



В. Н. Васильев

А. М. Анисимов

Перспективная система отопления малоэтажных зданий с использованием природных тальковых камней и автономных источников электроэнергии

ВАСИЛЬЕВ В. Н., доктор техн. наук, Петрозаводский ГУ

АНИСИМОВ А. М., инженер, ООО «Энергоресурс — СТЭ», г. Петрозаводск
prezident@psu.karelia.ru

На основе талькового камня (талькохлорит, талькомагнезит) создаются твёрдофазные теплоаккумуляторы мощностью до 100 кВт, способные сохранять тепло до 24 ч и более. В качестве источников энергии теплоаккумуляторы используют недорогую ночную электроэнергию от энергосистем или избыточную электроэнергию автономных источников электроэнергии. При этом эффективность автономных источников электроэнергии повышается на 20 – 40 %. Стоимость отопления при использовании ночного тарифа на электроэнергию снижается в 2 – 3 раза. Теплоаккумуляторы сертифицированы и прошли необходимые испытания на пилотных объектах.

Ключевые слова: ночная электроэнергия, ветроустановка, тальковый камень, автономные источники электроэнергии, малоэтажное строительство.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энерго-сберегающий путь развития — одна из приоритетных задач долгосрочной энергетической политики России. В суровых климатических условиях России (продолжительность отопительного периода по многолетним данным колеблется от 22 – 25 недель на юге страны до 45 недель и более — на севере) теплоснабжение — социально значимый и наиболее топливоёмкий сектор экономики. В нём потребляется примерно 40 % энергоресурсов, используемых в стране, а более половины этих ресурсов расходуется на коммунально-бытовой сектор. В структуре топливного баланса около 3/5 приходится на газ, примерно 1/4 — на твёрдое топливо (уголь, дрова), остальное — на мазут.

Сектор теплоснабжения остро нуждается в разработке мер и технических решений, направленных на повышение его надёжности, качества и экономичности. Системы централизованного теплоснабжения многих городов и населённых пунктов от ТЭЦ и котельных требуют реконструкции. По данным Минэнерго РФ, не менее 15 % тепловых сетей (их протяжённость составляет 183 тыс. км) находится в аварийном состоянии. На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно регистрируется в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сетях достигают 30 %, а с утечками теплоносителя ежегодно теряется более 0,25 кубических километров воды. Около 80 % общей протяжённости тепловых сетей требует капитального ремонта или полной замены.

В этой ситуации в России высокими темпами развивается использование децентрализованных источников теплоснабжения, что связано как с ростом

числа жилых домов и общественных зданий в сельской местности, пригородах, малых городах и посёлках городского типа, так и с переходом к индивидуальному теплоснабжению в городских зонах с критическими условиями функционирования систем централизованного теплоснабжения. В крупных мегаполисах, таких как Москва и Санкт-Петербург, реконструкция старого жилья и возведение новых многоэтажных домов в густонаселённых районах, как правило, требуют существенного увеличения мощности тепловых сетей, что сопряжено с большими дополнительными капитальными затратами или оказывается технически невозможным, а строительство котельных в городской черте негативно сказывается на экологической обстановке.

С учётом изложенного и новых экономических условий, в которых потребитель в ряде случаев вправе выбирать или создавать собственную систему энергоснабжения, актуальной становится разработка эффективных типовых технических решений теплоснабжения. Особенно это важно для автономных потребителей, не имеющих возможности или не желающих подключаться к централизованной системе теплоснабжения. Требуется разработка технических, энергетически и экологически совершенных схем теплоснабжения, позволяющих повышать надёжность теплоснабжения и обеспечивать стоимость тепла на уровне, адекватном доходам населения.

В качестве первичных источников энергии для теплоснабжения в мире всё более широко используются экологически чистые возобновляемые источники энергии: солнечная энергия, энергия ветра, продукты переработки биомассы (древесные пеллеты и др.), геотермальные теплонасосные установки, утили-

зирующие низкопотенциальное тепло грунта и грунтовых вод и другое. Как правило, графики производства энергии с использованием этих первичных источников и графики потребления тепла существенно не совпадают, что обуславливает необходимость включения в систему теплоснабжения соответствующих аккумуляторов тепла.

В связи с тенденцией разуплотнения суток графиков потребления сетевой электрической энергии в России всё более активно используется тарифное стимулирование потребления электроэнергии в часы «провала», и во многих районах страны с недостатком манёвренных мощностей стоимость «ночной» электроэнергии в несколько раз ниже, чем «дневной». Так, в Москве ночной тариф (с 23:00 до 7:00) примерно в 4 раза ниже, чем дневной (с 7:00 до 23:00), а в некоторых регионах, например в Карелии, электроснабжение которых находится в зоне ответственности маломанёвренных энергоблоков, тарифы в зависимости от типа потребителей различаются в 7 – 10 раз. При таком соотношении тарифов использование «провальной» электроэнергии для теплоснабжения потребителей в ряде случаев оказывается конкурентоспособным, а также требует создания эффективных аккумуляторов тепла.

По данным Министерства регионального развития РФ объём строительства малоэтажных зданий на территории нашей страны превысил в 2010 г. объём ввода многоэтажных зданий. В соответствии с перспективными планами Правительства РФ до 2020 г. в строительной отрасли основной акцент будет сделан именно на малоэтажное (коттеджное) строительство практически во всех регионах России. В частности, Новая Москва по предложению Президента РФ будет застраиваться преимущественно такими зданиями.

Известно, что удельные затраты на отопление малоэтажных зданий несколько выше, чем для многоэтажных — из-за большего влияния чердачных и подвальных помещений. Кроме того, ряд коттеджных поселков располагается в местах, где нет (и зачастую не планируется) магистрального газоснабжения. В связи с массовым строительством малоэтажных зданий, а также активизацией работы по экономии энергии в соответствии с

Федеральным законом № 261-ФЗ от 29.11.2009 г. «Об энергосбережении и энергетической эффективности...» поиск рациональных систем отопления для таких зданий становится необычайно актуальным.

Одной из самых перспективных систем отопления для коттеджного строительства с учётом сказанного в настоящее время признаётся электрическая, имеющая ряд неоспоримых преимуществ, в том числе:

- простота исполнения и надёжность работы;

- относительная лёгкость регулирования температуры в помещениях;

- учёт потребления электроэнергии и соответственно расчёт с её поставщиками достаточно прозрачны и понятны обеим сторонам;

- экологическая чистота в месте потребления;

- разнообразные и достаточно хорошо отработанные и проверенные возможности автоматизации и регулирования параметров микроклимата в помещениях.

Однако при проектировании и эксплуатации систем отопления малоэтажных зданий с использованием электроэнергии имеется и ряд значительных проблем, в том числе:

- постоянный рост стоимости электроэнергии;

- необходимость (во многих ситуациях) увеличения мощности подводящих электросетей, что, в свою очередь, приводит к необоснованным затратам собственников коттеджей;

- повышение затрат за счёт оплаты стоимости дополнительной электрической мощности, необходимой для отопления помещений, что во многих случаях не обосновано технически и экономически.

Несмотря на то, что массовая теплоёмкость твёрдофазных материалов существенно уступает массовой теплоёмкости воды, они имеют широкие возможности для эффективного использования в качестве теплоаккумулирующих веществ в тепловых аккумуляторах систем теплоснабжения. Использование в малоэтажном строительстве стационарных теплоаккумуляторов (СТЭ) на основе применения уникальных природных материалов — талькохлорита и талькокарбоната позволит значительно повысить эффективность систем отопления индивидуальных домовладений.

Применение СТЭ, использующих вырабатываемую в ночное время электроэнергию, не только характеризуются теми же преимуществами, что и электроотопление, но и даёт возможность решить многие из возникающих при этом проблем.

Стоимость электроэнергии, получаемой домовладениями в ночное время, в 2 – 6 раз (в зависимости от региона) ниже стоимости дневной элек-

троэнергии или централизованного отопления от котельных на твёрдом или жидком топливе.

Высокая теплостойкость многих твёрдых материалов позволяет в ряде случаев использовать возможность увеличения температурного диапазона для аккумулирования тепла, что, в свою очередь, способствует повышению компактности теплового аккумулятора.

Для создания твёрдофазных тепловых аккумуляторов сегодня находит применение магнезит (карбонат магния), месторождения которого имеются в нашей стране на Урале, в Европе (Австрия, Словакия и другие страны), а также в других регионах земного шара. В промышленности магнезит широко используется для получения огнеупорных материалов, выдерживающих высокую температуру, в частности для футеровки мартеновских печей в сталеплавильном производстве.

Привлекательным для использования в аккумуляторах тепла представляется также природный камень талькохлорит (смесь магнезита, 40 – 50 %, талька, до 50 %, и хлорита, до 8 %), месторождения которого находятся в Финляндии и в России (Карелия). Физико-химические и другие свойства талькохлорита достаточно хорошо изучены. Данный минерал несколько уступает по объёмной теплоёмкости магнезиту, но имеет более высокую температуропроводность, выдерживает десятки тысяч циклов нагрева до температуры 1200 °С с последующим охлаждением без существенного изменения механических свойств. В силу лёгкой обрабатываемости, долговечности и высоких теплотехнических свойств талькохлорит считается прекрасным строительным и облицовочным материалом, обладающим высокой термической устойчивостью. В Карелии и в странах Балтии его широко используют для производства печей и каминов, для создания тёплых полов.

Стационарные теплоаккумуляторы, выполненные из природного минерала «тальковый камень» прошедшего только механическую обработку, выгодно отличаются от теплоаккумуляторов, в которых теплоаккумулирующее рабочее тело выполнено на связующих веществах. Тальковый камень экологически абсолютно чистый минерал.

На рис. 1 приведены зависимости требуемого объёма теплоаккумулирующего материала (вода, магнезит, талькохлорит) для аккумулирования 1 ГДж тепловой энергии в зависимости от перепада температур, используемого для этого. Данное количество тепла требуется для отопления современного дома площадью около 120 м² в течение 1 сут при характерных тепловых потерях 100 Вт/м². Если в качестве теплоаккумулятора используется вода, необходима установка бака-аккумулятора атмосферного давления. Соответствен-

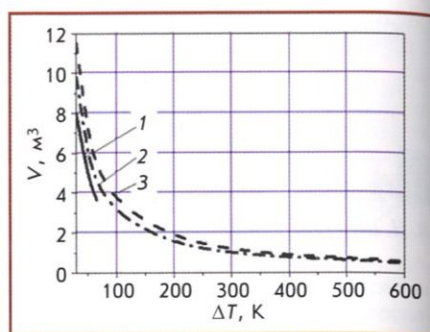


Рис. 1. Требуемый объём теплоаккумулирующего материала для аккумулирования 1 ГДж тепла в зависимости от разности температур:

1 — вода (при атмосферном давлении); 2 — магнезит; 3 — талькохлорит

но, как отмечалось ранее, температурный интервал ΔT ограничивается значением 65 °С. Видно, что в этом температурном диапазоне требующийся объём воды в расчёте на 1 ГДж аккумулируемого тепла равен примерно 3,7 м³, в то время как магнезита — около 4,5 м³, а талькохлорита — 5,3 м³. Однако в случае повышения температурного диапазона (например, при использовании для отопления ночной «провальной» электроэнергии) требуемый объём твёрдофазных теплоаккумуляторов может быть существенно снижен и уже при $\Delta T = 300$ °С контрольное количество тепла (1 ГДж) можно аккумулировать в объёме около 1 м³, а при $\Delta T = 600$ °С — в объёме 0,5 – 0,6 м³.

Следует вместе с тем учитывать, что с ростом ΔT для уменьшения тепловых потерь необходимо увеличивать толщину теплоизоляции аккумулятора, что препятствует снижению его габаритных размеров, и в каждом конкретном случае при выборе расчётной ΔT необходим поиск компромисса.

В то же время, СТЭ могут решить ряд проблем, связанных с применением электроэнергии для целей отопления за счёт использования дополнительных источников энергии в виде твёрдого топлива, газа и избыточной электроэнергии от автономных источников (ветроустановки, проточные ГЭС и пр.).

Сегодня практически во всех регионах страны установлены кратно различающиеся тарифы на получаемую в ночное и дневное время электрическую энергию. Например, в Карелии эти тарифы отличаются в 8 раз (рис. 2), в Москве и Московской области в 4 раза, в среднем по РФ — от 2 до 4 раз. На Украине отношение этих тарифов достигает 10. Имеет место тенденция разуплотнения суточных графиков потребления энергии, что обусловлено опережающим развитием в стране сферы обслуживания, потребляющей энергию преимущественно в дневное время.



Рис. 2. График стоимости отопления в Республике Карелия, 2011 г.

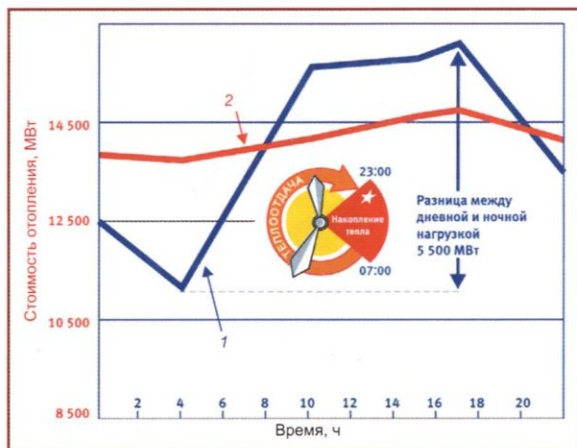


Рис. 3. График потребления электрической мощности в Москве 20.01.2006 г. (1) и смоделированный график потребления с применением теплоаккумуляторов (2)

Зимой необходимая в дневное время электрическая мощность может значительно превышать ночную. Так, например, 19 декабря 2008 г. такое превышение составило 23 700 МВт по Единой Энергосистеме России (без Сибири), а по Москве на 20 января 2006 г. (наиболее холодный день года) эта разница составила 5500 МВт (рис. 3).

В настоящее время в Москве предложено на первом этапе снизить дневную нагрузку на энергосистему города на 2200 МВт за счёт применения твёрдофазных теплоаккумуляторов с воздушным теплоносителем. Этот первый этап может быть осуществлён исключительно за счёт установки СТЭ во временных помещениях, расположенных на улицах города (рис. 4), в киосках, торговых павильонах, бытовках строителей и т. п., и перевода их на ночной режим оплаты электроэнергии, что обеспечит экономию 40 % электроэнергии.

Столь внушительная разница в тарифах на электроэнергию в дневное и ночное время, а также переизбыток электроэнергии в ночное время объясняются достаточно просто — в России практически отсутствуют гидроаккумулирующие электростанции (построена только одна). Такие электростанции могут накапливать электроэнергию, вырабатываемую в ночное время, и отдавать её в энергетические сети (как правило, днем) в часы пиковых нагрузок. Данная ситуация позволяет с полной уверенностью говорить о том, что в

ночное время электроэнергия в нашей стране ещё достаточно длительное время (10 – 20 лет и более) будет в значительном избытке. Следует отметить, что даже в странах Западной Европы (в частности, в Финляндии и Германии), где широко используются такие электростанции, дневные и ночные тарифы различаются в 1,5 – 2,5 раза, но при этом объём потребления в строительной отрасли стационарных теплоаккумуляторов ежегодно составляет свыше 200 млн евро (рис. 5).

Основные показатели и потенциальная эффективность применения СТЭ в целом по РФ приведены в табл. 1.

Общая потребность в теплоаккумуляторах средней мощности (до 100 кВт) в РФ прогнозируется в 78,5 млрд руб., или 15,7 кВт (без учёта совместной работы с автономным источником электрической энергии). При реализации такой программы в течение 10 лет ежегодный сбыт планируется в размере 7,8 млрд руб. (195 млн евро). На основе приведённых данных российский рынок теплоаккумулирующих систем отопления малой и средней мощности (в том числе печей-каминов из талькового камня) должен превышать 300 млн евро ежегодно.

Компания ООО «Энергоресурс — СТЭ» (г. Петрозаводск) разработала линейку обогревательных приборов с использованием тальковых камней.

Так, использовать стационарный теплоаккумулятор «Печь» можно и при отсутствии электрических сетей необ-

ходимой мощности, первоначальных средств на их прокладку или на выкуп дополнительной мощности.

Устройство работает не только на электроэнергии, но и на древесном топливе. При этом можно сразу заложить теплоаккумулирующее рабочее тело в СТЭ на максимальную мощность, а подключение электроэнергии на первом этапе выполнить только на отпущенную энергоснабжающей организацией мощность. Со временем, когда решится вопрос с внешним электро-снабжением и появятся средства на выкуп полной электрической мощности, теплоаккумулятор можно будет задействовать полностью, сократив тем самым продолжительность и частоту использования древесного топлива в качестве источника отопления.

Существует ещё один путь снижения стоимости отопления при использовании стационарных теплоаккумуляторов типа «Печь» и «Стена». Если вблизи дома есть возможность установить ветро-электростанцию или проточную гидро-электростанцию, пусть даже и небольшой мощности (1,5 – 5 кВт), это может стать хорошим подспорьем для эффективной работы теплоаккумулятора. При использовании ВЭС и ГЭС только на отопление, можно не применять систему регулирования частоты и значительно уменьшить стоимость получаемой от них энергии.

Для сохранения избыточной электроэнергии ветроустановку предлагается снабдить эффективным аккумулятором тепла (рис. 6, а), утилизирующим избытки энергии.

В России уже несколько десятков предприятий выпускают ВЭС различных конструкций, в том числе, и полностью экологически безопасных. В ближайшее десятилетие из-за развития коттеджного (индивидуального) строительства и дефицита электрической мощности ожидается увеличение спроса на эти станции. Применение СТЭ позволит повысить их конкурентоспособность по сравнению с другими источниками энергии.

Для оценки целесообразности подключения потребителей к системе централизованного электроснабжения определены экономически обоснованные территориальные границы централизованного электроснабжения для условий северо-восточных регионов. На рис. 7



Рис. 4. Применение СТЭ во временных сооружениях



Рис. 5. Структура поставок воздушных теплоаккумуляторов по странам ЕС в 2007 г. (% по поставкам в денежном выражении)

представлены зоны экономической целесообразности централизованного и автономного электроснабжения потребителей с нагрузками 1 – 3 МВт при фиксированной цене дизельного топлива 700 дол./т, средней для условий северо-восточных регионов России.

Таким образом, экономически обоснованные территориальные границы вокруг точек возможного подключения удалены от них на 30 – 90 км в зависимости от присоединяемой нагрузки. Предельная удалённость потребителей с нагрузками 3 МВт для целесообразного расширения централизованного электроснабжения при среднем тарифе в энергосистемах северо-восточных регионов на электроэнергию 5 цент/(кВт · ч) составляет 90 км. Для мелких потребителей значения граничных экономически оправданных расстояний от точек возможного подключения сокращаются в 2 – 3 раза. В случае использования для целей отопления твёрдофазных теплоаккумуляторов эффективность работы ветроустановок можно увеличить на 20 – 40 %. Кроме того, применение твёрдофазных теплоаккумуляторов, использующих в качестве дополнительного источника энергии твёрдое топливо, по-

вышает надёжность энергоснабжения. В условиях низких температур на северных территориях РФ при длительном отсутствии энергии от ветроустановок твёрдофазный теплоаккумулятор сохраняет свою целостность.

Новыми для России, но широко применяемыми в Европе, представляются проточные ГЭС. Затраты на них незначительны, они не требуют сооружения плотин — достаточно только отвода из реки части воды в трубопровод или погружение гидротурбины непосредственно в русло реки. Проточные ГЭС могут вырабатывать от 1 до 100 кВт электроэнергии в час. Применение СТЭ совместно с проточными ГЭС значительно повысит экономические показатели энергообеспечивающего блока ГЭС-СТЭ.

Кроме решения частных задач (рис. 8), автономные источники электроэнергии совместно с теплоаккумуляторами СТЭ могут решить и достаточно серьёзную для современной России задачу — энергообеспечение северных территорий в рамках так называемого «северного завоза», ежегодно требующего выделения значительных денежных средств из бюджетов разных уровней.

Конструкция твёрдофазных теплоаккумуляторов позволяет одновременно или последовательно получать электроэнергию от электросети и/или от ветроэлектростанции. Кроме того, некоторые модели теплоаккумуляторов в качестве дополнительного источника энергии могут использовать биотопливо или газ. Надёжность работы отопительных систем, построенных на различных источниках энергии, очень велика, их эффективность на 20 – 40 % больше, чем традиционных систем. Кроме того, возможен выбор наиболее выгодного источника энергии в любое время суток. Переключать источники энергии можно автоматически на основе заложенной программы с корректировкой на внешние условия.

Характерный объект для применения отопительных систем, получающих энергию из разных источников, — архипелаг Валаам (Республика Карелия). Предлагаемая комплексная система энергообеспечения архипелага Валаам (рис. 9) включает электро- и теплоснабжение с использованием теплоаккумуляторов, работающих от централизованного электроснабжения и автономных источников электроснабжения.

В весенние и осенние периоды можно предусмотреть перевод лопастей ветроустановок в нерабочее положение (опускаются вниз), что устранил поражение птиц во время сезонных перелётов. В качестве дополнительного источника энергии планируется использовать древесину.

Ожидаемая экономия текущих затрат на отопление при использовании предлагаемой комплексной системы энергообеспечения составит свыше 10 млн руб. в год. Анализ затрат на строительство линии электропередач и ветроустановки показывает, что на два порядка выгодней не увеличивать мощность кабеля, а поставить несколько ветроустановок общей мощностью до 1 МВт. В качестве дополнительного (резервного) источника энергии в особо холодные дни года можно использовать в твёрдофазных теплоаккумуляторах типа «Печь» (рис. 10) древесное то-

Таблица 1

Показатель (индикатор)	Количество и единицы измерения показателей (индикаторов)	Эффективность применения СТЭ		Примечания
		%	млрд кВт/год	
Выработка тепловой энергии: электрокотельными	9,4/10,9 млн Гкал/млрд кВт · ч	10	1,1	Стоимость отопления уменьшается в 2 – 3 раза за счёт использования ночной электроэнергии
районными и промышленными котельными	720,7/837,5 млн Гкал/млрд кВт · ч	1	8,4	
Потери тепловой энергии у потребителей, производителей тепла и на теплотрассах	3,71/4,31 млн Гкал/млрд кВт · ч	5	0,22	Потери тепловой энергии в сетях снижаются за счёт использования у удалённых потребителей тепла теплоаккумуляторов
Стоимость отопления индивидуальных домов, коттеджей для запланированных к строительству 31,4 млн м ²	4,88 млрд кВт · ч	15	0,73	В 1,5 – 2 раза снижаются капитальные и в 2 – 3 раза — текущие затраты на отопление за счёт ночного тарифа и применения второго источника энергии (древесное топливо или газ)
Стоимость отопления для запланированных к капитальному ремонту 45 млн м ² существующего жилого фонда	0,14 млрд кВт · ч	5	0,01	

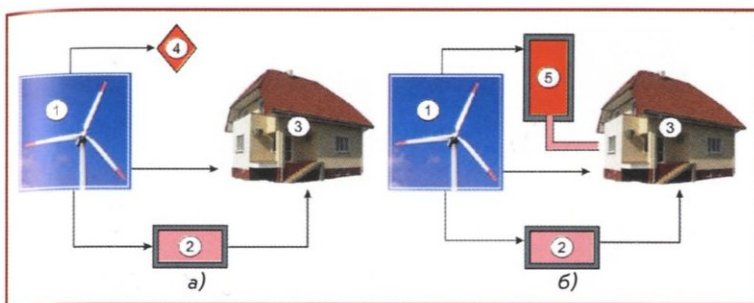


Рис. 6. Традиционный (а) и предлагаемый (б) варианты схемы электроснабжения автономного потребителя от ветроустановки:
1 — ветроустановка; 2 — электрохимический аккумулятор; 3 — потребитель; 4 — балластное сопротивление; 5 — твёрдофазный теплоаккумулятор

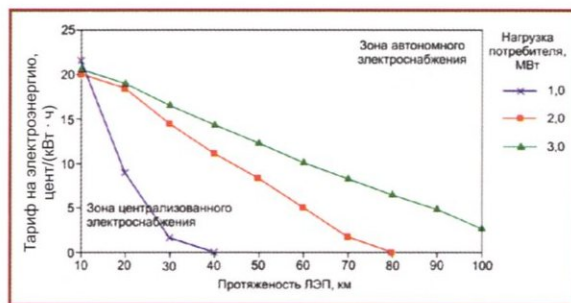


Рис. 7. Зоны экономической целесообразности автономного и централизованного электроснабжения

пливо. На острове ежегодно в местном лесхозе за счёт профилактических санитарных вырубок и оформления ландшафта заготавливают около 1000 м³ дров. При сжигании дров печным способом (КПД 10 – 15 %) получается примерно 1000 – 1200 ГДж тепла. При использовании дров для целей отопления в стационарных теплоаккумуляторах типа «Печь» эффективность их использования может возрасти в 1,5 – 2 раза и покрыть дефицит тепловой энергии в особо холодные дни года. В целях повышения эффективности сжигания имеющегося древесного топлива необходимо предусмотреть его переработку в брикеты или гранулы. При отсутствии ветровой нагрузки и недостатке древесного топлива возможно подключение твёрдофазных теплоаккумуляторов для работы в течение 24 ч элек-

тросети, что гарантировано обеспечит отопление всех потребителей тепла на архипелаге Валаам.

Стационарные теплоаккумуляторы типа «Печь» и «Стена» помимо названных особенностей имеют ещё одно неоспоримое по сравнению с другими централизованными или индивидуальными системами отопления преимущество — их, как правило, устанавливают в перегородках жилого дома, удалённых от наружных стен, что даёт значительную экономию тепла. Его потери от стандартных батарей под окнами составляют до 40 % (рис. 11).

Ещё один важный момент при использовании теплоаккумуляторов — то, что в помещениях возникают естественный теплообмен и аккумуляция тёплого воздуха. А открытое пламя в СТЭ типа «Печь» создаёт дополнительный ощу-

щение уюта и спокойствия. Кроме общего повышения комфортности в здании появляется тёплая стенка с температурой поверхности до 65 °С, у которой можно, при необходимости, и погреться. А если её облицевать тальковым камнем, из которого выполнено теплоаккумулирующее тело СТЭ, то можно получить дополнительный оздоровительный эффект.

Тальковый камень (талькохлорит, талькокарбонат), который используется в СТЭ — экологически чистый природный материал, обладающий высокой теплоёмкостью, термостойкостью и теплопередачей. Благодаря прекрасным теплотехническим качествам и оздоровительному влиянию на человека последние два столетия он широко применяется в Финляндии, России и Италии для изготовления печей и каминов.



Эффективность использования автономного источника электрической энергии увеличивается на 20-40% при использовании для целей отопления избыточной электроэнергии.

Рис. 8. Энергообеспечение коттеджа и хозяйственной постройки от автономных источников энергии (ВЭС, микроГЭС)

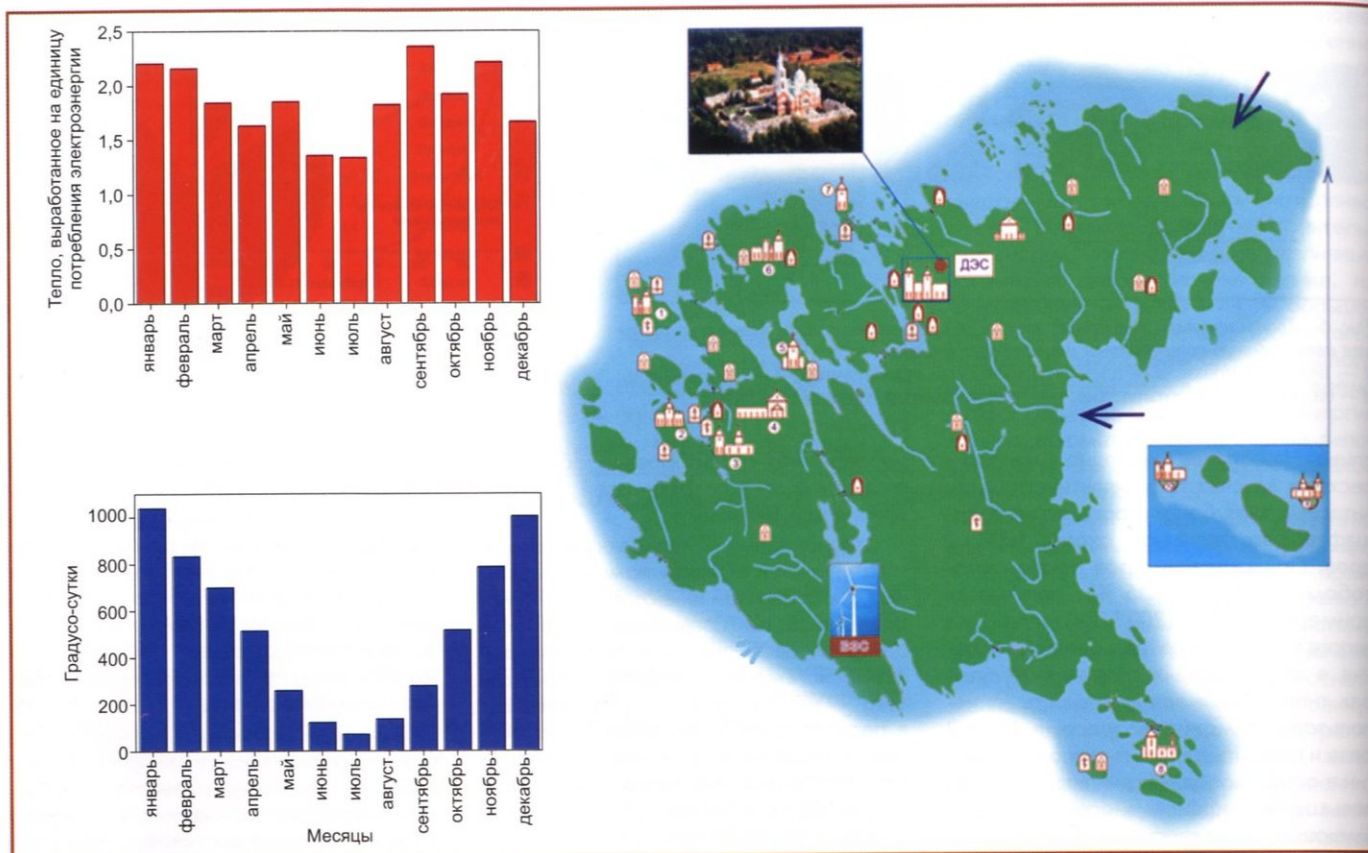


Рис. 9. Расчётные помесечные отношения возможных «избытков» электроэнергии, которые могут быть преобразованы в тепло и аккумулярованы в тепловом аккумуляторе, по отношению к полезно используемой электрической энергии (вверху) и годовые распределения градусо-суток отопительного периода (внизу) для архипелага Валаам

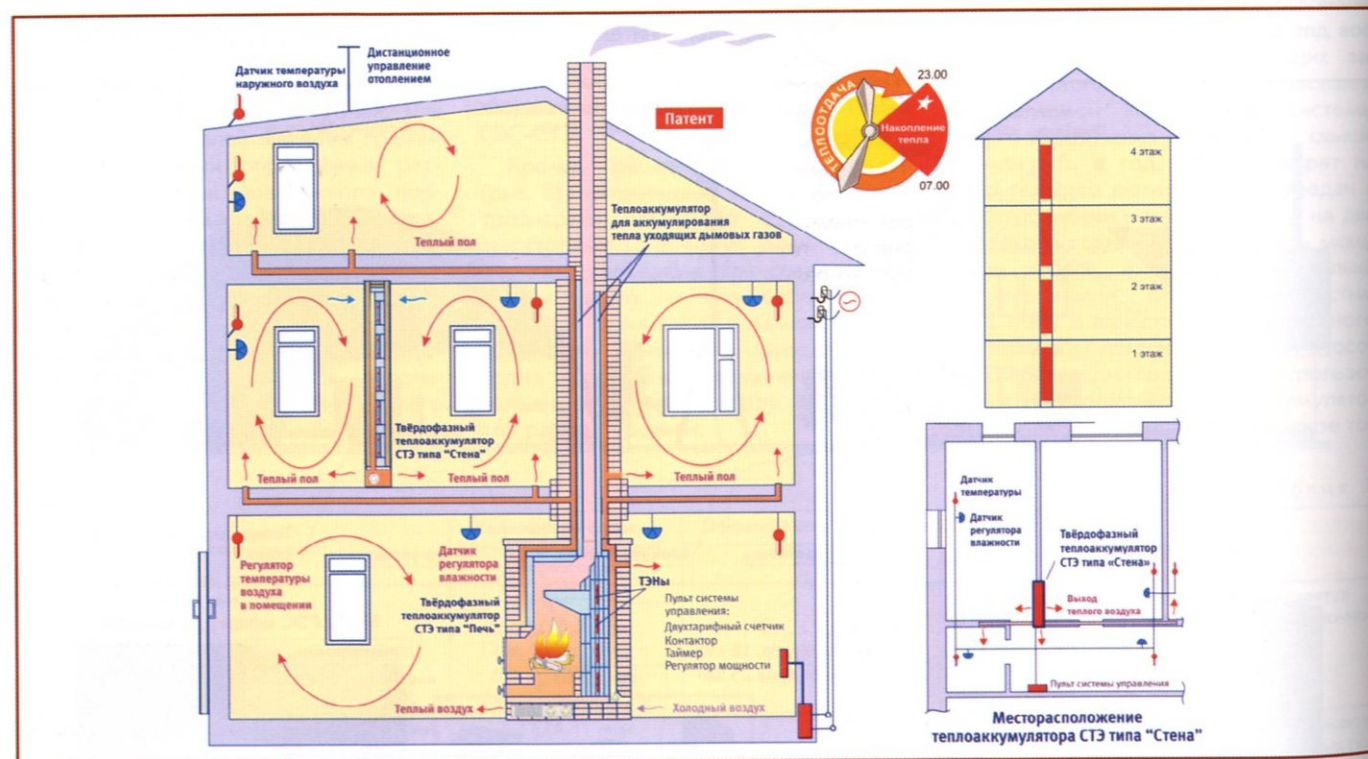


Рис. 10. Система отопления коттеджа и квартиры на основе твердофазных теплоаккумуляторов СТЭ типа «Стена» и «Печь»

Следует отметить, что способностью выдерживать многократные нагревы (до 1000 °C) обладает только один природный камень — тальковый. При

теплоёмкости, в 2,5 раза превосходящей теплоёмкость керамического кирпича, он длительное время удерживает тепло.

Согласно проведённым расчётам (табл. 2), затраты на СТЭ «Стена» окупаются в течение 3 – 5 лет, а далее обеспечивают стабильную экономию

Установка стационарного теплоаккумулятора СТЭ «Стена» в поликлинике № 2 г.Петрозаводск



Монтаж теплоаккумулирующего рабочего тела из талькохлорита



Теплоаккумулятор в собранном виде без кожуха



Стена с встроенным в неё твёрдофазным теплоаккумулятором типа Стена с воздушным теплоносителем

Устройство стационарного теплоаккумулятора СТЭ «Печь»

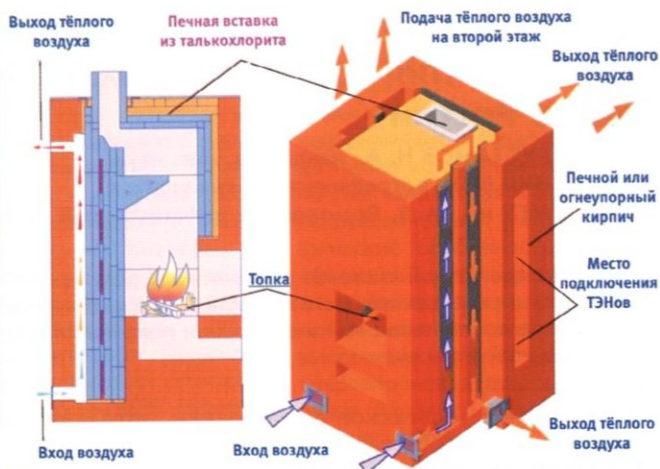


Рис. 11. Устройство стационарных теплоаккумуляторов «Стена» и «Печь»

расходов на отопление жилого дома. Стоимость их в 2 раза ниже, чем импортных аналогов, широко применяемых в нашей стране.

Основные отличия СТЭ от оборудования зарубежной разработки, помимо цены, следующие:

- большая единичная мощность (2, 4, 8, 16, 24, 32, 40 и до 100 кВт);
- возможность встраивания СТЭ в существующие несущие конструкции зданий (стены, подвалы и т. п.);
- использование в СТЭ типа «Печь» дополнительного (резервного) топлива (твёрдого или газообразного);
- применение экологически чистого минерала — талькохлорита в качестве нагреваемого рабочего тела.

С учётом низкой стоимости, возможности функционировать с дополнительными источниками энергии (древесное топливо, ГЭС, ВЭС), а также

нехватки гидроаккумулирующих станций в отечественной энергосистеме, стационарные теплоаккумуляторы, которые легко встраиваются в системы управления домами типа «Умный дом», могут найти широкое применение не только в рамках реализации Федеральной целевой программы (ФЦП) «Доступное жильё — гражданам России», но и других ФЦП (в области здравоохранения, образования и т. п.)

Выводы

Для реализации изложенных предложений необходимо следующее.

1. Предложить Минобрнауки организовать создание учебно-демонстрационных центров по энергосбережению и энергоэффективности по регионам. В качестве пилотного проекта предлагается использовать учебно-оздоровительный центр ПётрГУ

«Урозеро», уже оборудованный нетрадиционными системами энергообеспечения: ветроустановкой, отопительным котлом на пеллетах, теплоаккумулятором, накапливающим энергию в ночные часы, когда на электроэнергию действует ночной тариф, и т. п.

2. Выйти с предложением в правительство РФ по созданию на одном или нескольких удалённых от систем централизованного электроснабжения или имеющих неустойчивое электроснабжение социально значимых объектах (архипелаг Валаам, Шолтозерская районная больница и т. п.) пилотных проектов с переводом полностью или частично на энергообеспечение от автономных источников питания.

3. Предложить компаниям — производителям ВЭС, малых ГЭС, приливных и волновых ГЭС рассмотреть вопрос применения твёрдофазных теплоаккумуляторов совместно с автономно работающими нетрадиционными источниками электроэнергии.

4. Компаниям — участникам заседания НС РАН (ОАО «РусГидро» и ОАО «РАО ЕЭС Востока») рассмотреть возможность использования энергокомплексов на базе нетрадиционных источников электроэнергии и твёрдофазных теплоаккумуляторов СТЭ для энергообеспечения удалённых от энергосистем потребителей на Дальнем Востоке и в северных районах РФ.

5. ФГБУ «Российское энергетическое агентство» рекомендовать разместить на сайте в разделе «Рекомендуемые энергоэффективные технологии» информацию о энергокомплексах на основе твёрдофазных теплоаккумуляторов и автономно работающих нетрадиционных источников электроэнергии.

Таблица 2

Параметр	Экономическая эффективность перевода в Карелии жилого дома площадью 75 м ² в ночные часы на электроотопление (Карелия) с применением СТЭ «Стена» по годам					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Потребление тепла от централизованной системы теплоснабжения, Гкал	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
Экономия энергоресурсов в натуральном выражении, Гкал	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
Тариф при централизованном теплоснабжении, руб./Гкал	1 466	1 627	1 790	1 969	2 164	2 368
Ночной тариф на электроэнергию, руб./Гкал (коп./кВт·ч)	450,00 (0,39)	490,50 (0,42)	549,36 (0,47)	604,29 (0,52)	664,11 (0,57)	726,54 (0,63)
Затраты, руб.:						
на покупку теплоаккумулятора СТЭ «Стена»	72 000	70 481	44 221	16 848	—	—
на внедрение	18 000	—	—	—	—	—
Экономия на оплате энергоресурсов потребителем, руб.	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
Чистая экономия потребителя, руб.	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
Денежный поток для потребителя, руб.	-70 481	-48 643	-20 387	9 369	28 812	31 521
Дисконтированный денежный поток для потребителя, руб.	-70 481	-44 221	-16 848	7 039	19 679	19 571