**Отопительное оборудование накануне революции**

Сергей Золотов

Сегодня вся деятельность инженеров-разработчиков компаний, поставляющих отопительное оборудование, рассматривается с точки зрения вероятного скорого появления технологии, которая сменит сегодняшнюю модную газоконденсатную.

Эти вопросы были на повестке дня пленарных мероприятий, входивших в программу франкфуртской выставки ISH-2001. И, помимо газовых теплонасосов, речь непременно шла об устройствах, действующих на основе топливных элементов. А также о микротеплоэнергетических муфтах. В рамках решения задачи энерго- и теплообеспечения односемейного коттеджа такое устройство объединяет в себе газоконденсатный бойлер и двигатель Стирлинга.

Сегодня развитие производства отопительного оборудования поддерживается целым рядом факторов, связанных с новыми технологиями. И можно говорить о неровном развитии европейского рынка. Ослабление спроса на отопительное оборудование в Германии сопровождается соответствующим ростом, наблюдаемым во Франции и Польше.

В свете обрисованной ситуации понятно стремление множества производителей к технологическому ответу на существующий технический запрос.

Что же касается вышеупомянутых топливных элементов, то данный технический аспект был предметом активного обсуждения в среде профессионалов в течение всего 2002г. После того, как в ходе выставки ISH-1999 компания Vaillant заявила себя в качестве первого пилотного испытателя технологии топливных элементов и конструируемого на основе данной технологии оборудования, Viessmann, Buderus и Bosch также обратили самое пристальное внимание на это решение.

В течение последующих трех лет компанией Vaillant были осуществлены поставки 400 устройств заказчикам ряда государств Европы. В частности, в 2002г. полевым испытаниям были подвергнуты 50 децентрализованных систем отопления, управление которыми осуществлялось как малой единой энергосистемой (так называемой виртуальной электростанцией).

Участие в испытаниях приняли Plug Power Holland, Gasunie (NL, Ruhrgas, RWE Power), университеты Лиссабона и Эссена, Германский аэрокосмический центр, Европейская теплоэнергетическая ассоциация, а также испанская компания Sistemas de Calor.

А уже с начала 2004г. будут осуществляться серийное производство и регулярные поставки. Что же касается Vaillant, то данная компания к 2010г. намеревается осуществить до 100тыс. европейских поставок, при этом только в Германии – до 40тыс. Первые из предлагаемых сегодня на рынке устройств, действующих на основе топливных элементов, обеспечивают 4,6-киловаттное энергоснабжение или 35-киловаттное теплоснабжение, то есть типовые характеристики, отвечающие требованиям жилища, рассчитанного на проживание 6 семейств (или аналогичного по параметрам помещения, предназначенного для осуществления малого бизнеса).

Интерес поставщиков электроэнергии и газа к устройствам, действующим на основе топливных элементов, говорит о существовании процесса развития революционной технологии, который может протекать в рамках классической промышленности отопительного оборудования и вне ее. В то время как поставщики газа рассматривают использование топливных элементов как отдельную технологию, способствующую сохранению привлекательности такого топлива, как газ, сегодня, когда все более популярными становятся здания низкой энергоемкости, поставщики электроэнергии оказались перед лицом нового вызова в виде, возможно, многих тысяч BZH (такой аббревиатурой обозначаются устройства в Германии, о которых идет речь).

Нужно сказать, что практически одновременно с распространением в Германии идеи топливных элементов в Нидерландах было разработано такое новое устройство, как микротеплоэнергетическая муфта (microthermal power coupling, или MTPC). Как и BZH, MTPC позволяет получать одновременно электрическую и тепловую энергию при использовании природного газа.

Данное устройство было разработано силами объединения EnAtEc, основанного в 1997г. двумя компаниями – поставщиком электроэнергии EneCo и производителем отопительного оборудования ATAG Verwarming, а также центром исследований в области энергетики ECN. Руководители ATAG убеждены, что устройства MTPC являются достойным ответом на вопрос о том, что может способствовать успеху газоконденсатной технологии.

Решение Стирлинга вызывает у них волну энтузиазма: еще бы, ведь помимо компактности и энергоэффективности внедрение данной технологии означает переход к использованию оборудования, требующего минимального присмотра.

После того, как эксперты EnAtEc убедятся в надежности работы устройств MTPC, объединением планируется начало выпуска широкой гаммы продукции данного типа в 2003...2004гг. Ну, а к 2010г. устройство должно прочно утвердиться на рынке.

Поэтому после выставки ISH-2003 запланирован ряд встреч представителей EnAtEc с поставщиками газа и электроэнергии различных европейских стран. Темой дискуссий и будет выработка соответствующей рыночной политики на ближайшие годы.

Не менее обещающим, чем топливные элементы и двигатель Стирлинга, продолжает считаться теплонасос. Вот уже который год он пользуется растущим спросом. Stiebel Eltron констатирует, что в течение 2002г. было установлено примерно 5,5тыс. теплонасосов. 90% от общего количества установленных в Германии теплонасосов (50тыс.) служит для отопления жилищ, 10% используется в коммерческой, промышленной и сельскохозяйственной сферах. Сегодня теплонасосы предлагаются многими компаниями. И наблюдается любопытное сочетание снижения (на фоне роста цен на нефть и газ) цен на электроэнергию и увеличения привлекательности электронных теплонасосов на рынке отопительного оборудования. К тому же, многие поставщики электроэнергии активно продвигают теплонасосы, всячески поощряя потенциальных потребителей. Кто старается привлечь инвестора субсидией, кто скидками.

Нужно сказать, что в настоящее время ведется очень большая работа, направленная на обеспечение возможности использования газа в сочетании с теплонасосом. Упоминания в данной связи заслуживают и теплонасос Vuilleumier, оснащенный газовой горелкой Viessmann, и теплонасос Vaillant, эксплуатация которого также предполагает сжигание газа, а также цеолитовую систему водоподготовки. Серию полевых испытаний последней версии газового теплонасоса диффузионного поглощения успешно завершила компания Buderus.

Сегодня она готова предложить новую модель, получившую название Loganova GWP, на рынке. К преимуществам модели относятся отсутствие подвижных частей, бесшумность работы, отсутствие вибраций и минимальный контроль и уход.

Будущее покажет, какие из появившихся недавно новых технологий будут доминировать на рынке, есть ли у теплонасосов на газовой тяге шанс тягаться с таковыми на электрической, станут ли официальными технологическими лидерами топливная ячейка или двигатель Стирлинга, или же все известные сегодня системы просто поделят рынок между собой. Не стоит забывать, что в тех местностях, где и по сей день не проложены газовые магистрали, еще какое-то время неизбежно будут использоваться традиционные отопительные установки.

**Полимерэлектролитная мембрана как основа действия топливного элемента**

Действие топливного элемента напоминает электролиз, только возобновляемый. Водород «сгорает», соединяясь с кислородом воздуха. Реагенты обмениваются электронами. Вырабатываемое тепло используется для обогрева и нагрева воды. Каждая топливная ячейка представляет собой анод и катод, разделенные электролитом. Роль последнего является решающей, так как он, с одной стороны, проводит ионы, с другой – является изолятором. Исследования, проведенные во всем мире, осуществлялись с использованием различных электролитов. Совокупность характеристик этих веществ предполагает целый ряд температур применения и целый ряд топливных качеств. Например, низкотемпературный топливный элемент, используя чистый водород, обуславливает температуру реагирования в области 90°C. Используемый электролит представляет собой тонкую пластиковую мембрану. Эта мембрана, через которую могут проникать протоны, и сообщает необычному виду топлива его название: топливная ячейка, действующая на основе использования полимерэлектролитной мембраны (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, или PEM).

В числе активных инвесторов в развитие данной технологии, в необходимые исследования – и компания Vaillant. В 1999г. было основано совместное предприятие, в которое вошли компании Plug Power и GE Fuel Cell Systems (США). В данном сообществе Vaillant принадлежит роль интегратора системы, получающего PEM-ячейки и элементы газовой аппаратуры от Plug Power и выпускающего с использованием своих контроллеров и инверторов отопительное оборудование, которое предлагается как собственно партнерам и клиентам Vaillant, так и европейским партнерам General Electric. Производитель оценивает европейский рынок 2010 года на уровне примерно 250тыс. ежегодно предлагаемых устройств. При этом львиная доля этого количества (примерно 100тыс. единиц), как ожидается, будет реализована в Германии.

**Микротеплоэнергетическая муфта**

В течение последних нескольких лет предпринимались попытки воплотить концепцию двигателя Стирлинга в прибыльных и технически состоятельных продуктах.

В 1816г. Роберт Стирлинг, министр по делам церкви Шотландии, обратился за патентом на устройство подогрева воздуха. Двигатель Стирлинга работает с постоянным объемом воздуха или газа. Стенка цилиндра у одного из его концов подогревается (например, с помощью газовой горелки), вследствие чего газ, находящийся в цилиндре, также нагревается и расширяется. На другом конце цилиндра газ отдает свою энергию теплообменнику (например, циркуляционной водной системе). В исходном варианте тепловой машины воздух перемещается одним ходом поршня из горячей области в холодную и назад. В 1818г. машина такого типа была использована в одной из каменоломен как привод насоса, откачивающего воду. Концепция EnAtEc основывается на использовании двигателя Стирлинга, построенного STC (Университет штата Вашингтон, США). Это FPSE (free piston Stirling engine) – двигатель Стирлинга со свободным поршнем с киловаттным линейным электрогенератором. Данное решение не предусматривает преобразования движения поршня во вращательное.

Вытеснитель и рабочий поршень осуществляют возвратно-поступательное движение вдоль общей оси, будучи соединенными инерционной пружинной системой. Благодаря конструкции, которая включает дисковые пружины, постоянные и катушечные магниты, искомая энергия может быть получаема на рабочем конце цилиндра в результате малого колебания. Преимущество: нет трения, следовательно, нет износа.

Микротеплоэнергетическая муфта от EnAtEc представляет собой комбинацию двигателя Стирлинга (электроэффективность около 10%) и теплообменника из нержавеющей стали, который состоит из газоконденсаторов производства ATAG (теплоэффективность 109%). Машина Стирлинга приводится в действие с помощью газового пламени, вырабатывая тепло и электроток. После этого тепло горячего выхлопа полностью переходит в теплообменник, тепловой потенциал которого находится в пределах от 6 до 10кВт. Конструкция предусматривает прямое подведение к теплообменнику добавочного природного газа в периоды пиковых нагрузок посредством использования специальной горелки. Тепловой потенциал всей муфты находится в пределах от 6 до 24кВт. Она работает со всеми видами газового топлива. Данный двигатель Стирлинга рассчитан на работу в течение 60тыс. часов, или 15 лет. Если верить EnAtEc, муфта позволяет сберечь до 15% энергии (учитывая как электрическую, так и газовую составляющие) в сравнении с отдельным производством тепла традиционными ТЭЦ включая трансмиссионные потери.

**Исследовательский проект «Цеолитовый теплонасос»**

Vaillant разрабатывает газовый теплонасос на основе цеолитово-водной системы. Данное предложение рассматривается как альтернатива электронному теплонасосу и газовому бойлеру. Соответствующий бизнес-план будет представлен на рынке в 2004г.

Цеолит, керамикообразный материал, получаемый из окислов алюминия и кремния, нетоксичен и негорюч. Работа теплонасоса основывается на способности ноздреватого цеолита удерживать большое количество влаги, которая выпускается массивом цеолита при его нагреве. Для вящей эффективности процесса его протекание организовано в вакуум-контейнере, который является одним из модулей теплонасоса.

Непрямой нагрев влажного цеолита осуществляется при посредстве проводника, получающего тепловую энергию от газовой горелки. Испаряющаяся вода конденсируется в теплообменнике, получаемое при этом тепло идет на нужды отопления. После того, как температура цеолита достигает максимума, материал вновь охлаждается.

Удаляемая из цеолита вода испаряется при низкой температуре с использованием тепла окружающей среды, после чего вновь поглощается охлажденным цеолитом. Процесс возобновляется, когда цеолит вновь наполняется водой.

Концепция вайллантовского нагревателя требует использования двух одинаковых теплонасосов, в которых синхронизируются различные фазы процесса.

Среднегодовой показатель утилизации тепла оценивается на уровне 135%. Это означает экономию энергии и уменьшение объема выбросов CO2 примерно на 20% по сравнению с газоконденсатной технологией и на 30% – с низкотемпературными бойлерами.

**Диффузионные поглотительные теплонасосы (DAWP)**

С 1996 Buderus активно разрабатывает диффузионный поглотительный теплонасос (diffusion absorbtion heat pump, или DAWP).

Исследовательский проект, впервые представленный на ISH-99, благополучно миновал этап полевых испытаний. Компания была отмечена специальной премией газовой промышленности Германии за работы, связанные с использованием природного газа и возобновляемыми источниками энергии. Газовый теплонасос Loganova GWP явился одним из главных экспонатов стенда Buderus на ISH-2001.

DAWP включает газовый теплонасос, работающий на основе использования водного раствора аммиака как рабочего тела, а также гелия.

В ходе циклического процесса рабочее тело (NH 3) диффундирует в гелиевую атмосферу. Гелий выступает в качестве единственно вспомогательного газа, компенсирующего давление, и не принимает участия в обменных процессах.

Благодаря низкому парциальному давлению гелиевой атмосферы аммиак испаряется, поглощая энергию окружающей среды. Смесь паров аммиака с гелием протекает через теплообменник в поглотитель. Здесь водный раствор аммиака с невысоким содержанием NH 3 поглощает аммиак, обогащаясь им. (Гелий же следует назад через теплообменник.) В процессе поглощения вырабатывается полезное тепло. После поглотителя водный раствор, обогащенный аммиаком, попадает в сепаратор влаги.

Здесь в процесс включается газовая горелка, сообщающая ему тепло. Благодаря низкой температуре кипения аммиак испаряется и в процессе ректификации отделяется от воды, необходимость в которой исчерпана. Вода течет назад в поглотитель. Пары аммиака, сгущаясь, выделяют добавочное тепло, после чего цикл возобновляется.

Конструкция DAWP предполагает действие устройства на основе лишь гравитационной циркуляции. Поэтому вес его значителен, констатируют специалисты Buderus. Зато оно обходится без подвижных частей – насосов, клапанов. Преимущество технологии состоит в бесшумной и безвибрационной работе оборудования, которое практически не требует обслуживания.

КПД устройства составляет примерно 1,5.

Для практического применения предполагается комбинация DAWP и газоконденсатного бойлера, который подключается во время пиковых нагрузок.

Если верить Buderus, такая система в состоянии обеспечить на 20 или даже на 30% большую утилизацию тепла, чем сегодняшние газоконденсатные бойлеры.