

А. М. Анисимов, эксперт (Петрозаводск)
К. Батерау, доцент, Университет БАУХАУС (г. Веймар, Германия),
В. Н. Васильев, д. т. н., профессор, президент Петрозаводского государственного университета,
М. М. Кенисарин, с. н. с, НПО «Академприбор» (Ташкент, Узбекистан),
О. С. Попель, д. т. н., зав. лабораторией ОИВТ РАН, Москва,
А. В. Спиридонов, к. т. н., зав. лабораторией НИИСФ РААСН, Москва,
И. Л. Шубин, д. т. н., директор НИИСФ РААСН, Москва

Перспективная система отопления малоэтажных зданий

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития находятся в числе приоритетных задач долгосрочной энергетической политики России.

В ее суровых климатических условиях (продолжительность отопительного периода по среднесезонным данным колеблется от 22–25 недель на Юге страны до 40–45 и более недель на Севере) теплоснабжение — социально значимый и наиболее топливоемкий сектор экономики. В нем потребляется примерно 40% энергоресурсов, используемых в стране, а более половины этих ресурсов приходится на коммунально-бытовой сектор. В структуре используемого топлива около 3/5 приходится на газ, примерно 1/4 — на твердое топливо (уголь, дрова), остальное — на мазут.

Сектор теплоснабжения остро нуждается в разработке мер и технических решений, направленных на повышение его надежности, качества и экономичности. Системы централизованного теплоснабжения многих городов и населенных пунктов от ТЭЦ и котельных требуют реконструкции. По данным Минэнерго РФ, не менее 15% тепловых сетей из 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 куб. км воды. Около 80% общей протяженности тепловых сетей требуют 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 поселках 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 густонаселенных 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 учетом вышеизложенного 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 технически, энергетически и экологически совершенных схем теплоснабжения, позволяющих повышать надежность теплоснабжения и обеспечивать стоимость тепла на уровне, адекватном доходам населения.

В качестве первичных источников энергии для теплоснабжения в мире все более широко начинают использоваться экологически чистые возобновляемые источники энергии: солнечная энергия, энергия ветра, продукты переработки биомассы (древесные пеллеты и др.), геотермальные тепло-насосные установки, утилизирующие низкопотенциальное тепло грунта и грунтовых вод и др. 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 суточных графиков потребления сетевой электрической энергии в России все более активно применяется тарифное стимулирование потребления электроэнергии в часы «провала», и во многих районах страны с недостатком маневренных мощностей стоимость «ночной» электроэнергии устанавливается в несколько раз дешевле, чем «дневной». Так, в Москве ночной тариф (с 23:00 до 7:00) примерно в 2 раза ниже, чем дневной (с 7:00 до 23:00), а в некоторых регионах, например в Карелии, электроснабжение которых находится в зоне ответственности маломаневренных энергоблоков, различие в тарифах в зависимости от типа потребителей составляет 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, объем строительства малоэтажных зданий на территории нашей страны по общей площади превысил в 2010 г. объем 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 преимущественно застраиваться 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 газа.

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 учетом вышесказанного, признается в настоящее время электрическая, имеющая ряд неоспоримых преимуществ, в том числе:

- простота исполнения и надежность работы;

- относительная легкость регулирования температуры в помещениях;
- учет потребления электроэнергии и, соответственно, расчет с ее 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 (зачастую) затратам собственников коттеджей;
- повышение затрат за счет оплаты стоимости дополнительной электрической мощности, необходимой для отопления помещений, что во многих случаях не обосновано технически и экономически.

Несмотря на то, что массовая теплоемкость твердофазных материалов существенно уступает массовой теплоемкости 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, имеет не только все преимущества отопления, основанного на применении электроэнергии, но и решает многие из возникающих при этом проблем. Стоимость электроэнергии, получаемой домовладениями в ночное время, в 2–8 раз (в зависимости от региона) ниже цены дневной электроэнергии и централизованного отопления от котельных на твердом или жидком топливе.

Высокая теплостойкость многих твердых материалов позволяет в ряде случаев использовать возможность увеличения температурного диапазона для аккумуляции тепла, что, в свою очередь, позволяет повысить компактность теплового аккумулятора.

Для создания твердофазных тепловых аккумуляторов сегодня находят применение магнезит (карбонат магния), месторождения которого имеются в России на Урале, в Европе (Австрия, Словакия и др.), 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 является также природный камень талькохлорит (смесь магнезита 40–50%, талька до 50% и хлорита до 8%). Месторождения талькохлорита находятся в Финляндии и в России (Карелия). Его физико-химические и другие свойства достаточно хорошо изучены. Он несколько уступает по объемной теплоемкости магнезиту, но имеет более высокую теплопроводность, выдерживает десятки тысяч циклов нагрева до температуры 1 200 °С с последующим охлаждением без существенного изменения механических свойств. В силу легкой обрабатываемости, долговечности и высоких теплотехнических свойств талькохлорит является прекрасным строительным и облицовочным материалом, обладающим высокой

термической устойчивостью. В Карелии и в Прибалтике его широко используют для производства печей и каминов, создания теплых полов.

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

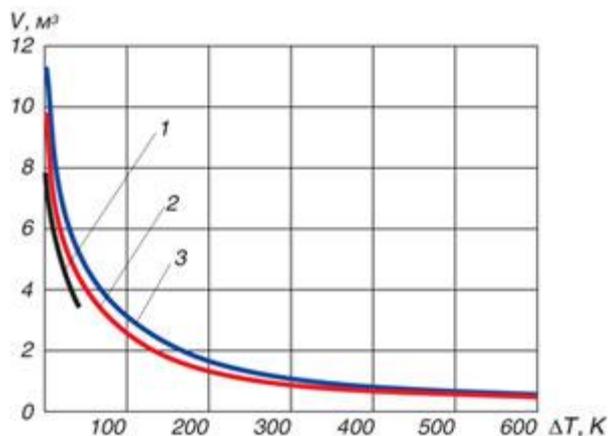


Рис. 1. Требуемый объем ТАМ для аккумуляции 1 ГДж тепла в зависимости от разности температур: 1 — вода (при атмосферном давлении), 2 — магнезит, 3 — талькохлорит

На рис. 1 приведены зависимости требуемого объема теплоаккумулирующего материала (вода, магнезит, талькохлорит) для аккумуляции 1 ГДж тепловой энергии в зависимости от перепада температур, используемого для аккумуляции тепла. Данное количество тепла требуется для отопления современного дома площадью около 120 м² в течение суток при характерных тепловых потерях 100 Вт/м². В случае воды рассматривается бак-аккумулятор при атмосферном давлении. Соответственно, как отмечалось выше, температурный интервал ограничивается $T = 65$ К. Видно, что в этом температурном диапазоне требуемый объем воды в расчете 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 возможности повышения температурного диапазона (например, при использовании для отопления ночной «провальной» электроэнергии) требуемый объем твердофазных ТАМ может быть существенно снижен, и уже при $T = 300$ К 1 ГДж тепла можно саккумулировать в объеме около 1 м³, а при $T = 600$ К — 0,5–0,6 м³.

Следует вместе с тем учитывать, что с ростом T для уменьшения тепловых потерь необходимо увеличивать толщину теплоизоляции аккумулятора, что препятствует снижению его габаритов, и в каждом конкретном случае при выборе расчетной T необходим поиск компромисса. В то же время СТЭ могут решить ряд проблем, связанных с применением электроэнергии для целей отопления за счет использования дополнительных источников энергии в виде твердого топлива, газа и избыточной электроэнергии от автономных источников электроэнергии (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, в Москве и Московской области — в 2 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. Применение СТЭ высвободит только в Москве 2 200 МВт электрической мощности

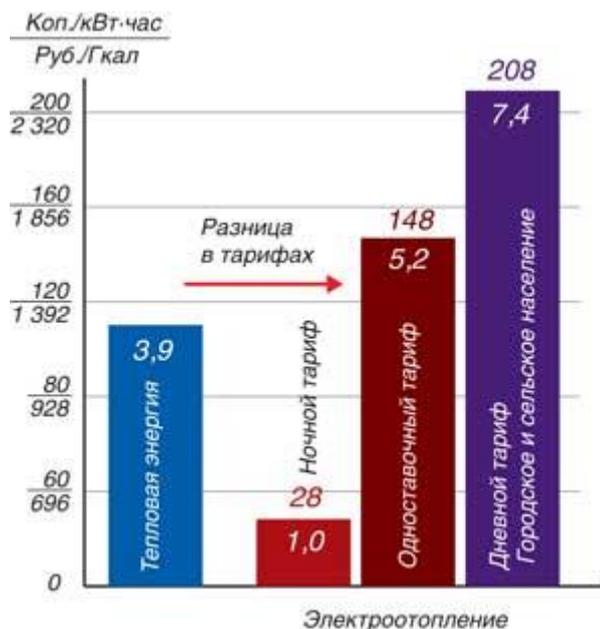


Рис. 3. График стоимости отопления в Республике Карелия, 2011 г.

Зимой необходимая электрическая мощность в дневное время может значительно превышать мощность в ночное время суток. 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. эта разница составила 5 500 МВт.

В настоящее время правительству Москвы предложено на первом этапе снизить дневную нагрузку на энергосистему города на 2 200 МВт за счет применения твердофазных теплоаккумуляторов с воздушным теплоносителем. Этот первый этап может быть осуществлен исключительно за счет установки СТЭ во временных помещениях, расположенных на московских улицах (киоски, торговые павильоны, бытовки строителей и т. д.), 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) объясняется достаточно просто: в России практически отсутствуют гидроаккумулирующие электростанции (построена только одна), которые могут накапливать электроэнергию, вырабатываемую в ночное время, и отдавать ее в часы пиковых нагрузок на энергетические сети (как правило, днем). Данная ситуация позволяет с полной уверенностью говорить о том, что в ночное время электроэнергия в нашей стране еще достаточно длительное время (10–20 лет и более) будет в значительном избытке. При этом следует отметить, что даже в странах Западной Европы (в частности, в Финляндии и Германии), где широко используются такие станции, разница между дневными и ночными тарифами составляет 1,5–2,5 раза, но при этом объем потребления в строительной отрасли стационарных теплоаккумуляторов ежегодно составляет свыше 200 млн евро.

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

№	Наименование показателей (индикаторов)	Количество и единицы измерения показателей (индикаторов)	Эффективность применения СТЭ		Примечание
			%	млрд кВт в год	
1	Выработка теплоэнергии:	9,4/10,9 млн гкал/млрд кВт·ч;	10	1.1	- уменьшается стоимость отопления в 2-3 раза за счет использования ночной электроэнергии
	- электродотельными;				
	- районными и промышленными котельными	720,7/837,5 млн гкал/млрд кВт·ч	1	8.4	
2	Потери теплоэнергии у потребителей, производителей тепла и на теплотрассах	3,71/4,31 млн гкал/млрд кВт·ч	5	0.22	- снижаются потери теплоэнергии в сетях за счет использования теплоаккумуляторов удаленными потребителями
3	Стоимость отопления индивидуальных домов, коттеджей для запланированных	4,88 млрд кВт·ч	15	0.73	- снижаются капитальные (в 1,5-2 раза) и текущие (в 2-3 раза) затраты на отопление за счет

	к строительству 31,4 млн кв. м				ночного тарифа и применение второго источника энергии (древесное топливо или газ)
4	Стоимость отопления для запланированных к капитальному ремонту 45 млн кв. м существующего жилищного фонда	0,14 млрд кВт·ч	5	0,01	

Общая потребность в теплоаккумуляторах средней мощности (до 100 кВт) в РФ прогнозируется в 78,5 млрд руб. или 15,7 кВт (без учета 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). Из вышеприведенных данных следует, что российский рынок теплоаккумулирующих систем отопления малой и средней мощности (в том числе печей-каминов из талькового камня) должен превышать 300 млн евро ежегодно.

Общая потребность в теплоаккумуляторах средней мощности (до 100 кВт) в Российской Федерации прогнозируется в 78,5 млрд руб., или 15,7 кВт (без учета 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 вышеприведенных данных можно прогнозировать, что российский рынок теплоаккумулирующих систем отопления малой и средней мощности (в том числе печей-каминов из талькового камня) должен превышать 300 млн евро ежегодно.

Использовать стационарный теплоаккумулятор «Печь» можно и при отсутствии электрических сетей необходимой мощности и/или первоначальных средств на их прокладку, на выкуп дополнительной мощности. Это устройство работает не только от электричества, но и на древесном топливе.

При этом можно сразу заложить теплоаккумулирующее рабочее тело в СТЭ на максимальную мощность, а подключение электричества на первом этапе выполнить, только на отпущенную энергоснабжающей организацией мощность.

Производство теплоаккумуляторов электрической мощностью до 7 кВт в странах ЕС
в 2007 году составило 215 719 555 евро, потребление – 182 023 205 евро

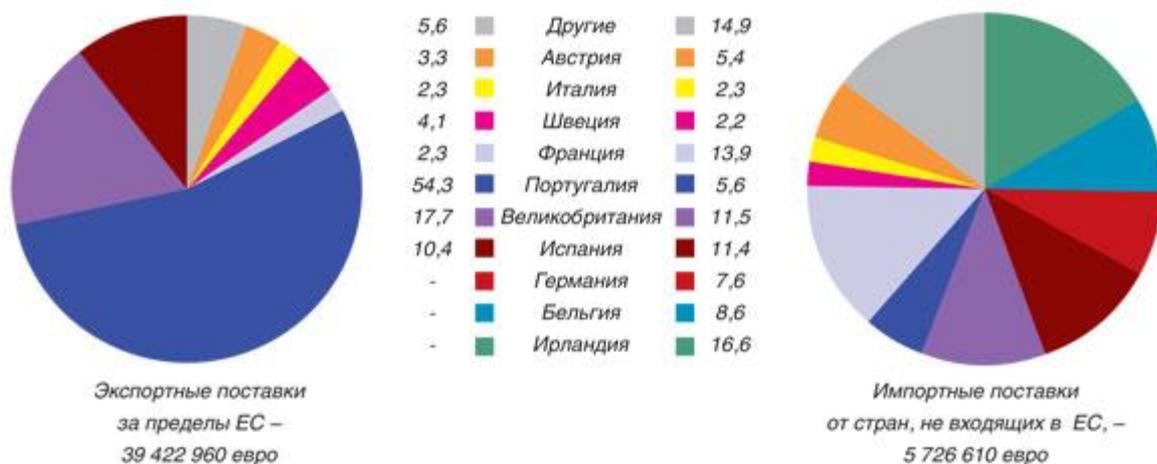


Рис. 5. Структура поставок воздушных теплоаккумуляторов по странам ЕС в 2007 г. (в % от величины поставок в денежном выражении)

Продолжение в СтройПРОФИ №7 "[Перспективная система отопления пассивных и активных малоэтажных зданий с использованием природных тальковых камней](#)"

Перспективная система отопления «пассивных» и «активных» малоэтажных зданий с использованием природных тальковых камней

Со временем, когда решится вопрос с внешним электроснабжением 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 еще один путь снижения стоимости отопления при использовании стационарных теплоаккумуляторов (СТЭ). Если вблизи дома есть возможность установить ветроэлектростанцию или проточную гидроэлектростанцию, 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 сократить стоимость получаемой от них энергии.

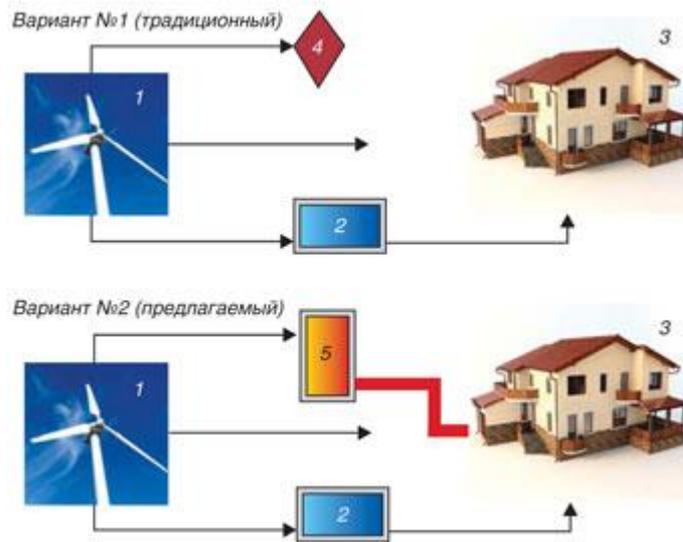


Рис. 6. Схемы электроснабжения автономного потребителя от ветроустановки: 1 — ветроустановка, 2 — электрохимический аккумулятор, 3 — потребитель, 4 — балластное сопротивление, 5 — твердофазный теплоаккумулятор

Для сохранения избыточной электроэнергии ветроустановку предлагается снабдить эффективным аккумулятором тепла (рис. 6, вариант №2), 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.

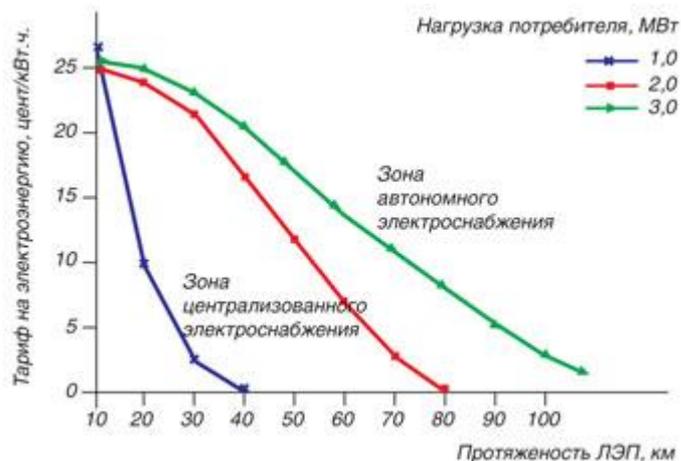


Рис. 7. Зоны экономической целесообразности автономного и централизованного электроснабжения

Для оценки целесообразности подключения потребителей к системе централизованного электроснабжения определены экономически обоснованные территориальные границы централизованного электроснабжения для условий северо-восточных регионов. На рис. 7 представлены зоны экономической целесообразности централизованного и автономного электроснабжения потребителей с нагрузками 1–3 МВт при фиксированной цене

дизельного топлива 700 долл./т, средней для условий северо-восточных регионов России.

Таким образом, экономически обоснованные территориальные границы вокруг точек возможного подключения составляют 30–90 км (в зависимости от присоединяемой нагрузки). Граничные расстояния удаленности потребителей с нагрузками 3 МВт для целесообразного расширения централизованного электроснабжения при среднем тарифе в энергосистемах северо-восточных регионов на электроэнергию 5 центов/кВт ч составляют 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 твердофазных теплоаккумуляторов эффективность работы ветроустановок можно увеличить на 20–40 %. Кроме того, применение твердофазных теплоаккумуляторов, использующих в качестве дополнительного источника энергии твердое топливо, повышает надежность энергоснабжения. В условиях низких температур на северных территориях РФ при длительном отсутствии энергии от ветроустановок твердо-фазный теплоаккумулятор сохранит свою целостность.

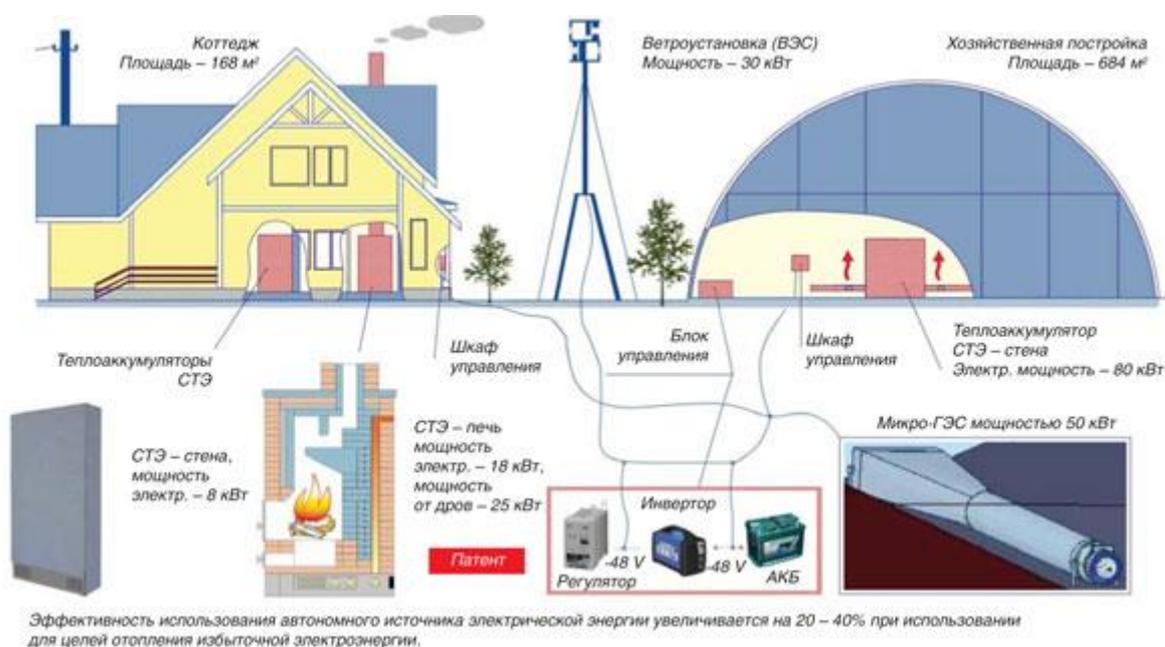


Рис. 8. Энергообеспечение коттеджа и хозяйственной постройки от автономных источников энергии (ВЭС, микро-ГЭС)

Новыми для России, но широко применяемыми в Европе, являются 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 электроэнергию от 1 до 100 кВт в час. Применение СТЭ совместно с проточными ГЭС значительно повысит экономические показатели энергообеспечивающего блока ГЭС-СТЭ.

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

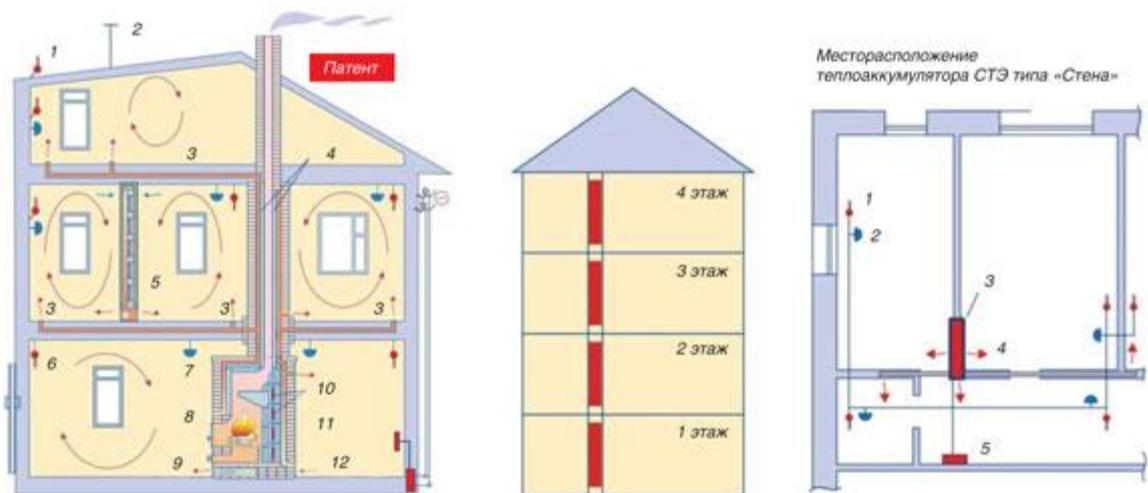


Рис. 10. Система отопления коттеджа и квартиры на основе твердофазных теплоаккумуляторов

1. Датчик температуры наружного воздуха
2. Дистанционное управление отоплением
3. Теплый пол
4. Теплоаккумулятор для аккумулирования (накопления) тепла уходящих дымовых газов
5. Твердофазный теплоаккумулятор СТЭ типа «Стена»
6. Регулятор температуры воздуха в помещении
7. Датчик регулятора влажности
8. Твердофазный теплоаккумулятор СТЭ типа «Печь»
9. Теплый воздух
10. ТЭНы
11. Пульт системы управления: двухтарифный счетчик, контактор, таймер, регулятор мощности
12. Холодный воздух

1. Датчик температуры
2. Датчик регулятора влажности
3. Твердофазный теплоаккумулятор СТЭ типа «Стена»
4. Выход теплого воздуха
5. Пульт системы управления

Конструкция твердофазных теплоаккумуляторов позволяет одновременно и/или последовательно получать электроэнергию от электросети и/или от ветроэлектростанций. Кроме того, некоторые модели теплоаккумуляторов в качестве дополнительного источника энергии могут использовать биотопливо или газ. Надежность работы отопительных систем, построенных на различных источниках, очень велика. Кроме того, возможен выбор наиболее выгодного источника энергии в любое время суток. Переключения источников энергии можно делать автоматически на основе заложенной программы с корректировкой на внешние условия.

Характерным объектом для применения отопительных систем, получающих энергию из разных источников, может послужить архипелаг Валаам (Республика Карелия). Комплексная система энергообеспечения архипелага включает электро- и теплоснабжение с использованием теплоаккумуляторов, работающих от централизованного электроснабжения и автономных источников электроснабжения.

В весенне-осенние периоды можно предусмотреть перевод лопастей ветроустановок в нерабочее положение (опускаются вниз), что устранит возможные потери птиц во время их сезонных перелетов. В качестве дополнительного источника энергии планируется использовать древесину (до 1 000 м³) от профилактических вырубок находящегося на архипелаге леса.

Наименование	Период					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год
Экономия потребителя (в натуральном выражении)						
Потребление от централиз. 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
Тариф ночной электроэнергии, руб./Гкал (коп./кВт·час)	450.00 (0.39)	490.50 (0.42)	549.36 (0.47)	604.29 (0.52)	664.11 (0.57)	726.54 (0.63)
Экономика для потребителя, руб.						
Затраты на покупку теплоаккумулятора «СТЭ-Стена»	72 000	70 481	44 221	16 848	—	—
Затраты на внедрение	18 000	—	—	—	—	—
Экономия на оплате энергоресурсов потребителем	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
Чистая экономия потребителя	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
Денежный поток для потребителя	-70 481	-48 643	-20 387	9 369	28 812	31 521
Дисконтированный денежный поток для потребителя	-70 481	-44 221	-16 848	7 039	19 679	19 571

Табл. 2. Расчет экономической эффективности перевода жилого дома площадью 75 м² на отопление от ночного тарифа на электроэнергию с применением теплоаккумуляторов СТЭ (Карелия)

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 твердофазных теплоаккумуляторах древесное топливо. На острове ежегодно в местном лесхозе за счет очистки санитарных выработок и оформления ландшафта заготавливают 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 эффективность их использования может возрасти в 1,5–2 раза и покрыть дефицит теплоэнергии в особо холодные дни года. С целью повышения эффективности сжигания имеющегося древесного топлива необходимо предусмотреть его переработку в брикеты или гранулы. В случае отсутствия ветровой нагрузки и при недостатке древесного топлива возможно включение твердофазных теплоаккумуляторов в работу в течение 24 часов от электрокабеля, что гарантированно обеспечит отопление всех потребителей тепла на архипелаге.

Теплоаккумуляторы СТЭ, помимо вышеназванных особенностей, имеют еще одно, неоспоримое преимущество перед другими централизованными или индивидуальными системами отопления — они устанавливаются в перегородках жилого дома, удаленных от наружных стен, что дает значительную экономию тепла (его потери от стандартных батарей под окнами составляют до 40%).



Рис. 12. Периоды теплоотдачи/накопления тепла при использовании теплоаккумуляторов в помещении

Еще одним важным моментом при использовании теплоаккумуляторов является то, что в помещениях возникают естественный теплообмен и аккумуляция теплого воздуха (рис. 12). Открытое пламя в СТЭ создает дополнительное ощущение уюта и спокойствия. Кроме общего повышения комфортности в здании появляется теплая стенка с температурой поверхности до 65 °С, у которой можно при необходимости и погреться. Если ее облицевать тальковым камнем, из которого выполнено теплоаккумулирующее тело СТЭ, то можно получить дополнительный оздоровительный эффект.

Тальковый камень (талькохлорит, талькокарбонат), который используется в стационарных теплоаккумуляторах, — экологически чистый природный материал, обладающий высокими показателями по теплоемкости, термостойкости и теплопередаче. Благодаря прекрасным теплотехническим качествам и оздоровительному влиянию на состояние человека последние два столетия он широко применяется в Финляндии, России и Италии для изготовления печей и каминов.

Следует отметить, что сотни раз выдерживать постоянные нагревы (до 1000 °С) способен только один природный камень — тальковый. Обладающий теплоемкостью, в 2,5 раза превосходящей керамический кирпич, он длительное время удерживает тепло.

Согласно проведенным расчетам, затраты на СТЭ окупаются в течение 3–5 лет, а далее они обеспечивают стабильную экономию затрат на отопление жилого дома. Следует отметить, что это первые российские устройства подобного типа. Стоимость их в два раза ниже, чем у импортных аналогов, широко применяемых в нашей стране.

Помимо цены, основными отличиями теплоаккумуляторов СТЭ от оборудования зарубежной разработки являются:

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

В связи с низкой стоимостью теплоаккумуляторов СТЭ, возможностью их работы с дополнительными источниками энергии (древесное топливо, ГЭС, ВЭС) и легкого встраивания в системы управления домами типа «Умный дом», а также большой разницы между стоимостью ночной и дневной электроэнергии из-за нехватки

гидроаккумулирующих станций в отечественной энергосистеме стационарные теплоаккумуляторы могут найти широкое применение не только в рамках реализации Федеральной целевой программы (ФЦП) «Доступное жилье — гражданам России», но и других ФЦП — в области здравоохранения, образования и т. п.

А. М. Анисимов, эксперт (Петрозаводск)

К. Батерау, доцент, Университет БАУХАУС (г. Веймар, Германия),

В. Н. Васильев, д. т. н., профессор, президент Петрозаводского государственного университета,

М. М. Кенисарин, с. н. с, НПО «Академприбор» (Ташкент, Узбекистан),

О. С. Попель, д. т. н., зав. лабораторией ОИВТ РАН, Москва,

А. В. Спиридонов, к. т. н., зав. лабораторией НИИСФ РААСН, Москва,

И. Л. Шубин, д. т. н., директор НИИСФ РААСН, Москва