

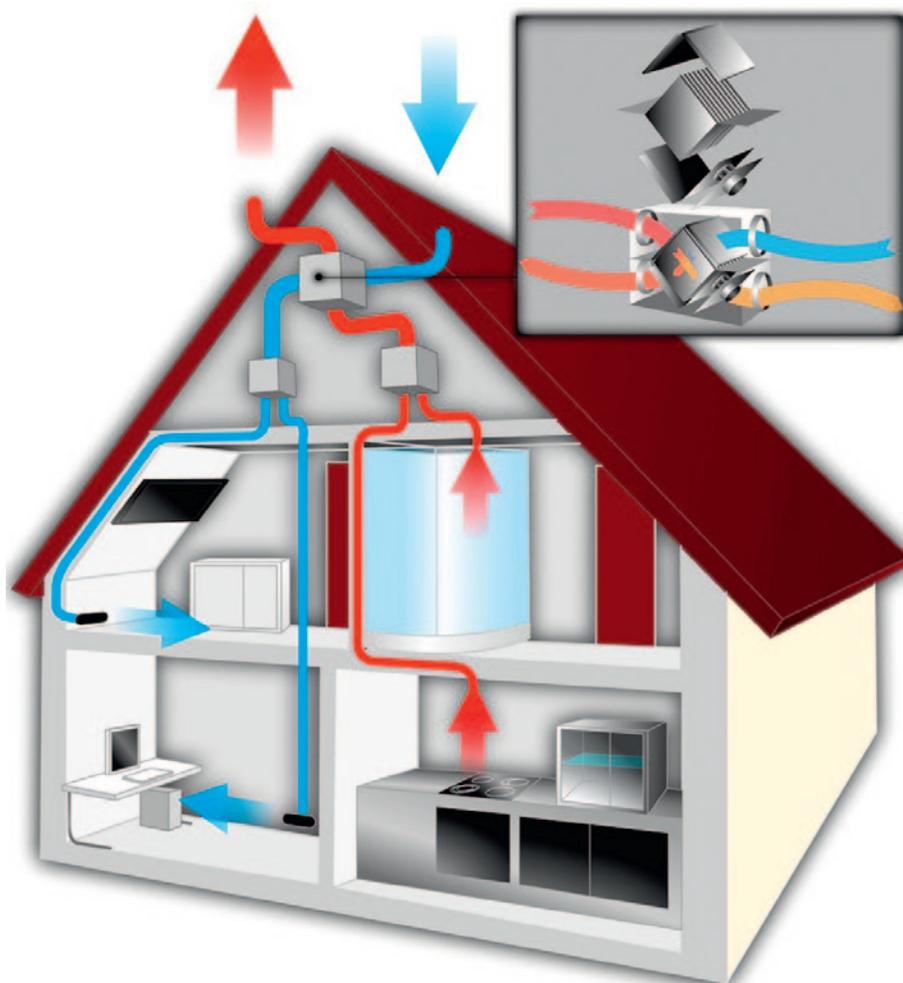
РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОЙ ТЕПЛОТЫ ИЛИ ИСТОЧНИК ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ?

Claus Händel, технический секретарь Европейской ассоциации вентиляционной промышленности (European Ventilation Industry Association, EVIA)

Требование использования возобновляемых источников энергии содержится во многих технических и национальных стандартах стран ЕС уже много лет. Однако единого и унифицированного подхода к терминам, определениям и расчетам на сегодняшний день так и не появилось. В стандартах по вентиляции и кондиционированию термины и определения по ВИЭ различных нормативных документов могут не совпадать или даже противоречить друг другу. Данная статья описывает различия между рекуперацией теплоты и использованием отработанной теплоты и дает определение и методику расчета доли возобновляемой энергии при рекуперации теплоты в системах вентиляции и кондиционирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

директивы ЕС,
возобновляемый источник энергии (ВИЭ),
определения ВИЭ,
рекуперация теплоты,
расчетные методы,
первичная энергия



Определение возобновляемого источника энергии, основанное на подходе к первичной энергии как таковой, – это объективный и технологически неангажированный подход к расчету доли возобновляемых источников в любом типе энергетической установки.

I. Правовая база ЕС

Основными нормативными документами ЕС по возобновляемым источникам энергии являются:

- Директива ЕС 2018/2001 года о содействии использованию энергии из возобновляемых источников [1];
- Директива ЕС 2018/844 об энергоэффективности зданий [2].

Рассмотрим определения из Директивы ЕС 2018/2001. «Энергия из возобновляемых источников» (energy from renewable sources) или «возобновляемая энергия» (renewable energy) (п. 1) означает энергию из возобновляемых неископаемых источников, а именно ветряную, солнечную (солнечную тепловую и солнечную фотоэлектрическую) и геотермальную энергию, энергию окружающей среды, энергию приливов, волн и других океанических энергий, гидроэнергию, биомассу, свалочный газ, газ очистных сооружений и биогаз.

«Окружающая энергия» (ambient energy) (п. 2) означает природную тепловую энергию и энергию, накопленную в окружающей среде с ограниченными границами, которая может аккумулироваться в окружающем воздухе (исключая удаляемый/вытяжной воздух), ограждающих конструкциях, поверхностных водах или сточных водах (канализация).

«Отработанные теплота и холод» (waste heat and cold) (п. 9) означают теплоту или холод, образующиеся в качестве побочного продукта в промышленных, энергетических или иных установках (в том числе установках, где использовался или будет использоваться процесс когенерации или где когенерация невозможна), которые будут рассеиваться неиспользованными в воздухе или воде без доступа к централизованной системе отопления или охлаждения.

Определение «окружающего воздуха» из п. 2 нельзя назвать четким, прозрачным и имеющим под собой понятную физическую основу. Это же касается и определения «отработанной теплоты и холода» из п. 9. Трактовка этих определений всегда зависит от контекста и от конкретных условий проекта.

Директивы ЕС дополнены и подкреплены национальными нормативными актами по развитию возобновляемых источников энергии. Например, в Германии это «Закон о поощрении использования возобновляемых источников энергии в теплоснабжении» (EEWärmeG) и региональные законы, например E WärmeG в земле Баден-Вюртемберг.

Если детально рассмотреть только упомянутые выше документы, то обнаружится, что единого подхода к вопросу о том, к чему относить рекуперацию теплоты в системах вентиляции, нет. Рекуперация теплоты в системе вентиляции в энергобалансе здания, согласно этим документам, может:

- не учитываться;
- рассматриваться как использование отработанной теплоты и не учитываться в статистике;

Q_{usable} – полезная энергия от энергетической установки

$ERES$ – энергия из возобновляемых источников

Q_{end} – энергопотребление установки на основной процесс (нагрев/охлаждение)

Q_{RES} – потребление энергии от возобновляемых источников

Q_{Waste} – потребление энергии отработанной теплоты

$Q_{transport}$ – энергия на транспортировку теплоносителя (энергопотребление вентилятора в случае системы вентиляции)

W_f – вспомогательная потребность в энергии энергетической установки

COP (Coefficient of performance) – КПД энергетической установки. В данной статье равен SPF (seasonal performance factor – сезонная эффективность теплового насоса), по Директиве [2]

COP_{pri} – КПД установки по первичной энергии

η_{is} – КПД производства электроэнергии по первичной энергии (в данной статье используется $1/f_{pri}$)

f_{pri} – коэффициент первичной энергии (primary energy factor). Отражает отношение затраченной первичной энергии к полученной энергии определенного вида

η_t – коэффициент эффективности рекуператора по температуре

HR – рекуперация

SUP – приточный воздух

EXT – вытяжной воздух

- рассматриваться как использование отработанной теплоты и по разным методикам учитываться для разных типов зданий.

Выдвигаемые в статье предложения относятся исключительно к инженерным системам здания – отопление, вентиляция, кондиционирование.

Определение возобновляемого источника энергии, основанное на подходе к первичной энергии как таковой, – это объективный и технологически неангажированный подход к расчету доли возобновляемых источников в любом типе энергетической установки.

Вывести такой подход нам поможет Директива 2018/2001 и изложенная в приложении VII методика, рассматривающая аэро-, гео- либо гидротермальную энергию, потребляемую тепловыми насосами, как энергию из возобновляемых источников E_{RES} :

$$E_{RES} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF}\right), \quad (1)$$

где Q_{usable} – полезная энергия, вырабатываемая тепловым насосом. В расчет принимаются только тепловые насосы с показателем $SPF > 1,15 \times 1/\eta$; SPF – сезонная эффективность теплового насоса, в данной статье равна COP ; η_{is} – КПД производства электроэнергии по первичной энергии (в данной статье используется $1/f_{pri}$).

В соответствии с рекомендациями [3] η_{is} для тепловых насосов, работающих на электроэнергии, составляет 0,45. В случае с абсорбционными тепловыми насосами следует использовать значение $\eta_{is} = 1,0$.

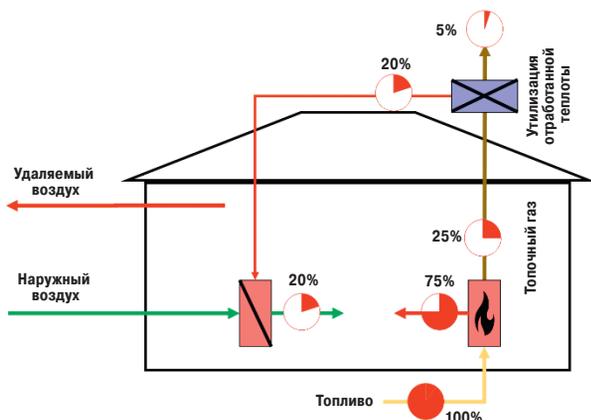


Рис. 1. Утилизация отработанной теплоты от топливного котла

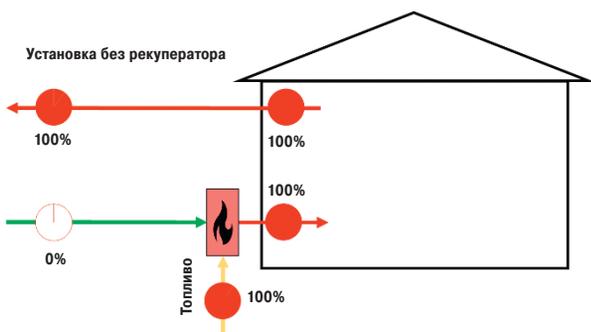


Рис. 2. Пример системы вентиляции без рекуперации теплоты

Минимально допустимый SPF:

- для тепловых насосов, работающих на электроэнергии, составляет 2,55;
- для абсорбционных тепловых насосов – 1,15.

Основываясь на формуле (1), можно сформулировать условие, при котором допустимо считать рекуперацию как энергию от возобновляемого источника:

$$SPF \cdot \eta = \frac{SPF}{f_{pri}} = COP_{pri} = SPF_{pri} > 1,15. \quad (2)$$

Иными словами, говорить о возобновляемой энергии можно, если полезная энергия, получаемая потребителем от энергетической установки, на 15 % больше, чем энергопотребление установки по первичной энергии.

Рекуперация теплоты и использование отработанной теплоты

При расчете энергобаланса здания рекуперация теплоты, как правило, рассматривается как использование отработанной теплоты. Следует отметить, что существуют физические различия между рекуперацией отработанной теплоты и рекуперацией теплоты в системах вентиляции (см. Примеры адаптивных систем вентиляции с рекуперацией теплоты. – Прим. ред.).

Следующие примеры призваны это проиллюстрировать.

Использование отработанной теплоты

Если здание отапливается топливным котлом (рис. 1), то, например, только 75 % энергии от топлива идет непо-

ПРИМЕРЫ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ВЫТЯЖНОЙ

ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Система DX – СПОКОЙСТВИЕ И КОМФОРТ В ВАШЕМ ДОМЕ

Компания Aereco представляет серию высокотехнологичных вентиляционных систем с рекуперацией тепла, обеспечивающих подачу в жилые помещения очищенного, предварительно нагретого свежего воздуха.

Система DX обеспечивает и гарантирует:

- высокую энергоэффективность;
- непревзойденный комфорт и качество воздуха в помещениях;
- минимальный уровень шума, производимого вентиляционными устройствами;
- возможность установки в разных типах помещений: **DXR** – установка за подвесным потолком, **DXA** – установка на стене;
- простоту монтажа и легкое техническое обслуживание (замена фильтров);
- контроль потоков приточного и удаляемого воздуха в каждой комнате благодаря **устройствам DX Hub**;
- точное автоматическое регулирование расхода воздуха на основе **технологии DynamiX®** с помощью сенсорного экрана или панели управления для настройки и диагностики.

Технология DynamiX® – это воплощение интеллектуальной стратегии управления расходом воздуха в зависимости от потребностей жильцов, благодаря которой достигается максимальная энергоэффективность системы **DX (версия Excellence)**.



www.aereco.ru

средственно на нагрев теплоносителя, 25 % энергии топлива (отработанная теплота) рассеивается в атмосфере с газообразными продуктами сгорания. В рассматриваемом примере КПД утилизации отработанной теплоты составляет 80 %, то есть 20 % от полной энергии топлива, потребляемого котлом, и, соответственно, только 5 % отработанной теплоты рассеивается в атмосфере.

Это классическое использование отработанной теплоты от процесса сгорания топлива. Она может быть использована один раз как энергия от сгораемого топлива.

Рекуперация теплоты в системе вентиляции

Для начала рассмотрим систему вентиляции без рекуперации теплоты (рис. 2). Энергия топлива, расходуемая на нагрев приточного воздуха, используется лишь единожды и уходит в вытяжку.

В случае если используется система вентиляции с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха (рис. 3), энергия топлива возвращается в систему вентиляции, причем не один раз. Допустим, мы используем рекуператор с КПД 50 %, тогда, если на первом этапе на нагрев приточного воздуха требуется 1 кВт, мы утилизируем из вытяжного воздуха 0,5 кВт.

При этом важно понимать, что процесс рекуперации в системе вентиляции является циклическим, то есть в первом «цикле» мы утилизируем 50 % от энергии топлива, использованного для нагрева приточного воздуха на запуске системы, во втором «цикле» мы повторно утилизируем уже 25 % и так далее (рис. 4).

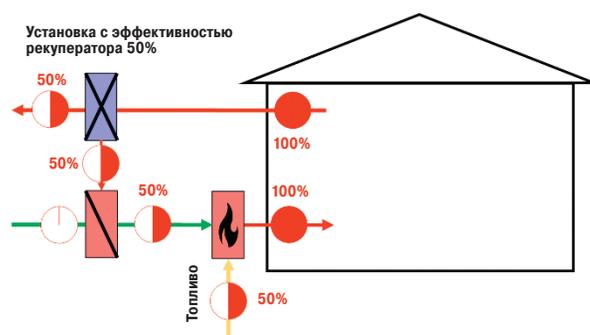


Рис. 3. Пример системы вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха

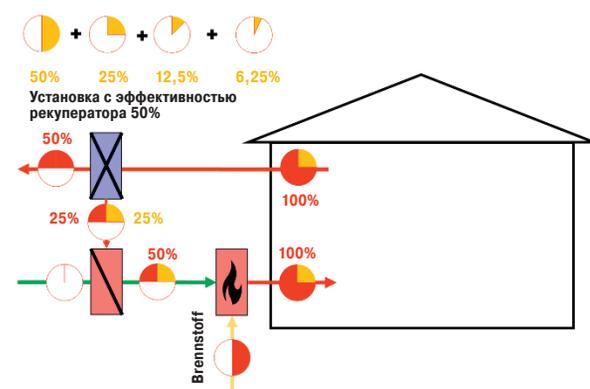


Рис. 4. Пример системы вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха

ВЕНТИЛЯЦИИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ

ДЛЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Система вентиляции AWN – ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ БЛАГОДАРЯ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ УДАЛЯЕМОГО ВОЗДУХА

Компания Аегесо предлагает систему вентиляции AWN, являющуюся идеальным вариантом для многоквартирных домов, гостиниц, общежитий и т. п. Система AWN обеспечивает рекуперацию и генерацию тепловой энергии из удаляемого воздуха и теплоснабжение 365 дней в году, поддерживает высокое качество воздуха и комфортную среду обитания, предотвращает образование плесени благодаря регулированию влажности воздуха, позволяет достичь значительного сбережения энергии и экономического эффекта.

Преимущества системы AWN:

- интеллектуальное управление регулирует производительность теплового насоса и всегда подстраивается под изменения источника тепла;
- отсутствие неэффективного включения и выключения теплового насоса;
- высокие показатели мощности, низкие затраты на тепло;
- простота монтажа: прямое подключение устройств к теплосети;
- варианты внутренней (DV) и наружной (RV) установки в здании;
- вентиляционные устройства с теплообменником и тепловым насосом могут быть установлены отдельно;
- высокий годовой уровень использования отработанного тепла;
- два типа теплообразующей жидкости: вода + гликоль или хладагент.



Получается, что энергия становится возобновляемой.

Если бы КПД рекуператора составлял 100 %, то, нагрев воздух до требуемой температуры один раз, мы могли бы не тратить больше топлива и считать всю затраченную энергию возобновляемой во втором и следующих циклах.

Процесс циклического использования энергии при рекуперации теплоты удаляемого воздуха системой вентиляции может быть описан формулой:

$$Q_{usable} = Q_{end} + Q_{end} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots \right). \quad (3)$$

Расчет доли возобновляемой энергии в системе вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха

Для простоты понимания процесса не будем учитывать расход энергии на транспортировку воздуха (вентилятор)¹. Основываясь на формуле (1) для тепловых насосов и для заданного цикла повторений процесса при КПД рекуперации η_t [0...100 %], имеем:

$$S_n = \sum_{k=1}^n a \cdot q^{k-1} = a + a \cdot q^{k-1} = a + a \cdot q^2 + \dots + a \cdot q^{n-1} = a \cdot \frac{(1 - q^n)}{(1 - q)}. \quad (4)$$

Тогда полезная энергия, вырабатываемая приточно-вытяжной установкой, может быть рассчитана как:

$$Q_{usable} = Q_{end} \cdot \frac{(1 - \eta_t^n)}{(1 - \eta_t)}. \quad (5)$$

При круглосуточной работе системы вентиляции количество циклов стремится к бесконечности; соответственно, КПД установки можно выразить как:

$$COP = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(1 - \eta_t^n)}{(1 - \eta_t)} \right) = \left(\frac{1}{(1 - \eta_t)} \right). \quad (6)$$

Допустим, что вентиляция не используется для воздушного отопления и наружный воздух в приточной установке догревается только до температуры воздуха в помещении, а теплотери через ограждающие конструкции и инфильтрация компенсируются системой отопления. Тогда мы можем условно разделить системы. В случаях, когда вентиляция отключается в ночное время, система отопления поддерживает требуемую в помещении температуру, а утром мы начинаем ровно с той же точки (температуры воздуха в помещении), в которой система вентиляции была отключена. Другими словами, даже при отключении системы вентиляции в ночное время формула (6) будет верна

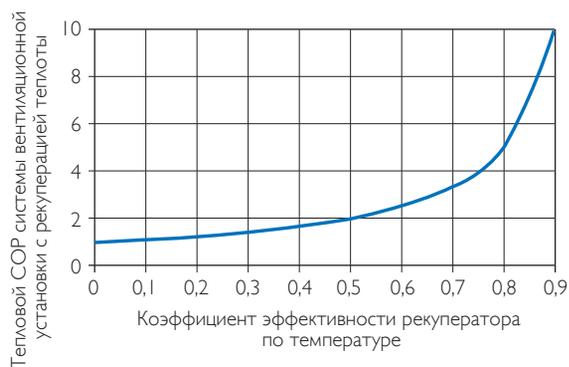


Рис. 5. Тепловой COP вентиляционной установки с рекуперацией теплоты

¹ Подробный расчет, учитывающий все виды потребляемой установкой энергии, приведен в разделе статьи «Расчет по первичной энергии».

² Согласно нормативному документу [4].

и может использоваться для расчетов, если требования к температуре воздуха в помещении в дневное и ночное время не отличаются.

Тогда, используя подход к определению доли возобновляемой энергии Директивы 2018/2001 и формулу (1), можно утверждать, что:

$$Q_{usable} = Q_{end} + Q_{RES}. \quad (7)$$

А доля возобновляемой энергии для системы вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха:

$$Q_{RES} = Q_{usable} - Q_{end}. \quad (8)$$

Используя формулы (5) и (6), получим:

$$Q_{RES,HR} = Q_{usable,WRG} - Q_{end} \cdot \left(1 - \frac{1}{COP} \right), \quad (9)$$

$$Q_{RES,HR} = Q_{usable,HR} \cdot \eta_t. \quad (10)$$

О чем нам говорит формула (10)? В системах рекуперации теплоты инженерных систем здания всегда есть часть энергии, которая является утилизацией теплоты от отопительного прибора:

$$Q_{Waste,HR} = Q_{usable,HR} \cdot (1 - \eta_t). \quad (11)$$

Все выполненные расчеты – это упрощенная модель, не учитывающая, что в помещении обязательно будут находиться другие «источники» нагрева воздуха, а по сути возобновляемой энергии – люди, теплопритоки от освещения и т. п., которые дополнительно увеличат долю возобновляемой энергии в системе рекуперации.

Рекуперация холода

Для расчета доли возобновляемой энергии при рекуперации в теплый период года, когда наружный воздух в системе вентиляции охлаждается до температуры воздуха в помещении, верны все формулы, приведенные выше. Их можно использовать и для процессов увлажнения и осушения воздуха, используя характеристики тепло- и влагопереноса в рекуператоре.

Примеры расчетов

Используя формулу (6) и значения η_t от 0 до 0,9, построим график (рис. 5), из которого видно, что для типовой системы приточно-вытяжной вентиляции при КПД рекуператоров (для рекуператора с промежуточным теплоносителем минимальная $\eta_t = 0,67$, для прочих $\eta_t = 0,73$)² значение теплового COP рекуператора теплоты удаляемого воздуха будет находиться в интервале от 3 до 5. Это аналогично интервалу значений COP по потребляемой электроэнергии существующих на рынке тепловых насосов.

Расчет по первичной энергии

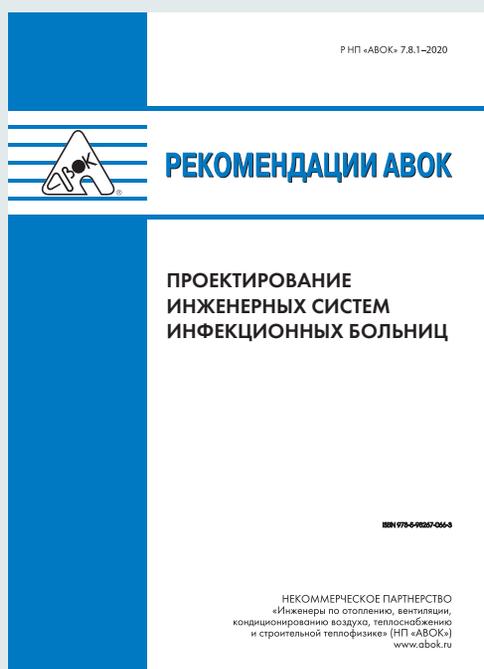
Общие принципы

Рассмотренная методика расчета доли возобновляемой энергии для рекуператора в системе вентиляции учитывает только тепловую энергию на нагрев наружного воздуха и не включает прочие энергозатраты, существующие в реальных установках. Суммировать энергозатраты тепловой и электрической энергии арифметически неверно. Поэтому,



РЕКОМЕНДАЦИИ НП «АВОК» 7.8.1-2020 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЬНИЦ»

и приложение «Практические рекомендации. Инновационные технологии и оборудование инженерных систем инфекционных больниц»



В рекомендациях сформулированы требования к эффективному предотвращению распространения инфекции инженерными методами при обеспечении надежной изоляции больного, приведены технологические требования к помещениям инфекционных больниц, санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования к планировочным решениям и организации воздухообмена и вентиляции, архитектурно-планировочные требования к проектированию, требования к организации теплоснабжения, отопления, автоматизации, вентиляции и кондиционирования воздуха, требования к организации воздухообмена в основных структурных подразделениях, требования к оборудованию.

В разработке рекомендаций приняли участие компании: ООО «Климатек Инжиниринг», ООО «НПТ Климатика», ООО «Аэросервис», АО «Тион Умный микроклимат», Schneider Electric, ООО «Аэролайф», а также индивидуальные члены НП «АВОК» А. В. Самойленко, О. Д. Третьякова.

**Приобрести или заказать рекомендации
можно на сайте abokbook.ru
или по электронной почте s.mironova@abok.ru**

чтобы оценить картину эффективности рекуперации целиком, логично использовать в расчетах значения, приведенные к первичной энергии:

$$COP_{pri,HR} = \frac{Q_{usable,HR}}{Q_{Waste,HR} \cdot f_{heat} + Q_{trans} \cdot f_{elec}}, \quad (12)$$

$$Q_{usable,HR} = Q_{Waste,HR} + Q_{RES,HR} \quad (13)$$

КПД энергетической установки по первичной энергии COP_{pri} – отличный показатель, помогающий оценить, использует ли установка возобновляемую энергию. Если $COP_{pri} > 1$, то установка производит больше полезной энергии, чем потребляет первичной, то есть использует возобновляемые источники. В случае тепловых насосов нужно помнить про требования документа [1] по 15 %-ному превышению первичной энергии: для отнесения к ВИЭ COP_{pri} должен быть больше 1,15!

Используя уравнение (11), приведем формулу (12) к виду:

$$COP_{pri,HR} = \frac{1}{\eta_t \cdot f_{heat} + \frac{Q_{trans}}{Q_{usable,HR}} \cdot f_{elec}} \quad (14)$$

При определенных условиях параметров наружного воздуха, уровне теплопритоков в помещении и требованиях к температуре воздуха помещения может оказаться, что эффективность рекуператора теплоты удаляемого воздуха избыточна (рис. 6). Поэтому в установках необходимо предусматривать системы регулирования эффективности рекуперации.

Примеры расчета

Результаты расчетов (табл. 2) показывают общие принципы подхода к выявлению доли возобновляемой энергии в системе вентиляции воздуха с рекуперацией теплоты. Для расчета рассмотрена вентиляционная установка, отвечающая требованиям [4]:

- расход воздуха 10 800 м³/ч (3 м³/с);
- энергопотребление вентиляторов без сети воздухопроводов 2 400 Вт [800 Вт/(м³/с) × 3 м³/с], на притоке 1 400 Вт и на вытяжке 1 000 Вт;

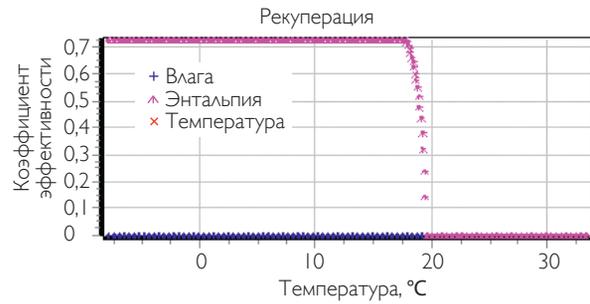


Рис. 6. Динамика изменения коэффициента эффективности рекуператора по температуре

- температурная эффективность рекуператора теплоты 0,73;
- коэффициент первичной энергии: тепловой – $f_{pri,heat} = 1,0$ ($\eta = 1$), электроэнергии – $f_{pri,elec} = 2,2$ ($\eta = 0,45$);
- температура приточного воздуха и воздуха в помещении в холодный период года минимум 20 °С (без охлаждения в теплый период года);
- время эксплуатации 8 760 ч/год.

Почасовое моделирование параметров работы показывает (табл. 1, варианты 1–4), что COP_{pri} вентиляционной установки с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха для южных районов Европы составит 1,5 и для Северных стран – 2. Потребление электроэнергии вентиляторами не включает напор на сеть воздухопроводов, согласно методике EN 1253/2014 [4], что аналогично подходу к расчету COP_{pri} тепловых насосов по рекомендациям [3].

Даже если предположить, что энергопотребление вентиляторов увеличится в 2 раза за счет сети воздухопроводов, COP_{pri} такой установки все равно будет равен 1,33 (см. табл. 1, вариант 1а).

Если мы приведем стандартное для тепловых насосов значение COP 3,5 к первичной энергии, то при $f_{pri,elec} = 2,2$ ($\eta = 0,45$) получим весьма близкое значение: 1,59.

Прочие технологии получения возобновляемой энергии

Изложенный подход к расчету доли энергии от ВИЭ по отношению полезной вырабатываемой энергии к первичной

Таблица 1 Пример расчета доли энергии от возобновляемых источников для вентиляционной установки с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха

Вариант расчета	1	2	3	4	1а
Климатическая зона	Франкфурт	Хельсинки	Барселона	Афины	Франкфурт+*
Время эксплуатации, ч	8 760	8 760	8 760	8 760	8 760
Коэффициент эффективности рекуператора по температуре, η_t	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
$P_{SFP,ges}$, Вт/(м ³ /с)	800	800	800	800	1 600
Средняя эффективность рекуператора по температуре, η_{av} ; Sim	0,716	0,721	0,705	0,704	0,698
COP ; Формула (6)	3,52	3,58	3,39	3,39	3,31
Полезная энергия от энергетической установки, $Q_{usable,HR}$, кВт•ч; Sim	203,045	331,519	119,818	129,781	206,366
Потребление энергии от возобновляемых источников, $Q_{ren,heat}$, кВт•ч; Формула (9)	145,380	239,025	84,472	91,366	144,043
Потребление энергии не от возобновляемых источников, $Q_{notren,heat}$, кВт•ч; Формула (12)	57,665	92,494	35,346	38,415	62,323
Электропотребление вентиляторов, кВт•ч; Sim	21,024	21,024	21,024	21,024	45,550
$COP_{pri,WRG,W\ddot{a}rme,reg}$; Формула (13)	1,954	2,389	1,468	1,533	1,333
Доля ВИЭ в энергопотреблении, REG, %; Формула (16)	49	58	32	35	25

*Включая сеть воздухопроводов

Онлайн-форум специалистов АВОК «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В БОРЬБЕ С COVID-19»

8 декабря 2020 года, 11:00–17:00

Организатор форума

При поддержке

Генеральный партнер

Партнер



НП «АВОК»



АО «ЭКСПОЦЕНТР»



Участники форума: инженеры-проектировщики и специалисты технических служб в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий больниц

ТЕМЫ ФОРУМА

- Рекомендации НП «АВОК»: Р НП «АВОК» 7.8.1-2020 «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц» (презентация нового издания); Р НП «АВОК» 7.8 – 2019 «Проектирование инженерных систем лечебно-профилактических учреждений»; рекомендации НП «АВОК» 7.8.2-2021 «Проектирование инженерных систем родильных домов»
- Воздухоподготовка операционных комнат и смежных помещений в ЛПУ различного назначения и профиля. Решения ClimaTech Engineering
- Цифровые решения для управления инженерными системами медицинских объектов Schneider Electric
- Комплекс чистых помещений. Инфекционная безопасность воздушной среды в медицинских учреждениях: факторы риска, нормативы, решения и опыт ЛПУ «ТИОН Корпоративные решения»
- Технология ультрафиолетового обеззараживания воздуха в лечебных учреждениях «НПТ Климатика»
- Особенности проектирования инженерного оборудования туберкулезных больниц
- Центральные кондиционеры в системах воздухоподготовки для операционных и других помещений в лечебных учреждениях
- Влажность воздуха в лечебных учреждениях
- Обеспечение высочайших стандартов гигиены, комфорта и энергоэффективности с решениями Uropog для систем отопления, охлаждения и водоснабжения
- Очистка воды и водоподготовка для больниц, поликлиник, медцентров
- Управление воздушным режимом здания. Ограничение распространения внутри больничной инфекции (ВБИ)



Регистрация на форум http://webinar.abok.ru/webinar/forum_abok_8122020/

При регистрации можно задать вопросы конкретному докладчику:

Программа форума



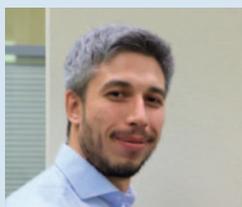
Ю. А. Табунщиков



Марианна Бродач



А. П. Борисоглебская



Артем Серегин



Андрей Капкин



Е. Н. Болотов



Павел Мурзаев



Михаил Будинов



Александр Самойленко



Тимур Жарков

Таблица 2 Пример расчета доли энергии от возобновляемых источников для некоторых из технологий отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Оборудование	Q_{outg}	Q_f	ξ	$f_{pri,f}$	W	COP/EER	f_w	COP_{pri}	$REG, \%$
Источники теплоты									
Воздушно-водяной тепловой насос	10 000			1	2 800	3,57	2,2	1,62	38
Геотермальный тепловой насос	10 000			1	2 500	4,00	2,2	1,82	45
Солнечный водяной коллектор	3 000			1	300		2,2	4,55	78
Газовый котел	10 000	11 000	0,91	1	200		2,2	0,87	-14
Абсорбционный тепловой насос	10 000	8 000	1,25	1	30		2,2	1,24	19
Котел на биогазе	10 000	11 000	0,91	0,5	30		2,2	1,80	44
Пеллетный котел	10 000	12 000	0,83	0,2	200		2,2	3,52	72
Источники холода									
Компрессорный чиллер	10 000			1	3 000	3,33	2,2	1,52	34
Абсорбционный чиллер	10 000	15 000	0,67	1	500		2,2	0,62	-61
Абсорбционный чиллер на биогазе	10 000	15 000	0,67	0,5	500		2,2	1,16	14
Геотермальный фрикулинг	5 000			0	200	25,00	2,2	11,36	91
Воздушный фрикулинг	5 000			0	500	10,00	2,2	4,55	78

энергии может использоваться для хладоцентров, рекуперации холода и влажности, фрикулинга, испарительного охлаждения, а также любой из комбинаций перечисленных технологий.

Формулу (12) можно привести к универсальному виду:

$$COP_{pri} = \frac{\sum Q_{usable}}{\sum (Q_f \cdot f_{pri,f}) + \sum (W_f \cdot f_{wf})}, \quad (15)$$

где Q_{usable} – полная полезная энергия, получаемая системой от установки;

Q_f – потребление энергии установкой на основной процесс (нагрев/охлаждение или иное);

W_f – потребление энергии установкой на вспомогательные процессы;

f – коэффициент первичной энергии (отражает отношение затраченной первичной энергии к полученной энергии определенного вида).

Коэффициенты первичной энергии для этой формулы будут определять текущая политика и приоритеты в развитии видов энергетики.

Используя такой подход, очень просто понять, можно ли считать, что то или иное инженерное решение использует или «создает» долю возобновляемой энергии в своем энергопотреблении:

$$r = \frac{E_{RES}}{Q_{usable}} = \left(1 - \frac{1}{COP_{pri}}\right). \quad (16)$$

Если производимая системой энергия больше, чем потребляемая, приведенная к первичной, очевидно, что такая система использует возобновляемый источник энергии и это должно учитываться при расчете тарифов/налогов и т.п.

Расчеты по предложенной методике (табл. 2) демонстрируют, какие из технологий генерации энергии можно считать использующими ВИЭ. Некоторые выводы могут показаться неоднозначными. Многие эксперты могут усомниться и заявить, что для чиллера, потребляющего электроэнергию, долю от ВИЭ можно считать только в ограниченных условиях и при указанных в статье значениях коэффициентах первичной энергии. Более того, можно сказать, что чиллер в принципе не производит энергию, а просто переносит ее

из одной среды в другую. Но ведь тепловой насос работает по точно такому же принципу, и никто не оспаривает, что источник его энергии является возобновляемым!

Выводы и рекомендации

Итак, было показано, что современные политические определения ВИЭ и технологий использования возобновляемых источников энергии в зданиях ЕС сложны и не отвечают принципу технологической нейтральности.

Системы вентиляции с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха при пересчете на первичное энергопотребление по своей энергоэффективности вполне сравнимы с тепловыми насосами.

Подход к расчету эффективности, основанный на потреблении первичной энергии, позволил бы технологически нейтрально оценить долю возобновляемых источников энергии различных инженерных технологий. Открытый и гласный процесс расчета и принятия национальных факторов первичной энергии внесет ясность в процесс принятия политических решений в области энергетики и повысит прозрачность отчетности по энергопотреблению зданий.

Литература

1. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources.
2. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.
3. Commission guidelines on calculating renewable energy from heat pumps from different heat pump technologies pursuant to Article 5 of Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council (2013/114/EU).
4. Commission Regulation (EU) No 1253/2014 of 7 July 2014 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for ventilation units. ■