



JRC SCIENCE AND POLICY REPORTS

Как разработать «План действий по устойчивому энергетическому развитию» (ПДУЭР) в городах Восточного Партнерства и Центральной Азии – РУКОВОДСТВО

ЧАСТЬ III ТЕХНИЧЕСКИЕ
МЕРЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ И
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ

Irena Gabrielaitiene, Giulia Melica
Economidou Marina, Paolo Bertoldi

2014



European Commission
Joint Research Centre
Institute for Energy and Transport

Contact information

Paolo Bertoldi
Address: Joint Research Centre, Via Enrico Fermi 2749, TP 450, 21027 Ispra (VA), Italy
E-mail: paolo.bertoldi @ec.europa.eu
Tel.: +39 0332 78 9299
Fax: +39 0332 78 9992

<http://www.jrc.ec.europa.eu/>
<http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/>

Legal Notice

This publication is a Science and Policy Report by the Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policy-making process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

JRC 90401

EUR 26733 RU

ISBN 978-92-79-39191-0

ISSN 1831-9424

doi:10.2790/32207

Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014

© European Union, 2014

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

Abstract

This Guidebook is tailored to the specific needs of the Eastern Partnership and central Asian countries, which are still recovering from economic reform. As such, various specific indicators were calculated for the 11 Newly Independent States and a Business as Usual scenario was developed projecting the growth of their economy, and the increase in CO₂ emissions for 2020 as a result of a 'do nothing' stance in terms of policies and the environmental regulations scenario. The part III of the guidelines has presented a collection of measures to improve energy efficiency and reduce the dependency on fossil fuels by using renewable energies. All measures collected in this chapter have been tested and successfully implemented by several cities in Europe

БЛАГОДАРНОСТЬ

Настоящее руководство является измененной редакцией руководства «Как разрабатывать «План действий по устойчивому энергетическому развитию» (2010 г.)», которое было подготовлено благодаря поддержке и вкладу многих экспертов, муниципалитетов, региональных органов власти, агентств, коммунальных служб городов и частных компаний. Мы благодарим всех, кто внес вклад, оказал содействие и помог подготовить настоящее руководство.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ.....	8
1. ЗДАНИЯ	9
1.1. СООБРАЖЕНИЯ О ТИПАХ ЗДАНИЙ	10
1.1.1. Новые здания – возможности в области проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию	10
1.1.2. Переоборудование существующих зданий.....	11
1.1.3. Общественные здания	12
1.1.4. Исторические здания.....	13
1.2. УЛУЧШЕНИЕ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ	13
1.3. УСТАНОВКИ ЗДАНИЯ	16
1.4. ДРУГИЕ МЕРЫ В ЗДАНИЯХ	18
2. ОСВЕЩЕНИЕ.....	22
2.1. ОСВЕЩЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ.....	22
2.2. ОСВЕЩЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ	23
3. ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА/ХОЛОДА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КОММУНАЛЬНОМ, ЖИЛОМ И ОБЩЕСТВЕННОМ СЕКТОРАХ.....	26
3.1. СОЛНЕЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ УСТАНОВКИ	26
3.2. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	27
3.3. КОТЛЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА БИОМАССЕ	27
3.4. КОНДЕНСАЦИОННЫЕ КОТЛЫ	28
3.5. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ	29
3.6. АБСОРБЦИОННЫЙ ЦИКЛ ОХЛАЖДЕНИЯ	35
3.7. ИНДИКАТОРЫ СИСТЕМ ОВКВ	35
3.8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДЯЩЕГО ТЕПЛА СИСТЕМАМИ ОВКВ	36
4. ТЭС - КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	37
4.1. Промышленные ТЭС	39
4.2. Микро ТЭС	39
4.3. Коммерческие микро ТЭС	41
4.4. Топливные элементы и тригенерация	41
4.5. Централизованное теплоснабжение / холодоснабжение и совместное производство электрической и тепловой энергии	42
5. ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	45
5.1. Технология топливных элементов	45
5.2. Основные виды применения	46
5.3. Топливные элементы, работающие на природном газе	47
6. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ (СУПЭЗ)	49
7. ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ (ЦТХ)	51
7.1. Геотермальное централизованное теплоснабжение с / без абсорбционных тепловых насосов	51
7.2. Солнечное централизованное теплоснабжение	53
7.3. Абсорбционный тепловой насос	54
7.4. Сезонные коллекторы	56
7.5. Централизованное холодоснабжение	58
8. WATERGY: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДНЫХ СИСТЕМ.....	61
9. ОРГТЕХНИКА.....	65

10. БИОГАЗ	67
10.1. ИЗВЛЕЧЕНИЕ БИОГАЗА НА МУСОРНЫХ СВАЛКАХ	67
10.2. БИОГАЗ ИЗ СТОЧНОЙ И ОСТАТОЧНОЙ ВОДЫ.....	67
11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ НА СТОРОННЕ СПРОСА , ВКЛЮЧАЯ ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ	69
12. ЭНЕРГОАУДИТ И МЕРЫ ПО ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ.....	71
13. КОНКРЕТНЫЕ МЕРЫ ДЛЯ ОТРАСЛИ	72
13.1. Электрические двигатели и приводы с регулируемой скоростью (ПРС)	72
13.2. Стандарт «Системы энергетического менеджмента» ISO 50001	72
13.3. Справочник по наилучшим доступным технологиям (СНДТ) в отрасли	73
14. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ.....	75
14.1. Транспортные средства, работающие на природном газе.....	75
14.2. Заправка	77
14.3. Экологические аспекты.....	77
14.4. Экономические аспекты и аспекты безопасности.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ I. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРЕРАБОТАННОГО ВАРИАНТА ДЭПЗ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ II: СТОИМОСТЬ И ВЫБРОСЫ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	81

ВСТУПЛЕНИЕ

В Части III руководства представлен комплекс мер для улучшения энергоэффективности и снижения зависимости от ископаемого топлива путем использования возобновляемых источников энергии. Все меры, приведенные в настоящей главе, были опробованы и успешно внедрены городами Европы.

Как может заметить читатель, ни одна из мер не была описана подробно; вместо этого, в каждой главе для них предоставлен набор справок и ссылок на более конкретные документы из надежных источников.

Меры, предлагаемые в настоящем документе, могут применяться к жилищному, коммунальному и промышленному секторам. Вместе с описанием технологий, применяемых для обогрева и охлаждения, приведено описание технологий, оптимизирующих использование энергии в муниципальных системах водоснабжения и удаления сточных вод путем применения экономически эффективных мер. Меры для транспортного сектора описаны в Части I настоящего руководства.

Некоторые города с большим опытом управления энергией, возможно, сочтут эти меры очевидными. Даже в этом случае мы думаем, что некоторые меры или ссылки, приведенные в настоящем руководстве, помогут им достичь результатов, превышающих цели Соглашения Мэров.

1. ЗДАНИЯ

Потребление энергии в зданиях составляет значительную долю общего использования энергии. В целом, для жилых и коммерческих зданий требуется примерно 40%¹ от общего конечного потребления энергии. С учетом многих возможностей снижения потребностей зданий в энергии, ее потенциальная экономия в секторе зданий способствовала бы значительному снижению энергопотребления. Так как это приводит к снижению выбросов парниковых газов, муниципалитетам следует уделять особое внимание этому сектору.

В зданиях энергия используется для различных целей: среди других, такими целями являются отопление и охлаждение, вентиляция, освещение и подготовка горячей воды для хозяйственных нужд. (Рисунок: Использование энергии в жилых зданиях).

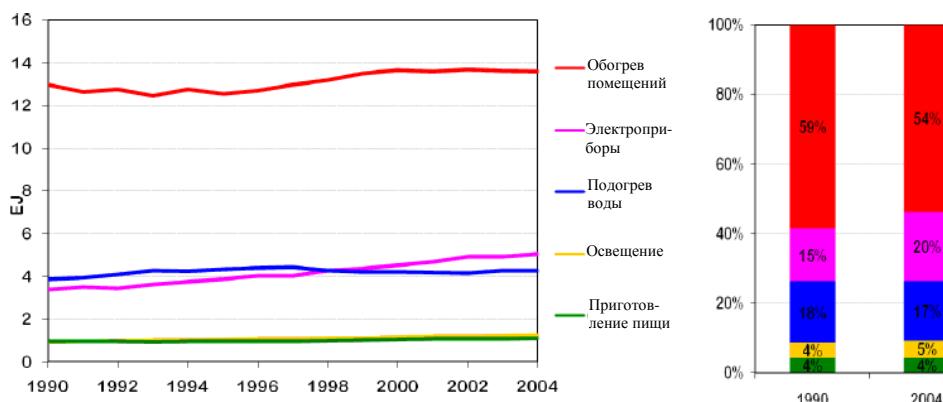


Рисунок: Использование энергии в жилых зданиях

Источник: 30 лет использования энергии в странах, являющихся членами МЭА. Большая часть энергии, потребляемой в жилых зданиях, используется для целей, непосредственно связанных со зданиями, таких как отопление помещений; эта часть составляет более 50% в отдельных странах, являющихся членами МЭА.

Для конечного потребления, связанного со зданиями – отопление, охлаждение, вентиляция и подогрев воды для хозяйственных нужд – необходимо примерно 75% потребности жилых зданий в энергии. Для производственных зданий доля использования энергии для других целей часто является большей, и для некоторых типов производственных зданий она может быть более 50%.

Потребность зданий в энергии связана со значительным количеством параметров, зависящих от конструкции и метода использования объектов. На нее влияют следующие факторы:

- Геометрия здания;
- Характеристики оболочки здания;
- Эффективность оборудования, такого как системы обогрева, кондиционирования воздуха и освещения;
- Особенности использования, управление зданием и отношение жильцов;
- Ориентация здания.

«Директива по энергопотребляемости зданий» – ДЭПЗ - (2002/91/ЕС)² является основным инструментом, который предназначен для повышения энергетических показателей в жилом секторе. После обновления ДЭПЗ в 2010 г. в данную Директиву были внесены некоторые изменения. Дополнительную информацию об основных элементах переработанного варианта см. в Приложении I.

¹ http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building_Codes-1.pdf

² Для стран, которые являются членами Договора о создании энергетического сообщества. Дополнительная информация о Договоре о создании энергетического сообщества: <http://www.energy-community.org>.

Дополнительные ресурсы:

1. Отчет Международного энергетического агентства «Города, поселки и возобновляемая энергия: Да, у меня в переднем дворе (2009)»: В отчете показано, как системы возобновляемой энергии могут приносить пользу гражданам и предприятиям; в нем освещается роль местных муниципалитетов, которые имеют полномочия оказывать влияние на выбор источников энергии гражданами. В отчет включены несколько целевых исследований для иллюстрации того, как расширенная реализация проектов возобновляемой энергии может приносить выгоду независимо от размеров и местоположения населенного пункта.
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cities2009-1.pdf>
2. Отчет «Анализ концепций и рекомендаций инициативы Concerto Energy для комплексного подхода к строительству», опубликованный в рамках разработок проекта ЕС ЭКО-Город – Совместный Эко-Город в Скандинавии и Испании. Целями отчета являются демонстрация инновационных интегрированных концепций в отношении энергии в сфере поставок и спроса в трех успешных населенных пунктах в Дании / Швеции, Испании и Норвегии: http://www.ecocity-project.eu/PDF/D-2-3-1-1_Concerto_Energyconcepts_Final.pdf
3. Примеры законов, разработанных в странах ЕС, размещены на сайте: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/index_en.htm
4. Глава об использовании энергии в зданиях Четвертого отчета об оценке (AR4) Рабочей группы III Межправительственной группы экспертов по изменению климата. В главе приведена сводная информация о различных стратегиях, технологиях и системах, которые могут использоваться для снижения потребления энергии в зданиях. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch6.html
5. Центр энергоэффективных зданий представляет собой сеть МЭА, деятельность которой ориентирована на стратегии и меры, снижающие спрос на энергию в секторе зданий <http://www.sustainablebuildingscentre.org/>

1.1. СООБРАЖЕНИЯ О ТИПАХ ЗДАНИЙ

1.1.1. Новые здания – возможности в области проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию

В связи с тем, что срок эксплуатации большинства новых зданий является относительно продолжительным, их энергоэффективность будет влиять на потребление энергии в течение многих лет. Таким образом, решение, принятое на этапе проектирования, будет оказывать решающее влияние на энергетические показатели здания на протяжении десятилетий его эксплуатации. Поэтому важно, чтобы объемы энергии начали учитываться на самых ранних этапах планирования и проектирования новых зданий. Если вопросы энергоэффективности включаются в ранний этап проектирования, то стоимость энергии часто является значительно ниже, так как для формы здания, его ориентации, ориентации окон и конструкционных материалов дополнительные затраты не потребуются. Новые здания могут получать преимущества от комплексного подхода к проектированию, в результате чего конструктивные характеристики могут быть оптимизированы с учетом взаимодействия всех компонентов здания и систем благодаря итеративному процессу, в котором будут задействованы все участники. Таким образом, целевые энергетические показатели могут определяться на основе целостного подхода на раннем этапе проекта, и энергоэффективные стратегии и технологии могут выбираться с учетом климатических условий и потребностей жильцов. Благодаря улучшению энергетических показателей новых зданий, влияние затраченной энергии³ становится все более важным в отношении используемой энергии здания на протяжении срока его эксплуатации.

Оптимизация ориентации может обеспечивать максимальный объем дневного света, уменьшать теплопоступление летом и потери тепла зимой, что может оказывать значительное

³ Затраченная энергия – это энергия, потребленная всеми процессами, связанными со строительством здания (например, начиная с добычи и переработки полезных ископаемых и заканчивая изготовлением, перевозкой и доставкой продукции).

влияние на потребности в отоплении, охлаждении и освещении. Огромные возможности заключаются в простых проектных решениях для зданий, которые являются подходящими для местоположения и климата. Например, для большинства площадок в Северной Америке [4], простое размещение длинной стороны здания в пределах 15 градусов к географическому югу (или с использованием правильного затенения для перекрытия летнего, а не зимнего солнца) может позволить сэкономить до 40% потребляемой энергии того же самого здания, повернутого под углом 90 градусов.

Выполнение оболочки здания (наружные стены, крыша и окна) максимально пригодной для климата также может снижать нагрузки отопления / охлаждения, особенно в малых зданиях (так называемые здания с доминирующей оболочкой). Для таких зданий оптимальная изоляция, высокоеэффективные окна, потолок, барьеры излучения и системы отражательной изоляции в комбинации с вентиляцией с утилизацией тепла могут снижать потери тепловой энергии в окружающую среду. Для компенсации остальных потерь тепла можно использовать поступление пассивного солнечного и внутреннего тепла. Для более теплого климата снижение расхода холода может обеспечиваться при помощи различных мер, таких как самозатенение путем группировки зданий, использование строительных материалов с высокой отражающей способностью, улучшенная изоляция, ночная продувочная вентиляция, установка стационарных или регулируемых систем затенения и т.д.

1.1.2. Переоборудование существующих зданий

Масштабная реконструкция или переоборудование, осуществляемые каждые 30-50 лет эксплуатации здания, имеет целью замену или ремонт частей здания, таких как окна, двери или устаревшее оборудование в контексте новых технологий и требований к функциональности.

Выполнение масштабного переоборудования существующего здания является идеальной возможностью для улучшения энергетических показателей. В целом, ежегодно осуществляется реконструкция от 1,5 % до 3% общего фонда зданий. Если к такому переоборудованию применяются стандарты энергетических показателей, энергетические показатели всего фонда зданий значительно улучшаются в долгосрочной перспективе. Энергопотребление существующих зданий может снижаться путем модернизации окон (например, путем применения технологии с двойным или тройным остеклением), нанесения внутренней или наружной изоляции (если это осуществимо) на стены во время реконструкции, модернизации систем отопления и охлаждения, изоляции крыш и снижения утечки воздуха через оболочку и воздуховоды здания. При выборе предпочтительных мер ключевым фактором обычно является стоимость различных технологий. Это можно определить при помощи анализа жизненного цикла с учетом капитальных затрат, стоимости технического обслуживания и эксплуатационных затрат, поступлений от произведенной энергии и стоимости утилизации (если применимо). Меры по обеспечению энергоэффективности, как правило, будут требовать больших капитальных затрат по сравнению с обычными мерами, но они снизят стоимость энергии, что окажется более выгодным в долгосрочной перспективе.

При рассмотрении вопроса крупных вложений или переоборудования рекомендуется выполнить энергоаудит для определения наилучших вариантов, обеспечивающих снижение энергопотребления, и составить план капиталовложений. Вложения могут ограничиваться одним из компонентов здания (замена неэффективного отопительного котла) или они могут быть связаны с полным переоборудованием здания (включая оболочку здания, окна ...). Важно, чтобы вложения планировались правильным образом (например, сначала снижение требуемого количества тепла при помощи модификации оболочки, а затем установка эффективной системы отопления; в противном случае определение параметров системы отопления будет неправильным, что приведет к лишним капитальным затратам, снижению эффективности и большему энергопотреблению). Некоторые примеры проектов реконструкции приведены в конце настоящей главы.

1.1.3 Эксплуатация и техническое обслуживание новых и существующих зданий

Снижение энергопотребления в новых и старых зданиях может быть оптимизировано при помощи использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). «Умными

⁴ http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building_Codes-1.pdf

зданиями» называются более эффективные здания, для проектирования, строительства и эксплуатации которых используются методы ИКТ, такие как система управления потреблением энергии (СУПЭ); она управляет системами отопления, охлаждения, вентиляции и освещения в зависимости от потребностей жильцов. Также применяется программное обеспечение, которое выключает все ПК и мониторы после того, как в доме никого не остается. СУПЭ может использоваться для сбора данных, позволяющих определять дополнительные возможности для повышения эффективности.

Следует отметить, что даже если меры по обеспечению энергоэффективности были реализованы с самого начала, фактические энергетические показатели здания могут быть снижены, если строительные организации не будут следовать плану, или если жильцы не будут использовать СУПЭ на уровне здания согласно планам или техническим условиям⁵. При условии, что здание было спроектировано и построено согласно техническим условиям, неправильный ввод в эксплуатацию (даже если системы здания работают в соответствии с проектом), постоянное изменение способов эксплуатации и плохое техническое обслуживание могут значительно снизить эффективность любой СУПЭ. Поэтому, необходимо организовать ежедневный мониторинг энергетических показателей, вычислять, устанавливать и ежедневно контролировать плановые энергетические показатели в соответствии с фактическим графиком эксплуатации здания, проводить качественное обучение операторов здания и предоставлять информацию и советы по поведению пользователям при помощи таких простых устройств, как визуальные интеллектуальные счетчики или интерфейсы для оказания влияния на изменение отношения.

Дополнительные ресурсы:

1. Модульные системы для реконструкции жилых зданий со снижением потребления энергии, сохранения энергии в зданиях и системные программы для жителей, МЭА

http://www.ecbcs.org/docs/ECBCS_Annex_50_PSR.pdf

1.1.3.Общественные здания

Местные органы власти могут предоставлять конкретные примеры для своих жителей путем принятия и внедрения мер по энергоэффективности в общественных зданиях, которые находятся под контролем муниципалитетов. Кроме привлечения широкой общественности к решению вопросов об энергоэффективности, ведущая роль в общественном секторе может подтолкнуть рынок энергоэффективности к реконструкции и впоследствии снизить расходы для частных хозяйств и предприятий. Сектор общественных зданий включает все здания, которые находятся в собственности, аренде, под управлением или контролем местной, региональной, национальной или государственной администрации.

При планировании нового строительства или реконструкции местным органам власти (если такие полномочия подтверждены национальным законодательством) следует устанавливать самые высокие стандарты в отношении энергии и обеспечивать, чтобы энергетические аспекты включались в проект. Требования к или критерии энергетических показателей должны быть обязательными для всех тендеров, связанных со строительством и реконструкцией (см. пункт, касающийся правил государственных закупок в части I).

Существуют различные возможности, которые можно комбинировать:

- Использование глобальных нормативов для энергетических показателей, существующих на национальном / региональном уровне, и установка самых высоких требований к минимальным глобальным энергетическим показателям (т.е. выраженным в кВт·ч/м²/год, пассивная, нулевая энергия,...). Это позволит проектировщикам зданий выбирать любой вариант для достижения целей (при условии, что они знают, как это делать). В принципе, архитекторы и проектировщики зданий должны знать эти нормативы, так как они применяются на всей

⁵ В некоторых случаях, нереалистичные входные параметры, касающиеся отношения к проживанию и (или) управления энергией при разработке энергетических моделей, могут быть еще одной причиной расхождений между расчетными и фактическими энергетическими показателями.

национальной / региональной территории; примеры таких нормативов приведены в «Директиве по энергопотребляемости зданий» (2002/91/EC)⁶, которая требует от стран ЕС определять методы вычисления / измерения энергетических показателей зданий и устанавливать минимальные стандарты.

- Установка определенного количества производства возобновляемой энергии;
- Требование проведения исследований в отношении энергии, которые помогут снизить до минимума энергопотребление здания; в исследовании должны быть проанализированы все основные варианты снижения энергопотребления, а также их стоимость и преимущества (меньший счет на энергию, лучший комфорт, ...);
- Включение прогнозируемого уровня энергопотребления здания как преимущественный критерий в тендере. В этом случае, энергопотребление необходимо вычислять согласно четким и хорошо определенным стандартам. В тендер можно включить прозрачную систему баллов: (например, ноль кВт·ч/м² = 10 баллов; 100 кВт·ч/м² и более = 0 баллов).
- Включение в критерий стоимости в тендере стоимость энергии, которая будет потребляться в течение следующих 20-30 лет (не учитывается только стоимость строительства здания). В этом случае, необходимо будет сделать прогноз цен на энергию в будущем; энергопотребление следует вычислять согласно четким и хорошо определенным стандартам.

Дополнительные ресурсы:

1. Программное обеспечение для осуществления мер по энергоэффективной реконструкции государственных зданий http://www.annex46.de/tool_e.html

1.1.4.Исторические здания

Ситуация со зданиями, которые обладают исторической (или культурной, эстетической) ценностью, является сложной. Некоторые из них могут быть защищены законом, и возможности повышения их энергоэффективности могут быть довольно ограниченными. Каждый муниципалитет должен обеспечить соответствующий баланс между защитой своего архитектурного наследия и общим повышением энергетических показателей фонда зданий. Идеальных решений не существует, но сочетание гибкости и творческого подхода может помочь найти соответствующий компромисс.

Дополнительные ресурсы:

1. Отчет «Реконструкция исторических и охраняемых законом зданий в Женеве», опубликованный Швейцарским федеральным агентством по энергетике в 2009 г. В нем описаны способы выполнения тепловой реконструкции зданий, имеющих архитектурное и историческое значение. В отчете приведено описание технических решений и конструкционных подробностей выбранного диапазона проектов и исследование пределов возможного теплового улучшения зданий различного типа.
http://www.bfe.admin.ch/php/includes/container/enet/flex_enet_anzeige.php?lang=en&publication=10385&height=400&width=600
2. Отчет «Рациональная реконструкция исторических зданий», опубликованный Швейцарским федеральным агентством по энергетике в 2011 г. В нем приведено описание новейших и проверенных методов изоляции, которые применяются для исторических зданий.
http://www.bfe.admin.ch/php/includes/container/enet/flex_enet_anzeige.php?lang=en&publication=10713&height=400&width=600

1.2. УЛУЧШЕНИЕ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ

Общими факторами эффективности оболочек зданий являются физическая защита от воздействия погодных условий и климата (комфорт), качество воздуха помещения (гигиена и здравоохранение), долговечность и предотвращение обмена тепла или воздуха между

⁶Для стран, которые являются членами Договора о создании энергетического сообщества. Дополнительная информация о Договоре о создании энергетического сообщества: <http://www.energy-community.org>.

внутренним и наружным пространством. Энергоэффективность связана не только с системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, но и с выходом тепловой энергии в окружающую среду через оболочку здания, а также с обменом воздуха между внутренним и наружным пространством. Таким образом, снижение потерь тепла из здания, повышение воздухонепроницаемости и внедрение методов пассивного обогрева может оказывать значительное влияние на количество энергии, потребляемой зданием. Поэтому эффективные основные действия, направленные на снижение поступления и потерь тепла, будут оказывать значительное влияние на снижение выбросов CO₂. Характеристики оболочки здания могут быть улучшены благодаря принятию следующих мер:

Форма и ориентация здания

Форма, ориентация и соотношение площади потолка и пола и окна и стены играют важную роль для определения потребностей в отоплении, охлаждении и освещении. Соответствующая ориентация также позволяет уменьшать использование обычных методов кондиционирования воздуха или обогрева.

В связи с тем, что снижение энергопотребления из-за геометрии зданий может достигать 15%, при проектировании новых зданий необходимо подробно изучать соотношение ширины, длины и высоты, а также их комбинирование с ориентацией⁷ и соотношением остекленных поверхностей. В связи с тем, что потребление энергии системами отопления и охлаждения или освещения будет связано с объемом излучения, собираемым зданием, ширина улиц также должна анализироваться на этапе городского планирования.

Остекление

Правильный выбор остекления зданий является очень важным, так как поступление и потери тепла через стекла в четыре или пять раз превышают поступление или потери через остальные поверхности. При выборе соответствующего остекления необходимо учитывать как поступление дневного света, так и защиту от проникновения солнечного излучения.

Стандартное значение коэффициента теплопередачи 4,7 Вт/(м²·К)⁸ для окон с одним стеклом и деревянной рамой может быть снижено до 2,7 Вт/(м²·К) (снижение более чем на 40% расхода энергии на м² застекленной поверхности из-за теплопередачи) при их замене на окна с двойным остеклением и заполнением воздухом. Теплопередачу можно снизить до 1,1 Вт/(м²·К) путем использования *двойного остекления с заполнением аргоном и низкой излучательной способностью*, и до 0,7 Вт/(м²·К) с использованием тройного остекления. Кроме того, при выборе наиболее пригодного остекления или системы окон следует учитывать радиационный выход⁹.

Замены остекления можно избежать путем использования пленки с низкой излучательной способностью, которая наносится на окно вручную. Это решение является более дешевым, чем замена остекления, но оно также обеспечивает более низкие энергетические показатели и меньший срок эксплуатации.

Рамы

Коэффициент теплопередачи рамы влияет на общий коэффициент теплопередачи окна пропорционально соотношению поверхности рамы и остекленной поверхности окна. В связи с тем, что такое соотношение, как правило, составляет значение 15-35% всей поверхности окна, поступление и потери, имеющие место из-за этой части, должны учитываться. В изолированных рамках нового типа потери тепла снижены при помощи встроенных частей конструкции, которые разрывают тепловые мостики.

Из-за высокой теплопроводности металлических материалов, пластиковые и деревянные рамы всегда имеют лучшие тепловые характеристики, даже если металлические рамы, изготовленные с терморазрывами, могут представлять собой экономически эффективную альтернативу.

Коэффициент теплопередачи стен

⁷ А. Езиоро «Руководство по проектированию для соответствующей изоляции городских площадей. Возобновляемая энергия» 31 (2006) 1011-1023.

⁸ Значения коэффициентов теплопередачи (значения U) могут меняться в зависимости от материала оконной рамы. Например, металлическое окно с одинарным стеклом имеет значение U 5,7 Вт/(м²К).

⁹ *радиационный выход* – это доля случайной солнечной энергии, которая передается внутрь здания. При низких значениях поступление солнечной энергии является меньшим.

Коэффициент теплопередачи стен можно снизить путем нанесения соответствующей изоляции. Как правило, это достигается путем нанесения дополнительных панелей или покрытия из изолирующего материала. У зданий со сложным фасадом сплошные стены можно изолировать либо изнутри, либо снаружи. Изоляцию также можно использовать для заполнения пустотелых стен. Наиболее распространенными типами изоляции конструкций зданий являются: стекловолокно, полиуретановый пенопласт, полистирольный пенопласт, целлюлозная изоляция и минеральная вата.

Материал	Теплопроводность (Вт/(м·К))
Стекловолокно	0,05
Полиуретановый пенопласт	0,024
Полистирольный пенопласт	0,033
Целлюлозная изоляция	0,04
Минеральная вата	0,04

Вместе с изоляцией часто используется пароизоляция, так как тепловой градиент, создаваемый изоляцией, может приводить к образованию конденсата, который может повреждать изоляцию и (или) вызывать образование плесени. Конденсация водяного пара может иметь место, когда нанесена внутренняя изоляция; она может вызывать образование плесени, проблемы с качеством воздуха внутри помещения (синдром спретого воздуха) и, в некоторых случаях, даже приводить к нарушениям конструкции. Предотвращение образования тепловых мостиков также является важным, когда здание имеет изоляцию, так как они могут значительно повышать потери тепла, и, как следствие, расход тепла или холода. Тепловые мостики могут образовываться в элементах с проводимостью, превышающей проводимость окружающего материала (например, стыки между стенами и окнами или дверями).

Крыши

Изоляция также может наноситься на крыши для снижения потерь тепла через крышу; такие потери могут составлять до 30% общих потерь через оболочку. Обычные крыши имеют низкую способность отражения солнечного света на уровне 5-15%; это означает, что они поглощают оставшуюся солнечную энергию в летнее время и повышают, таким образом, потребность в охлаждении зданий. С другой стороны, холодные крыши помогают сокращать поглощение солнечной энергии и увеличивать тепловое излучение; таким образом, они снижают поток тепла внутрь здания и объем энергии, используемый для охлаждения здания. Имеются два основных типа холодных крыш: (1) пологие крыши, которые являются плоскими или имеют отлогий скат, как правило, используются для коммерческих или офисных зданий и (2) крыши с крутым скатом, применяемые для большинства жилых зданий. В качестве покрытия холодных пологих крыш может применяться широкий диапазон материалов, тогда как для крыш с крутым скатом чаще всего используется битумная кровельная плитка. В зависимости от климата и продолжительности дня в зимние месяцы холодные крыши имеют недостаток, который заключается в повышении потребности в тепле в некоторых регионах.

В отличие от холодных крыш, в которых для отражения солнечного тепла используются материалы с высокой отражающей и эмиттирующей способностью, зеленые крыши, будучи альтернативным экологически безвредным вариантом, имеют насаждения на поверхности; эти насаждения могут использоваться для снижения потока тепла в здание и одновременно обеспечивать контроль дождевых вод. Зеленые и холодные крыши также помогают смягчать воздействие городских тепловых островов.

Затеняющие устройства

Затеняющие устройства, ставни и отражающие устройства могут значительно снижать уровень проникновения солнечного света через окна и другие остекленные поверхности. Затеняющие устройства можно использовать для снижения расхода холода путем сокращения уровня проникновения солнечного излучения. Ниже сгруппированы и представлены различные типы затеняющих устройств.

- **Передвижные устройства** имеют преимущества, которые заключаются в возможности управления ими вручную или автоматически, регулировки в зависимости от положения солнца и других параметров окружающей среды.
- **Внутренние жалюзи** являются наиболее распространенными средствами для защиты окон. Их очень легко применять, но их основной эффект заключается в регулировке уровня и равномерности освещения. Как правило, они являются неэффективными для снижения тепловой нагрузки в летнее время, так как излучение блокируется после его проникновения в помещение.
- **Наружные жалюзи** обладают преимуществом, которое заключается в том, что они перекрывают доступ солнечному излучению в помещение. По этой причине, они являются эффективным средством для регулировки солнечного света.
- **Навесы** имеют относительно широкое распространение в регионах с жарким климатом. Их основное преимущество заключается в том, что при правильном расположении они принимают на себя прямое излучение, когда солнце находится низко зимой, и блокируют его в летнее время. Основное ограничение их использования заключается в том, что они пригодны только для окон, выходящих на юг.
- Интегрирование **солнечных фотovoltaических модулей** в здания позволяет предотвращать проникновение солнечного излучения и одновременно производить электроэнергию из возобновляемых источников энергии.

Проникновение воздуха

Снижение объема проникающего воздуха может обеспечивать до 20% потенциала экономии энергии в регионах с холодным климатом и с климатом, где применяется отопление. Как правило, окна и двери являются слабыми местами, поэтому их конструкция должна быть правильной. В связи с этим для определения и последующего устранения неконтролируемых воздушных потоков через здание рекомендуется проводить испытания на воздухонепроницаемость (испытание двери на герметичность). Для обеспечения соответствующего качества воздуха внутри помещения необходимо использовать систему вентиляции с хорошим управлением.

1.3. УСТАНОВКИ ЗДАНИЯ

Новые здания следует оснащать установками с наибольшим уровнем энергоэффективности; в существующих же зданиях может потребоваться замена установок во время срока эксплуатации здания. Это обеспечивает хорошую возможность для значительного улучшения их энергоэффективности путем использования новых технологий. Основные технологии для установок отопления, охлаждения и подогрева воды описаны ниже. Дополнительная информация приведена в главе 3, а в главе 2 приведено описание технологий для систем освещения. В целом, объем энергии, используемой для освещения, можно значительно снизить, например, благодаря рациональному использованию дневного света или применению более эффективных систем освещения.

Системы отопления и горячей воды

В дополнение к высокоеффективной оболочке и методам пассивного обогрева, установка эффективных систем обогрева для удовлетворения оставшихся потребностей в отоплении может обеспечить низкие потребление энергии и стоимость топлива. Это также распространяется и на потребности в горячей воде. Имеется несколько разных типов систем обогрева и горячей воды, которые можно использовать. Как правило, энергоэффективный обогрев должен включать высокоеффективную систему производства тепла, эффективную и производительную систему распределения, а также эффективные средства управления как системы производства тепла, так и системы распределения.

Конденсационные котлы (чаще всего они работают на газе, хотя также существуют конденсационные котлы, работающие на жидким топливом) – это эффективная система производства тепловой энергии, в которой используется дополнительный теплообменник для получения дополнительного тепла из продуктов сгорания путем конденсирования паров воды. Конденсационные котлы имеют более высокий тепловой коэффициент полезного действия (не менее 85%) по сравнению котлами, в которых не используется явление конденсации. **Котлы, работающие на биомассе**, в которых используется нейтральные продукты CO₂, такие как древесина, брикеты, и т.д., могут представлять собой альтернативный вариант, но стоимость их

установки является более высокой. В **солнечных тепловых установках** применяются солнечные коллекторы, который поглощают поступающее солнечное излучение и преобразуют его в тепловую энергию. Затем тепло отбирается из циркулирующей жидкости либо для обогрева помещений, либо оно направляется на оборудование для нагрева воды или в накопители тепловой энергии для последующего использования ночью и (или) в пасмурные дни. В зависимости от климатических условий солнечные тепловые установки могут удовлетворять 50-90% потребностей в горячей воде в год. **Тепловые насосы**, основным рабочим принципом которых является поглощение тепла из холодным мест и его выделение в более теплые места, также могут использоваться для обогрева помещений и производства горячей воды. Дополнительная информация об этих системах приведена в **главе 3**. В целом, интегрирование систем обогрева и систем производства горячей воды способствует большей экономии энергии.

Системы распределения также оказывают значительное влияние на рабочие показатели общей системы. Для снижения потерь тепла важными являются правильный размер и расположение, а также изоляция трубопроводов. Соотношение конвективного и лучистого тепла является основной особенностью для систем распределения тепловой энергии; лучистое тепло обогревает жителей непосредственно – без нагрева воздуха до полной комфортной температуры, – а конвективные системы передают тепловую энергию благодаря конвекции и повышают температуру окружающего воздуха до комфорtnого уровня. Системы лучистого тепла больше пригодны в зданиях с высокой скоростью воздухообмена, такие как склады и заводские цеха. Часто используются батареи с конвективным компонентом от 50% до 70%, тогда как конвекторы с естественной циркуляцией воздуха являются менее эффективными, так как они приводят к резким перепадам температуры окружающего воздуха. В напольном панельном отоплении используются системы распределения теплой воды с низкой температурой, поэтому для такого отопления требуется меньше тепла, чем для батарей. Для котла, подключенного к системе напольного отопления, температура, как правило, устанавливается на 45-60 °C, тогда как температура котла, подающего воду в батареи, – примерно на 80 °C.

Системы центрального и индивидуального отопления имеют разные преимущества, и они пригодны для разных потребностей. Индивидуальное отопление может быть предпочтительным в многосемейных домах с разными особенностями проживания в квартирах, а центральное отопление может быть подходящим вариантом для зданий с большими потребностями в тепле. Преимущества индивидуального отопления включают более низкие капитальные затраты на единицу с повышенной мощностью системы производства тепла, а также работу системы производства тепла с более высокой эффективностью. С другой стороны при использовании индивидуальных систем могут требоваться более высокие капитальные затраты для систем распределения, и потери тепла при распределении могут быть выше. Индивидуальные системы обеспечивают гибкость в периоды эксплуатации, требуют меньший объем специализированного технического обслуживания и меньшие общие капитальные затраты, но, как правило, они имеют более короткий срок эксплуатации и для них могут понадобиться больше систем управления.

Система централизованного теплоснабжения или холода снабжения распределяет горячую воду, пар или охлажденную воду по подземным трубопроводам в несколько зданий, которые к ней подключены. Для системы централизованного теплоснабжения могут использоваться источники возобновляемой энергии, такие как биомасса, геотермическая и солнечная энергия. Многие системы централизованного теплоснабжения основаны на теплоэлектростанциях (ТЭС), которые повторно используют избыточное тепло, образующееся при производстве электроэнергии, для обогрева и подогрева воды в зданиях.

Наряду с крупными теплоэлектростанциями, которые используются в системах централизованного теплоснабжения, также имеются микроустановки (компактные системы); они применяются в индивидуальных хозяйствах и на малых предприятиях. Дополнительная информация о ТЭС приведена в **главе 4**.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК)

При проектировании энергоэффективных зданий необходимо стремиться к тому, чтобы обеспечить достаточный уровень здорового комфорта при помощи естественных средств в тех случаях, когда это возможно. Если естественная вентиляция не является практически возможным вариантом, можно установить системы искусственной вентиляции и (или) кондиционирования воздуха, что, однако, приведет к увеличению общего энергопотребления.

В некоторых случаях может даже оказаться возможным применить вентиляцию с комбинированным режимом работы, которая будет позволять использовать механические системы (в качестве замены естественной вентиляции) только тогда, когда это будет необходимо.

Кроме тепловых насосов, описанных выше, оставшиеся потребности в охлаждении, которые нельзя удовлетворить при помощи естественных средств, могут быть удовлетворены при помощи кондиционеров воздуха, работающих на том же самом принципе, что и холодильники. Кондиционер воздуха подает холодный воздух через холодный внутренний змеевик (испаритель), подключенный к горячему наружному змеевику (конденсатору), который в свою очередь удаляет собранный нагретый воздух во внешнее окружающее пространство. В зависимости от рабочих условий кондиционеры воздуха имеют номинальный холодильный коэффициент (ХК) 2,2-3,8. Так как в воздуховодах кондиционеров имеют место транспортные потери и потери тепла, а тепловые насосы могут тратить много энергии, такие меры, как применение изоляции и воздухонепроницаемого уплотнения для воздуховодов, могут повышать эффективность системы охлаждения на 20% или более.

Охладители же представляют собой более крупные устройства охлаждения, чем кондиционеры воздуха, и вместо воздуха они охлаждают воду для использования в больших жилых и коммерческих зданиях. По сравнению с обычными кондиционерами воздуха производительность охладителей может быть в 3 раза выше. В охладителе может использоваться жидкость в паровом компрессионном или абсорбционном холодильном цикле. Дополнительную информацию о принципах абсорбционного холодильного цикла, см. в **главе 3**.

Системы ОВКВ обеспечивают поток воздуха с достаточно высокой или низкой температурой для поддержания необходимых тепловых условий. Меры, такие как системы использования отходящего тепла, могут снижать потребление энергии системами ОВКВ, так как в них используются теплообменники для извлечения теплого или холодного воздуха из выхлопов вентиляции и его подачи в поступающий свежий воздух.

1.4. ДРУГИЕ МЕРЫ В ЗДАНИЯХ

Ниже указаны меры, которые могут снижать потребление энергии:

- Отношение: соответствующее отношение пользователей здания также может обеспечивать значительную экономию. Для получения поддержки пользователей можно организовывать информационно-мотивационные кампании. В таких случаях, также важно, чтобы структура и органы, отвечающие за управление зданием, подавали хороший пример. Распределение экономии между пользователями и местными органами власти может быть хорошим способом действий по мотивации. Дополнительная информация об изменениях отношения пользователей здания представлена в **главе 11** настоящего руководства.
- Управление энергопотреблением здания: Значительная экономия может достигаться благодаря очень простым действиям, связанным с правильной эксплуатацией и управлением техническими установками и периодическим напоминанием полезных коротких советов по поведению пользователям здания: обеспечивайте выключение отопления в выходные и праздничные дни; обеспечивайте выключение освещения после работы, подстраивайте работу систем обогрева / охлаждения путем установки соответствующих уставок для отопления и охлаждения. В простых зданиях, для выполнения таких задач могут назначаться техник или заведующий энергетическим хозяйством. В сложных зданиях может оказаться необходимой помощь специализированных компаний. Поэтому, может понадобиться возобновить или заключить новый контракт с надлежащей компанией по техническому обслуживанию с соответствующими требованиями к энергетическим показателям. Помните о том, что правильное составление контракта может сильно влиять на мотивацию такой компании находить эффективные пути снижения энергопотребления. Дополнительная информация об изменениях отношения представлена в **главе 11** настоящего руководства.
- Контроль и определение плановых показателей энергопотребления: внедрите систему ежедневного / еженедельного / ежемесячного контроля энергопотребления в основном здании / на основном объекте, которая позволяла бы определять отклонения и предпринимать немедленные меры по их устранению; установите и контролируйте оптимальный уровень потребления всех видов источников энергии. Для этой цели имеются

специальные инструменты и программное обеспечение, но их применение зависит от наличия счетчиков энергии, которые должны устанавливаться и обслуживаться обученными пользователями.

- Модификация и регулировка технических установок в соответствии с текущим использованием и требованиями владельца (приведение оборудования в соответствующее рабочее состояние, улучшение качества воздуха внутри помещений, увеличение срока эксплуатации оборудования и улучшение технического обслуживания...) называются *Ретроспективный ввод в эксплуатацию*¹⁰. Незначительные средства, которые вкладываются в средства контроля и регулировки технических установок, могут обеспечивать значительную экономию: датчики обнаружения присутствия или таймеры для освещения или вентиляции, термостатические клапаны для батарей отопления, простые, но эффективные системы для отопления, охлаждения, вентиляции и т.д...;
- Техническое обслуживание: энергоэффективное техническое обслуживание систем ОВКВ также может приводить к снижению их энергопотребления с незначительными затратами.
- Регионы с зимним климатом особенно пригодны для реализации стратегий самонагрева за счет солнечного излучения, которые будут снижать потребление тепловой энергии. Напротив, для зданий, расположенных в регионах с летним климатом, потребуется активная защита от солнечного излучения для снижения расхода холода. Для применения стратегий естественной вентиляции в конструкции здания необходимо изучать характеристики ветра в конкретных местах.
- Среди прочего, поступление тепла от пользователей здания, приборов освещения и электрического оборудования непосредственно связано с местоположением и типом и интенсивностью осуществляющейся деятельности. Поэтому при раннем планировании проекта, поступление тепла, ожидаемое от этих источников, должно рассчитываться для различных помещений, где оно будет иметь место. В некоторых случаях, таких как складские здания или другие помещения с относительно малым числом пользователей и ограниченным количеством электрического оборудования, поступление таких видов тепла будет незначительным. В других случаях, таких как офисные здания или рестораны, наличие интенсивного и продолжительного теплопоступления может быть определяющим фактором в разработке систем ОВКВ (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха). Зимой эти системы будут играть важную роль в определении параметров установок по производству тепла, а летом – установок кондиционирования воздуха. Повторное использование тепла в таких типах зданий настоятельно рекомендуется в качестве энергоэффективной меры.
- При оценке потребностей здания в освещении, различные помещения должны оцениваться отдельно, как в количественном, так и качественном отношении. В зависимости от типа выполняемых работ, периодичности использования и физических условий таких помещений, для устройств освещения будет требоваться разная конструкция. Очень эффективные системы электрического освещения, использование естественного освещения или интегрированных датчиков присутствия людей и других средств контроля представляют собой инструменты, которые часто используются для проектирования систем освещения с низким потреблением. Эксплуатационные показатели энергосберегающих лампочек приведены в последующих разделах настоящего документа. При выборе цвета для покраски стен, потолка и мебели следует учитывать светоотражающие характеристики.
- Также необходимо учитывать часы работы. Наиболее энергоемкими типами зданий являются здания, которые используются непрерывно, такие как больницы. В этих зданиях баланс нагрева и удаления тепла (охлаждение) может значительно отличаться от баланса в офисных зданиях со стандартными рабочими часами. Например, круглосуточное выделение тепла осветительными приборами, людьми и оборудованием значительно снижает количество потребляемой тепловой энергии и даже может послужить основанием для модификации системы обогрева. При интенсивном использовании здания также увеличивается потребность в высокоеффективных системах освещения с хорошим

¹⁰ Книга: Руководство по энергоэффективности для существующих коммерческих зданий: Экономическое обоснование для владельцев и управляющих зданий, опубликованное Американским обществом инженеров по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха.

управлением. Часы использования также могут влиять на экономичность стратегий энергосберегающих проектов. Напротив, здания, рассчитанные на использование в течение небольшого количества часов, необходимо проектировать с учетом ограниченного использования.

Большинство этих мер вместе с производством возобновляемой энергии часто внедряются в зданиях с низким энергопотреблением (Примеры: Здание Международного фонда защиты природы в г. Зейст или здание Министерства финансов Голландии в Гааге. Потенциал экономии энергии для этого типа зданий находится в диапазоне 60-70%).

Примеры проектов реконструкции:

Пример из Гамбурга: В октябре 1994 г. был сделан вывод о том, что школы Гамбурга потребляли слишком много энергии. С целью экономии некоторого количества энергии, которая тратилась впустую, в ряде школ была начата реализация проекта «Пятьдесят на пятьдесят». Ключевым элементом проекта «Пятьдесят на пятьдесят»¹¹ является система финансовых стимулов, позволяющая школам получать часть средств от экономии расходов на энергию и воду, которую они обеспечили сами. Пятьдесят процентов денег, сэкономленных на энергии, возвращаются в школу, где они могут снова тратиться на новые энергосберегающие устройства, оборудование, материалы и внеклассные занятия. Например, на средства, сэкономленные на энергии, школа Бланкенезе приобрела и самостоятельно установила солнечные панели.

Пример из Тбилиси (Грузия). В рамках программы «Доступность муниципальных коммунальных услуг в жилищном секторе в Грузии (2008 г.)» меры по обеспечению энергоэффективности (ЭЭ) были реализованы в помещениях общего пользования жилых зданий и в одной квартире в г. Тбилиси. До начала реализации проекта температура воздуха в подъездах здания, а также температура воздуха в квартирах была очень низкой (-4 °C, при наружной температуре -6 °C). Холодный воздух постоянно проходил через подъезд, что приводило к увеличению стоимости отопления для жильцов. Были внедрены следующие меры по обеспечению энергоэффективности:

- Замена деревянных окон с одним стеклом современными металлопластиковыми окнами и замена лампочек накаливания компактными люминесцентными лампочками в квартирах;
- Ремонт деревянных оконных рам и остекления подъезда здания;
- Ремонт и тепловая изоляция двери подъезда и установка пружинной системы для удержания двери в закрытом положении;
- Покраска двери и окон подъезда.

Бюджет для этого проекта составлял 1279 долларов, из которых:

- Входные двери и окна – 409 долларов;
- Квартира 24 – 870 долларов, из которых 830 долларов было потрачено на замену окон и 40 долларов – на компактные люминесцентные лампочки.

Результаты внедрения мер по обеспечению энергоэффективности были проанализированы. Согласно результатам контроля, температура воздуха внутри подъезда здания, а также в квартирах увеличилась примерно на 3-4 °C.

Кроме повышения температуры, жильцы сообщили о снижении потребления электроэнергии и природного газа, по сравнению с периодом перед реализацией проекта. Согласно анализу потребления электроэнергии и природного газа в течение двух отопительных сезонов 2006-2007 г.г. и 2007-2008 г.г., общее снижение потребления электроэнергии в квартирах подъезда составило 3%, а природного газа – 12%.

Результаты внедрения мер по обеспечению энергоэффективности в квартире были еще более значительными. Согласно результатам контроля при сравнении энергопотребления в вышеуказанной квартире в периоды до и после реализации проекта, ежемесячное потребление природного газа для отопления стало меньше на 40% (116 м^3), а электроэнергии – примерно на 20% (32 кВт·ч).

¹¹ Данная система применяется в проекте Euronet 50-50 (поддерживается программой «Умная энергия для Европы»), который разрабатывался с мая 2009 г. по май 2012 г. <http://www.euronet50-50.eu/index.php/>

Пример из Хидистави (Грузия). Проект по улучшению среды в помещениях был реализован в школе Хидистави (муниципалитет Гори). Здание, построенное в 1973 г., обогревалось 22 неэффективными деревянными печами и пятью электроотопительными приборами мощностью 2,2 кВт·ч. В школе использовались неэффективные осветительные лампочки, в ней не было систем отопления и вентиляции, поэтому в зимние периоды в помещениях преобладали нездоровый микроклимат и очень низкая температура.

По результатам энергоаудита было предложено улучшить условия, существующие в здании, путем внедрения следующих энергоэффективных мер:

- Замена деревянных окон с одним стеклом металлопластиковыми окнами с двумя стеклами в классных комнатах;
- Установка котла, работающего на древесине, и отопительных систем в классных комнатах;
- Установка фотовольтаического устройства 125 Вт и ветрового генератора 400 Вт для производства электроэнергии для циркуляционных насосов отопительной системы.

Перед внедрением энергоэффективных мер потребление энергии в здании составляло 262278 кВт·ч/год. Согласно результатам контроля после реализации проекта энергопотребление в школе снизилось на 22% (58776 кВт·ч/год) по сравнению с предпроектным периодом. Внедрение мелкомасштабных энергоэффективных мер может способствовать значительной экономии энергии и средств; при этом период окупаемости некоторых энергоэффективных мер является относительно коротким.

2. ОСВЕЩЕНИЕ¹²

2.1. ОСВЕЩЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ

В зависимости от исходного состояния установки, наиболее экономичное решение в отношении энергопотребления может быть разным при простой замене ламп и использовании новой установки. В первом случае, изначально установленная осветительная арматура оставляется на месте, а заменяются только лампы. Во втором случае, проектанты должны пересматривать тип применения. В качестве побочного эффекта экономии энергии на освещении, проектанты должны учитывать снижение потребности в охлаждении из-за уменьшения объема тепла, выделяемого лампами.

Простая замена

Изначально установленная лампа	Световая эффективность ¹³	Рекомендуемая лампа	Световая эффективность
Лампы накаливания ¹⁴	11-19 лм/Вт	Компактная люминесцентная лампа (КЛЛ)	30-65 лм/Вт
		СИД	35-80 лм/Вт
		Галогеновая лампа накаливания	15-30 лм/Вт

Пример: вычислите объем сэкономленной электроэнергии в результате замены ламп накаливания 60 Вт со световым потоком 900 люменов КЛЛ, СИД или галогеновыми лампами накаливания. По допущению технические характеристики представляют собой средние значения стандартных значений, приведенных в таблице выше. По допущению, схема распределения освещенности каждой лампы является пригодной для всех случаев изучаемого применения.

	Лампы накаливания	Галогеновая лампа накаливания	КЛЛ	СИД
Световая эффективность	15	22,5	47,5	57,5
Световой поток (лм)	900	900	900	900
Мощность (Вт) = Энергопотребление в час (кВт·ч)	60	40	18,9	15,6

¹² На сайте проекта «Зеленый свет» содержится большой объем информации об освещении <http://www.eu-greenlight.org/index.htm>. Дополнительную информацию о технологиях и стратегиях освещения в странах ОЭСР можно найти в документе «Бесплодные усилия света: Стратегии для энергосберегающего освещения». Можно загрузить с сайта www.iea.org/textbase/nppdf/free/2006/light2006.pdf

¹³ Включена только световая эффективность, так как это – параметр, который позволяет оценить энергоэффективность лампы. Однако этот параметр не является единственным параметром, который нужно учитывать при выборе лампы. Другие характеристики, такие как цветовая температура, индекс цветопередачи, мощность или тип светильника являются важными для определения более пригодной лампы.

¹⁴ В рамках процесса внедрения Директивы 2005/32/ЕС об экодизайне изделий, потребляющих энергию, от 18 марта 2008 г., Комиссия приняла положение 244/2009 о ненаправленных домашних лампах, которые должны заменить неэффективные лампы накаливания более эффективными альтернативными изделиями в период между 2009 и 2012 г.г. С сентября 2009 г., лампы, эквивалентные по световой мощности прозрачным обычным лампам накаливания до 100 Вт и более, должны быть по меньшей мере класса С (усовершенствованные лампы накаливания с галогенной технологией вместо обычных ламп накаливания). К концу 2012 г., это положение будет применено к лампам другой мощности, и они также должны будут иметь класс не ниже С. Чаще всего используемые лампы мощностью 60 Вт останутся в продаже до сентября 2011 г., а лампы 40 и 25 Вт – до сентября 2012 г.

Сэкономленная энергия (%)	-	-33,3%	-68,5%	-74%
---------------------------	---	--------	--------	------

Установка нового освещения

Требуемый ИЦП ¹⁵	Рекомендуемая лампа	Световая эффективность
Очень важный 90-100 например: Художественные галереи, цеха прецизионной обработки	Продолговатая люминесцентная лампа диаметром 26 мм (T8)	77-100 лм/Вт
	Компактная люминесцентная лампа (КЛЛ)	45-87 лм/Вт
	Галогенная лампа накаливания с вольфрамовой нитью очень низкого напряжения	12-22 лм/Вт
	СИД	35-80 лм/Вт
Важный 80-89 например: офисы, школы ...	Продолговатая люминесцентная лампа диаметром 26 мм (T8)	77-100 лм/Вт
	Компактная люминесцентная лампа (КЛЛ)	45-87 лм/Вт
	Высокочастотная газоразрядная лампа с арматурой	71 лм/Вт
	Металлогалоидные лампы	65-120 лм/Вт
	Натриевая лампа высокого давления с «белым натрием»	57-76 лм/Вт
Второстепенный 60-79 например: цеха...	Продолговатая люминесцентная лампа диаметром 26 мм (T8)	77-100 лм/Вт
	Металлогалоидные лампы	65-120 лм/Вт
	Стандартная натриевая лампа высокого давления	65-150 лм/Вт

КЛЛ (компактные люминесцентные лампы) вызвали большой интерес у жильцов квартир, так как их можно легко использовать с существующей осветительной арматурой. Из-за содержания ртути для таких ламп необходима хорошо организованная система утилизации.

Средства управления освещением представляют собой устройства, которые регулируют работу системы освещения под действием внешних сигналов (ручной контакт, присутствие в помещении, часы, уровень освещения). Энергоэффективные системы управления включают:

- Локализованные ручные выключатели
- Средства управления, реагирующие на присутствие
- Таймеры
- Средства управления, реагирующие на дневной свет¹⁶

Соответствующие средства управления освещением могут обеспечивать значительную экономию энергии, которая используется для освещения. Как правило, энергопотребление в офисах, связанное с освещением, можно снизить на 30-50%. Простая окупаемость¹⁷ может часто достигаться через 2-3 года.

2.2. ОСВЕЩЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ

¹⁵ Индекс цветопередачи (ИЦП): имея диапазон от 0 до 100, он показывает, как воспринимаемые цвета совпадают с фактическими. Чем выше индекс цветопередачи, тем меньше имеет место изменение или искажение цвета.

¹⁶ Дополнительная информация имеется в книге «Дневной свет в зданиях», опубликованной Международным энергетическим агентством: задание 21 – Дневной свет в зданиях. Доступна на сайте http://www.iea-shc.org/task21/source_book.html

Определение экономии энергии при помощи систем управления, реагирующих на дневной свет, с примером из Стамбула. С. Онаигил. Здания и окружающая среда 38 (2003) 973-977.

¹⁷ Наряду со временем окупаемости необходимо также учитывать внутреннюю норму прибыли (ВНП)

2.2.1. Светофоры и уличные фонари со светоизлучающими диодами (СИД)

Замена светофоров с галогеновыми лампами накаливания более эффективными и долговечными СИД обеспечивает значительное снижение потребления энергии светофорами. Комплекты компактных СИД имеются на рынке, поэтому заменить лампы накаливания светофоров на СИД можно легко. Система СИД состоит из нескольких их единиц. Основные преимущества таких светофоров являются следующими:

- a. Излучаемый свет является более ярким, чем свет ламп накаливания, что позволяет его лучше видеть в неблагоприятных условиях.
- b. Срок эксплуатации СИД составляет 100000 часов, т.е. в 10 раз больше, чем срок эксплуатации ламп накаливания, что позволит снизить расходы на техническое обслуживание.
- c. Снижение потребления энергии составляет значение более 50% расхода энергии при использовании ламп накаливания.

2.2.2. Уличное освещение¹⁸

Энергоэффективность уличного освещения представляет собой значительный потенциал обеспечения энергоэффективности путем замены старых ламп более эффективными, такими как лампы низкого давления, высокого давления или СИД. Ниже приведено несколько значений для энергоэффективности.

Простая замена

Изначально установленная лампа	Световая эффективность	Рекомендуемая лампа	Световая эффективность
Ртутные лампы высокого давления	32-60 лм/Вт	Стандартная натриевая лампа высокого давления	65-150 лм/Вт
		Металлогалоидная лампа	62-120 лм/Вт
		СИД	65-100 лм/Вт

Установка нового освещения

Требуемый ИЦП	Рекомендуемая лампа	Световая эффективность
Менее 60	Натриевая лампа низкого давления	100-200 лм/Вт
	Стандартная натриевая лампа высокого давления	65-150 лм/Вт
Более 60	СИД	65-100 лм/Вт

Замена ламп является наиболее эффективным способом снижения энергопотребления. Однако некоторые усовершенствования, такие как использование более эффективной пускорегулирующей арматуры или соответствующих методов управления, также являются пригодными для предотвращения чрезмерного потребления электроэнергии.

При выборе наиболее пригодной технологии в установочные или расчетные параметры должны включаться световая эффективность, а также другие параметры, такие как ИЦП, долговечность, регулировка или жизненный цикл. Например, когда для проекта уличного освещения требуется высокий ИЦП, то рекомендуется использование технологии СИД. Эта технология является подходящим решением для обеспечения хорошего баланса ИЦП и световой эффективности. Если ИЦП не является важным для какой-либо конкретной установки, более приемлемыми могут быть другие технологии.

Для ламп с дуговым разрядом, таких как люминесцентные источники или источники с высоконапряженным разрядом, требуется устройство, обеспечивающее соответствующее напряжение для создания дуги и регулировки электрического тока после ее появления. **Пускорегулирующие устройства** также компенсируют изменение напряжения источника

¹⁸ Дополнительная информация доступна на сайтах www.eu-greenlight.org и www.e-streetlight.com (Европейский проект, поддерживаемый программой «Умная энергия для Европы»)

электроснабжения. В связи с тем, что в электронных пускорегулирующих устройствах не используются обмотки и электромагнитные поля, они могут работать эффективнее магнитных. Эти устройства обеспечивают **большую мощность и регулировку интенсивности света** в лампах. Снижение энергопотребления благодаря использованию электронных пускорегулирующих устройств, по оценке, составляет 7%¹⁹. Кроме того, технология СИД не только снижает энергопотребление, но она также позволяет осуществлять точную регулировку в зависимости от потребности.

Электронные фотореле также могут обеспечивать снижение потребления электроэнергии системой уличного освещения, сокращая количество часов ее работы в ночное время (более позднее включение и более раннее выключение).

Система дистанционного управления позволяет системе освещения автоматически реагировать на внешние параметры, такие как интенсивность движения, уровень остающегося дневного света, строительные работы на дорогах, аварии или погодные условия. Даже если сама по себе система дистанционного управления не снижает энергопотребление системой освещения, она сможет уменьшать скопление транспорта и обнаруживать неисправности. Системы дистанционного управления могут использоваться для обнаружения неисправных ламп и сообщать их местоположение. Расходы на техническое обслуживание могут быть снижены путем учета оставшегося срока эксплуатации близлежащих ламп, которые можно будет заменять во время одного и того же выезда для технического обслуживания. Наконец, данные, собранные системой дистанционного управления, которая учитывает часы работы каждой лампы, могут использоваться для требования гарантийной замены, определения некондиционных изделий, критериев отбора поставщиков и проверки счетов за энергию.

¹⁹ Проект «Е-улица» www.e-streetlight.com . Поддерживается программой «Умная энергия для Европы»

3. ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА/ХОЛОДА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КОММУНАЛЬНОМ, ЖИЛОМ И ОБЩЕСТВЕННОМ СЕКТОРАХ

В настоящей главе приведено описание технических мер для производства тепла, холода и электроэнергии, которые могут быть внедрены в коммунальном, жилом и общественном секторах.

Следует отметить, что если предусматривается значительная реконструкция, меры важно планировать в правильной последовательности, т.е. сначала снизить потребности в тепле/холоде/электроэнергии при помощи тепловой изоляции, затеняющих устройств, дневного света, эффективного освещения и т. д., а затем найти наиболее эффективный путь производства недостающего тепла/холода/электроэнергии при помощи установок соответствующего размера. Дополнительная информация имеется на сайте программы «Зеленое здание» www.eu-greenbuilding.org

3.1. СОЛНЕЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

Солнечные тепловые технологии обеспечивают значительное снижение выбросов CO₂, так как они полностью заменяют ископаемое топливо. Солнечные коллекторы можно использовать для подогрева бытовой и коммерческой воды, обогрева помещений, промышленных тепловых процессов и солнечного охлаждения. Количество энергии, производимой солнечными тепловыми установками, меняется в зависимости от их местоположения. Данный способ можно принимать во внимание в большинстве стран из-за увеличения стоимости ископаемого топлива и снижения стоимости солнечных коллекторов. Дополнительная информация о стратегиях в области солнечной тепловой энергии имеется на сайте Европейской программы развития гелиотермических технологий www.esttp.org.

Производительность солнечных тепловых установок определяется как процентное отношение солнечного излучения, преобразованного в полезное тепло. Ее можно вычислить, если известны входная и выходная средняя температура ($T_{\text{средняя}}$), температура окружающей среды ($T_{\text{окр. среды}}$) и солнечное излучение (I). Коэффициенты a_0 и a_1 зависят от конструкции; они определяются сертифицированными лабораториями. I – это солнечное излучение в данный момент.

$$\eta = a_0 - a_1 \frac{(T_{\text{средняя}} - T_{\text{окр. среды}})}{I}$$

При определенной температуре окружающей среды, чем меньше будет средняя входная / выходная температура, тем выше будет общая производительность. Это распространяется на установки с низкой температурой (плавательные бассейны) или установки с низкой долей солнечной энергии (30-40%). В этих случаях производство энергии на квадратный метр (кВт·ч/м²) является настолько высокой, что простая окупаемость солнечных установок значительно снижается. Проектировщики должны учитывать, что для заданного энергопотребления количество вырабатываемой энергии на квадратный метр (кВт·ч/м²) уменьшается по мере увеличения общей площади коллектора. В связи с тем, что в этом случае стоимость всей установки будет расти, необходимо будет выбирать самый экономичный размер.

Учитывая положительный эффект на прибыльность низкой доли солнечной энергии и эффект значительной экономичности на больших объектах, эти установки могут внедряться с использованием схемы энергосервисной компании ²⁰ в плавательных бассейнах. Примеры технических и экономических проектов для плавательных бассейнов заинтересованный читатель может найти на сайте, www.solpool.info, который поддерживается программой «Умная энергия для Европы». Солнечная тепловая энергия также используется в системах централизованного теплоснабжения и холодоснабжения, на автомойках и промышленных предприятиях²¹.

²⁰ Дополнительная информация о энергосервисных компаниях, эксплуатирующих солнечные тепловые установки имеется на сайте www.stescos.org – Проект поддерживается программой «Умная энергия для Европы»

²¹ Снижение выбросов парниковых газов путем применения солнечной тепловой энергии в промышленных процессах – Ганс Шнитцер, Кристоф Брюннер, Гернот Гвехенбергер – Журнал «Более чистое производство» 15 (2007) 1271-1286

ОИЦ создал базу данных, которая содержит информацию о солнечном излучении для европейских и других стран. Эти данные могут использоваться проектировщиками для оценки необходимой поверхности коллекторов; такая оценка может проводиться при помощи схемы f или аналогового моделирования. База данных ориентирована на расчеты фотovoltaических установок, но данные, связанные с солнечным излучением, также могут использоваться для проектирования солнечных тепловых установок: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Дополнительные ресурсы:

- Отчет МЭА «Солнечный обогрев и охлаждение» (2012), предназначенный для определения первичных действий и задач, которые нужно рассматривать для ускорения разработки систем солнечного обогрева и охлаждения http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Solar_Heating_Cooling_Roadmap_2012_WEB.pdf

3.2. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Фотовольтаические модули позволяют преобразовывать солнечное излучение в электроэнергию при помощи солнечных элементов. Ток произведенной электроэнергии необходимо преобразовывать из постоянного в переменный при помощи электронных преобразователей. Так как используемая первичная энергия представляет собой солнечное излучение, то при такой технологии выбросов CO₂ в атмосферу нет.

Согласно исследованию Международного энергетического агентства²² срок эксплуатации фотовольтаических солнечных коллекторов оценивается примерно в 30 лет. Во время эксплуатации модулей сокращение выбросов CO₂ в Европе может достигать в конкретном случае Греции 30,7 TCO₂/кВт-пик при их установке на крыше и 18,6 TCO₂/кВт-пик при установке на фасаде. Если мы обратим внимание на период жизненного цикла модуля, коэффициент энергоотдачи²³ будет в пределах от 8,0 до 15,5 для фотовольтаических систем, установленных на крыше, и в пределах от 5,5 до 9,2 для систем, установленных на фасаде.

За последние несколько лет производители усовершенствовали методы встраивания солнечных модулей. Информация о методах встраивания фотовольтаических модулей в здания приведена в документе «Фотовольтаические модули, встроенные в здания. Новые возможности проектирования для архитекторов», размещенном на сайте Программы фотовольтаических модулей ЕС www.euvplatform.org

3.3. КОТЛЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА БИОМАССЕ

Регулярно выращиваемая биомасса считается возобновляемым ресурсом. Несмотря на то, что углерод, содержащийся в самой биомассе, может быть нейтральным по отношению к CO₂²⁴, во время уборки урожая (удобрения, трактора, производство пестицидов) и переработки до конечного топлива может потребляться большое количество энергии, что будет приводить к значительным выбросам с полей CO₂, а также N₂O. Поэтому очень важно предпринимать соответствующие меры для того, чтобы биомасса, которая используется в качестве источника энергии, выращивалась регулярно. Пример такого определения приведен в Директиве 2009/28/ЕС, статья 17²⁵ «Критерии устойчивости для биотоплива и биожидкостей». Национальные директивы или стандарты также могут применяться для определения критериев устойчивости для биотоплива и биожидкостей в странах Восточного Партнерства и Центральной Азии.

²² Отчет Международного энергетического агентства «Сравнительная оценка выбранных экологических индикаторов фотовольтаической электроэнергии в странах ОЭСР», Фотовольтаические энергетические системы, задание 10. www.iea-pvps-task10.org

²³ Коэффициент возврата энергии: соотношение общих затрат энергии в течение жизненного цикла системы и годового производства энергии во время работы системы.

²⁴ В некоторых случаях выбросы CO₂ могут заменяться выбросами ПГ (парниковые газы), которые являются более общим термином, относящимся не только к CO₂, но и к другим газам с парниковым эффектом.

²⁵ Для стран, которые являются членами Договора о создании энергетического сообщества. Дополнительная информация о Договоре о создании энергетического сообщества: <http://www.energy-community.org>.

Как объясено в Части II настоящего руководства, биомасса считается возобновляемым источником энергии с нулевым балансом выбросов углерода при применении территориального подхода к учету CO₂.

При выборе анализа жизненного цикла (ОЖЦ) для кадастра выбросов CO₂ коэффициент выбросов для биомассы будет выше нуля (разница между двумя методологиями в случае биомассы может быть очень значительной). В соответствии с критериями, установленными в Директиве 2009/28/ЕС о поощрении использования энергии из возобновляемых источников, биотопливо будет считаться возобновляемым, если оно соответствует критериям устойчивости, которые указаны в пунктах со 2 по 6 статьи 17 Директивы. Национальные директивы или стандарты также могут применяться для определения критериев устойчивости использования биомассы в странах Восточного Партнерства и Центральной Азии.

Котлы, работающие на биомассе, имеются на рынке; их теплопроизводительность является разной, начиная с 2 кВт ²⁶. При переоборудовании зданий котлы, использующие ископаемое топливо, могут быть заменены котлами, работающими на биомассе. Установки распределения тепла и батареи отопления не заменяются. Для сбора брикетов или древесной стружки должно быть предусмотрено помещение для хранения биомассы. Показатели сгорания и качество биомассы являются очень важными для предотвращения выбросов частиц в атмосферу. Котлы, работающие на биомассе, должны быть приспособлены для типа используемой биомассы. Дополнительная информация о биотопливе, хранении и техническом обслуживании приведена на сайте программы «Зеленое здание» www.eu-greenbuilding.org.

Примеры установок котлов, работающих на биомассе, приведены на сайте www.biohousing.eu.com, который поддерживается программой «Умная энергия для Европы». На сайте проекта размещены инструменты для сравнения стоимости биомассы и других видов ископаемого топлива. Кроме того, каталог изделий для использования биомассы также имеется на сайте www.aebiom.org

Дополнительные ресурсы:

- Отчет МЭА о биоэнергии для производства тепла и электричества (2012):
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,27281,en.html>
- Примеры производства тепла из биомассы в Украине имеются на сайтах
<http://biomass.kiev.ua/en/> и <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-6-en.pdf>
- Проект энергетики и биомассы Молдовы (финансируемый Европейским Союзом и совместно финансируемый и реализуемый Программой развития ООН и Молдавской).
<http://www.akvo.org/rsr/project/551/update/1666/>

3.4. КОНДЕНСАЦИОННЫЕ КОТЛЫ

Конденсационный котел является высокозэффективным современным котлом, который включает дополнительный теплообменник; проходя через него горячие выхлопные газы теряют большую часть своей энергии, которая используется для предварительного нагрева воды в системе котла. Конденсационные котлы способны извлекать энергию из дымовых газов благодаря конденсированию паров воды, образующихся при горении. Теплотворная способность топлива конденсационного котла может быть на 12% выше, чем теплотворная способность топлива обычного котла. Конденсация водяного пара происходит, когда температура дымовых газов становится ниже точки росы. Для того чтобы это происходило, температура воды в теплообменнике дымовых газов должна быть менее 60 °C. В связи с тем, что процесс конденсации зависит от температуры возвратной воды, проектировщик должен обращать внимание на этот параметр, чтобы при поступлении воды в теплообменник ее температура была достаточно низкой. Если это требование не будет выполняться, конденсационные котлы будут терять свои преимущества перед котлами других типов.

²⁶ Дополнительная информация о котлах, работающих на биомассе, имеется на сайте www.biohousing.eu.com, который поддерживается программой «Умная энергия для Европы». На сайте проекта размещен инструмент для сравнения стоимости биомассы и других видов ископаемого топлива.

Когда обычный котел заменяется конденсационным, значительные изменения остальной части системы распределения тепла не требуются. Техническая информация и информация об обращении с котлом и установками имеется на сайте Экокотел <http://www.ecoboiler.org/>, работа которого финансируется Генеральным директоратом по вопросам транспорта и энергетики Европейской Комиссии.

Дополнительные ресурсы:

1. Практическое руководство для котлов горячей воды с низкой температурой Carbon Trust, которая является организацией, помогающей ускорять переход на низкоуглеродную экономику путем снижения содержания углерода и применения энергосберегающих стратегий
http://www.carbontrust.com/media/7411/ctv051_low_temperature_hot_water_boilers.pdf
2. Национальный энергетический фонд предоставляет руководство по конденсационным котлам <http://www.net.org.uk/energysaving/boilers.htm>
3. Передовая практика энергоэффективности в домах – Бытовые конденсационные котлы (Организация экономии энергии) <http://www.west-norfolk.gov.uk/pdf/CE52.pdf>
4. Практическое руководство по возобновляемой энергии, включая производство тепла из биомассы и тепловые насосы организации Carbon Trust:
[http://www.carbontrust.com/resources/guides/renewable-energy-technologies/renewable-energy-and-combined-heat-and-power-\(chp\)](http://www.carbontrust.com/resources/guides/renewable-energy-technologies/renewable-energy-and-combined-heat-and-power-(chp))

3.5. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Тепловые насосы могут применяться для систем отопления помещений (т.е. водяная система отопления) и подогрева бытовой воды. Тепловой насос способен передавать тепловую энергию от одной жидкости с более низкой температурой другой жидкости с более высокой температурой. Тепловой насос включает замкнутый контур, по которому течет специальная жидкость (охлаждающая среда). Эта жидкость принимает жидкую или газообразную форму в зависимости от условий температуры и давления. Данный замкнутый контур включает:

- компрессор;
- конденсатор;
- расширительный клапан;
- испаритель.

Конденсатор и испаритель включают теплообменники, в которых трубы с охлаждающей средой имеют контакт с рабочей средой; эта среда может быть водой или воздухом. Первая передает тепловую энергию в конденсатор (сторона высокой температуры) и отбирает ее из испарителя (сторона низкой температуры). Обычно тепловая энергия переносится по специальным системам нагрева или охлаждения при помощи текущих газа или жидкости. В системах ОВК тепловой насос, как правило, представляет собой парокомпрессионное охлаждающее устройство, которое включает реверсивный вентиль и теплообменники с оптимальными параметрами, чтобы направление потока тепла (движение тепловой энергии) могло меняться. Некоторые системы являются реверсивными и они могут использоваться для охлаждения.

Тепловые насосы классифицируются по использованию:

- Теплоносителя: вода или воздух;
- Источника тепловой энергии: окружающий воздух, отработанный воздух или грунт.

Наиболее распространенные типы тепловых насосов представлены ниже в зависимости от источника тепла / холода.

Источник тепла для теплового насоса с водой в качестве теплоносителя: окружающий воздух (Рисунок: Иллюстрация теплового насоса с использованием окружающего воздуха / воды). Эффективность таких насосов во многом зависит от наружной температуры; она понижается при уменьшении температуры окружающей среды. При наружной температуре примерно равной или ниже точки замерзания для тепловых насосов с воздушным источником требуется цикл оттаивания из-за влаги в окружающем воздухе, которая конденсируется и замерзает в наружных теплообменниках. Лед в наружных теплообменниках снижает эффективность теплового насоса; его нужно удалять путем дополнительного нагрева наружных теплообменников. Средняя эффективность таких систем находится в диапазоне от 250 до 440% для обогрева и охлаждения, а для обогрева в странах северной Европы – в

диапазоне от 250 до 300 %²⁷. (см. Таблицу ниже: Технология и стоимость тепловых насосов для обогрева и охлаждения в одноквартирных домах в 2007 г.). Средняя стоимость теплового насоса, который применяется только для обогрева, составляет 3000 евро, и 10000 евро стоит насос, используемый для нагрева бытовой воды (с емкостью для хранения) и обогрева помещений (в ценах 2012 г.)²⁸.

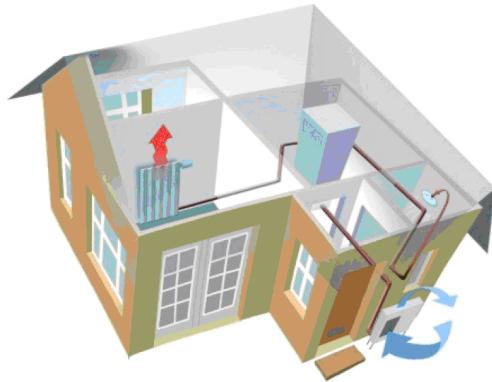


Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «окружающий воздух/вода» (Ссылочный документ: *Dansk energi*, 2011, *Den lille bla om varmepumper*. www.danskenergi.dk)

Источник тепла для теплового насоса с водой в качестве теплоносителя: отработанный воздух (Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «отработанный воздух–вода»). В системе используется отработанный воздух из механической вытяжной вентиляции; его производительность ограничена потоком отработанного воздуха, и поэтому он может обеспечивать не более 50-60% максимальной нагрузки для обогрева дома. Поэтому должен иметься другой источник для обогрева (например, электрический источник); оба источника должны использоваться параллельно. Такие тепловые насосы используются либо для нагрева воды, либо одновременно для обогрева помещений и нагрева бытовой воды. Эффективность сравнима с эффективностью других тепловых насосов благодаря относительно высокой температуре отработанного воздуха. Эффективность при нагреве поступающего и отработанного воздуха составляет 310 %, как указано в сноске²⁹. Средняя стоимость теплового насоса, используемого только для подогрева бытовой воды, составляет от 2000 до 3500 евро, и 6000 евро стоит тепловой насос, применяемый для подогрева бытовой воды и обогрева помещений (в ценах 2012 г.)³⁰.

²⁷ Dansk energi, 2011, *Den lille bla om varmepumper*. www.danskenergi.dk

²⁸ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзом» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

²⁹ Dansk energi, 2011, *Den lille bla om varmepumper*. www.danskenergi.dk

³⁰ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзом» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

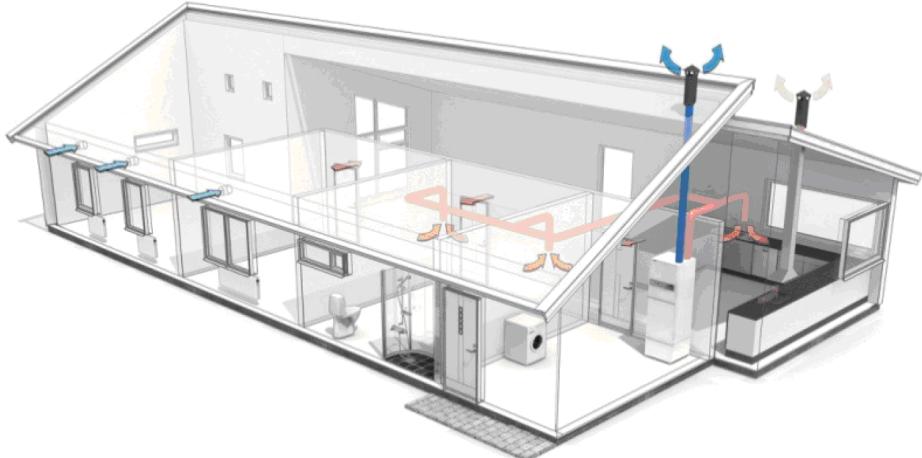


Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «отработанный воздух / вода» (Ссылочный документ: *Dansk energi, 2011, Den lille bla om varmepumper. www.danskenergi.dk*).

Источник тепла для теплового насоса с воздухом в качестве теплоносителя: окружающий воздух (Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «окружающий воздух-воздух»). Тепловые насосы «окружающий воздух-воздух» являются наиболее распространенными из-за их относительно низкой стоимости и простоты установки. Они могут использоваться как реверсивные тепловые насосы с передачей тепла от воздуха к воздуху с функцией обогрева и охлаждения; это, в частности, пригодно для регионов, в которых, в основном, используется функция охлаждения и в ограниченном объеме – функция обогрева помещений. Несмотря на то, что КПД (коэффициент полезного действия, т.е. соотношение количества тепловой энергии, подаваемой для каждого устройства, и электроэнергии, потребляемой при работе насоса) в режиме обогрева данных систем падает при низких температурах (и при циклах оттаивания), эти насосы занимают высокую долю на рынке Центральной и Северной Европы. Средняя эффективность таких систем находится в диапазоне от 250 до 350% для обогрева и охлаждения, а для обогрева в странах Северной Европы – в диапазоне от 260 до 340 %³¹. Средняя стоимость компактной системы без стоимости системы распределения тепловой энергии составляет от 2000 до 3000 евро (для 2012 г.)³².

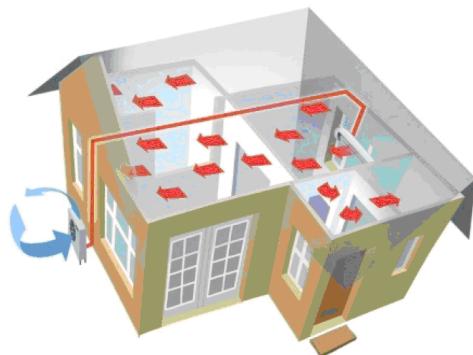


Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «окружающий воздух-воздух» (Ссылочный документ *Dansk energi, 2011, Den lille bla om varmepumper. www.danskenergi.dk*)

Источник тепла для теплового насоса с водой в качестве теплоносителя: грунт с замкнутым контуром, пластовая вода (Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «грунт с замкнутым контуром, пластовая вода–вода»). Наиболее распространенный тип грунтовых тепловых насосов – это парокомпрессионные тепловые насосы, которые включают горизонтальные или вертикальные коллекторы, погруженные в грунт. Горизонтальные

³¹ Dansk energi, 2011, Den lille bla om varmepumper. www.danskenergi.dk

³² Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/26689/1/eur%2025407%20en%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

коллекторы в грунте представляют собой трубы, погруженные в землю на глубину от 1 до 2 м. Вертикальные коллекторы могут использоваться на участках с ограниченной площадью. Они погружаются в виде U-образных труб в пробуренные скважины диаметром 100-150 мм, расположены на расстоянии 5 м одна от другой; глубина скважин составляет от 15 до 120 м. Для производства 1 кВт установленной мощности требуется 30 м труб. Вертикальные коллекторы, в некоторых случаях, могут иметь длину до 250 м. Вертикальные коллекторы дороже горизонтальных, но они обладают большей производительностью, и для них требуется меньшая длина труб и энергия закачки.

Другим возможным решением увеличения стандартного КПД является использование пластовой воды (или в некоторых случаях поверхностной воды) в качестве источника тепла зимой и источника холода летом. Это можно делать благодаря тому, что на некоторых глубинах температура грунта не имеет значительных колебаний на протяжении года. Уровень температуры в системах обогрева помещений, как правило, составляет 55/45 °C (температура в линии подачи / возвратной линии) для существующих зданий, в которых часто используются имеющиеся батареи отопления. В новых зданиях температура является более низкой, например 35/28 °C; это можно достичь путем хорошей изоляции здания и применения систем напольного отопления. Эти тепловые насосы часто используются как для обогрева помещений, так и для подогрева воды для бытовых нужд; они рассчитаны на обеспечение 50-60% максимально необходимых потребностей в тепловой энергии / холода. Для производства недостающей энергии требуется резервная система (которая может быть электрической или топливной).



Рисунок: Иллюстрация теплового насоса «грунт с замкнутым контуром, пластовая вода–вода» (Ссылочный документ: *Dansk energi, 2011, Den lille bla om varmepumper. www.danskenergi.dk*)

Средняя эффективность такой системы находится в диапазоне от 280 до 500%, а для обогрева в странах Северной Европы – в диапазоне от 290% до 340%³³. (см. Таблицу ниже: Технология и стоимость тепловых насосов для обогрева и охлаждения в одноквартирных домах в 2007 г.). Средняя стоимость системы теплового насоса находится в диапазоне от 10000 до 16000 евро для производства 8 кВт (цены в 2012 г.)³⁴.

Рабочие показатели тепловых насосов

При сравнении различных тепловых насосов в холодном климате, тепловые насосы с отбором тепла из грунта (замкнутый контур) имеют лучшие энергетические показатели, чем тепловые насосы, использующие окружающий воздух. Это вызвано низкой температурой окружающего воздуха в зимнее время (и поэтому низкой эффективностью), из-за чего требуется периодическое размораживание испарителя. Тепловые насосы с отбором тепла из грунта, как правило, требуют больших капиталовложений, чем тепловые насосы, использующие

³³ Dansk energi, 2011, Den lille bla om varmepumper. www.danskenergi.dk

³⁴ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/26689/1/eur%202025407%20en%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

окружающий воздух. При использовании в холодном климате для тепловых насосов часто требуются резервные системы (которые могут быть электрическими или топливными).

На рабочие показатели тепловых насосов влияет ряд параметров, таких как конструкция теплового насоса (тип теплового насоса и выбор компонентов), расчетная температура, уставки средств управления системы теплоизлучателя и климатические условия. Поэтому, обобщенные рабочие показатели тепловых насосов будут сильно колебаться, что можно увидеть в приведенной ниже таблице «Технология и стоимость тепловых насосов для обогрева и охлаждения в одноквартирных домах в 2007 г.».

Таблица: Технология и стоимость тепловых насосов для обогрева и охлаждения в одноквартирных домах в 2007 г. (Ссылочный документ ОЭСР / МЭА, 2011 г., Дорожная карта для технологий, энергоэффективные здания: Отопление и охлаждение)

	Северная Америка	Китай и Индия	ОЭСР Тихоокеанского региона	ОЭСР Европы
Типовой размер (кВт·Дж·ч)	2-19	1.5-4	2,2-10	2-15
Экономичный ресурс (лет)	15-20	15-20	8-30	7-30
Стоимость				
Стоимость с установкой: «воздух–воздух» (долларов США/кВт·ч)	360-625	180-225	400-536	558-1430
КПД (%)	250-450	220-350	250-650	250-350
Стоимость с установкой: ВТН (долларов США/кВт·ч)	475-650	300-400	560-1333	607-3187
КПД (%)	250-440	250-440	250-500	250-440
Стоимость с установкой: ГТН (долларов США/кВт·ч)	500-850	439-600	1000-4000	1170-2267
КПД (%)	280-500	280-500	280-500	280-500

Где: «воздух–воздух» представляет собой воздушный тепловой насос с окружающим воздухом в качестве источника энергии, ВТН обозначает водяной насос с окружающим воздухом в качестве источника энергии, и ГТН – водяной тепловой насос с теплотой грунта / пластовой водой в качестве источника энергии.

Таблица: Сравнение экономии первичной энергии обычным котлом, конденсационным котлом, тепловым насосом и тепловым насосом с теплообменником и теплотой грунта в качестве источника энергии для производства 1 кВт·ч конечной энергии.

Технология	Конечная энергия, кВт·ч	Соотношение рабочих показателей ³⁵	КПД ³⁶	Коэффициент первичной энергии ³⁷	Первичная энергия (кВт·ч)	Экономия первичной энергии (%) ³⁸
Обычный котел (природный газ)	1	92%	-	1	1,08	-
Конденсационный котел (природный газ)	1	108%	-	1	0,92	-14,8%
Тепловой насос (электроэнергия)	1	-	3	0,25 - 0,5	1,32 - 0,66	От +22% до -38,8%
Тепловой насос с теплообменником и теплотой грунта в качестве источника энергии	1	-	5	0,25 - 0,5	0,8 - 0,4	От -25,9% до -62,9%

³⁵ На основе низшей теплотворной способности (НТС)

³⁶ Данное соотношение является функцией наружной температуры или температуры грунта

³⁷ Коэффициент первичной энергии составляет значение 1 для ископаемого топлива и 0,25-0,5 для электроэнергии. Данный диапазон относится к электроэнергии, произведенной в угольном цикле с КПД 30% или комбинированном цикле с КПД 60%. По оценке потери при транспортировке и распределении составляют значение примерно 15%.

³⁸ Сезонные воздействия в настоящем расчете не учтены. (-) – это экономия, а (+) – потери по сравнению с первым вариантом в таблице

Дополнительные ресурсы:

1. Дополнительная информация о тепловых насосах имеется на сайтах www.egec.org и www.groundreach.eu
2. Министерство природных ресурсов Канады – Агентство по энергоэффективности www.oee.nrcan.gc.ca/
3. Публикации целевых исследований в отношении тепловых насосов. www.groundmed.eu
4. Информация об отоплении и охлаждении, представленная Агентством по энергоэффективности Министерства природных ресурсов Канады <http://oee.nrcan.gc.ca/sites/oee.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/infosource/pub/home/heating-heat-pump/booklet.pdf>
5. Информация об общеевропейской образовательной программе (проект GEOTRAINET) по обучению и программах сертификации геотермальных установок: www.geotrainet.eu

В приложении III приведены оценочные прогнозы стоимости и рабочих показателей некоторых технологий обогрева и охлаждения, включая тепловые насосы в 2030 г. и 2050 г. Они показывают значительные отличия различных типов конструкций и размеров.

3.6. АБСОРБЦИОННЫЙ ЦИКЛ ОХЛАЖДЕНИЯ

Основные преимущества абсорбционных холодильников заключаются в том, что для них используется естественная охлаждающая среда, они имеют незначительное снижение рабочих показателей при частичной нагрузке, почти не потребляют электроэнергию и имеют низкий уровень шума и вибрации и небольшое количество подвижных частей.

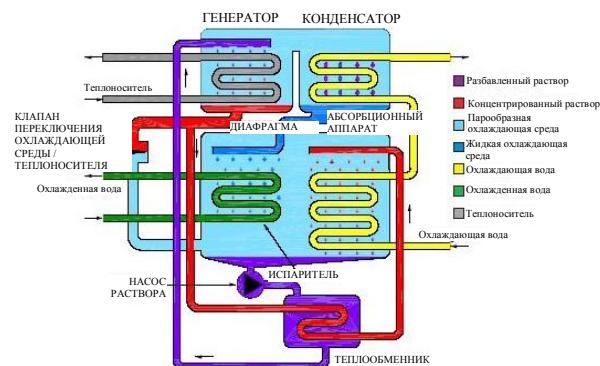


Рисунок 1: Абсорбционный цикл охлаждения

В абсорбционных холодильниках охлаждающая среда не сжимается механическим способом, как в обычных холодильниках. В замкнутом контуре жидкую охлаждающую среду, которая превращается в пар в результате удаления теплоты из охлаждаемого контура и производит охлажденную воду, поглощается концентрированным абсорбирующим раствором. Получающийся в результате разбавленный раствор под высоким давлением подается в генератор, где охлаждающая среда выкипает под действием источника тепла. Пар охлаждающей среды, который поступает в конденсатор, и абсорбент отделяются один от другого. В конденсаторе пар охлаждающей среды конденсируется на поверхности змеевиков охлаждения. Затем, жидкую охлаждающую среду проходит через отверстие в испарителе, а раствор, после восстановления его концентрации, возвращается в абсорбционное устройство; на этом цикл завершается. Электроэнергия требуется только для подачи разбавленного раствора и устройств управления.

Для абсорбционного холодильника одинарного действия требуется источник энергии с температурой не менее 80 °C и потребитель энергии с температурой ниже 30-35 °C. Поэтому можно использовать энергию от солнечных тепловых установок³⁹ или остаточное тепло. Для поддержания низкого энергопотребления потребителями энергии должны быть башня воды охлаждения, геотермальный теплообменник, озеро, река ... Абсорбционный холодильник двойного действия, питание которого должно обеспечиваться от источника энергии с температурой 160 °C, может быть подключен к системе когенерации (тригенерации), которая будет способна обеспечивать такой уровень температуры. В обоих случаях потребление электроэнергии является ничтожно малым.

Устройства абсорбционного цикла, которые выпускаются с мощностью от 5-10 кВт до сотен кВт, могут также использоваться для производства холода для предприятий⁴⁰, зданий и третичного сектора. По этой причине устройства абсорбционного цикла одинарного действия могут легко устанавливаться в квартирах. В этом случае тепловую энергию можно получать из источника возобновляемой энергии, такого как солнечная тепловая установка или биомасса. Рассеивание тепла в конденсационном контуре должно предусматриваться на этапе проектирования (это является важным аспектом такого типа установок). Имеются некоторые стандартные возможности для рассеивания тепла, например, с использованием воды для хозяйствственно-бытовых нужд, озера, плавательного бассейна или грунтового теплообменника (ГТО).

3.7. ИНДИКАТОРЫ СИСТЕМ ОВКВ⁴¹

В помещениях здания системы ОВКВ поддерживают комфортный микроклимат благодаря отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха (охлаждению). Эти системы оказывают очень сильное влияние на энергопотребление в зданиях. Повышение эффективности систем ОВКВ может способствовать существенной экономии, но такая экономия также зависит от эффективности здания в целом. При повышении эффективности систем ОВКВ должны

³⁹ www.iea-shc.org/task38/index.html

⁴⁰ ПСЭПП – Потенциал солнечной тепловой энергии в промышленных процессах

www.aiguasol.com/poship.htm

⁴¹ Проект «Низкоэнергетическое охлаждение и тепловой комфорт» (ThermCo) – www.thermco.org. Документ о проверках и аудите систем кондиционирования воздуха

http://ieea.berba.hu/ieea/fileshow.jsp?att_id=3638&place=pa&url=http://AUDITACTrainingPackP_V.pdf&priid=1439 проекта AUDITAC. Оба проекта поддерживаются программой «Умная энергия для Европы».

учитываться не только общие эксплуатационные характеристики (такие как коэффициент энергетической эффективности), но также и рабочие характеристики за период эксплуатации, которые определяются как коэффициент сезонных тепловых характеристик.

Эксплуатационные показатели систем ОВКБ характеризуются двумя параметрами, такими как коэффициент энергетической эффективности и коэффициент сезонных тепловых характеристик. При помощи коэффициента энергетической эффективности (КЭЭ) измеряется количество электроэнергии, необходимой для того, чтобы кондиционер воздуха обеспечивал нужный уровень охлаждения в «стандартных» условиях. Чем выше КЭЭ, тем лучше энергоэффективность устройства. При рассмотрении всего периода охлаждения коэффициент называется коэффициентом сезонных тепловых характеристик (КСТХ).

$$KЭЭ = \frac{P_{\text{охлаждение}}}{P_{\text{электричество}}} \quad KСTХ = \frac{E_{\text{охлаждение}}}{E_{\text{электричество}}}$$

$P_{\text{охлаждение}}$: холодопроизводительность (кВт)

$P_{\text{электричество}}$: электрическая мощность (кВт)

$E_{\text{охлаждение}}$: холодопроизводительность в течение периода (кВт·ч)

$E_{\text{электричество}}$: потребление электроэнергии в течение периода (кВт·ч)

Для отопительного сезона и (или) всего года могут выполняться одни и те же расчеты. КЭЭ предоставляется производителем кондиционера воздуха для конкретных условий окружающей среды. Однако КЭЭ зависит от нагрузки и условий окружающей среды в месте эксплуатации. Это означает, что производительность некоторых устройств будет разной в зависимости от местоположения и потребностей здания. Из-за частого включения / выключения и потерь КСТХ будет всегда ниже КЭЭ. Этот показатель можно улучшить путем увеличения продолжительности периодов работы и уменьшения случаев включения / выключения.

3.8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДЯЩЕГО ТЕПЛА СИСТЕМАМИ ОВКБ

Вентилятор-теплоутилизатор (ВТУ) включает две отдельные системы. Одна собирает воздух внутри помещения и удаляет его наружу, а вторая нагревает наружный воздух и распределяет его по дому.

Основой ВТУ является теплопередающий модуль. Потоки отработанного и наружного воздуха проходят через модуль, и тепло отработанного воздуха используется для предварительного нагрева потока наружного воздуха. Передается только тепло, поэтому оба потока воздуха остаются физически разделенными. Как правило, ВТУ может извлекать от 70 до 80 процентов тепла из отработанного воздуха и передавать его в поступающий воздух. Это существенно снижает количество энергии, необходимой для нагрева наружного воздуха до комфортной температуры.

4. ТЭС - КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Установка с комбинированным производством электроэнергии и тепла, также известная как теплоэлектростанция (ТЭС) – это установка по производству энергии, которая одновременно вырабатывает тепловую энергию и электрическую и (или) механическую энергию из одного вида топлива.

Установки комбинированного производства электроэнергии и тепла могут работать на разных видах топлива; все они обеспечивают исключительные преимущества для окружающей среды по сравнению с обычными альтернативными технологиями (**Рисунок:** Принцип совместного производства электричества и тепловой энергии): Могут использоваться следующие виды топлива:

- Ископаемое топливо.
 - *Природный газ.* Природный газ имеет несколько преимуществ, таких как высокая теплотворная способность, привлекательная стоимость и наличие во многих местах. Кроме того, это – чистое топливо с низким содержанием углерода. При его сжигании выделяется на 40-50% меньше CO₂, чем при сжигании угля на ТЭС⁴². Эти характеристики делают его самым предпочтительным топливом для систем совместного производства тепла и электроэнергии. В Европе природный газ является самым распространенным топливом для ТЭС; его доля составляет 39,4%.
 - *Топочный мазут.* Топочный мазут имеет высокое объемное энергосодержание и его удобно перевозить и хранить.
- Возобновляемое топливо. В Европе, 11% электроэнергии вырабатывается ТЭС с использованием возобновляемого топлива⁴³. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии с использованием возобновляемого топлива имеет преимущества как экологической устойчивости, так и максимальной энергоэффективности.
 - *Биомасса.* Твердая биомасса (на основе древесины) сжигается на ТЭС для производства тепловой энергии. В зависимости от размера можно рассмотреть несколько систем. В небольших системах отопления домов, как правило, используются дрова или брикеты. Средние пользователи, обычно, сжигают древесную стружку в решетчатых котлах, а в больших котлах может использоваться более широкий ассортимент топлива, включая древесные отходы и топливо, полученное из отходов. Тепловая энергия также может производиться в средних и крупных масштабах путем когенерации, которая обеспечивает промышленные процессы теплом в форме пара; также тепло может подаваться в сети центрального отопления.
 - *Биогаз.* Биогаз используется путем преобразования биоэнергии или отбора и переработки «отходов». На биогазе работают многие малые и средние ТЭС. При сжигании биогаза выбросов чистого углерода нет.
 - *Биодизельное топливо.* Биодизельное топливо производится из биомассы, такой как растительные масла или рапсовое масло. Согласно данным Европейской ассоциации по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии (ЕАПСПЭТЭ) в будущем цены на биодизельное топливо могут стать конкурентоспособными.
 - *Геотермальная энергия.* Все больше интереса проявляется к использованию тепловой энергии из геотермальных источников в сочетании с ТЭС.

⁴² www.cogen-challenge.org

⁴³ Публикация МЭА «Совместное производство электрической и тепловой энергии и возобновляемые источники энергии: Решения для энергии будущего с низким содержанием углерода энергия» (2011)
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3980,en.html>

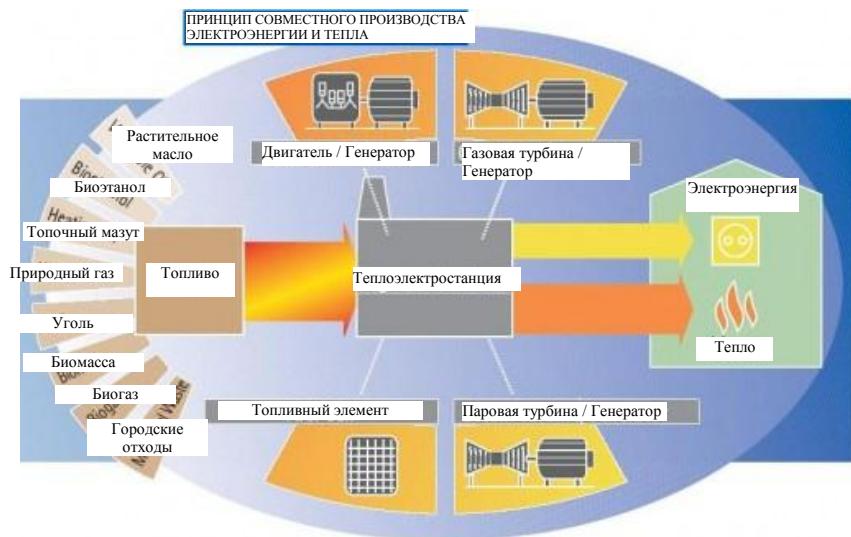


Рисунок: Принцип совместного производства электрической и тепловой энергии

Источник: ЕАПСПЭТЭ⁴⁴, Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии

Совместное производство электрической и тепловой энергии позволяет снижать потребление топлива примерно на 10-25% по сравнению с обычными способами отдельного производства электричества и тепла (**Рисунок:** Теплоэлектростанция и отдельное производство тепла и электричества). Уровень снижения загрязнения атмосферы имеет такие же пропорции. ТЭС может включать поршневой двигатель, топливный элемент или паровую или газовую турбину. Электроэнергия, вырабатываемая в процессе, немедленно потребляется пользователями энергосети, а тепловая энергия может использоваться в производственных процессах, для обогрева помещений или в холодильниках, производящих холодную воду. Так как ТЭС обычно расположены рядом с потребителями электроэнергии, то потерь в сети во время передачи и распределения конечным пользователям нет. Эти станции являются частью системы производства и распределения, в которой несколько малых установок вырабатывают энергию, потребляемую близлежащими пользователями.

Технология	Диапазон мощности	Электрический коэффициент полезного действия	Общий коэффициент полезного действия
Газовая турбина с функцией утилизации тепла	500 кВтэ - >100 кВтэ	32 – 45%	65 – 90%
Поршневой двигатель	20 кВтэ -15 МВтэ	32 – 45%	65 – 90%
Газовая микротурбина	30 - 250 кВтэ	25 – 32%	75 – 85%
Двигатели Стерлинга	1 - 100 кВтэ	12 – 20%	60 – 80%
Топливные элементы	1 кВтэ - 1 МВтэ	30 – 65%	80 – 90%

⁴⁴ Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии, <http://www.cogeneurope.eu/>

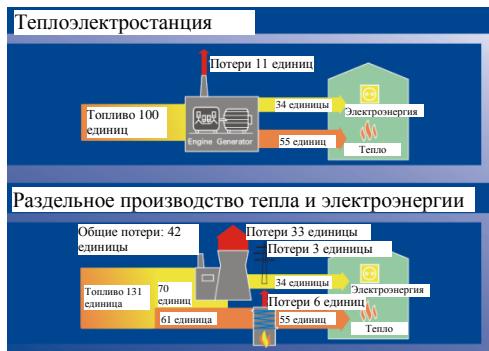


Рисунок: Теплоэлектростанция и отдельное производство тепла и электричества

Источник: ЕАПСПЭТЭ⁴⁵ Проект Challenge – Поддерживается программой «Умная энергия для Европы»

4.1. Промышленные ТЭС

Существуют разные по мощности промышленные ТЭС, начиная от нескольких МВт_э и заканчивая ТЭС с мощностью, равной мощности обычных электростанций, стандартная мощность которых составляет от 1 до 500 МВт_э. Эти установки вырабатывают ценную тепловую энергию – с температурой и давлением, необходимыми для промышленности – вместе с электроэнергией. В некоторых случаях излишки тепловой энергии также могут использоваться для удовлетворения потребностей окружающих населенных пунктов. Аналогичным образом, избыток электроэнергии, который не нужен объекту, может подаваться в местную сеть.

ТЭС имеются во всех отраслях промышленности, кроме фабрик по производству одежды, а также предприятий, занимающихся кожей и дублением. Однако существующие мощности промышленных ТЭС сосредоточены в нескольких отраслях [41]: отрасль по производству бумаги и сопутствующей продукции (20%), отрасль по производству химических реагентов и сопутствующей продукции (40%), отрасль по нефтепереработке и сопутствующей продукции (15%) представляют более двух третей общего объема электроэнергии и пара, производимых промышленными ТЭС. В этих отраслях традиционно используются ТЭС. Как правило, предприятия этих отраслей имеют большие потребности в тепловой энергии, связанной с технологическими процессами; эти потребности не зависят от ежедневных или сезонно-погодных колебаний, поэтому энергия является важной составляющей их деятельности и у них есть персонал по эксплуатации и техническому обслуживанию с достаточным опытом управления ТЭС.

В некоторых отраслях имеются недорогие источники энергии (т.е. отходы) для использования в системах ТЭС. Несмотря на то, что промышленные системы мощностью более 1 МВт_э обеспечивают основной общий объем мощности ТЭС, на меньших промышленных объектах имеются системы меньшей мощности; в них используются технологии, аналогичные тем, которые применяются в коммерческих зданиях. Стандартными генераторами энергии для промышленных ТЭС являются паровые турбины, газовые турбины, поршневые двигатели (т.е. с воспламенением от сжатия) и комбинированные циклы для систем большей мощности.

4.2. Микро ТЭС

ТЭС небольшой мощности используются для производства тепловой и электрической энергии для коммерческих и общественных зданий, квартир и отдельных домов. Эти устройства удовлетворяют потребности как в отоплении помещений, так и подогреве воды; при этом они производят электроэнергию в качестве дополнительной или для замены электроэнергии энергосети. Будучи компактными системами, они очень просты в монтаже. Система может быть основана на двигателях или газовых микротурбинах.

⁴⁵ Проект www.cogen-challenge.org, поддерживаемый программой «Умная энергия для Европы»

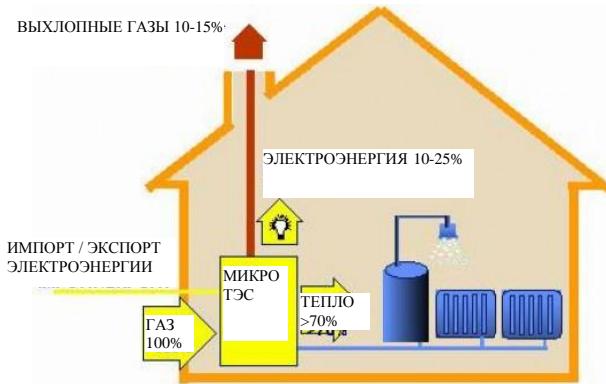


Рисунок: ТЭС малой мощности для зданий

Источник: ЕАПСПЭТЭ⁴⁶, Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии

Микро ТЭС имеют следующие основные преимущества:

- Микро ТЭС вырабатывает тепловую энергию и электроэнергию из одного источника энергии.
- Выбросы углерода снижаются путем производства электроэнергии в точке потребления; системных потерь, связанных с централизованным производством энергии, нет.
- Экономия для пользователя достигается благодаря снижению закупок электроэнергии и продажи ее излишков энергосети. Это означает меньшие суммы в счетах для потребителей энергии.
- Надежность энергоснабжения значительно повышается благодаря снижению зависимости от системы централизованного производства энергии.
- Микро ТЭС позволяют также более эффективно использовать газ.

Размеры микро ТЭС зависят от тепловых нагрузок. Эффективность совместного производства электрической и тепловой энергии находится в диапазоне от 80% до значения значительно выше 90%. Аналогично электроэффективности капитальные затраты на производство одного кВт_{эл} зависят от электрической емкости системы. Значительное уменьшение капитальных затрат из-за масштабного фактора может, в частности, наблюдаться при достижении системами мощности 10 кВт_{эл}⁴⁷. Выбросы CO₂ системами совместного производства электрической и тепловой энергии составляют значение в диапазоне 300-400 г/кВт·ч_э.

Дополнительные ресурсы:

1. Статья Европейской ассоциации по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии «Микро ТЭС – медленное продвижение к массовому рынку. Совместное производство электрической и тепловой энергии и производство электроэнергии на объекте». 2009. Доступ к статье можно получить на сайте Европейской ассоциации по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии: <http://www.cogeneurope.eu/medialibrary/2011/06/14/c68cb18d/COSPP-article-Micro-CHP-edging-towards-the-mass-market.pdf>
2. Статья Европейской ассоциации по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии «Микро ТЭС – медленное продвижение к массовому рынку. Справочный документ ЕАПСПЭТЭ о микро ТЭС. Микро ТЭС: давать людям возможность сегодня, чтобы более умное будущее было завтра» 2010. Доступ к статье можно получить на сайте Европейской ассоциации по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии: <http://www.cogeneurope.eu/medialibrary/2011/06/14/2a43be57/171210-COGEN-Europe-briefing-paper-on-micro-CHP.pdf>

⁴⁶ Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии, <http://www.cogeneurope.eu/>

⁴⁷ Микро ТЭС: на пути к индивидуальным энергетическим системам. Мартин Пент, Мартин Кэймз, Коринна Фишер, Барбара Преториус, Ламберт Шнайдер, Катя Шумахер, Ян-Питер Восс – Редактор Шпрингер

3. Отчет «Когенерация в малом масштабе, одновременное производство электрической и тепловой энергии» из 6-ой рамочной программы Европейского Союза:
http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projct_Documents/RESTMAC/Brochure4_Cogeneration_low_re_s.pdf

4.3. Коммерческие микро ТЭС⁴⁸

Использование ТЭС в коммерческих зданиях и многоквартирных жилых комплексах постоянно растет. В основном, это связано с техническим усовершенствованием и снижением стоимости малых, часто готовых к установке систем, которые удовлетворяют потребности в тепловой и электрической энергии. В колледжах и университетах, правительственные зданиях, больницах, офисах, аэропортах и оздоровительно-спортивных центрах используется почти 90% ТЭС, установленных в коммерческом секторе; в них применяются газовые турбины мощностью 1-10 МВт. Стандартными генераторами для такого типа ТЭС являются поршневые двигатели (т.е. с искровым зажиганием), двигатели Стерлинга, топливные элементы и микротурбины. Данные примеры пользователей коммерческих и учрежденческих ТЭС приводят к значительным расходам на энергию, как процентное отношение общих эксплуатационных расходов, а также сбалансированных и постоянных электрических и тепловых нагрузок (временное совпадение потребностей в обогреве / охлаждении с потребностями в электроэнергии может быть особенно важным для такого вида применения). Технологии микро ТЭС для жилых домов также начинают развиваться и продаваться на уровне отдельных домов; это представляет собой потенциальный массовый рынок ТЭС, при условии выпуска на рынок конкурентоспособных и надежных изделий.

4.4. Топливные элементы и тригенерация

Топливные элементы: Новая разработка представляет собой использование топливных элементов для совместного производства электрической и тепловой энергии. Топливные элементы преобразуют химическую энергию водорода и кислорода непосредственно в электроэнергию без сжигания и применения механических средств, таких как турбины или двигатели. Топливный элемент состоит из двух электродов, разделенных мембраной. Водород проходит через один электрод, а кислород – через другой. На поверхности электрода имеется катализатор, который расщепляет водород на протоны и электроны. Только протоны могут проходить через мембрану и вступать в реакцию с кислородом, а электроны, с другой стороны, образовывать воду. Электроны не могут проходить через мембрану, и, при ее обходе, производят электроэнергию для использования в доме. Топливные элементы намного меньше загрязняют окружающую среду, и они почти в два раза эффективнее, чем стандартные электроустановки с паровыми турбинами. После получения водорода единственными побочными продуктами топливных элементов являются тепловая энергия и вода. Водород, как правило, производится из природного газа с использованием процесса, известного как реформинг.

Общий коэффициент полезного действия систем совместного производства электрической и тепловой энергии достигает значение от 85% до 90%, а соотношение тепловой энергии к электроэнергии составляет 5:4. Топливные элементы мощностью 1 кВт_т производят тепловую энергию и электроэнергию для одноквартирных домов, а большие установки мощностью 300 кВт_т могут использоваться, например, для больниц. Топливные элементы представляют собой новейшую технологию, и их высокая стоимость мешает использовать эту технологию для большинства случаев производства энергии на объектах: топливные элементы применяются на небольшом нишевом рынке малых установок с высокой стоимостью энергии, в суровых условиях окружающей среды и в тех случаях, когда требуется энергия высокого качества.

Тригенерация: При полном КПД системы, на 30-50% превышающем КПД «когенерации», тригенерация представляет собой одновременное производство электроэнергии, горячей воды и (или) пара и охлажденной воды из одного вида топлива⁴⁹. Тригенерационная установка представляет собой когенерационную установку с дополнительными абсорбционными холодильниками для производства охлажденной воды с использованием тепловой энергии, которая обычной когенерационной установкой не используется. Часть тригенерационных

⁴⁸ Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии, <http://www.cogeneurope.eu/>

⁴⁹ www.polysmart.org финансируется в рамках 6-ой Базовой программы Европейского Союза

установок способствует устойчивой работе электросетей в течение жарких летних месяцев. Часть холодильной нагрузки передается из электросетей в газовые сети. Это повышает стабильность работы электросетей, особенно, в странах Южной Европы, где летом имеют место значительные пиковые нагрузки.

Тригенерационные установки могут обеспечивать КПД системы, превышающий 90%. В дополнение к экономической выгоде и преимуществам, тригенерационные установки снижают объем использования первичных источников энергии и, по сравнению с обычными электростанциями, способствуют значительному снижению выбросов в окружающую среду парниковых газов, таких как двуокись углерода.

4.5. Централизованное теплоснабжение / холодоснабжение и совместное производство электрической и тепловой энергии

Сети централизованного теплоснабжения и холодоснабжения (ЦТХ) предоставляют хорошую возможность для развития ТЭС. Основная идея, на которой основано современное централизованное теплоснабжение, заключается в повторном использовании тех излишков тепловой энергии, которые в противном случае были бы потеряны; эти излишки появляются при производстве электроэнергии, использовании топлива и биотоплива, и разных производственных процессов (**Рисунок:** Различные ресурсы, используемые в системах централизованного теплоснабжения и холодоснабжения). ЦТХ с ТЭС могут обеспечивать двойную выгоду, которая заключается в снижении расходов и оказании влияния на производство электроэнергии и тепла. Централизованное холодоснабжение предоставляет такую же возможность обезуглероживания системы холодоснабжения. Эти преимущества связаны с тем, что такие установки являются по своей природе энергоэффективными, и они производят энергию там, где она нужна. Преимущества включают:

- Значительное повышение эффективности использования дымовых газов (см. Рисунок: Теплоэлектростанция и отдельное производство тепла и электричества);
- Снижение выбросов CO₂ и других загрязняющих веществ;
- Снижение расходов для потребителей энергии;
- Уменьшение потребности в сетях передачи и распределения;
- Преимущественное использование местных энергоресурсов (в частности, благодаря использованию отходов, биомассы, геотермальных ресурсов в системах ЦТХ), обеспечивающих переход на низкие выбросы углерода в будущем.

Благодаря повышению эффективности энергоснабжения и использованию отходящего тепла и возобновляемых энергетических ресурсов с низким содержанием углерода, ТЭС, особенно, вместе с системами централизованного теплоснабжения и холодоснабжения (ЦТХ), являются важной частью национальных и региональных стратегий по снижению выбросов ПГ.



Рисунок: Различные ресурсы, используемые в системах централизованного теплоснабжения и холодоснабжения⁵⁰

⁵⁰ Европейское тепло и электроэнергия

В таблице представлена большая часть типов применения ТЭС для промышленного сектора, коммерческих / учрежденческих зданий и ЦТХ. Усовершенствование технологических разработок привело к появлению малых ТЭС с меньшей стоимостью, пониженными выбросами и большими возможностями адаптации. В результате, системы ТЭС все чаще используются для малых установок в промышленном и учрежденческом секторах, и они все чаще интегрируются в системы ЦТХ.

Таблица: Сводная таблица применения ТЭС для промышленного сектора, коммерческого / учрежденческого сектора и ЦТХ.

Характеристика	ТЭС – промышленный сектор	ТЭС – коммерческий / учрежденческий сектор	Централизованное теплоснабжение и холодоснабжение
Обычные потребители	Химическая промышленность, целлюлозно-бумажная промышленность, отрасли промышленности с высокой степенью переработки (пища, текстиль, лес, минералы), пивоваренная промышленность, коксовые печи, стеклоплавильные печи, нефтеперерабатывающие установки	Легкая промышленность, гостиницы, больницы, крупные городские офисные здания, сельскохозяйственные предприятия	Все здания в пределах теплосети, включая офисные здания, одноквартирные дома, университетские городки, аэропорты, предприятия
Удобство интегрирования с возобновляемыми источниками энергии и вторичными энергоресурсами	Умеренное – высокое (особенно, промышленных потоки вторичных энергоресурсов)	Низкое – умеренное	Высокое
Уровень температуры	Высокий	От низкого до среднего	От низкого до среднего
Стандартная мощность системы	1 – 500 МВт _э	1 кВт _э – 10 МВт _э	Любая
Стандартный генератор энергии	Паровая турбина, газовая турбина, поршневой двигатель (воспламенение от сжатия), и комбинированный цикл (системы большой мощности)	Поршневой двигатель (искровое зажигание), двигатели Стерлинга, топливные элементы и микротурбины	Паровая турбина, газовая турбина, установка сжигания отходов, парогазовая турбина
Источник энергии / топливо	Любое жидкое, газообразное или твердое топливо; отходящие газы промышленных процессов (например, газы доменных печей, отходящие газы коксовых печей)	Жидкое или газообразное топливо	Любое топливо
Основные потребители	Промышленность (энергосистемы)	Конечные потребители и инженерные сети	Включая энергосервисные компании местных населенных пунктов, местные и национальные объекты и промышленность
Право собственности	Совместные предприятия / третья сторона	Совместные предприятия / третья сторона	От полной частной до полной общественной и частично частной / общественной, включая коммунальные

			службы, промышленность и муниципалитеты
Характер тепловой / электрической нагрузки	В зависимости от потребителя и процесса	В зависимости от потребителя	Ежедневные и сезонные колебания, смягчаемые системой управления нагрузкой и аккумулирования тепловой энергии

В большинстве случаев, решение об установке ТЭС в качестве части системы ЦТХ зависит от тех же самых факторов, что и для промышленных установок, включая: период и характер тепловой нагрузки, наличие топлива и возможности экономного использования электроэнергии. Однако плотность населения также является важным фактором, так как для систем ЦТХ требуется большой одновременный спрос на обогрев помещений / кондиционирование воздуха. Это является важным из-за необходимости сокращения расстояния транспортировки тепловой энергии и высокой стоимости установки систем распределения тепла. В странах с самым большим количеством градусо-дней отапливаемого сезона имеется тенденция к более широкому применению централизованного теплоснабжения. Кроме того, из-за высоких капитальных затрат на эти системы, для ЦТХ при оказании услуг требуется более высокий уровень участия местных органов власти. В результате, системы ЦТХ могут находиться в совместной собственности, но финансируться государственными и (или) муниципальными органами власти. К централизованному ходоснабжению постоянно увеличивается интерес, как альтернативному варианту обычных систем кондиционирования воздуха, работающих от электроэнергии или газа. Благодаря использованию ресурсов, которые в противном случае не использовались бы вовсе или их использование было бы сопряжено с трудностями, системы централизованного ходоснабжения обеспечивают эффективность в 5-10 раз превышающую эффективность традиционного оборудования, работающего от электричества⁵¹. Они могут способствовать предотвращению пиковых электрических нагрузок во время холодного сезона, обеспечивая экономию средств и преимущества надежности.

Дополнительные ресурсы:

4. Европейская ассоциация по продвижению совместного производства электрической и тепловой энергии, <http://www.cogeneurope.eu>
5. На сайте проекта CODE (www.code-project.eu) опубликовано «Руководство по ситуационным исследованиям совместного производства электрической и тепловой энергии», 2011 г., которое можно загрузить со страницы <http://www.code-project.eu/home/latest-news/new-cogeneration-case-studies-handbook/>
6. Публикация МЭА «Совместное производство электрической и тепловой энергии и возобновляемые источники энергии: Решения для будущего с энергией с низким содержанием углерода», 2011 г. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3980,en.html>
7. Публикация МЭА «Совместное производство электрической и тепловой энергии и энергия централизованных систем», 2009 г. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3805,en.html>
8. Публикация МЭА «Совместное производство тепловой и электрической энергии», 2008 г. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3769,en.html>
9. Отчет из проекта, поддерживаемого программой «Умная энергия для Европы» «Удовлетворение потребностей в охлаждении ЛЕТОМ путем применения ТЕПЛА установок совместного производства электрической и тепловой энергии» (ЛЕТНЕЕ ТЕПЛО) http://eaci-projects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=1746&side=downloadablefiles

⁵¹ Европейское тепло и электроэнергия

5. ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В настоящей главе приведено описание технологии топливных элементов для производства электроэнергии, которое традиционно было довольно загрязняющим процессом. Кроме электроэнергии, топливные элементы производят воду, тепловую энергию и, в зависимости от источника топлива, незначительное количество двуокиси азота и других выбросов.

5.1. Технология топливных элементов

В отличие от двигателей внутреннего сгорания или турбин, работающих на угле / газе, топливные элементы не сжигают топливо. Они преобразовывают химическую энергию топлива в электричество при помощи химической реакции. Поэтому топливные элементы не производят большого количества парниковых газов, выделяющихся при сгорании топлива, таких как двуокись углерода (CO_2), метан (CH_4) и окись азота (NO_x). Выбросы из топливных элементов представляют собой воду в форме пара и низкие уровни двуокиси углерода (или же выбросов CO_2 нет вообще), если в качестве топлива для элементов используется водород. Кроме того, топливные элементы работают бесшумно, потому что они не включают шумные роторы высокого давления и при их эксплуатации отсутствуют шумы выхлопных газов и вибрация.

Топливный элемент преобразовывает химическую энергию топлива в электричество при помощи химической реакции с кислородом или другим окисляющим веществом. Топливные элементы состоят из анода (отрицательная сторона), катода (положительная сторона) и электролита, который обеспечивает перемещение зарядов между двумя сторонами топливного элемента (Рисунок: Принципиальная схема топливных элементов). Электроны перемещаются от анода к катоду через внешний контур, создавая электричество постоянного тока. В связи с тем, что основным отличием разных типов топливных элементов является электролит, топливные элементы подразделяются по типу используемого электролита, т.е. высокотемпературные и низкотемпературные топливные элементы (ТЭПМ, ПМТЭ). Водород является наиболее распространенным топливом, но иногда также могут использоваться углеводороды, такие как природный газ и спирты (т.е. метанол). Дополнительную информацию о топливных элементах, работающих на природном газе см. в разделе 5.3 настоящего Руководства. Топливные элементы отличаются от аккумуляторов тем, что для них требуется постоянный источник топлива и кислорода / воздуха для поддержания химической реакции, и они производят электроэнергию до тех пор, пока их подача осуществляется.

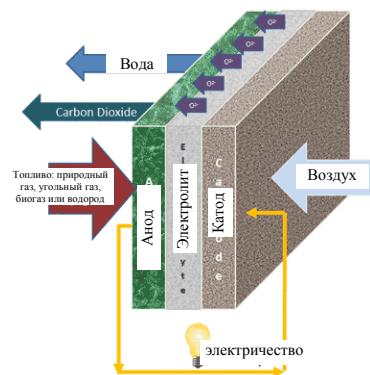


Рисунок: Принципиальная схема топливных элементов⁵²

Топливные элементы имеют следующие преимущества по сравнению с обычными источниками энергии, такими как двигатели внутреннего сгорания или аккумуляторы⁵³:

- Топливные элементы имеют более высокую эффективность, чем дизельные или газовые двигатели.
- Большинство топливных элементов работает бесшумно, если сравнивать их с двигателями внутреннего сгорания. Поэтому они пригодны для зданий с особыми требованиями, например, больницы.

⁵² <http://energy.gov/fe/why-sofc-technology>

⁵³ <http://www.fuelcelltoday.com/about-fuel-cells/applications/stationary>

- Топливные элементы не приводят к загрязнению, вызываемому сжигаемым ископаемым топливом; например, побочным продуктом топливных элементов, работающих на водороде, является только вода.
- Если водород получается в результате электролиза воды, обеспечиваемого возобновляемым источником энергии, то при использовании топливных элементов парниковый газ не выделяется на протяжении всего цикла.
- Для топливных элементов не требуется обычное топливо, такое как нефть или газ, поэтому можно избавиться от экономической зависимости от стран-производителей нефти и обеспечить большую энергетическую безопасность.
- Топливные элементы не зависят от энергосетей, так как водород может производиться в любом месте, где есть вода и электроэнергия, и может распределяться производимое топливо.
- При применении стационарных топливных элементов для производства энергии в точке потребления можно использовать децентрализованные энергосети, которые потенциально являются более стабильными.
- Низкотемпературные топливные элементы (ТЭПМ, ПМТЭ) имеют низкий уровень передачи тепла, что делает их идеальными для различного применения.
- Топливные элементы с более высокой температурой производят высококачественную технологическую тепловую энергию вместе с электричеством, и они хорошо подходят для когенерации (такой как совместное производство тепловой и электрической энергии для жилых домов).
- Время работы значительно больше, чем время работы аккумуляторов, так как для увеличения времени работы требуется только большее количество топлива, а повышение производительности установки не требуется.
- В отличие от аккумуляторов, топливные элементы имеют «эффект запоминания» при их заправке.
- Техническое обслуживание топливных элементов является простым, так как они не имеют больших подвижных частей.

5.2. Основные виды применения

Для производства электроэнергии в топливных элементах может применяться газ низкого качества с мусорных свалок или из установок очистки воды; при этом выбросы метана являются низкими. Топливные элементы также используются в качестве источников энергии для транспортных средств, таких как автомобили, автобусы, погрузчики, летательные аппараты, лодки и мотоциклы.

Производство энергии: Топливные элементы используются в качестве первичных и резервных источников энергии для коммерческих, промышленных и жилых зданий и в удаленных или недоступных местах. Система топливного элемента, работающая на водороде, может быть компактной и легкой и не иметь больших подвижных частей. Вместе с отсутствием горения, вышеуказанные особенности обеспечивают возможность достижения высокой надежности топливных элементов. Кроме того, в системах электролизеров топливных элементов не хранится топливо; для них используются внешние хранилища, поэтому они могут применяться в крупных хранилищах энергии.

КПД топливного элемента составляет 40-60% в зависимости от его типа⁵⁴. Он может увеличиваться до 85%, если побочный продукт топливных элементов – отходящее тепло – отбирается, например, для отопления зданий. Таким образом, их КПД выше КПД традиционной электростанции, работающей на угле, а в когенерационных системах топливные элементы могут обеспечивать снижение стоимости энергии на 20-40%⁵⁵.

Дополнительные ресурсы:

⁵⁴ http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/fc_types.html

⁵⁵ <http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/48219.pdf>

1. В отчете «Экономическое обоснование для топливных элементов» (подготовлен Институтом передовых технологий в Вашингтоне, округ Колумбия, и участниками Программы технологий топливных элементов Министерства энергетики США) представлен обзор практического применения технологии топливных элементов. <http://www.fuelcells.org/uploads/BusinessCaseforFuelCells.pdf>
2. В рамках проекта «Энергетическая инициатива острова Стюарт» топливные элементы применяются для обеспечения полного электроснабжения объектов, которые не подключены к энергосети. <http://www.siei.org/fuelcell.html>

Когенерация: Энергетическая система жилых объектов на основе топливных элементов является одной из существующих технологий комбинированного производства тепла и электроэнергии малой мощности (микро ТЭС) или производства энергии малой мощности. Топливные элементы для жилых и коммерческих объектов малого размера применяются для удовлетворения потребностей в электрической и тепловой энергии, вырабатываемой одной системой. Технология топливных элементов в компактных системах используется для преобразования природного газа, пропана и, наконец, биотоплива в электрическую и тепловую энергию с выделением двуокиси углерода (и небольшого количества NOx) в качестве выбросов.

Система постоянно производит электроэнергию; ее излишки продаются энергосетям. Одновременно, система производит горячий воздух и воду из отходящего тепла. Отходящее тепло из топливных элементов летом может направляться прямо в землю, обеспечивая дополнительное охлаждение, а зимой – подаваться непосредственно в здание. Мощность микро ТЭС для жилого сектора и малых предприятий обычно составляет менее 5 кВт⁵⁶

Топливные элементы для жилищного сектора являются альтернативной энергетической технологией, которая повышает эффективность путем одновременного производства электрической и тепловой энергии одной установкой, расположенной непосредственно в доме. Это позволяет жилому дому снижать общее потребление ископаемого топлива, уменьшать выбросы углерода и снижать общую стоимость коммунальных услуг; при этом установка может работать 24 часа в сутки.

Дополнительный ресурс:

1. Примеры практического применения технологий топливных элементов можно найти, перейдя по следующей ссылке:
<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/applications.html>. Примеры касаются специальных транспортных средств, аварийного резервного питания и первичной электроэнергии для критических нагрузок.

5.3. Топливные элементы, работающие на природном газе

Наиболее распространенным топливом для топливных элементов является водород, так как он не производит выбросов вредных загрязняющих веществ. Однако могут использоваться и другие виды топлива, и топливные элементы, работающие на природном газе, считаются эффективным альтернативным вариантом, когда природный газ доступен по конкурентоспособным ценам. В топливных элементах поток топлива и окислителей проходит через электроды, которые разделены электролитом. Это вызывает химическую реакцию, в результате которой производится электроэнергия; при этом не требуется сжигать топливо или добавлять тепловую энергию, что обычно имеет место при традиционных способах производства электроэнергии. При использовании в качестве топлива природного чистого водорода, а в качестве окислителя кислорода, в результате реакции, которая происходит в топливном элементе, вырабатываются вода, тепловая энергия и электроэнергия. При использовании других видов топлива топливные элементы выделяют очень низкий уровень выбросов загрязняющих веществ и производят высококачественную надежную электроэнергию⁵⁷.

Преимущества топливных элементов, работающих на природном газе, являются следующими:

⁵⁶ <http://www.cogen.org/> ЕАПСПЭТЭ

⁵⁷ <http://www.naturalgas.org>. Интернет-страница была разработана и поддерживается Ассоциацией поставщиков природного газа; она является информационным ресурсом о многих аспектах природного газа.

- *Преимущества для окружающей среды* – Топливные элементы представляют собой чистый метод производства электроэнергии из ископаемого топлива. Между тем как топливные элементы, работающие на чистом водороде и кислороде, производят только воду, электроэнергию и тепловую энергию; другие типы топливных элементов выделяют ничтожно малое количество серных соединений и очень низкий уровень двуокиси углерода. Однако двуокись углерода, выделяемая топливными элементами, является концентрированной, и ее легко можно удерживать вместо того, чтобы выбрасывать в атмосферу.
- *Эффективность* - Топливные элементы преобразовывают энергию, имеющуюся в ископаемом топливе, в электроэнергию намного эффективнее, чем традиционные способы производства электричества со сжиганием топлива. Это означает, что для производства одинакового количества электроэнергии требуется меньше топлива. По оценке Национальной лаборатории энергетических технологий⁵⁸, могут выпускаться топливные элементы (в комбинации с турбинами, работающими на природном газе), которые будут работать в диапазоне мощности от 1 до 20 МВт₃ с КПД 70%. Этот КПД намного выше, чем КПД, который может достигаться при помощи традиционных методов производства энергии в указанном диапазоне мощности.
- *Производство с распределением* - Топливные элементы могут выпускаться очень малых размеров; это позволяет размещать их в тех местах, где требуется электроэнергия. Это касается установок для жилых, коммерческих, промышленных зданий и даже для транспортных средств.
- *Надежность* - Топливные элементы являются полностью закрытыми устройствами без подвижных частей и сложного машинного оборудования. Это делает их надежными источниками электроэнергии, способными работать в течение многих часов. Кроме того, они являются почти бесшумными и безопасными источниками электроэнергии. Также в топливных элементах нет скачков электричества; это значит, что их можно использовать в тех случаях, когда нужен постоянно работающий, надежный источник электроэнергии.

Дополнительные ресурсы:

1. Информационный ресурс о технологиях, использующих природный газ, включая топливные элементы, можно найти на сайте, который был разработан и поддерживается Ассоциацией поставщиков природного газа: <http://www.naturalgas.org>

⁵⁸ <http://www.naturalgas.org>. Интернет-страница была разработана и поддерживается Ассоциацией поставщиков природного газа; она является информационным ресурсом о многих аспектах природного газа.

6. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ (СУПЭЗ)

В настоящей главе описываются технические мероприятия для системы управления потреблением энергии в зданиях; система представляет собой технический стандарт для повышения эффективности управления потреблением энергии в организациях, которые управляют фондом зданий (описание приведено в Части I настоящего руководства, Глава 7.2.6: Интегрирование системы управления потреблением энергии, основанные на стандарте ISO 50001:2011).

Значительная часть систем управления потреблением энергии в зданиях предназначена для автоматизации управления физическими процессами, связанными с созданием микроклимата в помещениях, такими как отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (ОВКВ). Как правило, в ней используется программное обеспечение для управления энергопотребляющими устройствами и оборудованием; оно может контролировать их рабочие показатели и создавать отчеты о них. СУПЭЗ обеспечивает интегрирование и взаимодействие оборудования, электроприборов и устройств через сеть датчиков и средств управления. Такие СУПЭЗ обеспечивают двухсторонний поток данных между конечными потребителями и конечными устройствами почти в реальном времени. Они обеспечивают дистанционное управление энерго- и ресурсоемкими подсистемами здания, такими как ОВКВ и освещение, при помощи программного обеспечения, размещенного на центральной платформе, Интернет-портале или в облаке. Рабочие показатели СУПЭЗ непосредственно связаны с количеством параметров комфорта, имеющимися технологиями, типом источника энергии, потребляемой в здании. Как правило, СУПЭЗ включают:

- Датчики и средства управления: контроллеры, датчики (температуры, влажности, степени освещенности, присутствия ...) и исполнительные механизмы (клапаны, реле ...) для различных типов параметров. Технологии датчиков и средств управления для СУПЭЗ обеспечивают интеллектуальную магистраль, которая соединяет оборудование, подсистемы здания и аналитические средства почти в реальном времени для поддержания активной, реактивной и, иногда, самообучающейся эффективной технологической экосистемы здания. Несмотря на то, что датчики и средства управления представляют собой наиболее важные элементы СУПЭЗ, часто они являются наиболее игнорируемыми частями системы.
- Оборудование: Центральная система ОВКВ с местными контроллерами для отдельных участков или помещений (при разделении сложного здания со многими функциями на зоны) и центральная автоматизированная панель управления;
- Системы программного обеспечения: Программное обеспечение центральных средств управления для отдельных участков или помещений (при разделении на зоны);
- Службы: Контроль при помощи устройств измерения энергопотребления. Контроль энергии и определение плановых показателей представляет собой сбор, анализ и составление отчетов об использовании энергии. Их роль в управлении потреблением энергии заключается в измерении и поддержании рабочих показателей и определении возможностей для снижения энергопотребления и стоимости.

Преимущества контроля энергии и определения плановых показателей включают:⁵⁹

- Обеспечение экономии энергии и средств, как правило, на 7-12%
- Снижение воздействия использования энергии на окружающую среду
- Предоставление информации об энергии для оценки энергетических проектов и приобретения новых установок

⁵⁹ Агентство по устойчивой энергетике Ирландии:
http://www.seai.ie/Your_Business/Technology/Buildings/Building_Energy_Management_Systems_BEMS_.html

- Улучшение профилактического технического обслуживания
- Предупреждение потерь и улучшение качества продукции благодаря повышенному контролю

Дополнительные ресурсы:

Примеры систем управления потреблением энергии в зданиях можно найти на сайте Агентства по устойчивой энергетике Ирландии:

http://www.seai.ie/Your_Business/Technology/Buildings/Building_Energy_Management_Systems_BE_MS_.html

7. ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ (ЦТХ)

Принцип централизованного теплоснабжения и (или) холодоснабжения заключается в использовании централизованной установки для обеспечения тепловой энергии внешних потребителей. Энергия может подаваться от котлов, работающих на ископаемом топливе или биомассе, от солнечных тепловых установок, тепловых насосов, систем охлаждения (тепловых или компрессионных охладителей) или теплоэлектростанций (ТЭС). Также возможно комбинирование упомянутых технологий; оно даже может рекомендоваться в зависимости от технологий, используемого топлива и других технических вопросов.

Преимущества энергоэффективных характеристик ЦТХ основаны на высоком КСТХ (коэффициент сезонных тепловых характеристик), благодаря интенсивной эксплуатации установки, внедрению высокоэффективного оборудования, соответствующей изоляции распределительной сети и эффективной эксплуатации и техническому обслуживанию. В качестве примера, коэффициент сезонных тепловых характеристик (определенный как общий объем поставляемой тепловой энергии по отношению к общему потреблению первичной энергии) может повышаться с 0,615 для индивидуальных тепловых насосов до 0,849 для тепловых насосов системы централизованного теплоснабжения. Коэффициент сезонных тепловых характеристик абсорбционных холодильников может повышаться с 0,54 для индивидуальных абсорбционных холодильников и котлов до 0,608 для установок аналогичного типа в сети централизованного теплоснабжения⁶⁰. Так как каждая установка работает в разных условиях, для оценки процентного соотношения потерь при распределении в сети и общего КПД требуются подробные технические исследования. Кроме того, использование экологически чистых энергетических ресурсов, таких как биомасса или солнечная энергия, позволяют снижать выбросы CO₂⁶¹.

ЦТХ обеспечивает возможность лучшей эксплуатации существующих производственных мощностей (использование излишков тепла не только от промышленных предприятий, но и от солнечных тепловых установок, применяемых в зимнее время для обогрева); при этом снижается потребность в новых тепловых (конденсирующих) установках.

С точки зрения перспективы капиталовложений предусмотренная удельная производительность (евро/кВт) значительно снижается на крупных системах централизованного холодоснабжения по сравнению с индивидуальными системами (одна на квартиру). Снижение объема капиталовложений обусловлено фактором одновременности и отсутствием необходимости в резервном оборудовании. По оценке, в городах, где было внедрено централизованное холодоснабжение, общая установленная холодопроизводительность снизилась на 40%.

Системы централизованного теплоснабжения обеспечивают общие преимущества энергоэффективности, возобновляемых источников энергии и снижения выбросов CO₂, так как они используются для сбора излишков тепловой энергии, которая в противном случае были бы растратаена впустую: например, от производства электроэнергии (ТЭС) или промышленных процессов в целом.

Для систем централизованного холодоснабжения могут использоваться варианты, отличные от обычного электрического охлаждения от компрессионных холодильников. Ресурсы могут быть следующие: естественное охлаждение с больших глубин морей, озер, рек или водоносных горизонтов, преобразованные излишки тепловой энергии от промышленных предприятий, ТЭС, энергия сжигаемых отходов с абсорбционными холодильниками или остатки охлаждающей среды при производстве газа из СПГ. Системы централизованного холодоснабжения могут в значительной степени способствовать предотвращению пиковых нагрузок в летнее время.

7.1. Геотермальное централизованное теплоснабжение с / без абсорбционных тепловых насосов

⁶⁰ Эти данные, которые отражают фактическую работу 20 сетей централизованного теплоснабжения в Японии, были взяты из статьи «Проверка энергоэффективности систем централизованного теплоснабжения и холодоснабжения путем моделирования с учетом конструкции и рабочих параметров», И. Шимода и др. / Здания и окружающая среда 43 (2008) 569-577

⁶¹ Некоторые данные о выбросах CO₂ системами централизованного теплоснабжения имеются на странице в Интернете проекта «ЕВРОПЕЙСКОЕ ТЕПЛО».

В системе геотермального централизованного теплоснабжения используется тепловая энергия из подземных водоносных горизонтов, которая передается в систему отопления при помощи теплообменников. Во многих случаях для отбора тепла из водоносных горизонтов, которые расположены близко к поверхности и температура которых ниже температуры горизонтов, находящихся глубже, могут использоваться тепловые насосы. Компрессоры могут быть либо компрессорами с электрическим приводом, либо компрессорами абсорбционного типа, работающими от источника тепла. Эффективное решение заключается в использовании тепловой энергии из геотермального источника с последующим повышением температуры нагретой среды при помощи абсорбционного теплового насоса. Для приведения в действие абсорбционного теплового насоса используется пар из котлов установки централизованного теплоснабжения. В качестве источника энергии для котлов может использоваться биомасса или отходы. В этом случае, зимой температура повторно закаченной воды может быть примерно 8 °C, а температура в линии подачи системы централизованного теплоснабжения – 80 °C. Стандартная система централизованного теплоснабжения представляет собой систему с эксплуатационной скважиной, теплообменниками и (или) тепловыми насосами, передающими тепловую энергию в сеть централизованного теплоснабжения, и поглощающей скважиной, через которую охлажденная вода закачивается в водоносный горизонт (См. Рисунок: Централизованное теплоснабжение на основе геотермальных источников). По оценке, удельные капиталовложения для данной системы составляют 1,6 миллиона евро на МВт⁶².

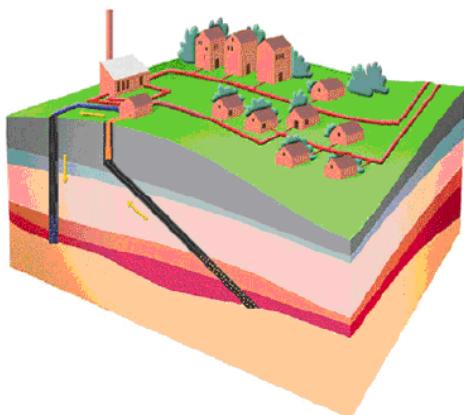


Рисунок: Централизованное теплоснабжение на основе геотермальных источников

(Источник: Энергетическое агентство Дании и Energinet, DK 2010, Технологические данные для энергетических установок)

На Рисунке ниже показан пример системы с абсорбционным тепловым насосом. Дополнительная информация об абсорбционных тепловых насосах приведена в разделе 7.3. Цифры на рисунках показывают потоки энергии по отношению к выработанному количеству геотермальной тепловой энергии; 100 единиц энергии. Тепловая энергия от теплого соленого раствора (соленой воды) из водоносного горизонта сначала через теплообменник передается воде, циркулирующей в системе централизованного теплоснабжения. Затем тепловая энергия отбирается из соленого раствора при помощи абсорбционного теплового насоса, и соленый раствор снова закачивается в водоносный горизонт. Пар, приводящий в действие абсорбционный тепловой насос, повышает температуру и передает тепловую энергию воде, циркулирующей в системе централизованного теплоснабжения.

⁶² Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

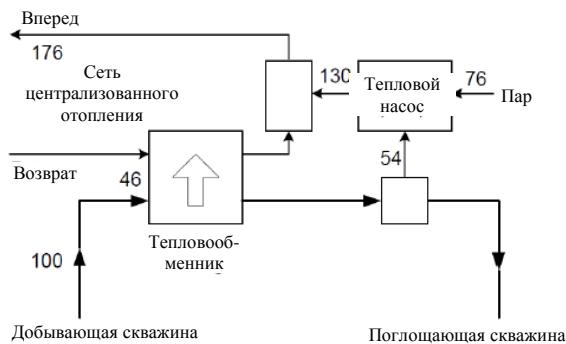


Рисунок: Иллюстрация системы с абсорбционным тепловым насосом

(Источник: Энергетическое агентство Дании и Energinet, DK 2010, Технологические данные для энергетических установок)

Такие системы имеют хорошие рабочие показатели, но требуют больших капитальных затрат. Среди других недостатков – загрязняющие вещества в геотермальной воде, загрязнение скважин и ограниченное наличие источников энергии. Данный метод применяется только в определенных географических местах. В некоторых местах имеются геотермальные источники с высокой температурой, где можно использовать низкотемпературные тепловые насосы, иногда в комбинации с аккумуляторами тепла.

7.2. Солнечное централизованное теплоснабжение

Для систем централизованного теплоснабжения, как правило, применяются большие солнечные установки; они включают солнечные коллекторы и устройства с жидкостью для передачи и хранения тепловой энергии. Для данных систем требуются дополнительные источники производства тепла для удовлетворения потребностей потребителей в периоды недостаточного объема солнечного света или в зимнее время. Для технологий без сезонных хранилищ требуется резервный источник энергии, который может работать на биотопливе, отходах или ископаемом топливе, таком как природный газ, нефть или уголь. Другим вариантом являются теплоэлектростанции (ТЭС).

Описываемая система представляет собой систему без накопления тепла, тогда как другие системы имеют суточные аккумуляторы в объеме 0,1-0,3 м³ на м² солнечного коллектора; они обеспечивают 10-25% годовой потребности в тепловой энергии.

Основными компонентами данной системы являются (см. Рисунки: Пример поля солнечных коллекторов с шахтой-хранилищем и пример солнечного централизованного теплоснабжения):

- Солнечные коллекторы;
- Система централизованного теплоснабжения;
- Резервная система отопления;
- Возможный аккумулятор тепла.

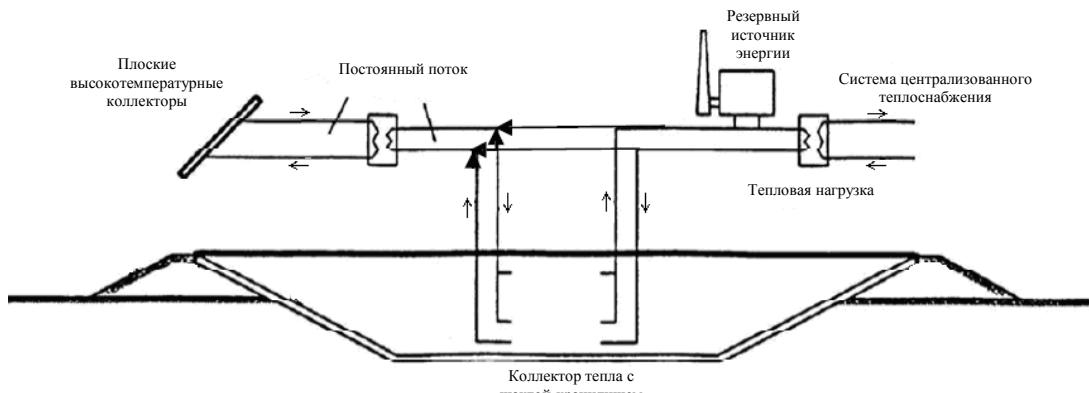


Рисунок: Пример поля солнечных коллекторов с шахтой-хранилищем

(Источник: Energinet.dk, 2006, Аккумуляторы солнечного тепла в сети централизованного теплоснабжения, Проект №. 2006-2-6750, Укрепление стратегии в отношении технологий хранения тепла в рамках программы «Умная энергия для Европы»).



Рисунок: Пример системы солнечного централизованного теплоснабжения

Для систем централизованного теплоснабжения, как правило, используются высокоэффективные коллекторы (например, плоские коллекторы). Имеются более эффективные солнечные коллекторы, такие как концентраторы, в которых применяются различные типы зеркал. Эти системы могут обеспечивать более высокие температуры; как правило, они используются в системах производства электроэнергии или высокотемпературных системах в регионах с высоким уровнем прямого солнечного излучения.

В ссылочном документе⁶³ указывается, что стандартная годовая производительность солнечного коллектора составляет 500 кВт·ч/м² для климатических условий Дании. Стоимость всей системы с аккумулятором тепла или без него составляет 480 евро/м² (т.е., суточный объем хранения) и 440 евро/м², соответственно. Стоимость коллектора и труб составляет почти половину общей стоимости системы, т.е., 200 евро/м². Эффективность такой системы выше для уровня низкой температуры в системе централизованного теплоснабжения. Из-за климатических изменений в течение года экономичнее будет иметь частичное покрытие нагрузки потребности в тепле вместо 100%-го покрытия. Например, в Дании такая система может обеспечивать от 10% до 25% годовой потребности в тепле.

7.3. Абсорбционный тепловой насос

Абсорбционные тепловые насосы отбирают тепловую энергию из окружающей среды и преобразуют ее в энергию с более высокой температурой благодаря замкнутому процессу путем использования тепла, например, пара, горячей воды, дымовых газов или природного газа. Тепловые насосы, использующие газ, представляют собой экономичный альтернативный вариант газовым котлам. При традиционных методах нагрева, при которых сжигается ископаемое топливо, химическая энергия топлива извлекается не полностью, так как такие методы основаны только на передаче тепловой энергии путем охлаждения горячих газов. В отличие от этого, в цикле теплового насоса используется процесс сжигания, когда двигатель перемещает тепловую энергию из холодной емкости в теплую. Количество тепловой энергии, которая может перемещаться, в несколько раз превышает количество содержащегося в топливе тепла, приводящего в действие машину; при этом обеспечивается двойная или тройная выгода.

Для работы в течение всего цикла в абсорбционных тепловых насосах вместо электроэнергии используется тепловая энергия (**Рисунок:** Технологическая схема компрессионного цикла абсорбционного теплового насоса). Тепловые насосы с использованием абсорбционного цикла работают на тепловой энергии вместо применения в них механического привода:

Для получения тепловой энергии могут использоваться следующие источники:

⁶³ Энергетическое агентство Дании и Energinet, DK 2010, Технологические данные для энергетических установок.

- твердое топливо: каменный уголь и продукты его переработки, котельное топливо, возобновляемое биотопливо;
- другие виды возобновляемой энергии, такие как солнечная или геотермальная;
- отходы (древесный уголь, коммунально-бытовые отходы и промышленные отходы);
- природный газ или производные газы, такие как дымовые газы.

Для низкотемпературных источников тепла одной из наиболее очевидных возможностей является использование остаточного тепла других технологических процессов.

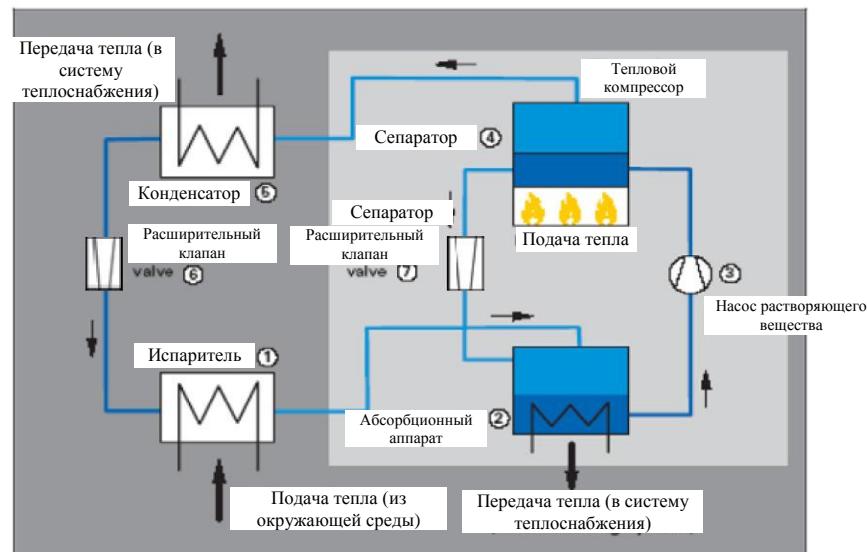


Рисунок: Технологическая схема компрессионного цикла абсорбционного теплового насоса⁶⁴

Технология тепловых насосов может способствовать снижению выбросов CO₂ при использовании энергии из возобновляемых источников.

В качестве энергии для абсорбционных тепловых насосов, отапливающих помещения, часто используется газ, а для промышленных установок – пар высокого давления или отходящее тепло. В абсорбционных системах используется способность жидкостей или солей поглощать пар. Наиболее распространенными парами рабочей жидкости и абсорбента являются соответственно:

- Вода и бромистый литий;
- Аммиак и вода.

Сжатие рабочей жидкости осуществляется в контуре раствора, который включает абсорбционный аппарат, насос растворяющего вещества, тепловой компрессор и расширительный клапан. Пар низкого давления из испарителя поглощается в абсорбционном аппарате, в результате чего в последнем образуется тепло. Раствор подается насосом с высоким давлением и перемещается в тепловой компрессор, где рабочая жидкость испаряется (преобразуется в пар) с помощью линии подачи тепла с высокой температурой. Пар конденсируется в конденсаторе, а абсорбент возвращается в абсорбционный аппарат через расширительный клапан. Тепловая энергия отбирается от источника тепла в испарителе. Тепло со средней температурой удаляется из конденсатора и абсорбционного аппарата. Для работы процесса тепловая энергия с высокой температурой подается в тепловой компрессор (генератор). Также требуется насос для перекачки растворяющего вещества, но для этой цели объем потребления электроэнергии является относительно малым (< 1 % энергии привода). Вход в тепловые насосы абсорбционного цикла является источником тепла (например, окружающий воздух, вода или грунт или отходящее тепло промышленного процесса) и энергией

⁶⁴ 7 ЕС – Генеральный директорат по вопросам энергетики, 2007, «Подготовительное исследование экодизайна котлов» (Партия 1), Задание 4 – Технический анализ (включая модель системы). In: <http://ecoboiler.org>

для работы процесса. Температура в линии подачи зависит от температуры источника тепла и приводного источника для энергии.

Абсорбционные насосы могут использоваться в следующих системах:

- Тепловые насосы для систем централизованного теплоснабжения с теплопроизводительностью от 1 до 10 МВт. Они используются при температуре окружающей среды в качестве источника тепла и обеспечивают температуру 80 °C; это достигается путем применения компрессора с механическим сжатием с охлаждающей средой CO₂. КПД2 может меняться в диапазоне от 2,8 до 3,5. По оценке капитальные затраты составляют 0,5-0,8 миллиона евро на МВт произведенного тепла⁶⁵.
- Тепловые насосы для систем централизованного теплоснабжения с теплопроизводительностью от 1 до 10 МВт. В качестве источника тепла может применяться промышленное отходящее тепло; требуемая температура составляет значение 35 °C. Применяется компрессор с механическим сжатием и охлаждающей средой NH₃; такие насосы обеспечивают температуру подаваемой среды 80 °C. КПД находится в диапазоне от 3,6 до 4,5, а капитальные затраты по оценке составляют 0,45-0,85 миллиона евро на МВт произведенного тепла⁶⁶.
- Абсорбционные тепловые насосы, использующие конденсацию дымовых газов вместе с установками, работающими на коммунально-бытовых отходах и биомассе, которые не являются источниками энергии, основанными на ископаемом топливе. Однако также может использоваться природный газ (с паровым приводом). Такие насосы повышают температуру в системе централизованного теплоснабжения с 40-60 °C примерно до 80 °C; в них используются компрессоры абсорбционного типа с охлаждающей средой BrLi-H₂O. Стандартная теплопроизводительность составляет от 2 до 15 МВт с КПД до 1,7. Капитальные затраты для теплового насоса составляют 0,15-0,2 миллиона евро на МВт произведенного тепла⁶⁷.

7.4. Сезонные коллекторы

Наиболее экономичным способом хранения тепла для больших объемов систем централизованного теплоснабжения представляет собой долгосрочное (сезонное) хранение в шахте с водой. (Рисунок: «Конструкция сезонных коллекторов» и Рисунок: «Капитальные затраты» показывают различные возможности для конструкции сезонных коллекторов).

Резервуарный коллектор тепловой
энергии (РКТЭ)
(от 60 до 80 кВт·ч/м³)

⁶⁵ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

⁶⁶ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

⁶⁷ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

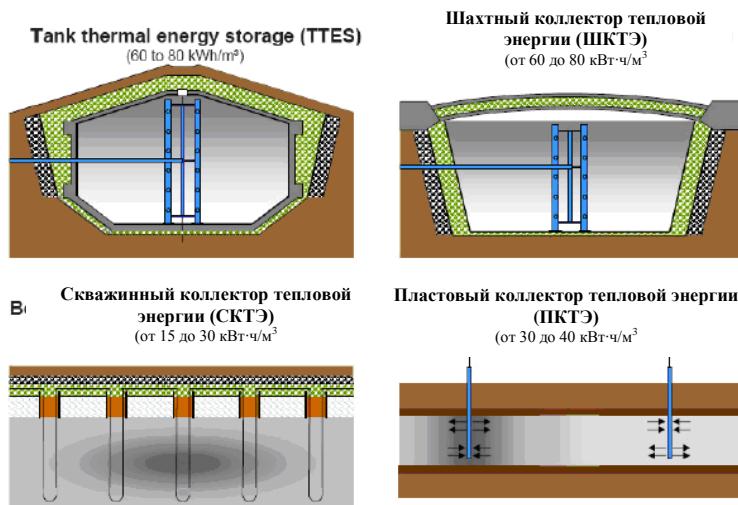


Рисунок: Конструкция сезонных коллекторов
 (Источник: Энергетическое агентство Дании и Energinet, DK 2010, Технологические данные для энергетических установок)

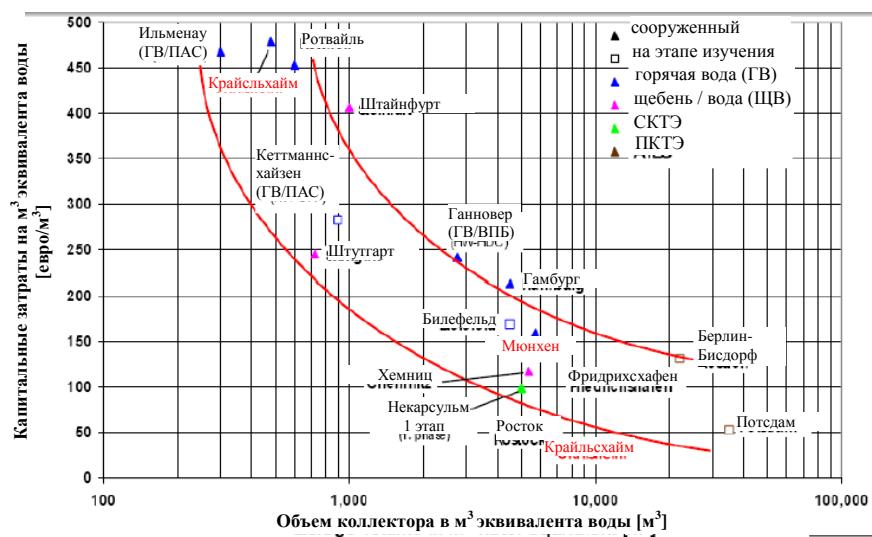


Рисунок: Капитальные затраты на сезонные коллекторы тепла в Германии ПАС: пластик, армированный стекловолокном. ВПБ: высокоплотный бетон
 (Источник: Энергетическое агентство Дании и Energinet, DK 2010, Технологические данные для энергетических установок)

Резервуары с горячей водой (РКТЭ) используются в Германии для объемов до 12,000 м³. Эти резервуары, как правило, изготавливаются из бетона или стали; они относительно дорогие по сравнению с конструкциями, в которых в качестве структурного или теплового компонента используется грунт. Преимущества этих хранилищ заключаются в том, что их свойства легче контролировать, и они обеспечивают лучшую герметичность, потому что на них не влияют условия местного грунта. Шахта с водой (ШКТЭ), в целом, представляет собой яму в земле с гидроизоляционной мембраной; она заполнена водой и накрыта плавающей и изолирующей крышкой. Извлеченный грунт, который окружает яму, может использоваться в качестве обваловки, позволяющей увеличивать глубину воды. Вместимость хранилища составляет 60-80 кВт/(м³а)⁶⁸. Данный тип хранилища сооружен на крупной системе солнечного централизованного теплоснабжения в городе Марсталль (Дания). Одна из сложных особенностей такого типа хранилищ заключается в обеспечении 100%-ой герметичности мембранны на протяжении многих лет теплового цикла. Поток грунтовой воды может приводить к потерям тепла, так как в таких типах хранилищ дно иногда не имеет изоляции (или изоляция

⁶⁸ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

является плохой). Отсутствие изоляции дна / стен возможно из-за высокого соотношения объема / поверхности в крупных системах. Для хранения только солнечного тепла требуется солнечный коллектор размером примерно 4 м³ на м². Для работы крупного коллектора требуется температура в диапазоне 85-90 °С. КПД 80% (56 кВт/(м³·а)) обеспечивается без теплового насоса; он увеличивается до 95% (67 кВт/(м³·а)) при использовании теплового насоса для подачи воды из хранилища⁶⁹. Другой возможной технологией является применение труб в скважинах (СКТЭ). Как правило, они используются с тепловыми насосами и эксплуатируются при низких температурах (от 0 до 30 °С). Коллектор может иметь КПД в диапазоне от 90% до 100%, когда оно работает при средней годовой температуре грунта и отсутствует сильный поток природной грунтовой воды. Данный тип хранилища тепловой энергии также иногда используется в качестве поглотителя тепла в системах охлаждения, обеспечивающих нужный микроклимат. Подземные водоносные пласты (ПКТЭ) сооружаются путем использования непосредственного обмена тепловой энергии в вертикальных скважинах. Как правило, имеется одна центральная скважина, окруженная несколькими периферийными скважинами. Обычно, водоносные пласты используются для низкотемпературных установок в комбинации с тепловыми насосами для охлаждения летом и нагрева зимой. Потенциальная проблема связана с химическим составом воды в водоносном пласте, что может влиять на рабочие показатели.

7.5. Централизованное холодоснабжение

В системах централизованного холодоснабжения охлажденная вода (или соленый раствор) производится на центральной установке и распределяется через подземную сеть трубопроводов по зданиям или потребителям, подключенным к системе. В первую очередь охлажденная вода используется для систем кондиционирования воздуха. После выхода воды из таких систем ее температура повышается, и вода возвращается в центральную установку, где она охлаждается и циркулирует в системе с замкнутым контуром (см. Рисунок: «Иллюстрация системы централизованного холодоснабжения»).



Рисунок: Иллюстрация системы централизованного холодоснабжения.

(Источник: ПАСЭТ, 2010, Производство цемента, Программа анализа систем энергетических технологий. In: www.etsap.org)

Тепловой насос получает энергию с более низкой температурой и отклоняет энергию с более высокой температурой. Энергетическая среда, отбираемая тепловым насосом, может быть очень холодной, и она может использоваться для охлаждения. В системах централизованного холодоснабжения холод может производиться централизованно разными типами тепловых насосов (охладителей), которые описаны в предыдущих разделах, посвященных технологиям централизованного теплоснабжения. Источником энергии для работы охладителей может быть электричество или тепло при применении абсорбционных тепловых насосов. Другой возможностью является применение свободного охлаждения от поглотителей тепла, таких как

⁶⁹ Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012) <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/26689/1/eur%2025407%20en%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>

морская или речная вода. Эти системы могут комбинироваться с хранилищами холода, которые чаще всего основаны на замерзшем льде, но также они могут основываться на других материалах, меняющих свое состояние. Так же систему можно использовать в сочетании с системой централизованного теплоснабжения, в которой горячая вода производится централизованно, а затем распределяется через несколько размещенных в местах использования охладителей, работающих на тепловой энергии (работающих по тому же принципу, что абсорбционные тепловые насосы). Абсорбционные охладители можно эксплуатировать при температуре уже 85 °C. Принцип заключается в использовании излишков тепловой энергии, произведенной для системы централизованного теплоснабжения, для которой в течение определенных периодов используется энергия, например, энергия отходов производства или энергия твердых коммунально-бытовых отходов. Данный метод также может использоваться с геотермальной тепловой энергией для геотермального централизованного холодоснабжения, даже несмотря на то, что, как правило, в Европе он применяется мало⁷⁰. Этот принцип используется в некоторых случаях с геотермальной тепловой энергией из Парижского бассейна (Франция). Комбинирование централизованного холодоснабжения на основе абсорбционных охладителей и централизованного теплоснабжения имеет особое преимущество в летнее время, когда потребность в подогреве ограничивается, в основном, горячей водой для бытовых нужд. Предполагается, что система такого типа будет конкурентоспособной по отношению к другим решениям, таким как системы централизованного холодоснабжения или размещенные в месте потребления охладители, работающие на электроэнергии.

Преимущество системы централизованного холодоснабжения заключается в том, что она может потреблять меньше энергии и выбрасывать меньше CO₂ по сравнению с другими альтернативными системами, такими как традиционные индивидуальные системы с охладителями, работающими от электроэнергии. При объединении потребностей в охлаждении можно использовать более эффективную технологию охлаждения и подбирать более оптимальные размеры по сравнению с теми, которые можно применять в одноквартирных зданиях. Недостатком являются высокие капитальные затраты, эксплуатационные расходы и потери в системе трубопроводов. При применении абсорбционных охладителей в комбинации с централизованным теплоснабжением или использовании систем естественного охлаждения вместо охладителей, работающих от электричества, можно не использовать электроэнергию для охлаждения, а вместо нее применить технологию с ограниченным объемом выбросов CO₂.

Дополнительные ресурсы:

- 1) Исследование ОИЦ «Наилучшие технологии, имеющиеся на рынке обогрева и охлаждения в Европейским Союзе» (2012)
http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=1410&dt_code=NWS&obj_id=15750&ori=RSS. В отчете приведено описание технологий на основе источников возобновляемой энергии в комбинации с высокоэффективными энергетическими технологиями. Секторы, в которых они применяются, представляют собой централизованное теплоснабжение (включая комбинированное производство тепла и электроэнергии), промышленные технологии, технологии для коммунальных служб и жилых зданий и, наконец, технологии для сельского хозяйства и рыболовства. Описание технологий включает преимущества и недостатки. Полная версия отчета имеется на странице в Интернете:
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/1111111111/26689/1/eur%2025407%20en%20-%20heat%20and%20cooling%20final%20report-%20online.pdf>
- 2) В отчете Международного энергетического агентства «Совместное производство электрической и тепловой энергии и централизованная энергия» (опубликован в 2009 г.) представлены наилучшие стратегические подходы, которые используются в разных странах для расширения ТЭС и использования централизованной энергии:
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CHPbrochure09.pdf> В приложении к настоящему отчету представлены целевые исследования о стратегии, включая целевые исследования об обязательствах по поставкам энергосред и строительных нормах.
<http://www.iea.org/media/freepublications/archives/CHPbrochure09annex.pdf>
- 3) Отчет Международного энергетического агентства «ВОЗВРАЩЕНИЕ С ХОЛОДА: Совершенствование стратегии централизованного теплоснабжения в странах с

⁷⁰ ЕСГЭ. Европейский совет по геотермальной энергии, 2007, «Инновационные геотермальные системы для устойчивого развития». На сайте: www.egec.org

переходной экономикой», опубликованный в 2004 г. Цель отчета – оказание помощи органам власти в разработке стратегических подходов, которые могут эффективно решать основные проблемы, стоящие перед сектором централизованного теплоснабжения: создание более эффективных, экологически чистых систем централизованного теплоснабжения. В нем представлены рекомендации по планированию стратегии предложения и спроса, описаны этапы, необходимые для лучшего регулирования или обеспечения конкуренции: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/archives/cold.pdf>

- 4) Международная ассоциация централизованного теплоснабжения и холодоснабжения предоставляет информацию о технологии централизованного теплоснабжения и примеры реализуемых проектов: <http://www.euroheat.org/> Она публикует технические руководства (например, «Руководство для подстанций централизованного теплоснабжения»), отчеты и исследования (например, «Рекомендуемые нормы для измерений и выставления счетов») и документы о сертификации компонентов систем централизованного теплоснабжения. Большая часть документов доступна для загрузки бесплатно.
- 5) Возобновляемые источники энергии для систем централизованного теплоснабжения, а именно, для систем солнечного централизованного теплоснабжения:
 - i) Общая информация о системах солнечного централизованного теплоснабжения <http://www.solar-district-heating.eu> с перечнем крупных солнечных станций теплоснабжения, расположенных в Европе и имеющих номинальную производительность более 700 кВт·ч: <http://www.solar-district-heating.eu/SDH/LargeScaleSolarHeatingPlants.aspx>
 - ii) Примеры установок солнечной энергии для систем централизованного теплоснабжения во многих странах представлены в базе данных (разработана в рамках проекта «SOLARGE»). <http://www.solarge.org/index.php?id=2> Также представлены примеры применения солнечной энергии в децентрализованных системах отопления.
 - iii) Информация о возобновляемых источниках энергии для отопления и охлаждения на сайте «Возобновляемые источники энергии для отопления и охлаждения», разработанном в рамках инициативы «Европейская технологическая платформа»: www.rhc-platform.org

8. WATERGY: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДНЫХ СИСТЕМ

Энергия и вода являются основными составляющими для устойчивой ежедневной деятельности и экосистем. Эти два ресурса также имеют тесную связь; энергия используется для водоснабжения, а вода применяется в энергетических системах. Энергия для действий, таких как подача насосами, очистка и подогрев воды и производство пара, потребляет значительную часть топливных и электрических ресурсов муниципалитетов. Поэтому комбинированный подход для эффективного использования воды и энергии может способствовать еще большей экономии энергии и воды, применению технологий для оптимального использования энергии в муниципальных системах водоснабжения и внедрению экономичных эффективных мер.

Муниципалитеты являются сильными игроками для обеспечения потенциала эффективного использования воды, такого как:

- По прогнозам более половины населения развивающихся стран будет жить в городах к 2020 г.⁷¹.
- По прогнозам общее мировое потребление электроэнергии для водного хозяйства вырастет на 33 процента к 2020⁷².
- По прогнозам в 2025 г. треть населения мира будет жить в регионах с хронической нехваткой воды.⁷³
- В развивающихся странах муниципальные водопроводные хозяйства теряют от 30 до 60 процентов воды; муниципалитеты в развитых странах теряют от 15 до 25 процентов.⁷⁴
- Совершенствование методов технического обслуживания и эксплуатации, устранение потерь пригодной к употреблению воды (утечки, неисправность оборудования) в крупных городах развивающихся стран помогут удвоить объем имеющейся воды⁷⁵ и снизить потребление энергии.

Муниципалитеты могут активно снижать потребление производимой при помощи ископаемого топлива энергии, потребляемой системами водоснабжения⁷⁶, путем внедрения двух категорий мер:

- Мер, ориентированных на снижение энергопотребления системами водоснабжения. Стандартными мерами являются снижение количества утечек, управление насосами при помощи преобразователей частоты или снижение расхода воды.
- Из-за недостатка воды некоторые европейские регионы вынуждены использовать оросение. В связи с тем, что для данного процесса требуется значительное количество энергии, использование технологий возобновляемой энергии, в развитии которых за последние годы был достигнут соответствующий прогресс, является одним из альтернативных вариантов, который должен рассматриваться техническим персоналом.

Вода – Подход к управлению энергоэффективностью

Комбинированный подход к эффективному использованию воды и энергии может приносить большую экономию, чем подход, ориентированный на отдельное эффективное использование воды и энергии. Путем комбинирования технических и управленческих усовершенствований, программа Альянса за экономию энергии Watergy⁷⁷ предлагает:

⁷¹ Муками Кариуки «Водоснабжение и санитария для бедных слоев городского населения», <www.wssc.org/vision21/docs/doc16.html> (доступ в декабре 2001 г.).

⁷² На основе анализа, проведенного представителем Альянса за экономию энергии Лаурой Линд с использованием Модельного энергетического кодекса (Исследование энергопотребления при производстве), 1991 г.. Также см. Аора и Лешевалье 1998 г..

⁷³ ИМР, «Системы пресной воды, качество воды», <www.wri.org/trends/water.html> (доступ в декабре 2011 г.).

⁷⁴ Министерство энергетики США «Завтрашая энергия сегодня для городов и графств», <[www.eren.doe.gov/cities_counties/watery.html](http://eren.doe.gov/cities_counties/watery.html)> (доступ в декабре 2011).

⁷⁵ Совместный совет по водоснабжению и санитарии, «Управление спросом и сохранение воды» <www.wssc.org/activities/vision21/docs/doc26.html> and <www.who.int/water_sanitation_health/wss/sustoptim.html> (доступ в декабре 2011).

⁷⁶ Дополнительную информацию см. на странице в Интернете Генерального директората по вопросам окружающей среды http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm#studies

⁷⁷ Альянс за экономию энергии, «Watergy: использование преимуществ неосвоенной энергии и возможностей эффективного использования воды в муниципальных системах водоснабжения» (первое Руководство 2002 г.; обновлено в 2007 г.); на английском языке (версия 2007 г.): <http://www.watergy.org/resources/publications/watergy.pdf> на русском языке (версия 2002): http://watergy.org/resources/publications/watergy_russian.pdf

- включать перспективные производственные показатели;
- повышать производительность;
- применять методы повышения эффективности с низкой стоимостью;
- и добавлять капитальные вложения со средней стоимостью;
- снижать эксплуатационные расходы;
- и обеспечивать собственные доходы путем использования источников возобновляемой энергии на объектах (например, путем применения биогазификационных технологий).

Усовершенствования часто окупаются в течение периода времени от нескольких месяцев до нескольких лет.

На Рисунке ниже показаны этапы, используемые для успешного внедрения проектов Альянса за экономию энергии Watergy⁷⁸.

Обязательства руководства

- Руководящая роль высшего руководства является очень важной для вовлечения руководителей среднего звена и рядового персонала в процесс реализации проектов



Техническое управление и анализ:

- Учет и определение местоположения установок, потребляющих воду и энергию
- Проведение энергоаудита системы (систем)
- Определение целей и этапов
- Разработка базовых сроков и показателей
- Повышение квалификации технического персонала



Внедрение мер по повышению эффективности:

Ремонт / замена насосов
Обнаружение и устранение утечек
Регулировка давления (понижение давления после уменьшения утечки)
Установка / замена средств автоматизации
Измерения и контроль
Трубы с низким коэффициентом трения
Конструкция и расположение систем



Обеспечение экономии энергии, воды и денежных средств

Возможности для усовершенствований на сторонах предложения и спроса

Водопроводное хозяйство можно сделать энергоэффективным путем усовершенствований как на стороне предложения, так и на стороне спроса⁷⁹.

Возможности усовершенствований на стороне предложения

Общие проблемы	Возможные решения
<ul style="list-style-type: none"> • Утечки в: <ul style="list-style-type: none"> - В магистралях и трубопроводах распределения воды; - Соединениях трубопроводов и оборудования; - Клапанах; - Счетчиках; - Корродированных или поврежденных участках системы. • Высокий уровень трения на внутренних 	<ul style="list-style-type: none"> • Системное перепроектирование и реконструкция оборудования путем ответа на основные вопросы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильно ли спроектирован и является ли эффективным насос? <ul style="list-style-type: none"> - Энергоэффективные двигатели; - Приводы с регулируемой скоростью; - Рабочие колеса, клапаны, конденсаторы; - Более низкое трение труб и покрытия. 2. Являются ли напоры совместимыми? (напор насоса и напор системы)

⁷⁸ Альянс за экономию энергии, «Обеспечение энергоэффективности систем водоснабжения и очистки сточных вод при помощи стратегий Watergy», Роберт Б. Ланг, Лора Ван Ви, Брайан С. Кастелли (http://ase.org/sites/default/files/iwa_paper_alliance.pdf)

⁷⁹ Альянс за экономию энергии, «Watergy: использование преимуществ неосвоенной энергии и возможностей эффективного использования воды в муниципальных системах водоснабжения» (первое Руководство 2002 г.; обновлено в 2007 г.); на английском языке (версия 2007 г.): <http://www.watergy.org/resources/publications/watergy.pdf>
на русском языке (версия 2002 г.): http://watergy.org/resources/publications/watergy_russian.pdf

поверхностях труб (значение с для труб) • Неправильная схема расположения системы; • Избыточность конструкции системы; • Неправильный выбор оборудования; • Старое, устаревшее оборудование; • Плохое техническое обслуживание; • Потери пригодной воды.	3. Установлены ли приводы с регулируемой скоростью для обеспечения работы с переменной производительностью? 4. Являются ли эффективными средства управления? ⁸⁰ • Уменьшение рабочего колеса насоса; • Уменьшение утечек и потерь; • Модернизация оборудования; • Трубы с низким трением; • Двигатели с приводами с регулируемой скоростью; • Конденсаторы, трансформаторы; • Улучшение методов технического обслуживания и эксплуатации; • Очистка и повторное использование воды.
--	---

Возможности усовершенствований на стороне спроса

Путем усовершенствования на стороне спроса водопроводные хозяйства могут создавать ситуации обоюдного выигрыша как для самих себя, так и для своих потребителей.

Преимущества для коммунальных предприятий	Преимущества для потребителей
• Снижение спроса на воду может приводить к повышению производительности. • Это может помогать избегать новых вложений в объекты; • Меньший объем прохождения воды в системах снижает стоимость прокачки и потери энергии из-за трения; • Вложения в программы, связанные со стороны спроса, приносят краткосрочную и долгосрочную экономию средств.	• Снижение спроса приводит к снижению затрат на предоставляемые услуги. • Снижение дефицита воды.

Основой успеха является обеспечение для потребителей таких же или даже больших преимуществ благодаря снижению объема потребляемой воды. Муниципальные коммунальные предприятия могут реализовывать программы стимулирования или обучения, направленные на снижение потребления на стороне спроса жителями или промышленными предприятиями, такие как обучающие и информационно-разъяснительные программы; инвентаризация воды для жилого и коммерческого сектора, предоставление рекомендаций по усовершенствованию, комплекты документов для эффективного использования воды, информационные брошюры и буклеты для граждан и промышленных предприятий, программы по скидкам и установке, награды и призы за лучшие инициативы частных, общественных и коммерческих организаций.

Координация мер на стороне спроса с действиями систем предложения может приносить еще большие преимущества обеим сторонам. Например, благодаря согласованию крупных программ на стороне спроса с закупкой новых энергоэффективных насосов может позволить водопроводному хозяйству сэкономить средства путем снижения объема воды, проходящего через систему, и оно сможет купить меньше и менее дорогие насосы для удовлетворения сократившегося спроса. Очень часто снижение спроса приводит к модернизации систем и их приспособлению к новым уровням спроса.

Очень часто конечные потребители могут не видеть никакой прямой ценности при использовании воды неэффективным образом. Наиболее распространенными технологиями, обеспечивающими экономию, являются следующие:

- Сверхнизкий уровень воды в бачках смычных туалетов;
- Барьеры в бачках унитазов или другие устройства вытеснения воды;
- Душевые распылители с низким потоком;
- Эффективные аэраторы кранов;
- Эффективные стиральные и посудомоечные машины;

⁸⁰ СП 1998, стр. 55–58.

- Сухоустойчивый ландшафт (посадка растений, которые способны адаптироваться к климатическим условиям и обеспечивать экономию большого количества воды орошения);
- Капельное орошение;
- Энергоэффективные водяные нагреватели;
- Системы горячей воды по требованию.

Наиболее эффективными мерами, которые используются организациями и предприятиями⁸¹, являются:

- Повторное использование технологической воды;
- Модернизация и регулировка оборудования и замена частей;
- Применение эффективных методов использования хозяйственно-бытовой воды, таких как унитазов и писсуаров с низким уровнем воды, аэраторов кранов, душевых распылителей с низким потоком и т.д.;
- Изменение способов эксплуатации;
- Регулировка продувки башен охлаждения;
- Уменьшение времени орошения ландшафта;
- Устранение утечек;
- Установка распыляющих форсунок, установка автоматических форсунок с затвором.

Дополнительные ресурсы:

1. Отчет «Watergy: использование преимуществ неосвоенной энергии и возможностей эффективного использования воды в муниципальных системах водоснабжения» (2007 г.), опубликованный Альянсом за экономию энергии Агентства по энергетике, окружающей среде и техническим мерам по экономическому развитию сельского хозяйства и Торговым бюро AMP США (Дж. Джеймс, С.Л. Кэмпбелл, Е.Г. Годлав). Отчет содержит описание технологий для оптимального использования энергии в муниципальных системах водоснабжения путем внедрения экономически эффективных мер. Полная версия отчета имеется на сайте <http://www.watergy.org/resources/publications/watergy.pdf>, русский вариант (версия 2002 г.): http://watergy.org/resources/publications/watergy_russian.pdf
2. Отчет «Обеспечение энергоэффективности в сетях водоснабжения и очистки сточных вод при помощи стратегий Watergy», опубликованный Альянсом за экономию энергии (Роберт Б. Ланг, Лайра Ван Ви-МакГорри, Брайан С. Кастелли). В отчете освещается комбинированный подход к эффективному использованию энергии и воды, который может обеспечивать их большую экономию: http://ase.org/sites/default/files/iwa_paper_alliance.pdf

⁸¹ Департамент по вопросам окружающей среды и природных ресурсов Северной Каролины, 1998, 120 страниц.

9. ОРГТЕХНИКА⁸²

Экономия энергии при использовании оргтехники возможна благодаря выбору энергосберегающих изделий.

Только путем оценки систем и потребностей можно определить пригодные и эффективные меры. Она может быть сделана квалифицированным экспертом по энергетике с опытом в сфере информационных технологий. Заключение оценки должно включать рекомендации по приобретению оборудования либо путем покупки, либо путем аренды.

Определение мер по энергосбережению при использовании оргтехники на раннем этапе планирования может привести к значительному снижению нагрузки для систем кондиционирования воздуха и ИБП, и, таким образом, снизить как капитальные затраты, так и эксплуатационные расходы. Кроме того, двухсторонняя печать и экономия бумаги в целом являются важными мерами для экономии энергии при производстве бумаги, а также для снижения эксплуатационных затрат.

В таблицах ниже показаны потенциально важные меры по энергосбережению, которые могут применяться при использовании оргтехники. В каждой таблице меры приведены, начиная с тех, которые имеют максимальное потенциальное влияние и которые легче всего внедрять.

Этап 1: Выбор энергосберегающих изделий - Примеры

Описание мер	Потенциальная экономия
Плоские мониторы (ЖКД), заменяющие равноценные обычные мониторы, экономят энергию	Примерно 50 %
Централизованные многофункциональные устройства, заменяющие отдельные устройства с одной функцией экономят энергию, но при условии, что используется несколько функций	До 50 %
Централизованный принтер (и многофункциональные устройства), заменяющие персональные принтеры, экономит энергию, если для конкретного применения выбраны правильные параметры	До 50 %

Этап 2: Выбор энергосберегающих устройств в определенной группе изделий - примеры

Описание мер	Потенциальная экономия
Конкретные параметры оборудования для реального применения являются наиболее важным фактором для экономии энергии	В количественном отношении не определено
Использование для тендеров критериев стандарта «Energy-Star» в качестве минимальных позволит избежать приобретения неэффективных устройств	0 – 30 % по сравнению с оборудованием существующего уровня
Обеспечивайте, чтобы управление энергопотреблением являлось частью технических условий тендера, и чтобы оно учитывалось в конфигурации при установке новой оргтехники	До 30 %

Этап 3: Проверка управления энергопотреблением и потенциала экономии конкретного потребителя - Примеры

Описание мер	Потенциальная экономия

⁸² Европейская программа «Зеленое строительство» <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/index.htm>, <http://www.eu-energystar.org/> и Программа Международного энергетического агентства «Эффективное использование конечного электротехнического оборудования» www.iea-4e.org
Информация о приобретении оргтехники имеется на сайте <http://www.pro-ee.eu/>

Система управления энергопотреблением должна быть предусмотрена во всех устройствах	До 30 %
Экранные заставки не экономят энергию, поэтому вместо них нужно использовать быстрое включение дежурного / спящего режима	До 30 %
Использование переключаемого многоходового соединителя может предотвращать потребление энергии выключенного комплекта офисного оборудования в ночное время или во время отсутствия персонала	До 20 %
Выключение мониторов и принтеров во время перерывов и совещаний снижает потребление энергии в дежурном режиме	До 15 %

Бирка «ENERGY STAR»⁸³, имеющаяся на энергосберегающем офисном оборудовании, применяется к широкому диапазону изделий: от простых сканеров до полных систем домашних настольных компьютеров. Требования и технические условия изделия, на которое приклеивается бирка, можно найти на сайте www.eu-energystar.org. Для сравнения изделий имеется инструмент, который дает возможность пользователям выбирать оборудование с максимальными возможностями энергосбережения. Например, можно видеть, что в зависимости от выбора монитора потребляемая мощность варьирует в диапазоне от 12 Вт до 50 Вт. В этом случае потребление энергии при включенном устройстве снижается на ~75%.

⁸³ Дополнительная информация имеется на сайте www.eu-energystar.org

Согласно Положению (ЕС) 106/2008, центральные органы власти могут устанавливать более низкие требования в отношении энергоэффективности, чем требования общих технических условий для контрактов по коммунальным сетям, стоимость которых равняется или превышает пороговые значения, указанные в Статье 7 Директивы 2004/18/ЕС.

10. БИОГАЗ⁸⁴

Биогаз – это естественный попутный продукт разложения органических отходов на мусорных свалках с засыпкой или из систем канализационной или остаточной воды. Он образуется при разложении органической части отходов.

В основном, биогаз содержит метан (CH_4), который является чрезвычайно горючим газом. Поэтому биогаз является ценным источником энергии, который может использоваться для газовых турбин или поршневых двигателей, в качестве дополнительного или основного топлива для увеличения объема производимой электрической энергии, как качественный трубопроводный газ или автомобильное топливо, или даже в качестве источника тепла и двуокиси углерода для теплиц и различных промышленных процессов. Чаще всего биогаз получают на свалках или из систем сточной или остаточной воды.

Кроме того, метан также является парниковым газом, и его воздействие на глобальное потепление в 21 раз превышает воздействие двуокиси углерода (CO_2). Поэтому, извлечение биогаза также является ценным вариантом для снижения выбросов парниковых газов⁸⁵.

10.1. ИЗВЛЕЧЕНИЕ БИОГАЗА НА МУСОРНЫХ СВАЛКАХ⁸⁶

Размещение отходов на мусорных свалках⁸⁷ может создавать проблемы для окружающей среды, такие как загрязнение воды, неприятные запахи, взрывы и горение, удушающее действие, повреждение растительности и выбросы парниковых газов.

Газ на мусорных свалках⁸⁸ образуется в аэробных и анаэробных условиях. Аэробные условия создаются сразу же после размещения отходов из-за захваченного атмосферного воздуха. Начальная аэробная фаза является кратковременной, и образующийся газ, в основном, состоит из двуокиси углерода. В связи с тем, что количество кислорода быстро сокращается, длительное разложение продолжается в анаэробных условиях; при этом образуется газ со значительной теплотой сгорания. Обычно он содержит 55% метана и 45% двуокиси углерода со следами нескольких летучих органических соединений (ЛОС). Большая часть CH_4 и CO_2 образуется в течение 20 лет после размещения отходов на свалке.

Свалки представляют собой значительный источник выбросов антропогенного CH_4 ; по оценке, количество выбросов антропогенного CH_4 во всем мире составляет 8%. В Приложении I к Директиве 1999/31/ЕС говорится: «Газ мусорных свалок необходимо собирать на всех свалках, куда поступают биологически разлагаемые отходы. Он должен очищаться и использоваться. Если собранный газ нельзя использовать для производства энергии, его необходимо сжигать». Национальные директивы или стандарты также могут применяться к газу со свалок в странах Восточного Партнерства и Центральной Азии.

10.2. БИОГАЗ ИЗ СТОЧНОЙ И ОСТАТОЧНОЙ ВОДЫ

Другой возможностью производства биогаза является установка биореактора в системах сточной и остаточной воды. Остаточные воды направляются в очистную установку, где из сточной воды удаляются органические вещества. Эти органические вещества разлагаются в биореакторе, в котором биогаз производится при помощи анаэробного процесса. Примерно 40-

⁸⁴ Некоторые примеры проектов по биогазу можно найти на Интернет-странице http://ec.europa.eu/energy/renewables/bioenergy/bioenergy_anerobic_en.htm

⁸⁵ См. главу 10 настоящего руководства.

⁸⁶ Исследование о потенциале энергии из биогаза, производимого на свалке городских отходов в Южной Испании. Монсеррат Заморано, Хорхе Игнасио Перес Перес, Игнасио Агвилар Павес, Ангел Рамос Ридао. «Обзор возобновляемых и устойчивых источников энергии» 11 (2007) 909-922 // «Влияние размещения на свалках и закладывания в компост на выбросы парниковых газов – Обзор», Экс.Ф. Лу, Дж. Наир. «Технология биоресурсов» 100 (2009) 3792-3798 // Международное энергетическое агентство «Биоэнергия – Задание 37 Энергия из биогаза и свалочного газа». www.iea-biogas.net

⁸⁷ Предоставленная информация может не касаться стран, где мусорные свалки уже не разрешены.

⁸⁸ Дополнительная информация в документе Типовой отчет «Техноэкономическое обоснование устойчивого снижения выбросов на существующих свалках Крагге и Вирингермеер в Нидерландах. Процессы в отходах и обзор усовершенствованных технических мер» имеется в Интернете на сайте http://www.duurzaamstorten.nl/webfiles/DuurzaamStortenNL/files/R00001_Final_generic_report.pdf

60% органических веществ превращаются в биогаз с содержанием метана около 50-70%⁸⁹. Сырьем для биореактора также могут быть растительные и животные отходы. Поэтому он может использоваться в пищевой промышленности, такой как крупные муниципальные очистные сооружения.

Современные установки могут снижать запахи до минимального уровня. Биогазовые установки могут предназначаться для выполнения предварительных условий, подлежащих утверждению предприятиями пищевой промышленности для использования биологических удобрений в сельском хозяйстве.

⁸⁹ Джоан Карлес Бруно и др. «Интеграция абсорбционных систем охлаждения в тригенерационные системы с газовыми микротурбинами с использованием биогаза: Целевое исследование установки очистки стоков». Практическая энергетика 86 (2009) 837-847

11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ НА СТОРОНЕ СПРОСА⁹⁰, ВКЛЮЧАЯ ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ

Приобретение зеленой электроэнергии⁹¹ (как описано в Части I, глава 7.2.4) муниципальной администрацией, домами или компаниями, является хорошим стимулом для компаний вкладывать средства в диверсификацию установок по производству чистой энергии. У муниципалитетов имеется некоторый опыт покупки зеленой электроэнергии у электростанций, находящихся в собственности муниципальной компании.

Приобретение энергосберегающих бытовых электроприборов является другим источником сбережения и экономии энергии. Для этого для стран ЕС и членов Договора о создании энергетического сообщества⁹² были приняты рамочные положения об экологическом дизайне и маркировке энергетической эффективности. Положения об экологическом дизайне (внедренные согласно Директиве 2009/125/ЕС)⁹³ направлены на снижение воздействия на окружающую среду изделий, связанных с энергетикой, включая энергопотребление на протяжении их полного жизненного цикла. Положения о маркировке энергетической эффективности (внедренные согласно Директиве 2010/30/ЕС)⁹⁴ обязывают производителей бытовых приборов маркировать свои изделия, предоставляя покупателям возможность иметь сведения об энергоэффективности и объеме потребления энергии данными устройствами. Эти директивы и (или) национальные положения также применяются к маркировке бытовых электроприборов в некоторых странах Восточного Партнерства и странах Центральной Азии. Приборы, на которые распространяются данные положения, как правило, включают: холодильники, морозильники и их комбинации, стиральные машины, сушилки и их комбинации, посудомоечные машины, печи, нагреватели воды и устройства для хранения горячей воды, источники освещения, устройства кондиционирования воздуха. Перечень положений о маркировке и положений об экологическом дизайне, принятых для различных изделий, потребляющих энергию, можно найти на сайте⁹⁵. Положения об экологическом дизайне часто включают требования о запрете изделий с самым низким уровнем энергосбережения. Что касается положений о маркировке, настоятельно рекомендуется выбирать приборы с маркировкой A+, A++ или A+++. Маркировка зданий применяется также; она основана на схеме сертификации энергетических показателей, принятой согласно директив EPBD/2002/91/ЕС и EPBD/2010/31/EU⁹⁶.

Комбинирование изменений отношения и внедрения эффективных мер по энергосбережению (это не включает переоборудование) в домах может обеспечивать снижение энергопотребления до 15% после второго года⁹⁷.

⁹⁰ Информация об управлении на стороне спроса имеется на сайте Международного энергетического агентства «Управление на стороне спроса» www.ieadsm.org

На сайтах Topten представлена подборка лучших с точки зрения энергии электроприборов www.topten.info (проект, поддерживаемый программой «Умная энергия для Европы»)

⁹¹ Дополнительная информация имеется в документе «Зеленая электроэнергии – обеспечение разнообразия», PriceWaterhouseCoopers

http://www.pwc.ch/de/dyn_output.html?content.cdid=14918&content.vcname=publikations_seite&collectionpageid=619&backLink=http%3A%2F%2Fwww.pwc.ch%2Fde%2Funsere_dienstleistungen%2Fwirtschaftsberatung%2Fpublikationen.html

⁹² Страны, которые являются членами Договора о создании энергетического сообщества: <http://www.energy-community.org>.

⁹³ Директива 2009/125/ЕС Европейского Парламента и Совета от 21 октября 2009 г. устанавливает основные положения для определения требований к экодизайну для изделий, потребляющих энергией.

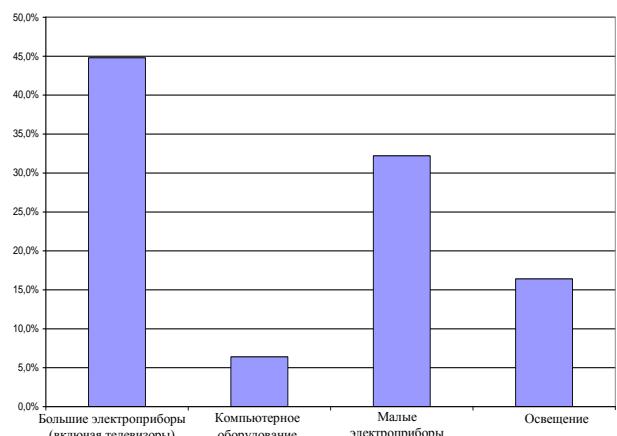
⁹⁴ Директива 2010/30/ЕС Европейского Парламента и Совета является базовой директивой по обозначению при помощи маркировки и стандартной информации об изделиях, потребляющих энергию, и других ресурсах, связанных с изделиями, потребляющими энергию.

⁹⁵ Перечень положений о маркировке и положений об экологическом дизайне, принятых для различных изделий, потребляющих энергию, можно найти на сайте: <http://www.eceeee.org/ecodesign/products>.

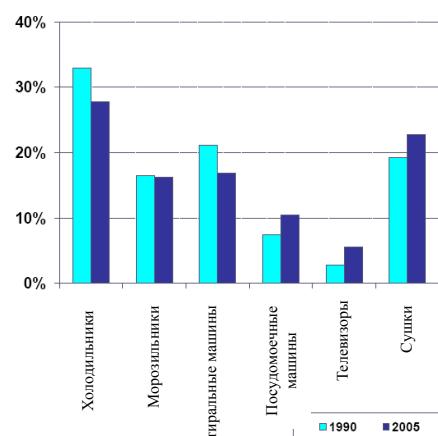
⁹⁶ 19 мая 2010 г. переработанный вариант «Директивы по энергопотребляемости зданий (ДЭПЗ – 2010/31/EU)» был принят Европейским Парламентом и Советом Европейского Союза для усиления требований к энергетическим показателям зданий и разъяснения и совершенствования положений Директивы 2002 г.; он заменяет.

⁹⁷ Дополнительная информация имеется на сайте www.econhome.net

Потребление бытовыми электроприборами на одну квартиру по типу электроприборов (EU-15)
2005 г.



Потребление большими электрическими приборами по типу



Источник: База данных Odyssée - www.odyssee-indicators.org

Повышение уровня осведомленности граждан является мощным средством для снижения потребления энергии на работе и дома. Научное исследование, проведенное в 2006 г., показало, что положительное отношение жильцов дома может приводить к значительному снижению потребления энергии⁹⁸. В рамках данного исследования был проведен количественный анализ с использованием диалоговой интерактивной «системы информации о потреблении энергии», которая была установлена в девяти жилых зданиях. Основные результаты были следующими:

- Установка системы привела к снижению потребления энергии на 9%;
- Сравнение суточных графиков нагрузки и графиков длительности нагрузки для каждого прибора, до и после установки, показало различные энергосберегающие формы отношения членов домашнего хозяйства, такие как снижение резервной мощности и лучшее управление работой приборов;
- Осведомленность в отношении энергосбережения повлияла не только на потребление энергии приборами, непосредственно показанными на мониторе, но и на потребление другими бытовыми электроприборами.

Были разработаны или в настоящее время разрабатываются некоторые ориентированные на учащихся проекты⁹⁹, предназначенные для их обучения передовому опыту. Эти проекты предлагают включать методы экономного отношения к энергии в курсы обучения для того, чтобы учащиеся были осведомлены о преимуществах такого отношения. Эти инициативы ориентированы на только на учащихся, но и на родителей. По существу, идея заключается в том, чтобы принести экономное отношение к энергии из школы в дом.

Пример: Значительное снижение потребления энергии при помощи мотивации и информации для организации соревнования граждан можно увидеть в проекте «Использование энергии соседями» в рамках программы «Умная энергия для Европы» <http://www.energynighbourhoods.eu/gb/>

⁹⁸ «Эффективность систем информации о потреблении энергии в экономии энергии в жилых зданиях на основе собранных данных», Тсуиоши Уено *, Фуминори Сано, Осаму Саеки, Киширо Тсуджи – Практическая энергетика 83 (2006) 166–183

⁹⁹ Дополнительная информация об энергоэффективности в школе имеется на сайте www.pees-project.eu. Проект, поддерживаемый программой «Умная энергия для Европы». Научное исследование об энергоэффективности в школе было проведено в Греции. Результаты можно найти в статье: «Эффективное обучение энергоэффективности», Николаос Зографакис, Анджелики Н. Менегаки, Константинос П. Тсагаракис. Опубликована в сборнике «Энергетическая стратегия» 36 (2008) 3226-3232.

12. ЭНЕРГОАУДИТ¹⁰⁰ И МЕРЫ ПО ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ

Целью энергоаудита является выполнение анализа потоков энергии в инженерных сооружениях и системах (например, зданиях, сетях централизованного теплоснабжения и т.д.) с целью понимания эффективности использования энергии. Кроме того, в нем предлагаются корректирующие меры для сфер с неэффективным использованием энергии. Сбор характеристик сооружений или оборудования, которые подвергаются аудиту, а также данных о потреблении энергии и эксплуатационных данных, осуществляется при помощи исследований, измерений или счетов за потребленную энергию, предоставляемых коммунальными предприятиями и операторами, или при помощи моделирования с использованием утвержденного программного обеспечения. После сбора и правильного анализа энергетических и эксплуатационных показателей имеется возможность предложить корректирующие меры, направленные на улучшение энергоэффективности сооружений или систем. Результаты энергоаудита должны быть по меньшей мере следующими:

- Определение и количественное выражение потенциала энергосбережения;
- Рекомендации по корректирующим мерам / мерам по улучшению энергоэффективности;
- Количественное определение капитальных затрат для улучшения энергоэффективности;
- План / программа внедрения мер.

Энергоаудит является первым этапом перед принятием окончательного решения о том, какие меры будут предприниматься для повышения энергоэффективности. Независимо от мер энергоаудит может выявить неправильные методы энергопотребления.

В связи с тем, что измерения и сбор данных являются важным моментом в оценке воздействия на энергию и стоимость реализуемых проектов обеспечения энергоэффективности согласно рекомендациям энергоаудита, способ их проведения должен планироваться заранее. Дополнительную информацию об измерениях и проверке реализации различных мер по энергосбережению можно найти на странице Международного протокола измерения и проверки эффективности www.evo-world.org.

С точки зрения энергоэффективности, показ потребления энергии и хода выполнения людям оказывает воздействие на информированность, которая ведет к дополнительной экономии вследствие изменения отношения.

Во время процесса принятия решения в отношении программы финансирования (например, программируемые квоты на выброс углерода – глава, посвященная программам финансирования), метод, используемый для измерения экономии или произведенной энергии, играет главную роль. В сущности, это может быть требованием банка или фонда для получения доступа к финансированию. Кроме того, когда проект основывается на программе энергосервисной компании, в контракте должно быть четко указано, как будет измеряться объем энергии (тепловая энергия, электроэнергия или и то и другое); на этих измерениях должны основываться сроки осуществления платежей и методы наложения штрафов. Также контроль потребления / экономии энергии позволяет инвесторам и проектным организациям проверять точность прогнозов и предпринимать корректирующие меры в случае отклонений, которые не были предусмотрены.

¹⁰⁰ Дополнительная информация и руководство имеются на Интернет-странице «Зеленое здание» <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/greenbuilding/pdf%20greenbuilding/GBP%20Audit%20Guidelines%20final.pdf>

13. КОНКРЕТНЫЕ МЕРЫ ДЛЯ ОТРАСЛИ

Дополнительные ресурсы:

Отчет Международного энергетического агентства «Чистые технологии, связанные с использованием угля – версия на русском языке»: Данный краткий отчет Консультативного совета по угольной промышленности МЭА содержит отраслевые рекомендации, которые позволяют ускорить разработку и внедрение этой важной группы новых технологий, а также освоить их значительный потенциал сокращения выбросов, возникающих в результате использования угля. Широкомасштабное внедрение очистного оборудования для снижения выбросов двуокиси серы, оксидов азота и пыли промышленными предприятиями является лишь одним из примеров, который обеспечил более чистый воздух для многих стран. С 1970-ых годов, благодаря принятию различных процедурных и регулятивных мер, был создан растущий коммерческий рынок чистых технологий, связанных с использованием угля; результатом этого стало падение цен и улучшение производственных показателей. Позднее, необходимость предотвращения роста выбросов CO₂ для решения проблемы изменения климата привела к тому, что категория чистых технологий, связанных с использованием угля, была расширена, и в нее были включены технологии по улавливанию и хранению CO₂.

http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/clean_coal_rus-1.pdf

13.1. Электрические двигатели¹⁰¹ и приводы с регулируемой скоростью (ПРС)

На системы с приводом от двигателей приходится примерно 65% электроэнергии, потребляемой промышленностью в европейских и других странах. Значительное количество энергии потребляется электрическими двигателями в городах. Кроме того, они используются в зданиях для подачи воды конечным потребителям, на установках очистки и распределения воды или на установках обогрева и охлаждения. В настоящей главе описаны все секторы деятельности, где применяются электрические двигатели.

Для электрических двигателей предусмотрена маркировка, которая используется всеми основными европейскими производителями. Данная маркировка предлагает 3 типа эффективности: EFF1, EFF2 и EFF3. Рекомендуется использовать наиболее эффективные двигатели, которые имеют маркировку EFF1. Значение КПД двух двигателей, имеющих маркировку EFF1 и EFF3 с одинаковой электрической мощностью, может быть в пределах не менее 2-7%.

Когда мощность двигателя значительно превышает мощность приводимого им в действие оборудования, двигатель работает с частичной нагрузкой. Когда это имеет место, эффективность двигателя понижается. Двигатели часто выбираются таким образом, что они имеют значительно заниженную нагрузку и завышенный размер для конкретной работы. Как правило, двигатели с заниженным размером и завышенной нагрузкой имеют меньший срок службы и большую вероятность непредвиденных простоев, приводящих к производственным потерям. С другой стороны, двигатели с завышенным размером, и таким образом, имеющие малую нагрузку, испытывают снижение эффективности и коэффициента мощности.

Регулировка частоты вращения двигателей при помощи приводов с регулируемой скоростью (ПРС) может обеспечивать лучшее управление процессом и значительную экономию энергии. Однако ПРС могут иметь некоторые недостатки, такие как создание электромагнитных помех, гармоник тока в источнике питания и возможное снижение эффективности и срока эксплуатации старых двигателей. Потенциальная экономия энергии, обеспечиваемая ПРС в электрических двигателях, по оценке, составляет примерно 35%¹⁰² в насосах и вентиляторах и 15% в воздушных компрессорах, охлаждающих компрессорах и конвейерах.

13.2. Стандарт «Системы энергетического менеджмента» ISO 50001

¹⁰¹ Программа Европейской Комиссии «Вызов двигателям»

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/motorchallenge/index.htm> и Задание для систем электрических двигателей Международного энергетического агентства <http://www.motorsystems.org/>

¹⁰² Из отчета «ПРС для систем электрических двигателей». Оценка этих данных проводилась для промышленного сектора. Отчет имеется на сайте <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/motorchallenge/index.htm>

Стандарт «Системы энергетического менеджмента» - ISO 50001¹⁰³ – представляет собой инструмент для организаций и компаний, который используется для изучения текущей энергетической ситуации и повышения энергоэффективности систематическим и устойчивым способом. Данный стандарт, разработанный Международной организацией по стандартизации (МОС), содержит признанные на международном уровне основные положения для организаций, которые добровольно желают внедрить систему энергетического менеджмента.

Целью стандарта «Системы энергетического менеджмента» ISO 50001 является оказание помощи компаниям в организации процесса повышения энергоэффективности; он не предписывает конкретные критерии эффективности в отношении энергии. Это – подход для промышленных и коммерческих объектов к планированию, управлению, измерению и постоянному повышению энергетических показателей. В стандарте ISO 50001 используется подход выполнения заданий по схеме: планирование, исполнение, проверка и принятие необходимых мер; он включает следующие этапы:

- Использование и потребление энергии.
- Измерение, регистрация и составление отчетов об использовании и потреблении энергии.
- Методы проектирования и закупок оборудования, систем и процессов, потребляющих энергию.
- Разработка плана управления потреблением энергии и других факторов, влияющих на энергоэффективность, которая может контролироваться и регулироваться организацией.

Стандарт предназначен для достижения следующих целей^[104]::

- Оказание организациям помощи в обеспечении лучшего использования своих существующих объектов, которые потребляют энергию.
- Создание прозрачной схемы и упрощение обмена информацией об управлении энергетическими ресурсами.
- Способствование использованию передовых методов управления энергопотреблением и укрепление деятельности по качественному управлению потреблением энергии.
- Оказание помощи предприятиям в оценке и определении очередности внедрения новых энергосберегающих технологий.
- Предоставление основных положений для стимулирования повышения энергоэффективности во всей цепи поставок.
- Содействие улучшениям управления энергопотреблением для проектов снижения выбросов парниковых газов.
- Обеспечение интеграции с другими организационными системами менеджмента, такими как охрана окружающей среды и гигиена труда и техника безопасности.

Разделы ISO 50001:2011, имеющиеся в свободном доступе, можно просмотреть на сайтах:

<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm> или

<http://www.iso.org/iso/home.html>

13.3. Справочник по наилучшим доступным технологиям (СНДТ)¹⁰⁵ в отрасли

Справочник по наилучшим доступным технологиям предназначен для обмена информацией о наилучших доступных технологиях, контроле и разработках согласно статье 17(2) Директивы 2008/1/ЕС «Комплексное предотвращение и контроль загрязнений». В данных документах

¹⁰³ Описание стандарта ISO 50001:2011 можно загрузить с сайта <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>

¹⁰⁴ http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf

¹⁰⁵ Справочник по наилучшим доступным технологиям имеется на сайте:
ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/ENE_Adopted_02-2009.pdf

представлена информация о конкретном промышленном / сельскохозяйственном секторе в ЕС, методах и процессах, используемых в данном секторе, существующих уровнях выбросов и потребления, методах, которые необходимо рассматривать при определении наилучших доступных технологий и появляющихся методах.

14. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

В настоящей главе приведено описание использования природного газа в качестве автомобильного топлива, которое обладает преимуществами в виде пониженных выбросов парниковых газов и выбросов, влияющих на качество воздуха. Также в этой главе описаны топливные системы и экономические показатели и показатели безопасности технологии природного газа.

14.1. Транспортные средства, работающие на природном газе

Природный газ в больших количествах имеется во всем мире; он является одним из самых чистых видов ископаемого топлива. При использовании в качестве автомобильного топлива объем выбросов парниковых газов при сжигании газа меньше объемов выбросов при сжигании бензина или дизельного топлива; выброса твердых частиц, который имеет место при использовании дизельного топлива, нет вовсе. Природный газ может использоваться для всех классов транспортных средств:

- легкие транспортные средства (включая мотоциклы, легковые автомобили и микроавтобусы);
- транспортные средства большой грузоподъемности (грузовики, автобусы и даже корабли и паромы).

Транспортные средства, работающие на природном газе (ТПГ), выпускаются разными производителями (пример каталога можно найти на сайте¹⁰⁶).

При сравнении с традиционными дизельными или бензиновыми транспортными средствами, автомобили, работающие на природном газе, обладают следующими преимуществами¹⁰⁷:

- Пониженный уровень выбросов парниковых газов и окиси азота;
- Отсутствие выбросов твердых частиц, имеющих место при использовании дизельного топлива;
- Природный газ может получаться из возобновляемых источников, таких как биометан;
- Снижение уровня шума при работе автомобилей на природном газе до 50%;
- Низкие эксплуатационные расходы автомобилей, работающих на природном газе;
- Природный газ может использоваться для всех классов транспортных средств с установленной технологией;
- Широко распространенное наличие природного газа;
- Большая безопасность, чем при использовании большинства видов жидкого топлива.

Данные преимущества являются движущей силой для увеличения количества транспортных средств, работающих на природном газе, которое удвоилось с 2005 по 2010 г. По прогнозам Международной ассоциации по транспортным средствам, работающим на природном газе (МАТПГ), к 2020 г. число таких автомобилей увеличится до 50 миллионов.

¹⁰⁶ <http://www.ngvaeurope.eu/cars>

¹⁰⁷ <http://www.madagascar.eu/Natural-gas-vehicles.269.0.html>

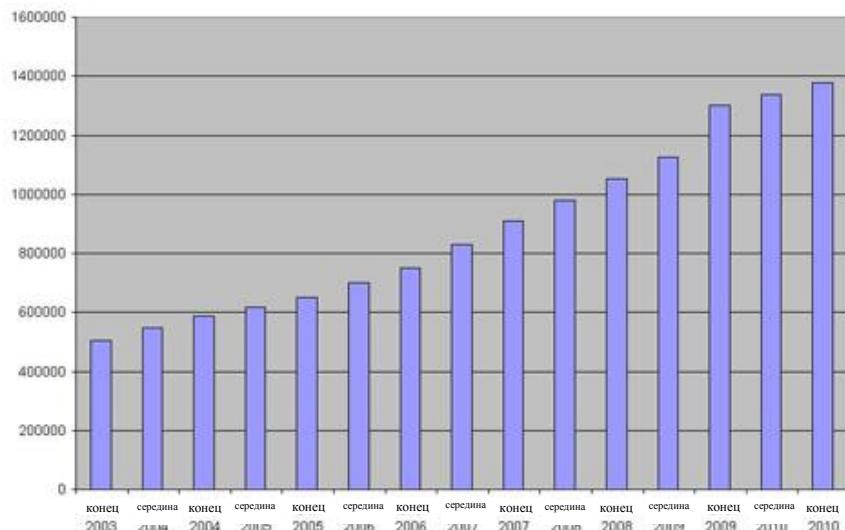


Рисунок: Рост рынка транспортных средств, работающих на природном газе, в Европе с 2005 по 2010 г.

Источник: Ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе (МАТПГ)

Среди восточных стран СМ Армения имеет наибольшую долю ТПГ (более 55%); за ней следуют Украина и Таджикистан, которые имеют 27% и 11%, соответственно. Общее количество транспортных средств, работающих на природном газе (кроме кораблей, поездов и летательных аппаратов), и их доля представлены в Таблице ниже (**Таблица:** Статистическая информация о состоянии с ТПГ в восточных странах СМ¹⁰⁸). Данные были собраны за 2011 г. для всех стран, за исключением Кыргызстана, Грузии и Таджикистана, для которых статистические данные имеются за 2007, 2008 и 2005 г.г., соответственно.

Таблица: Статистическая информация о состоянии с ТПГ в восточных странах СМ¹⁰⁹.

Страна	Общее количество ТПГ	Доли ТПГ
Армения	244000	55,5%
Беларусь	4600	0,2%
Грузия	3000	0,6%
Казахстан	3200	0,1%
Кыргызстан	6000	1,9%
Молдова	2200	0,4%
Таджикистан	10600	11,9%
Украина	388000	27,1%
Узбекистан	120000	7,1%

Системы и технологии природного газа. Для транспортных средств, работающих на природном газе, имеется два следующих варианта использования топлива¹¹⁰:

¹⁰⁸ Источник: ЕАТПГ, статистическая информация о состоянии с ТПГ в Европе и мире:

<http://www.ngvaeurope.eu/statistical-information-on-the-european-and-worldwide-ngv-status>

¹⁰⁹ Статистическая информация указана для стран, которые предоставляют отчетность в ЕАТПГ.

¹¹⁰ Источник: Международная ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе

- Однотопливные ТПГ, которые работают только на природном газе. Такие ТПГ можно оптимизировать для работы на природном газе путем использования более высоких коэффициентов сжатия, что обычно приводит к более высокому КПД двигателя. Это возможно потому, что природный газ имеет более высокое октановое число, чем бензин или дизельное топливо; поэтому коэффициенты сжатия можно повышать, не вызывая детонации. Автомобили, работающие на природном газе, оснащены двигателями внутреннего сгорания с искровым зажиганием; они очень похожи на бензиновые автомобили, но имеют другие механизмы хранения и подачи топлива. В связи с тем, что природный газ не превращается в жидкость при сжатии, его нужно хранить на борту автомобиля как компримированный природный газ (КПГ) высокого давления, как правило 200 бар. Топливные баки КПГ должны быть прочными, чтобы выдерживать давление, превышающее 200 бар; как правило, они изготавливаются из толстой и тяжелой стали. В связи с тем, что топливные баки ТПГ являются большими или тяжелыми, природный газ больше пригоден для больших транспортных средств, таких как грузовые автомобили, автобусы или микроавтобусы. Тем не менее, благоприятная политика в сфере налогообложения может сделать легковые автомобили, работающие на КПГ, достаточно популярными.
- Двухтопливные ТПГ, которые могут переключаться с природного газа на бензин и наоборот. Многие легкие ТПГ (легковые автомобили и микроавтобусы) имеют двухтопливные двигатели, чтобы исключить риск остаться без топлива при отсутствии возможности найти газозаправочную станцию. Кроме того, на легкие автомобили трудно устанавливать большие топливные баки. Однако двухтопливные ТПГ нельзя оптимизировать для работы на природном газе, поэтому они не имеют потенциала для снижения выбросов из выхлопных труб.

14.2. Заправка

Заправка ТПГ безопаснее, чем заправка транспортных средств, работающих на бензине или дизельном топливе, так как при заправке не происходит выделение паров топлива¹¹¹. Процедура заправки занимает примерно такое же время, что и заправка традиционных автомобилей, и она является простой; заправочный пистолет просто защелкивается на горловине бака заправляемого автомобиля. После заполнения бака колонка автоматически выключается, показывая, что ее можно отсоединить от автомобиля. Вариантами для заправки являются общественные заправочные станции и заправка в домашних условиях. Местоположение общественных заправочных станций, находящихся в разных странах, и поставщиков газа, которые предлагают заправку в домашних условиях, можно найти в документе «Факты и разработки для конкретных стран»¹¹².

14.3. Экологические аспекты

Городские выбросы. В целом, ТПГ являются очень чистыми в отношении ухудшающих качество воздуха выбросов, которые могут влиять на здоровье человека. Они включают пылевидные вещества (ПВ), окись углерода (СО), оксиды азота (NOx) и канцерогенные углеводороды (НС). Почти нулевые выбросы пылевидных веществ ТПГ представляют собой особое преимущество при замене природным газом дизельного топлива; обычно это касается транспортных средств большой грузоподъемности.

Кроме того, однотопливные ТПГ выделяют мало или совсем не выделяют пары во время заправки и сжигания топлива в двигателях. В автомобилях, работающих на бензине, выбросы паров топлива составляют не менее 50% общих выбросов углеводородов.

При сравнении с традиционными автомобилями, работающими на дизельном топливе или бензине, выбросы выхлопных газов автомобилями, использующими природный газ, могут снижаться следующим образом¹¹³:

- Выбросы окиси углерода (СО) с выхлопными газами могут снижаться на 70%;
- Выбросы неметановых органических соединений (НОС) с выхлопными газами могут снижаться на 87%;

¹¹¹ Источник: Международная ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе

¹¹² <http://www.ngvaeurope.eu/worldwide-ngv-statistics>

¹¹³ Источник: Международная ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе

- Выбросы окислов азота (NOx) могут снижаться на 87%;
- Выбросы двуокиси углерода (CO₂) почти на 20% меньше по сравнению с выбросами автомобилями, работающими на бензине.

Парниковые газы. Природный газ содержит меньшее количество углерода на единицу энергии, чем любое другое ископаемое топливо, поэтому он выделяет меньше двуокиси углерода (CO₂) на километр пробега ТПГ. Несмотря на то, что ТПГ выбрасывают метан – другой основной парниковый газ – любое увеличение выбросов метана компенсируется значительным снижением выбросов CO₂, по сравнению с другими видами топлива. Испытания ТПГ показали, что они выделяют почти на 20% меньше парниковых газов по сравнению с бензиновыми автомобилями, и почти на 15% меньше парниковых газов, чем автомобили, работающие на дизельном топливе.

14.4. Экономические аспекты и аспекты безопасности

Экономические аспекты. Стоимость ТПГ обычно выше стоимости традиционных автомобилей, но пользователи ТПГ имеют преимущество в виде более дешевого топлива. Такая же тенденция сохраняется для транспортных средств, работающих на других видах альтернативного топлива. Например, ТПГ примерно на 3000 евро дороже бензинового автомобиля и на 800 евро дороже автомобиля, работающего на дизельном топливе¹¹⁴. Однако затраты на топливо компенсируют более высокую цену ТПГ. Например, при пробеге 20000 км в год более высокая стоимость ТПГ компенсируется за 4 года.

Заправочные станции ТПГ являются дорогими, и они рентабельны, если на них заправляется относительно большое количество автомобилей. Поэтому при выходе на рынок ТПГ сталкиваются с классической проблемой, когда поставщики топлива неохотно строят заправочные станции до тех пор, пока не появится достаточное количество ТПГ, а пользователи не желают приобретать автомобили до тех пор, пока не будет построено достаточное количество заправочных станций.

Аспекты безопасности. Баллоны для топлива, которые используются на ТПГ, намного прочнее топливных баков для бензина. Конструкция баллонов для топлива ТПГ подлежит ряду испытаний на экстремальное воздействие, которые требуются на государственном уровне; они подвергаются воздействию высокой температуры и давления, оружейной стрельбе, столкновениям и пожарам. Топливные системы ТПГ являются герметичными, что предотвращает потери из-за утечек и испарений. Даже если в топливной системе ТПГ будут появляться утечки, природный газ будет рассеиваться в воздухе, так как он легче него. Также он имеет узкий диапазон воспламеняемости, т.е. при концентрации в воздухе примерно менее 5% и более 15% природный газ загораться не будет. Высокая температура возгорания и ограниченный диапазон воспламеняемости делают возгорание или горение природного газа маловероятным. Кроме того, природный газ не является токсичным или коррозийным, и он не загрязняет грунтовые воды.

Дополнительные ресурсы:

1. Европейская ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе <http://www.ngvaeurope.eu>
2. Группа взаимодействия ТПГ <http://www.ngvgroup.com>
3. Новости и информация об отрасли транспортных средств, работающих на природном газе <http://www.ngvglobal.com/>

¹¹⁴ Источник: Международная ассоциация по транспортным средствам, работающим на природном газе

ПРИЛОЖЕНИЕ I. Основные элементы переработанного варианта ДЭПЗ

- Устранение **порога 1000 м²** для реконструкции существующих зданий: для всех существующих зданий, подвергаемых значительной реконструкции (25 % поверхности или стоимости здания), применяются минимальные требования к энергетическим показателям
- Минимальные требования к энергетическим показателям применяются к **техническим системам здания** (большая вентиляция, кондиционирование воздуха, отопление, освещение, охлаждение, горячая вода) при новой установке и замене
- Минимальные требования к энергетическим показателям также устанавливаются **при реконструкции элементов здания** (крыша, стены и т.д.), если это технически, функционально и экономически обосновано
- Основные принципы **методологии сопоставления** для расчета **оптимальных с затратной точки зрения уровней** минимальных требований будут разработаны Комиссией к 30 июня 2011 г.
- Оптимальные с затратной точки зрения уровни означают минимальную стоимость жизненного цикла (включая капитальные затраты, техническое обслуживание и эксплуатационные расходы, стоимость энергии, прибыль от производства энергии и стоимость утилизации)
- Методология сопоставления поможет государствам-членам разрабатывать свои требования
- Если разница между оптимальным с затратной точки зрения и фактическим национальным стандартом будет составлять >15 %, государства-члены должны будут обосновывать эту разницу или планировать меры по ее уменьшению
- Лучшая прозрачность и качество информации, указанные в **Энергетическом паспорте**: обязательное использование индикаторов энергетических показателей в рекламных материалах; рекомендации по улучшению энергетических показателей по оптимальности / эффективности затрат; также может включаться указание о том, где можно будет получить информацию о финансовых возможностях
- Паспорта должны выдаваться для всех зданий / элементов зданий; для существующих зданий / элементов зданий необходимо указывать, когда они были сданы в аренду / проданы
- Органы государственной власти, занимающие офисную площадь > 500 м², должны вывешивать паспорт (через 5 лет площадь уменьшается до > 250 м²)
- Комиссии должны разработать **Программу добровольной общей европейской паспортизации** для нежилых зданий до 2011 г.
- Государства-члены должны организовать **периодическую проверку** доступных частей системы отопления (> 20 кВт) и системы кондиционирования воздуха (> 12 кВт)
- Отчеты о проверке составляются после каждой проверки (включая рекомендации по повышению эффективности) и передаются собственнику или арендатору
- Паспортизация и проверки должны выполняться независимыми и квалифицированными и (или) уполномоченными экспертами
- Государства-члены должны ввести **систему независимого контроля** с выборочной проверкой паспортов и отчетов о проверках
- Государства-члены должны установить штрафы за несоблюдение требований
- Требование в отношении изучения вопроса **об альтернативных системах** для новых зданий (таких как возобновляемые источники, централизованное теплоснабжение и холодоснабжение, ТЭС....)
- Все новые здания в ЕС с 2020 г. (с 2018 г. для общественных зданий) должны быть **зданиями с почти нулевым потреблением энергии**

- **почти нулевое или очень низкое** количество требуемой энергии должно до очень значительного уровня обеспечиваться возобновляемыми источниками
- Государства-члены **должны предпринять меры, такие как плановые показатели**, для стимулирования преобразования реставрируемых зданий в здания с почти нулевым потреблением энергии
- В переработанном варианте ДЭПЗ **подчеркивается критическое значение финансирования проектов энергоэффективности**
- Государства-члены должны составить список национальных (финансовых) мер до 30 июня 2011 г.
- При принятии решений о финансировании государства-члены должны учитывать оптимальные с затратной точки зрения уровни энергетических показателей

ПРИЛОЖЕНИЕ II: Стоимость и выбросы некоторых технологий

Таблица 2-2: Энергетические технологии для производства электроэнергии – Сценарий с высокими ценами на топливо^(a)

Источник энергии	Технология производства электроэнергии	Стоимость производства электроэнергии (СЭ)			Общий КПД 2007 г.	Выбросы ПГ на протяжении жизненного цикла			Чувствительность к ценам на топливо
		Фактическая стоимость в 2007 г.	Прогноз на 2020 г.	Прогноз на 2030 г.		Прямые выбросы (через дымовую трубу)	Непрямые выбросы	Выбросы на протяжении жизненного цикла	
		Евро ₂₀₀₅ /МВт·ч	Евро ₂₀₀₅ /МВт·ч	Евро ₂₀₀₅ /МВт·ч		кг CO ₂ /МВт·ч	кг CO ₂ (мс./МВт·ч)	кг CO ₂ (мс./МВт·ч)	
Природный газ	Газовая турбина с открытым циклом (ГТ)	80÷90 ^(b)	145÷155 ^(b)	160÷165 ^(b)	38%	530	110	640	Очень высокая
	Газовая турбина с комбинированным циклом (ГТКЦ)	60÷70	105÷115	115÷125	58%	350	70	420	Очень высокая
		УЗУГ	Не применяется	130÷140	140÷150	49% ^(c)	60	85	145
Нефтепродукты	Двигатель внутреннего сгорания, работающий на дизельном топливе	125÷145 ^(b)	200÷220 ^(b)	230÷250 ^(b)	45%	595	95	690	Очень высокая
	Турбина, работающая на жидкокомпактном топливе, с комбинированным циклом	115÷125 ^(b)	175÷185 ^(b)	200÷205 ^(b)	53%	505	80	585	Очень высокая
Уголь	Установка, работающая на угольной пыли (УРУП)	40÷55	80÷95	85÷100	47%	725	95	820	Высокая
		УЗУГ	Не применяется	100÷125	100÷120	35% ^(c)	145	125	270
	Сжигание с циркулирующим кипящим слоем (СЦКС)	50÷60	95÷105	95÷105	40%	850	110	960	Высокая
	Комплексная газификационная установка с комбинированным циклом (КГУКЦ)	50÷60	85÷95	85÷95	45%	755	100	855	Высокая
		УЗУГ	Не применяется	95÷110	90÷105	35% ^(c)	145	125	270
Ядерное топливо	Ядерное деление	55÷90	55÷90	55÷85	35%	0	15	15	Низкая
Биомасса	Твердая биомасса	80÷195	90÷215	95÷220	24%÷29%	6	15÷36	21÷42	Средняя
	Биогаз	55÷215	50÷200	50÷190	31%÷34%	5	1÷240	6÷245	Средняя
Ветровая энергия	Береговая ветроэлектростанция	75÷110	55÷90	50÷85	-	0	11	11	отсутствует
	Шельфовая ветроэлектростанция	85÷140	65÷115	50÷95	-	0	14	14	
Гидроэнергия	Большая	35÷145	30÷140	30÷130	-	0	6	6	отсутствует
	Малая	60÷185	55÷160	50÷145	-	0	6	6	
Солнечная энергия	Фотовoltaические установки	520÷880	270÷460	170÷300	-	0	45	45	отсутствует
	Концентрированная солнечная энергия (КСЭ)	170÷250 ^(d)	130÷180 ^(d)	120÷160 ^(d)	-	120 ^(d)	15	135 ^(d)	

(a) При условии, что цены на топливо равны ценам, указанным в «Сценариях с высокими ценами на нефть и газ» Генерального директората по вопросам транспорта и энергетики (баррель нефти 54,5 доллара₂₀₀₅ – в 2007 г., 100 долларов₂₀₀₅ в 2020 г. и 119 долларов₂₀₀₅ в 2030 г.)

(b) Вычислено исходя из условий работы с нормативной нагрузкой

(c) Указанные КПД для установок улавливания CO₂ относятся к pilotным демонстрационным установкам, которые начинают эксплуатироваться в 2015 г.

(d) При условии использования природного газа для производства резервной тепловой энергии

Таблица 2-4: Источники энергии для производства тепла – Сценарий с высокими ценами на топливо^(a)

Источник энергии	Доля рынка 27 стран ЕС по источникам энергии (жилой сектор) ^(b)	Розничная цена топлива (включая налоги)	Стоимость производства тепловой энергии (включая налоги)		Lifecycle GHG emissions			
			Эксплуатационные расходы	Общая стоимость	Прямые выбросы (через дымовую трубу)	Непрямые выбросы	Выбросы на протяжении жизненного цикла	
			Евро ₂₀₀₅ /Тиэ	Евро ₂₀₀₅ /Тиэ	Евро ₂₀₀₅ /Тиэ	T CO ₂ /Тиэ	T CO ₂ (эк.)/Тиэ	T CO ₂ (эк.)/Тиэ
Ископаемое топливо	Природный газ	45,4%	1010	1125÷1400	1425÷1750	2,5	0,7	3,2
	Топочный мазут	20,0%	1030	1200÷1600	1775÷2525	3,5	0,6	4,1
	Уголь	3,1%	590	975÷1025	1775÷2100	5,4	0,7	6,1
Биомасса, солнечная энергия и другие виды энергии	Древесная стружка	11,6%	410	725÷925	1575÷2675	0,0	0,3	0,3
	Брикеты		610	925÷1350	1700÷4175	0,0	0,7	0,7
	Солнечная энергия		-	275÷300	1350÷9125	0,0	0,3	0,3
	Геотермальная энергия		-	650÷1100	1150÷3775	0,0	0,2÷5,9	0,2÷5,9
Электроэнергия	12,3%	1875	1925÷1975	2025÷2900	0,0	0,7÷15,2	0,7÷15,2	

(a) При условии, что цены на топливо равны ценам, указанным в «Сценариях с высокими ценами на нефть и газ» Генерального директората по вопросам транспорта и энергетики (баррель нефти 100 долларов₂₀₀₅)

(b) Централизованное теплоснабжение имеет дополнительную долю рынка в размере 7,6%

Источник: РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ ЧЛЕНОВ КОМИССИИ. ПЛАН ДЕЙСТВИЙ ЕС ОТНОСИТЕЛЬНО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОЛИДАРНОСТИ. Источники энергии, производственные затраты и показатели технологий для производства энергии, отопления и транспорта. Европейская Комиссия. <http://setis.ec.europa.eu/>

Таблица 2-5: Источники энергии для автомобильного транспорта – Сценарий с умеренными и высокими ценами топлива

Источник энергии для автомобильного транспорта	Стоимость топлива для ЕС		Выбросы ПГ на протяжении жизненного цикла ^(c)
	Сценарий с умеренными ценами топлива ^(a)	Сценарий с высокими ценами топлива ^(b)	
	Евро ₂₀₀₅ /ТиЭ	Евро ₂₀₀₅ /ТиЭ	
Бензин и дизельное топливо	470	675	3,6÷3,7
Природный газ (КПГ) ^(d)	500	630	3,0
Отечественное биотопливо ^(e)	725÷910	805÷935	1,9÷2,4
Тропический биоэтанол	700 ^(f)	790 ^(f)	0,4
Биотопливо второго поколения ^(e)	1095÷1245	1100÷1300	0,3÷0,9

(a) Значения даны для 2015 г., при условии цены нефти 57,9 доллара₂₀₀₅ /баррель как в документе «Европейская энергетика и транспорт: Тенденции до 2030 - Обновление 2007 г.

(b) Значения даны для 2015 г., при условии цены нефти 83,3 доллара₂₀₀₅ /баррель, как в документе «Сценарии с высокими ценами на нефть и газ» Генерального директората по вопросам транспорта и энергетики

(c) Данные подлежат изменению после заключения договора о соответствующей методологии для вычисления изменений косвенного землепользования

(d) Требуется специально адаптированное транспортное средство, которое не учтено в указанных значениях

(e) В диапазонах между самым дешевым этанолом из пшеницы и биологическим дизельным топливом

(f) Значения основаны на допускаемых конкурентоспособных рыночных ценах биотоплива, импортируемого в ЕС

ПРИЛОЖЕНИЕ III: Стоимость и технологические показатели для технологий обогрева и охлаждения, 2030 г. и 2050 г.

Источник: ОЭСР/МЭА, 2011, Дорожная карта для технологий, энергоэффективные здания: Оборудование для отопления и охлаждения

	2030	2050		
Активные солнечные тепловые установки				
Стоимость с установкой	от -50% до -75%	от -50% до -75%		
Стоимость технического обслуживания	от 0% до -40%	от 0% до -40%		
Стоимость поданной энергии	от -50% до -60%	от -50% до -65%		
Накопители тепловой энергии	Mатериал с обратимыми фазами, теплохимические, централизованные	Mатериал с обратимыми фазами, теплохимические, централизованные		
Стоимость с установкой	от -50% до -75%	от -65% до -85%		
Стоимость поданной энергии	Зависит от режима цикла	Зависит от режима цикла		
Тепловые насосы	Обогрев / подогрев воды	Охлаждение	Обогрев / подогрев воды	Охлаждение
Стоимость с установкой	от -20% до -30%	от -5% до -15%	от -30% до -40%	от -5% до -20%
Коэффициент полезного действия	от 30% до 50%	от 20% до 40%	от 40% до 60%	от 30% до 50%
	улучшение	улучшение	улучшение	улучшение
Стоимость поданной энергии	от -20% до -30%	от -10% до -20%	от -30% до -40%	от -15% до -25%
ТЭС	Топливные элементы	Микротурбины	Топливные элементы	Микротурбины
Стоимость с установкой	от -40% до -55%	от -20% до -30%	от -60% до -75%	от -30% до -50%
Электрический КПД	от 35% до 40%	от 30% до 35%	от 35% до 45%	от 35% до 40%
Общий КПД	от 75% до 80%	от 70% до 75%	от 75% до 85%	от 75% до 85%
Стоимость поданной энергии	от -45% до -65%	от -10% до +5%	от -75% до -85%	от -15% до +20%

Примечание: Улучшения стоимости и КПД выражены в процентах относительно технических условий базового года (2010). Однако электрический и общий КПД для ТЭС являются фактическими процентными отношениями, а не улучшением. Для топливных элементов стоимость поданной энергии относится к тепловой энергии; она основана на стоимости водорода, свободного от CO₂, в течение продолжительного периода и составляет значение между 15 долларами США за ГДж и 25 долларами США за ГДж в 2050 г.

Источник: ОЭСР/МЭА, 2011, Дорожная карта для технологий, энергоэффективные здания: Оборудование для отопления и охлаждения.

Europe Direct is a service to help you find answers to your questions about the European Union
Freephone number (*): 00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certain mobile telephone operators do not allow access to 00 800 numbers or these calls may be billed.

A great deal of additional information on the European Union is available on the Internet.
It can be accessed through the Europa server <http://europa.eu>.

How to obtain EU publications

Our publications are available from EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>),
where you can place an order with the sales agent of your choice.

The Publications Office has a worldwide network of sales agents.
You can obtain their contact details by sending a fax to (352) 29 29-42758.

European Commission
EUR 26733 RU – Joint Research Centre – Institute for Energy and Transport

**Title: Как разработать «План действий по устойчивому энергетическому развитию» (ПДУЭР) в городах
Восточного Партнерства и Центральной Азии —РУКОВОДСТВО , ЧАСТЬ III**

Authors: Irena Gabrelaitiene, Giulia Melica, Economidou Marina, Paolo Bertoldi

Luxembourg: Publications Office of the European Union

2014 – 83 pp. – 21.0 x 29.7 cm

EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831-9424

ISBN 978-92-79-39191-0

doi: 10.2790/32207

JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society
Stimulating innovation
Supporting legislation*



Publications Office

doi: 10.2790/32207

ISBN 978-92-79-39191-0