия наружного климата принята угловая конфигурация дома со входом через веранду, ориентированную строго на юг. Это позволило экранировать все помещения дома от палящих лучей солнца в летний полдень. Для обеспечения этого веранда имеет крышу, а на сходящихся в угол стенах дома выше веранды устроены балконы-козырьки (рис. 5). Ширина балконов и крыши веранды рассчитана так, чтобы прямые солнечные лучи в период высокого летнего солнцестояния не попадали внутрь помещений. Однако зимой все эти помещения, вплоть до противоположных от окон стен, оказываются доступны прямым солнечным лучам. Это не только снижает температуру помещений летом, облегчая решение задачи кондиционирования, но и снижает энергопотребление на освещение комнат в зимнее время.





Рисунок 5.



## В инженерных системах

- вся общеобменная вентиляция также осуществляется с помощью рекуператоров «ТеФо». Использована возможность их многовариантной установки: применено пять вариантов установки рекуператоров «ТеФо»: скрытая под окном (рис. 6), скрытая в стене, открытая на стене, скрытая за подвесным потолком и вариант установки сквозь стену (рис. 7). Применены схемы, когда один рекуператор вентилирует как одно помещение, так и два смежных помещения. Работа каждого из рекуператоров настраивается индивидуально в зависимости от предполагаемого режима использования помещения (спальни, кухни и т. д.), что способствует существенному снижению энергопотребления при обеспечении необходимого уровня теплового и воздушного комфорта. Это, в частности, уменьшение расхода электроэнергии на привод вентиляторов, которые могут работать в зависимости от режима на номинальной или пониженной нагрузке либо могут быть вовсе выключены. Кроме того, переход на частичные режимы, а иногда и полное отключение рекуператора позволяет снизить энергетические потери с удаляемым воздухом;



Рисунок 6.



Рисунок 7.

- отопление всего дома осуществляется посредством водяных теплых полов, что позволяет существенно сократить расход энергии на отопление для достижения ощущения теплового комфорта. Система водяных теплых полов также позволяет гибко регулировать всю систему отопления дома: неиспользуемые помещения (или целый этаж) могут иметь меньшую температуру, чем помещения, где находятся люди. Это прямо влияет на снижение энергопотребления дома;
- в качестве источника тепла в доме применен котел с закрытой топкой конденсационного типа. Наличие закрытой топки исключает необходимость поступления в помещение, где расположен котел (кухня), уличного воздуха, что автоматически обеспечивает в холодное время года энергосберегающий эффект. Применение котла конденсационного типа позволяет полнее использовать теплоту уходящих газов, что позволяет для получения того же количества тепла расходовать меньше топлива. Котел работает по заданной программе, предусматривающей ночное снижение нагрузки.

Особо хочется отметить инновационное энергосберегающее решение, позволяющее без использования кондиционеров обеспечивать кондиционирование воздуха в летнее время. В нашем случае на небольшой глубине под землей (порядка 18–19 м) находятся довольно холодные грунтовые воды, которые с помощью погружного насоса удается без значительных затрат энергии поднимать из скважины на поверхность. На каждом этаже дома был расположен уже упомянутый доводчик воздуха, патрубки которого открываются в основное помещение этажа, а сам доводчик, чтобы не нарушать интерьер комнаты, расположили скрыто в стенной нише в находящемся за стеной санузле. Преимуществом выбранного расположения доводчика является легкость удаления конденсата, образующегося во всех кондиционерах: вестовая трубочка из доводчика выведена в нижерасположенный сантехнический прибор. Расход воды для удовлетворительного охлаждения воздуха оказывается не очень велик и может быть использован для полива зеленых насаждений и хозяйственных нужд.

В заключение отмечу еще одну особенность инженерных систем этого дома, решающую вопросы ресурсосбережения, важные для Севастополя. В жилом доме предусмотрены две параллельные водопроводные системы: подача воды из городского водопровода и из скважины. Вода из скважины обеспечивает в штатном режиме смыв унитазов. Эти две системы имеют переключку (пока постоянно закрытую), которая позволит в случае необходимости запитать все точки водоразбора в доме водой из скважины.

Реализованные проекты энергоэффективных зданий, обеспечивающие их пользователю снижение затрат на отопление и кондиционирование, могут послужить основой для тиражирования этого опыта в других регионах страны.

<sup>1</sup> Одно из зданий административно-производственное, строилось ООО «Теплообмен» для размещения собственного производства, второе – жилое здание коттеджного типа.

<sup>2</sup> При этом большие тепловложения в сварной шов способны привести к браку готового изделия.

<sup>3</sup> Показатель был подтвержден в ходе трех серий испытаний, проведенных в разные годы в аккредитованной Госстандартом Украины климатической камере.

<sup>4</sup> Удаляемый через любой рекуператор воздух обязательно будет уносить с собой часть тепловой энергии помещения, поскольку 100%-ная степень рекуперации недостижима в принципе.