

Обоснование создания кластера по энергоэффективным технологиям на основе минерально-сырьевых ресурсов Республики Карелия



В.Н.Васильев А.М. Анисимов

В.Н. Васильев, профессор, д.т.н., президент Петрозаводского Государственного Университета

А.М. Анисимов, инженер, ген. директор ООО «Энергоресурс-стэ» (резидент фонда Сколково), www.steatit.ru, energo1ama@gmail.com

Создается кластер по разработке и созданию энергосберегающей продукции на основе минерально-сырьевых ресурсов Республики Карелия. Предприятия входящие в кластер используют технологии уже разработанные учеными и специалистами ПетрГУ и института геологии КНЦ РАН, это позволяет в течение короткого времени (2-4 года) увеличить объем производства энергоэффективной продукции на 3-5 млрд. руб. и получить задел динамичного развития глубокой переработки минерального сырья, которым обладает Республика Карелия.

Ключевые слова: энергоэффективность, кластер, тальковый камень, автономные источники энергии, атомная энергетика.

Целью создания кластера является разработка новых энергоэффективных технологий с применением минерально-сырьевых ресурсов Республики Карелия и производство энергосберегающей продукции.

На основе предлагаемых технологий, в рамках кластера энергоэффективных технологий, энергосберегающая продукция, выпускаемая на основе сырьевых ресурсов, добываемых в Республике Карелия:

1. Базальтовая вата и другие изделия из базальта;
2. Печи, камины, теплоаккумуляторы и другое теплоемкое отопительное оборудование из талькового камня;
3. Теплоизоляционные панели и блоки на основе шунгита.
4. Композитные энергосберегающие материалы из шунгита и талькового камня.

Управление кластером должно осуществляться одной или несколькими научными и инновационными организациями, занимающимися разработкой новых технологий на основе минерально-сырьевых ресурсов, возможно управление передать общественной организации (ассоциации).

Организационная структура и условия создания кластера будут рассмотрены на примере создания энергоэффективных технологий на основе талькового камня.

В состав кластера планируется включить производственные и инновационные предприятия, общественные организации, научные и образовательные учреждения, занимающиеся исследованиями и производством продукции на основе минерального сырья, в частности: Институт геологии КарНЦ РАН; Горный факультет, кафедра энергообеспечения промышленных предприятий, демонстрационно-выставочный центр Уросозеро Петрозаводского ГУ; Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ РААСН); РАН Объединенный институт высоких температур; Joensuu Science Park (Финляндия); Политехнический университет Каталонии (Испания); Ассоциация горнопромышленников Республики Карелия; предприятия, владеющие

сырьевыми месторождениями, а также предприятия, перерабатывающие сырье, в частности в добыче талькового камня участвуют: ООО «Инкод», ООО «Калаламби», ОАО «Карельский окатыш», ООО «Горизонт»; а в его переработке в конечный продукт: ООО «Свирь», ООО «Скандинавия», ООО «Скала», ООО «Энергоресурс-т», ООО «Энергоресурс-стэ», ООО «Рустальк», ООО Фирма «Онежская каменка», ООО «Доброе тепло», ООО «Каменный век», ООО «Горизонт», ООО «РемМехАвто».

1. Запасы талькового камня

Республика Карелия имеет десятки проявлений талькового камня. По оценке специалистов, выполняющих работы по исследованию талькового камня в Карелии по программе TESIS, запасы талькового камня в разы превышают запасы в Финляндии, где он более 100 лет добывается и широко используется для производства каминов, печей, теплоаккумулирующего камня для бань и саун. Годовой оборот одного из крупных финских предприятий по добыче и переработке талькового камня составляет 60 млн.€.

Выданные лицензии на разведку и освоение месторождений из талькового камня в Карелии

№	Предприятие	Месторождение
1	ООО Инкод	Озерки
2	ООО Калаламби	Калаламби
3	ООО Горизонт	Каллиев-Муренваара

В настоящее время тальковый камень добывается как вскрышная порода от добычи железной руды на ОАО «Карельский окатыш». В течение 2014-2015 годов ожидается выпуск первых блоков в ООО «Инкод», ООО «Калаламби» и ООО «Горизонт».

Предприятия (страны) поставляющие в настоящее время блоки и слябы из талькового камня на рынок России:

- 1 Шабровский тальковый комбинат (Екатеринбург)
- 2 ОАО «Карельский окатыш» вскрышные породы
- 3 Бразилия

Финляндия - страна, где больше всего добывается талькового камня, поставляет на рынок России и Европы теплоаккумулирующие печи и камины и минимальное количество плит. Правительство Финляндии бережет деньги своих производителей и умеет собирать в государственный бюджет налоги за счет повышения глубины переработки сырья и создание новых образцов теплоемкого отопительного оборудования.

2. Спрос на продукцию из талькового камня

Тальковый камень (талькохлорит, талькокарбонат, талькомагнезит) экологически чистая горная порода. Уникальность талькохлорита состоит в его очень высокой (в 2,5 раза), чем у печного кирпича теплоемкости. За 2-3 часа топки печь или камин из талькохлорита может накопить тепло достаточное для поддержания нормальной температуры в помещении, в течение суток. Тальковый камень нагревается значительно быстрее (в 4-5 раз), чем глиняный кирпич и лучше выдерживает перепады температуры.

Благодаря термической устойчивости, легкости обработки, долговечности и высоким теплотехническим свойствам талькохлорита, является прекрасным материалом

для создания теплоаккумулирующих каминов и отопительных печей различного назначения.

Оценочные годовые объемы продаж в РФ изделий из талькового камня:

- 1 Печи и камины (Финляндия) ~100 млн.евро или 4 000 млн. руб.
- 2 Облицовки (ограждения) для металлических банных печей и каминных вставок (Россия) ~200 млн. руб
- 3 Плитка (Россия) ~50 млн. руб.,(Германия) ~5 000 млн руб., (100 Евро за 1 м²)
- 4 Теплоаккумулирующие печи (Россия)~20 млн. руб

Итого: ~ 10 000 млн. руб.

При производстве новых энергосберегающих отопительных печей, теплоаккумуляторов и т.д., создаваемых с использованием уникальных теплотехнических свойств талькового камня позволит на порядок увеличить его объемы добычи и переработки.

Рынок тепломеханических отопительных приборов практически неограничен в силу специфики огромной территории РФ, высокой затратности системы ЖКХ, высокой стоимости услуг по отоплению для конечных потребителей и постоянным ростом этих услуг.

Учитывая высокую заинтересованность европейского рынка к энергосбережению, в качестве альтернативного рынка можно рассматривать европейский. Емкость европейского рынка прогнозно можно назвать высокой. Например, в 2007 г. в странах ЕС было произведено теплоаккумуляторов, где используется искусственный камень, на 215 млн. евро, потреблено на 182 млн.евро, при расчетной мощности нового предприятия 500-550 млн.руб. товарной продукции в год, доля на европейском рынке не превысит 12-15%. Необходимо учесть, что на рынке предлагаются теплоаккумуляторы по характеристикам (цена, экология) уступающие предлагаемой к выпуску продукции.

В России рынок теплоаккумуляторов не сформирован в силу отсутствия доступных и эффективных моделей и технологий. Ожидаемый ежегодный объем потребления теплоаккумуляторов уже разработанных моделей в РФ до 6 млрд. рублей.

В 2015 г. может быть активная продажа плитки из талькового камня. Имеются заявки на поставку в Германию до 50 000 кв.м плит из талькового камня стоимостью до 5 млн. евро в год. Потребность в плитах из талькового камня в России за последние пять лет стремительно увеличивается.

При разработке технологий, позволяющих создавать теплоаккумуляторы мощностью до 200 000 кВт, потребность в тальковом камне может возрасти на два порядка. Также необходимо отметить, что добыча и обработка талькового камня проста и не требует больших затрат. Вышеназванные технологические решения по созданию энергоэффективных теплоаккумуляторов на основе талькового камня мощностью от 2 до 200 000 кВт прошли экспертизу и получили положительное заключение в инновационном фонде Сколково.

3. Укрупненная оценка экономической эффективности для Республики Карелия создания технологий по полной переработки талькового камня

1. Добыча блоков талькового камня на карьере 2000 м³ по цене 8000 руб/м³ или 6 000 тн в год, реализация одного карьера составит 16 млн.руб., кроме того образуется 1000 м³ или 3000 тн. отходов.

2. С 1 м³ блоков получается 20 м² слябов толщиной 40 мм или 40 000 м² слябов при 2000 м³ годовой добычи блоков; от подачи плит по цене 3000 руб/м² реализация составит 120 000 млн. руб., кроме того дополнительно остается 2000 тн отходов.

3. Производство готовых изделий из талькового камня

1 Печные вставки (камины, печи)

2 Облицовки (ограждения) для металлических каминных вставок и банных печей

3 Декоративная и другая облицовочная плитка

4 Камень теплоаккумулирующий и порошок

Стоимость 1 м² обработанной плит толщиной 40 мм для изготовления печных вставок и облицовок для металлических печей 1 м² равна 15 000 руб. годовая реализация 600 млн. руб.

Переработка 3 000 тн отходов от добычи камня позволит выпустить 2 000 тн теплоаккумулирующего камня по цене 8 руб. за 1 кг, что составит 16 млн. руб. реализации, кроме того из отходов будет выпущено 1000 тн порошка по цене 2 руб. за 1 кг. или 2 млн. руб. реализации.

Переработка 2000 тн отходов от распила для блоков на слябы обеспечит выпуск 30 000 м² рваной и другой декоративной плитки по цене 2000 руб. за 1 м² или 60 млн руб.

Общая реализация: 678 млн. руб

4. Итого реализация в Карелии от изготовления изделий из талькового камня: 814 млн. руб.

5. Налоговые поступления в бюджет Республики Карелия до 15 млн. руб.

В бюджет РФ до 50 млн. руб.

6. Дополнительное количество рабочих мест – 320 человек.

В расчетах не указана возможная реализация от продаж теплоаккумуляторов, использующих в качестве источников энергии ночную электроэнергию и избыточную электроэнергию автономных источников энергии.

Расчет сделан на 1 карьер производительностью талькового камня 2 000 куб.м. в год. Ожидается в течение 3-4 лет выход на проектную мощность трех карьеров с общим объемом 6 000 куб.м. в год. В укрупненных расчетах не учтен объем реализации полученный предприятиями Республики Карелия за установку и монтаж отопительных изделий из талькового камня.

4. Укрупненная оценка эффективности использования теплоаккумуляторов в РФ

На основе доступных материалов и личного опыта выполнен расчет потребности РФ в теплоаккумуляционных системах отопления.

**Оценочный расчет потребности в теплоаккумуляторах
мощностью от 2 до 200 000 кВт**

№	Наименование потребителя	Показатели эффективности		Средняя стоимость 1 кВт СТЭ (рубли)	Потребность			Средне-годовая на ближ. 5 лет (млрд.руб.)	Примечание
		млрд. кВт час	млрд. руб.		Всего	Млн. кВт	Млрд. руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Жилищно-коммунальное хозяйство	10,46	15,7	5 000	15,700	78,5	15	5,2	-показатель эффективности по п. 4 рассчитывается при стоимости электроэнергии 1,5 рубля за 1 кВт, п. 4 = п. 3 x 1,5 рубля
2	Автономные энергоустановки	0,73	1,1	5 000	1,095	5,48	10	0,55	-потребность в теплоаккумуляторах рассчитывается из расчёта окупаемости за 5 лет, т.е. в рублях п.7=п.4 x п.5; или в кВт п.6 = п.7 / п.5
3	Энергетика	10,38	15,57	4 000	19,500	77,85	5	7,8	
4	Атомные электростанции: - действующие - планируемые	1,56 1,45	2,34 2,18	3 000	3,900 3,63	11,7 10,88	5 10	2,3 1,1	-среднегодовая потребность рассчитывается в рублях п.9 = п.7 / п.8

Средняя годовая потребность талькового камня для обеспечения ожидаемой потребности в теплоаккумуляторах составляет 40 000 куб.м.. Имеющиеся и прогнозируемые запасы талькового камня в Республике Карелия, при необходимости, обеспечат производство теплоаккумуляторов сырьем.

**5. Экономические способы влияния на развитие предприятий,
входящих в кластер:**

- Налоговые льготы от Республики Карелия сырьевым и перерабатывающим предприятиям, использующим добываемое и переработанное минеральное сырье на территории Республики Карелия в рамках кластера;
- Первоочередное финансирование за счет местных федеральных и зарубежных источников научных разработок ПетрГУ, КарНЦ РАН, других научных организаций и малых инновационных предприятий по развитию новых технологий в предприятиях кластера;
- Создание лабораторий, испытательных центров и других вспомогательных организаций в ПетрГУ, КарНЦ РАН и на инновационных предприятиях кластера;
- Проведение мониторинга работы предприятий кластера, выработка рекомендаций и предложений правительству Республики Карелия по стимулированию его работы;
- Подготовка инициатив по изменению или дополнению законодательных актов в рамках полномочий федеральных органов власти, улучшающих работу кластера;
- Оценка эффективности работы кластера в целом по Российской Федерации;
- Создание и финансирование из доступных специализированных источников малых, в т.ч. инновационных, предприятий для расширения степени переработки минерального сырья на территории Республики Карелии;
- Проведение работ по организации поиска рынков сбыта продукции производимой на предприятиях кластера на территории Республики Карелии, Российской Федерации и за ее пределами;
- Создание системы подготовки рабочих и специалистов для работы на предприятиях кластера.

6. Организационные схемы взаимодействия структур кластера

Вхождение в кластер предприятий, расположенных на территории Республики Карелия, является добровольным. Вместе с тем предприятия не заявившие о своем желании вступить в кластер могут участвовать в его работе и пользоваться полученными энергосберегающими технологиями для производства продукции на основе талькового камня. Технологии передаются от научных и инновационных предприятий на основе лицензионных договоров или договоров на разработку той или иной продукции.

Руководящий орган кластера выбирается участниками кластера по согласованию с Министерством экономического развития Республики Карелия. Ежегодно руководство кластера составляет перечень энергосберегающих технологий, которые имеются или могут быть разработаны и внедрены на предприятиях Республики Карелия.

Совместно с заинтересованными организациями организуют поиск грантов и других средств для финансирования предлагаемых проектов. Вопрос по предоставлению льгот, дотаций и других преференций на предприятия, выпускающие энергосберегающую продукцию на основе разработанных технологий, решает Правительство Республики Карелии с участием руководства кластера.

Более полное обоснование применения талькового камня для выпуска наукоемкой энергоэффективной продукции представлено в обзорной информации по перспективным системам отопления с использованием природных тальковых камней.

Перспективные системы отопления с использованием природных тальковых камней

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития является одной из приоритетных задач долгосрочной энергетической политики России. В суровых климатических условиях России (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 топливоёмкий 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 километров 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 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 изложенного выше 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 теплонасосные установки, утилизирующие 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 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 4 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 превысил в 2010 году объем ввода многоэтажных зданий. В соответствии с перспективными планами Правительства РФ в перспективе до 2020 года 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 надёжность работы;
- относительная легкость регулирования температуры в помещениях;

- учёт потребления электроэнергии и, соответственно, расчёт 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 счёт 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 решают многие из возникающих при этом проблем.

Стоимость электроэнергии, получаемой домовладениями в ночное время, в 2-6 раз (в зависимости от региона) ниже цены, как дневной электроэнергии, так и централизованного отопления от котельных на твёрдом или жидком топливе.

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

Для создания твердофазных тепловых аккумуляторов сегодня находит применение магнезит (карбонат магния), месторождения которого имеются в России на Урале, в Европе (Австрия, Словакия, Словения, Черногория 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 которого находятся в Финляндии и в России (Карелия). Физико-химические и другие свойства талькохлорита достаточно хорошо изучены. Талькохлорит несколько уступает по объемной теплоемкости 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 легкой обрабатываемости, долговечности и высоких теплотехнических свойств талькохлорит является прекрасным строительным и облицовочным материалом, обладающим высокой термической устойчивостью. В Карелии и в прибалтийских странах его широко используют для производства печей и каминов, для создания теплых полов.

Стационарные СТЭ, выполненные из природного минерала «тальковый камень» прошедшего только механическую обработку выгодно отличаются от

теплоаккумуляторов, где теплоаккумулирующее рабочее тело выполнено на связующих. Тальковый камень экологически абсолютно чистый минерал.

На рис. 1 приведены зависимости требуемого объема теплоаккумулирующего материала (вода, магнезит, талькохлорит) для аккумуляирования 1 ГДж тепловой энергии в зависимости от перепада температур, используемого для аккумуляирования тепла. Данное количество тепла требуется для отопления современного дома площадью около 120 м² в течение 1 суток при характерных тепловых потерях 100 Вт/м². В случае воды рассматривается бак-аккумулятор при атмосферном давлении. Соответственно, как отмечалось выше, температурный интервал ограничивается $\Delta T = 65$ К. Видно, что в этом температурном диапазоне требуемый объем

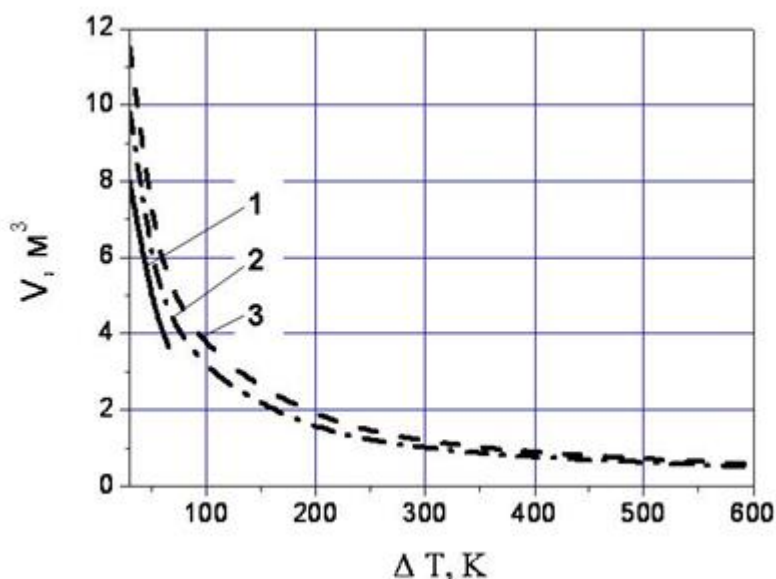


Рис.1 Требуемый объем ТАМ для аккумуляирования 1 ГДж тепла в зависимости от разности температур.

1 – вода (при атмосферном давлении), 2 – магнезит, 3 – талькохлорит

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 $\Delta T = 300$ К 1 ГДж тепла можно саккумулировать в объеме около 1 м³, а при $\Delta T = 600$ К – 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 габаритов, и в каждом конкретном случае при выборе расчетной 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 электроэнергии (ветроустановки, проточные ГЭС и пр.). Кроме того стационарные твердофазные теплоаккумуляторы СТЭ мощностью до 100 кВт могут использовать ночную электроэнергию для целей отопления.

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 4 раза, в среднем по РФ от 2 до 4 раз. На Украине отношение этих тарифов достигает 3-4 раза .

Столица Словакии Белград имеет только электрическое отопление, а разница тарифов на электроэнергию между дневным и ночным временем в 8-10 раз. Имеет место тенденция разуплотнения суточных графиков потребления энергии, что обусловлено опережающим развитием в стране сферы обслуживания, потребляющей энергию преимущественно в дневное время.

Зимой необходимая электрическая мощность может значительно превышать в дневное время ночную. Так, например, 19 декабря 2008 года такое превышение составило 23 700 МВт по Единой Энергосистеме России (без Сибири), а по Москве на 20 января 2006 года эта разница составила 5 500 МВт.

Рис.2 Применение СТЭ высвободит только в г.Москва 2200 МВт электрической мощности



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



В настоящее время Правительству г. Москвы 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 осуществлен исключительно за счёт установки СТЭ во временных помещениях расположенных на улицах города Москва (киоски, торговые павильоны, бытовки строителей и т.д.) и перевода их на ночной режим оплаты электроэнергии, что обеспечит экономию 40% электроэнергии.

Рис.4 Применение твердофазных теплоаккумуляторов СТЭ во временных сооружениях



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 отдающих её 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 ещё 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.

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



Экспортные поставки
39 422 960 евро
за пределы ЕС

Импортные поставки
5 726 610 евро от
стран не входящих в ЕС

Производство теплоаккумуляторов, электрической мощностью до 7 кВт в странах ЕС

в 2007 году составило 215 719 555 евро, потребление - 182 023 205 евро.

Основные показатели и потенциальная эффективность применения СТЭ в целом по РФ по жилищно-коммунальному хозяйству приведены ниже.

Расчёт эффективности применения СТЭ

№	Наименование показателей (индикаторов)	Кол-во и единицы измерения показателей (индикаторов)	Эффективность применения СТЭ		Примечание
			%	Млрд. кВт в год	
1	Выработка теплоэнергии: - электродотельными; - районными и промышленными котельными.	9,4/10,9 млн. Гкал./млрд.кВт.ч 720,7/837,5 млн. Гкал./млрд.кВт.ч	10 1	1,1 8,4	- уменьшается стоимость отопления в 2-3 раза за счёт использования ночной электроэнергии.
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 счёт использования в удалённых потребителей тепла теплоаккумуляторов
3	Стоимость отопления индивидуальных домов, коттеджей для запланированных к строительству 31,4 млн. кв.м.	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 счёт ночного тарифа и применение второго источника энергии (древесное топливо или газ)
4	Стоимость отопления для запланированных к капитальному ремонту 45 млн. кв. м. существующего жилого 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. (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 выше 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 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.

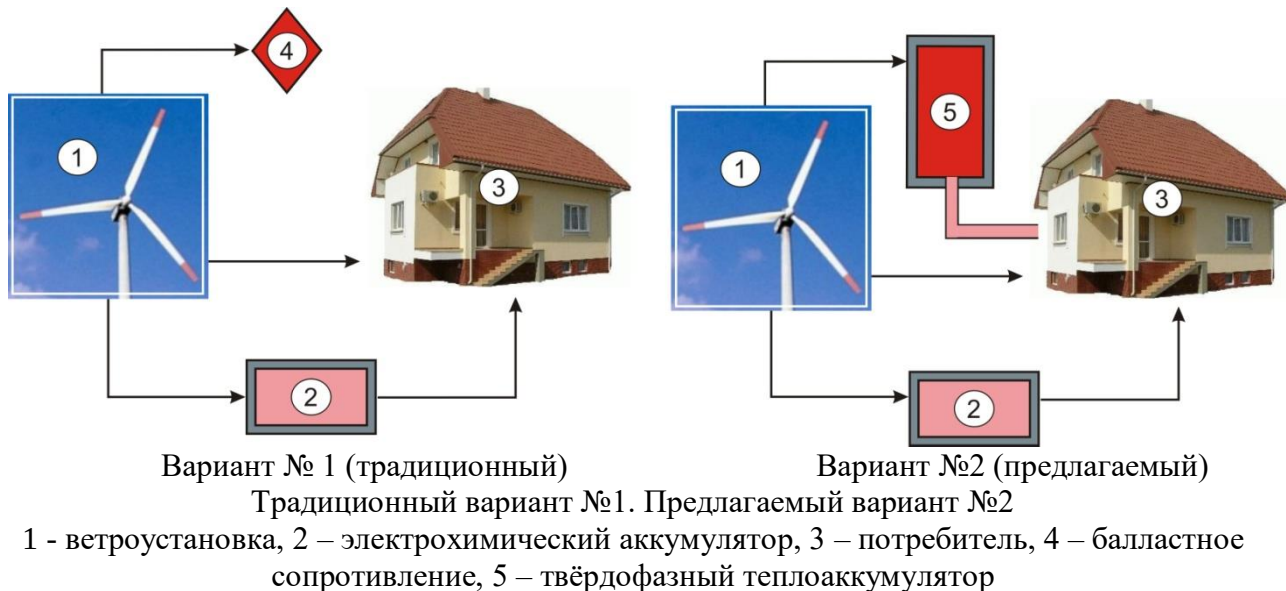
При этом можно сразу заложить теплоаккумулирующее рабочее тело в СТЭ на максимальную мощность, а подключение электричества на первом этапе выполнить, только на отпущенную энергоснабжающей организацией мощность.

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 ещё один путь снижения стоимости отопления при использовании стационарных теплоаккумуляторов СТЭ типа «Печь» и «Стена». 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 уменьшить стоимость получаемой от них энергии.

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

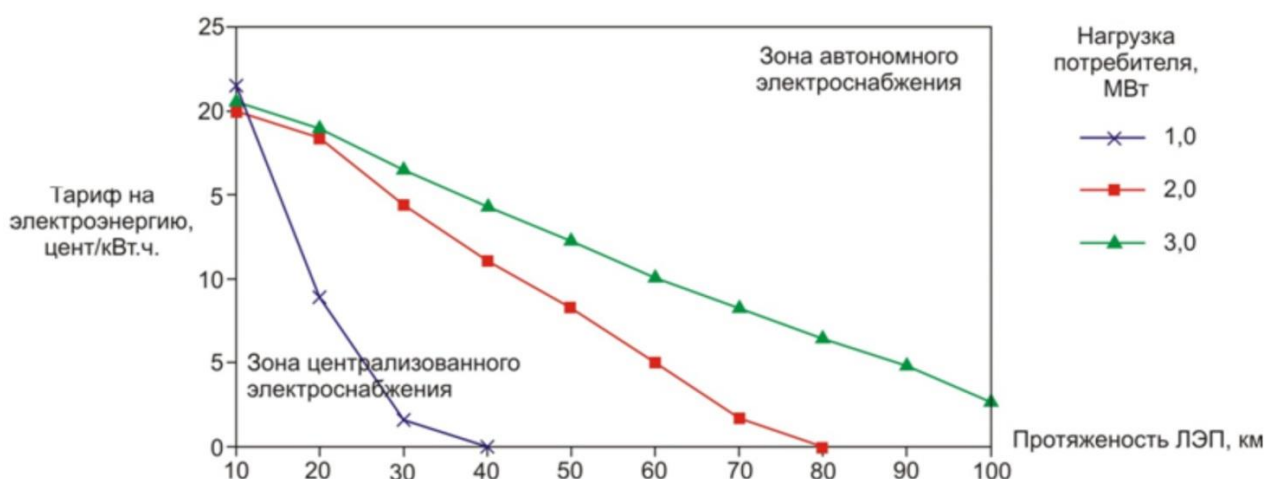
Рис.6 Схемы электроснабжения автономного потребителя от ветроустановки



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 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.

Рис. 7 Зоны экономической целесообразности автономного и централизованного электроснабжения

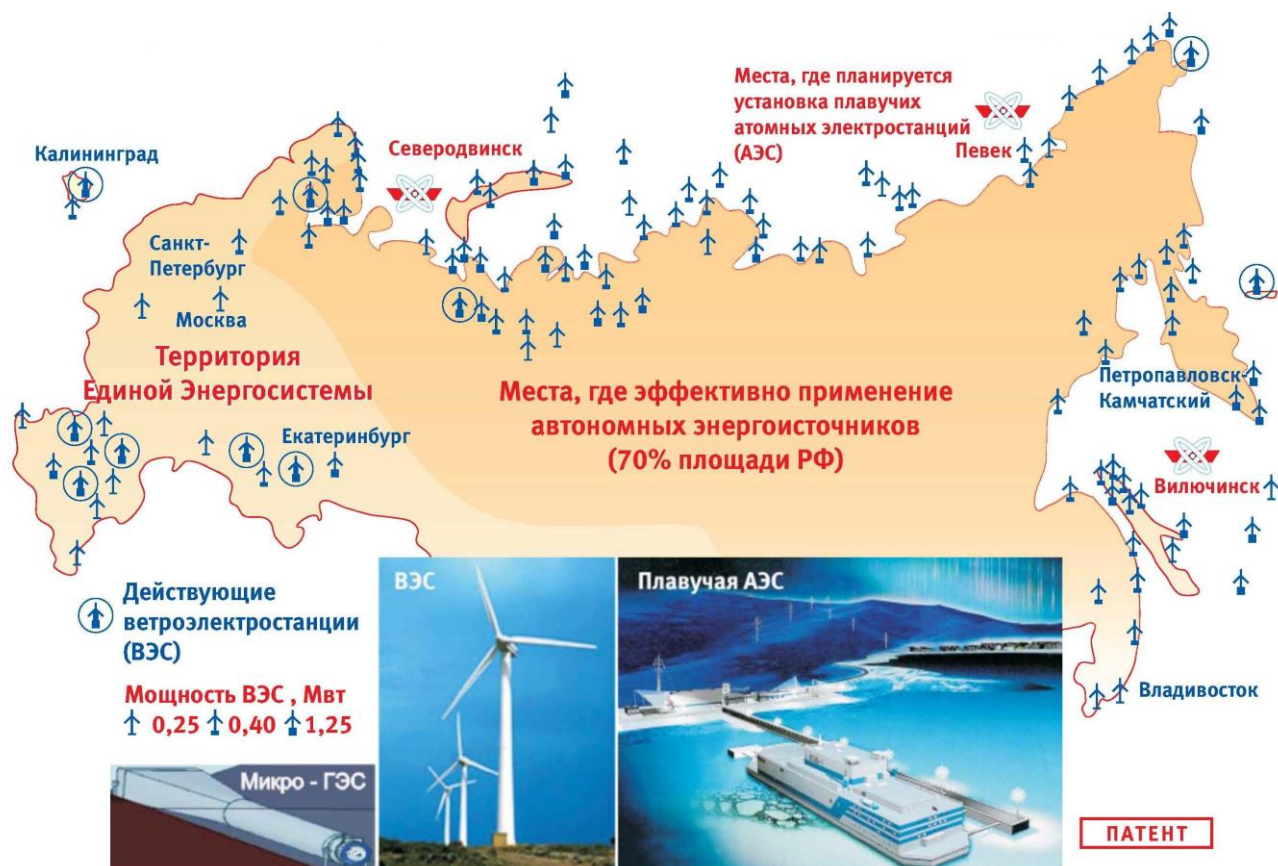


Таким образом, экономически обоснованные территориальные границы вокруг точек возможного подключения составляют 30-90 км в зависимости от присоединяемой нагрузки. Граничные расстояния удаленности потребителей с нагрузками 3 МВт для целесообразного расширения централизованного электроснабжения при среднем тарифе в энергосистемах северо-восточных регионов на электроэнергию 5 цент/кВтч 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 твердофазный теплоаккумулятор сохранит свою целостность.

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 от 1 до 100 кВт в час электроэнергии. Применению СТЭ совместно с проточными ГЭС значительно повысит экономические показатели энергообеспечивающего блока ГЭС-СТЭ.

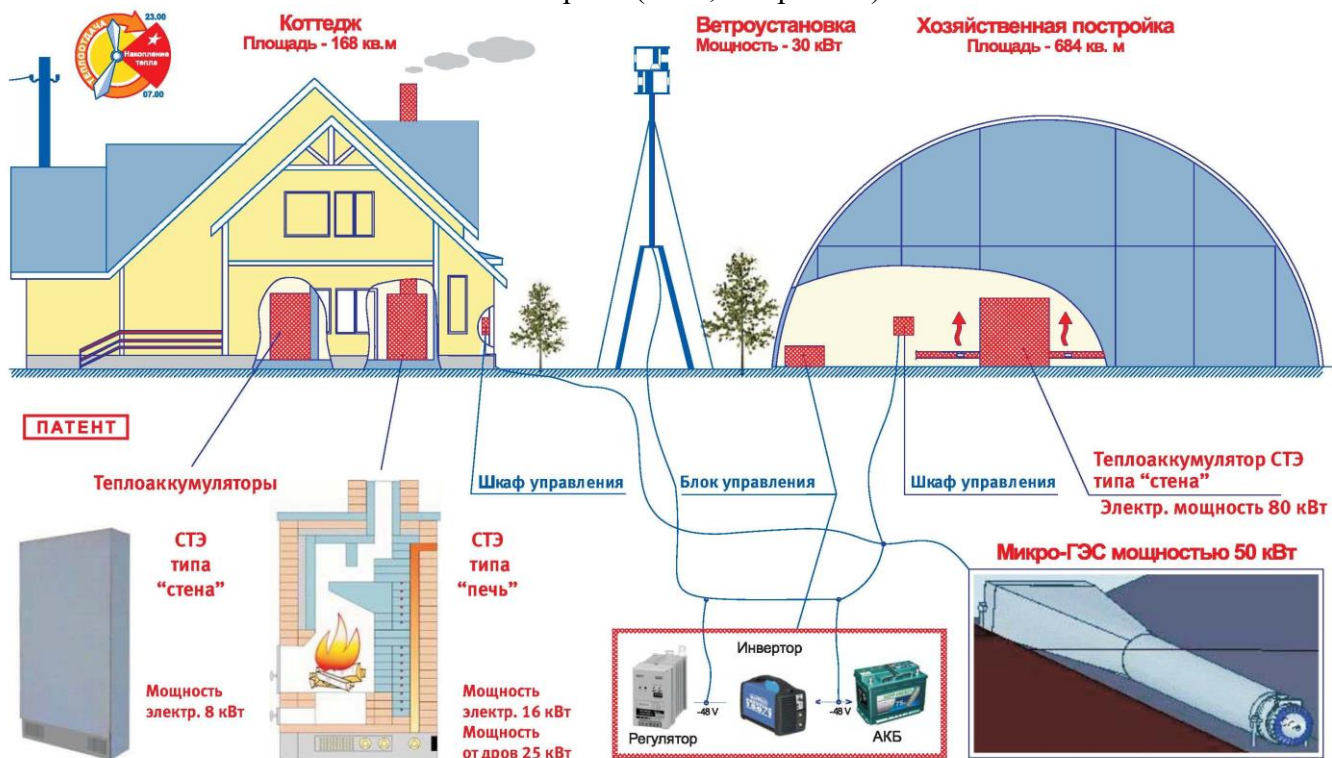
В стадии проектных решений в Республике Карелия находится создание приливной электростанции. Твердофазные теплоаккумуляторы являются идеальной нагрузкой для волновых электростанций, находящихся в стадии проведения ОКР (ООО «Вертикаль» г. Челябинск).

Рис. 8 Планируемые места расположения автономных источников электроэнергии



Построена в РФ первая плавучая атомная электростанция (ПАЭС) для обеспечения теплом и электроэнергией северных территорий. Твердофазные теплоаккумуляторы резко повысят безопасность и экономичность работы ПАЭС и надежность теплообеспечения северных городов и поселков.

Рис. 9 Энергообеспечение коттеджа и хозяйственной постройки от автономных источников энергии (ВЭС, микроГЭС)



Кроме решения частных задач, автономные источники электроэнергии совместно со 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.

Эффективность применения СТЭ с автономными энергоустановками

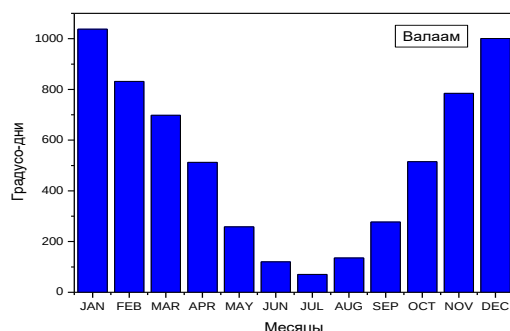
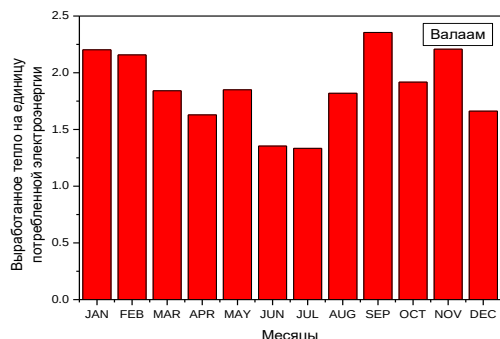
№	Наименование показателей (индикаторов)	Кол-во и единицы измерения показателей (индикаторов)	Эффективность применения СТЭ		Примечание
			%	Млрд.кВт час. в год	
1	Ожидаемая к 2020 г. величина использования автономных источников энергии:			0,73	- повышается КПД автономных источников энергии и устойчивость (надёжность) их работы за счёт накопления тепловой энергии в СТЭ при отсутствии электрической нагрузки у потребителей
	- ВЭС;	1 200/6,0 МВт/млрд.кВт.ч	10	0,6	
	- проточные ГЭС;	100/0,4 МВт/млрд.кВт.ч	20	0,08	
	- солнечные фото батареи;	50/0,2 МВт/млрд.кВт.ч	5	0,01	
	-региональные и плавучие АЭС;	200/1,2 МВт/млрд.кВт.ч	5	0,06	

Конструкция твёрдофазных 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 био топливо или газ.

Надёжность 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). Предлагаемая комплексная система энергообеспечения архипелага Валаам включает электро- и теплоснабжение с использованием теплоаккумуляторов, работающих от централизованного электроснабжения и автономных источников электроснабжения.

Рис.10 Расчетные помесячные отношения возможных «избытков» электроэнергии по архипелагу Валаам



«Избытки» электроэнергии могут быть преобразованы в тепло и аккумулированы в тепловом аккумуляторе по отношению к полезно используемой электрической энергии (вверху) и годовые распределения градусо-суток отопительного периода (внизу).

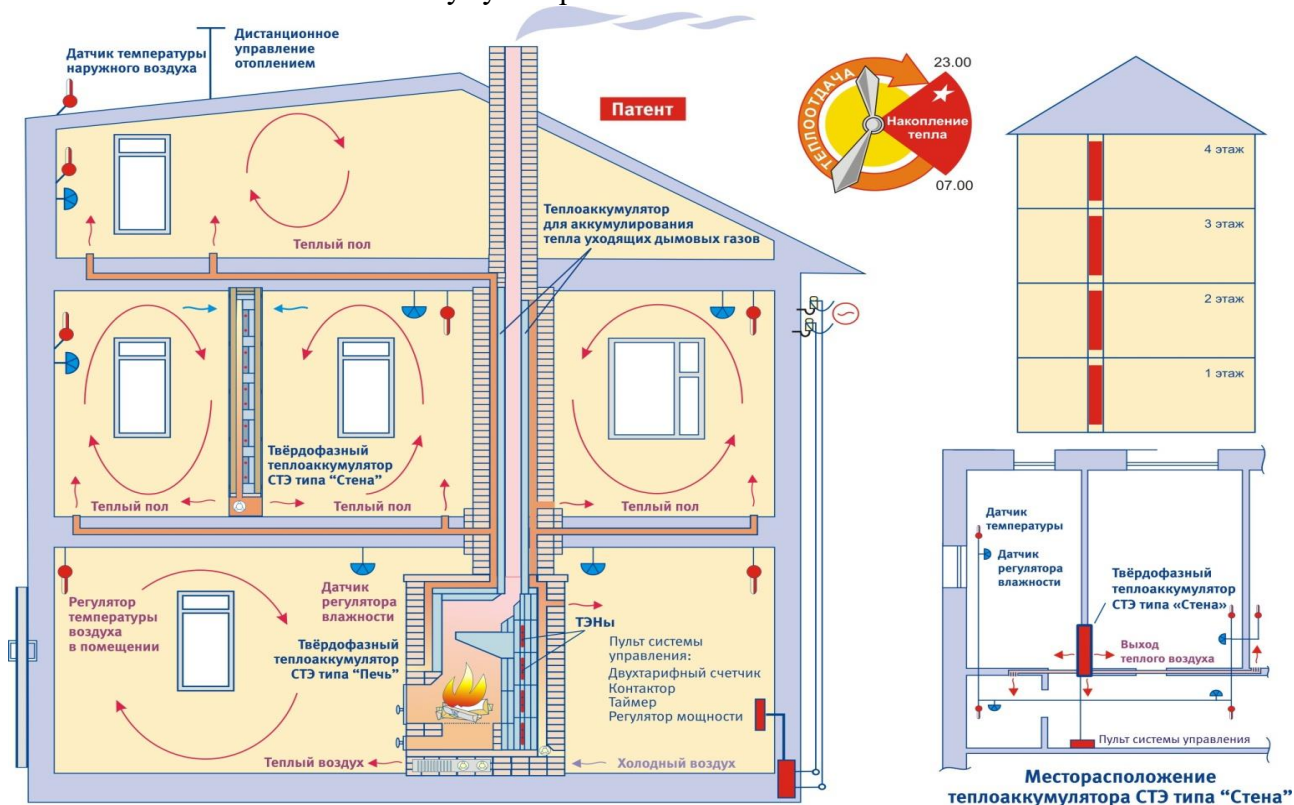
В весеннее – осеннее периоды можно предусмотреть перевод лопастей ветроустановок в нерабочее положение (опускаются вниз) что устранил возможные потери птиц во время сезонных перелётов. В качестве дополнительного источника энергии планируется использовать древесину (до 1 000 м³) от профилактических вырубок находящегося на архипелаге леса.

Ожидаемая экономия текущих затрат на отопление при использовании предлагаемой комплексной системы энергообеспечения составит свыше 10.00 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» древесное топливо. На острове ежегодно в местном лесхозе за счёт очистки санитарных выработок и оформления ландшафта заготавливают 1000 куб. м 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 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 недостатке древесного топлива возможно включение твёрдофазных теплоаккумуляторов в работу в течение 24 часов от электрокабеля, что гарантировано обеспечит отопление всех потребителей тепла на архипелаге Валаам.

Рис.11 Система отопления коттеджа и квартиры на основе твёрдофазных теплоаккумуляторов СТЭ-Стена и СТЭ-Печь



Теплоаккумуляторы СТЭ типа «Печь» и «Стена», помимо вышеназванных особенностей, имеют ещё одно, неоспоримое, по сравнению с другими централизованными или индивидуальными системами отопления, преимущество - как правило, они устанавливаются в перегородках жилого дома, удалённых от наружных стен, что даёт значительную экономию тепла (его потери от стандартных батарей под окнами составляют до 40%)

Ещё одним важным моментом при использовании теплоаккумуляторов является то, что в помещениях возникает естественный теплообмен и аккумуляция теплого воздуха. А открытое пламя в СТЭ типа «Печь» создаёт дополнительное ощущение уюта и спокойствия. Кроме общего повышения комфортности в здании появляется тёплая стенка с температурой поверхности до 65°C , 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.

Рис. 12 Устройство стационарных теплоаккумуляторов СТЭ-Стена и СТЭ-Печь

Установка стационарного теплоаккумулятора СТЭ “Стена”
в поликлинике № 2 г.Петрозаводск



Монтаж теплоаккумулирующего рабочего тела из талькохлорита

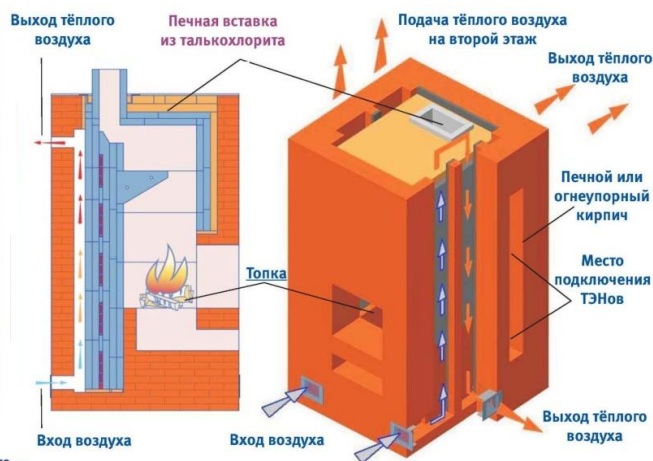


Теплоаккумулятор в собранном виде без кожуха



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

Устройство стационарного теплоаккумулятора СТЭ “Печь”



Тальковый камень (талькохлорит, талькокарбонат), который используется в стационарных теплоаккумуляторах СТЭ – экологически чистый природный материал, обладающий высокой теплоёмкостью, термостойкостью и теплопередачей. 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 способностью сотни раз выдерживать постоянные (до 1000 °С) нагревы обладает только один общераспространенный природный минерал – тальковый камень, обладающий теплоёмкостью в 2,5 раза превосходящей печной кирпич, он длительное время удерживает тепло.

Согласно проведенным расчетам, затраты на стационарные теплоаккумуляторы СТЭ окупаются в течение 3-5 лет, а далее 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.

Сравнительные данные по стоимости
стационарных теплоаккумуляторов СТЭ и аналогов

№	Наименование отопительного оборудования	Источники энергии Мощность/ обогреваемая площадь	Стоимость, тыс.руб.			Удорожание к п.5, из расчета на 1 кв.м, разы
			Всего	Из расчёта на		
				1 кВт	1 кв.м	
1	Теплоаккумуляторы фирмы “Технотерм”, “Dimplex”, “Simens”, работающие с использованием ночного тарифа	Электроэнергия 3/12	18	6	1,5	1,83
2	Печи-камины фирмы “Туликиви”, Размеры 900х600х1680мм, вес 1740 кг	Древесное топливо -/85	184,2	-	2,16	2,63
3	Индивидуальное отопление коттеджа	Твёрдое топливо 25/200	200	8,0	1,0	1,2
4	Стационарный теплоаккумулятор СТЭ типа “Печь”. Размеры 1100х1200х2200 мм Вес 2 500 кг	Электроэнергия 18/72	140	7,7	1,94	2,37
		Древесное топливо 25/150	140	5,6	0,93	1,13
		Смешанное -/230	140	-	0,608	0,74
5	Стационарный теплоаккумулятор СТЭ типа “Стена”	Электроэнергия 32/128	140,3	3,3	0,82	1

Расчет экономической эффективности перевода жилого дома площадью 75 кв.м. на отопление от ночного тарифа на электроэнергию (Карелия) с применением теплоаккумуляторов СТЭ-Стена

№	Наименование	Года					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
1	Экономия потребителя в натуральном выражении, ед. изм						
1.1	Потребление от централиз. теплоснабжения, Гкал	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
1.2	Экономия энергоресурсов в натуральном выражении, Гкал	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
1.3	Тариф при централиз. теплоснабжении, руб. / Гкал	1 466	1 627	1 790	1 969	2 164	2 368
1.4	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)
2	Экономика для потребителя, руб.						
2.1	Затраты на покупку теплоаккумулятора СТЭ-Стена	72 000	70 481	44 221	16 848	-	-
2.2	Затраты на внедрение	18 000	-	-	-	-	-
2.3	Экономия на оплате энергоресурсов потребителем	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
2.4	Чистая экономия потребителя	19 518	21 838	23 833	26 217	28 812	31 521
2.5	Денежный поток для потребителя	-70 481	-48 643	-20 387	9 369	28 812	31 521
2.6	Дисконтированный денежный поток для потребителя	-70 481	-44 221	-16 848	7 039	19 679	19 571

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

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

Учитывая низкую стоимость, возможность работы с дополнительными источниками энергии (древесное топливо, ГЭС, ВЭС), а также нехватку гидроаккумулирующих станций в отечественной энергосистеме, стационарные теплоаккумуляторы СТЭ с возможностью легкого встраивания 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.д.).

Системы отопления на основе твердофазных теплоаккумуляторов мощностью от 0,1 до 200 МВт с жидкостным теплоносителем (СТЭ-В)

Оценочные расчеты и проведенные предварительные переговоры с работниками структур Госкорпорации «Росатом» (ВНИИАЭС, ОИВТ РАН) показывают реальность создания систем отопления большой тепловой мощности на основе твердофазных (твердотельных) теплоаккумуляторов единичной мощностью от 0,1-10 МВт и от 10 до 200 МВт (далее СТЭ-В), где в качестве теплоносителя используют жидкость (вода).

Избыточная (ночная) электроэнергия АЭС может накапливаться непосредственно в СТЭ-В 100-200 МВт, расположенных на АЭС и (или) на СТЭ-В 10-200 МВт установленных в городах, удаленных от АЭС на 50-100 км. Вода из городской теплосети пропускается непосредственно через водяной водяной контур СТЭ-В 10-200 МВт. СТЭ-В 10-200 МВт можно устанавливать в месте, удобном для создания оптимального режима подогрева городской сетевой воды и работы сетевых насосов. В летнее время АЭС в большей степени использует ночную электроэнергию для подогрева питательной воды и других нужд. СТЭ-В 0,1-10 МВт удобней использовать для отопления отдельных подъездов многоэтажных домов в целом или группы небольших зданий, и в составе существующих электростанций.

Применение твердофазных теплоаккумуляторов мощностью от 1 до 10 МВт совместно с имеющимися на территории РФ электростанциями электрической мощностью от 0,3 до 10 МВт позволит повысить качество электроэнергии и снизить стоимость отопления в 3-4 раза. Теплоаккумуляторы мощностью 1-10 МВт можно устанавливать непосредственно в подвалах многоэтажных домов для отопления подъездов или полностью дома.

Рис. 13 Отопление многоэтажных зданий с использованием теплоаккумуляторов серии СТЭ, мощностью от 1 до 10 МВт



Рис. 14 Повышение эффективности, безопасности, устойчивости и надежности работы АЭС, обеспечение городов недорогим теплом



Твердотельные теплоаккумуляторы СТЭ могут накопить ночную электрическую энергию от блоков АЭС мощностью 1 000 МВт для подогрева питательной воды для собственных нужд и теплоснабжения городов, расположенных на значительном расстоянии от АЭС. СТЭ также позволят осуществить сброс нагрузки от АЭС при аварийных отключениях потребителей.

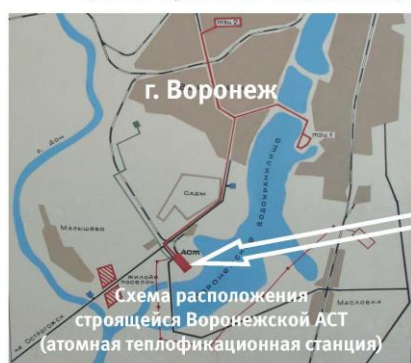
Наиболее наглядно преимущества СТЭ-В можно показать на примере реконструкции корпусов атомной теплофикационной станции (АСТ), построенных в городе Воронеже. Предварительные расчеты и выполненные конструкторские решения показывают реальность расположения СТЭ-В мощностью 200 МВт в корпусах строящейся АСТ. Теплоаккумуляторы СТЭ, встроенные в здания АСТ, смогут обеспечить по существующей теплотрассе 25% тепловой нагрузки г. Воронежа от ночной электроэнергии Нововоронежской АЭС.

Рис. 15 Реконструкция Воронежской АСТ с применением теплоаккумуляторов СТЭ-В

Замена АСТ (атомной теплофикационной станции) предназначенной для обеспечения теплом города Воронежа на твердотельный теплоаккумулятор работающий за счет провальной (ночной) электроэнергии от существующей Нововоронежской АЭС обеспечит:

- ★ безопасное
- ★ недорогое
- ★ надежное

отопление и горячее водоснабжение для жителей города Воронежа, а также обеспечит стабильную электрическую нагрузку Нововоронежской АЭС в ночное время.



В мировой практике нет аналогов систем отопления, близких по техническим решениям, системам отопления, выполненным с применением твердофазных теплоаккумуляторов СТЭ-В с водным теплоносителем мощностью от 0,1 до 200 МВт.

Если проводить сравнение с имеющимися устройствами (технологиями), применяемыми для выравнивания суточного графика энергосистемы, то твердофазные теплоаккумуляторы СТЭ-В имеют существенные преимущества по сравнению с такими аналогами:

- низкая, в пересчете на 1 кВт мощности, стоимость СТЭ-В (100 Евро) против газотурбинной электростанции (ГТЭС) (700 Евро) и гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС) (1100 Евро);

- малые габариты, за счет высокой (600°C) рабочей температуры теплоаккумулирующего рабочего тела СТЭ-В, что позволяет выполнять их в разы более компактными, чем ГТЭС, и на порядок меньше, чем ГАЭС;

- высокая надежность СТЭ-В, так как твердое теплоаккумулирующее рабочее тело (талько камень), имеет срок службы выше 50 лет. Предлагаемые конструкции СТЭ-В позволяют легко заменять электронагревательные элементы и водяной теплообменник (имеющий систему защиты от перегрева). Все остальные аналоги имеют конструкцию на порядки сложнее;

- в конструкции СТЭ-В нет горючих и взрывоопасных частей;

- экологическая чистота СТЭ-В. В отличие от ГАЭС отбирающих значительные территории, СТЭ-В можно разместить непосредственно в здании АЭС и (или) любом другом неиспользуемом помещении, расположенном даже в центре населенного пункта (города), с использованием уже имеющихся систем отопления, что может резко уменьшить текущие затраты на прокачку сетевой воды и капитальные затраты на создание насосных станций и теплотрасс;

Применение СТЭ-В, кроме удешевления стоимости отопления городов в 1,5-2 раза, позволит:

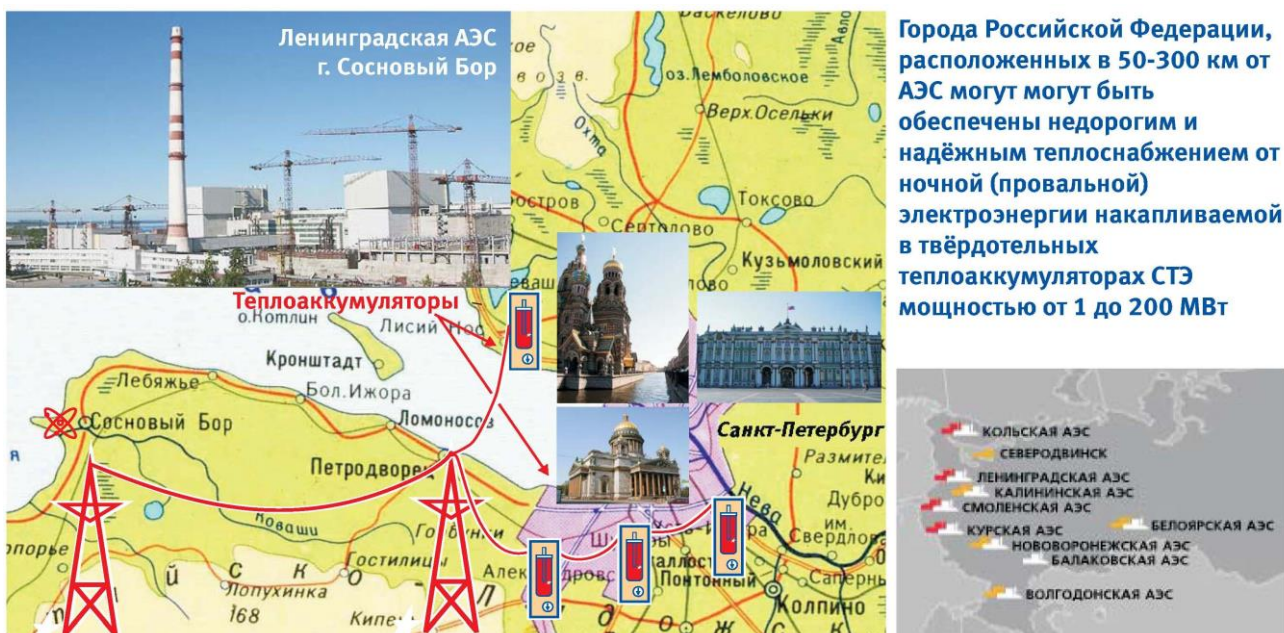
- снизить потери в электрических сетях и улучшить качество электроэнергии;

- обеспечить безопасность, за счет сброса избыточной электроэнергии при аварийном отключении потребителей, и повышение эффективности (2-3 %) работы АЭС;

- высвободить значительные электроэнергетические мощности в дневное время.

В настоящее время Госкорпорация «Росатом» разрабатывает комплексную программу модернизации коммунальной инфраструктуры городов присутствия предприятий корпорации. Всего 24 города с населением 2 млн. человек. Отраслевая коммунальная компания, создаваемая для реализации программы может выступить соинвестором по всем трем или последним двум направлениям проекта. После реализации программы по «городам присутствия» она должна перешагнуть отраслевые границы и стать масштабным коммунальным оператором для малых и средних и больших городов РФ.

Рис. 16 Схема обеспечения города Санкт-Петербурга надежным и недорогим теплоснабжением за счет применения ночной электроэнергии от Ленинградской атомной электростанции г. Сосновый Бор



Использование теплоаккумуляторов СТЭ и СТЭ-В для снижения потребления электроэнергии на собственные нужды, у производителей электроэнергии (ГЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС) и в распределительных электросетях, может дать значительную экономию денежных средств.



С учётом коммерческих потерь среднее значение потерь в электрических сетях составляет по России 13,2%. Средне-мировой уровень потерь в электрических сетях равен 7,5%. Потери электроэнергии от перетоков и холостой работы трансформаторов можно уменьшить, а также улучшить её качество за счёт массового применения стационарных теплоаккумуляторов СТЭ.

Складывающиеся рыночные отношения должны стимулировать строительство теплоаккумуляционных систем отопления (100 Евро на 1 кВт) для высвобождения электроэнергии в дневное время вместо строительства новых электрогенерирующих мощностей (до 1000 Евро на 1 кВт). Среднегодовой потенциал по покупкам теплоаккумуляторов в большой энергетике может составлять 7,8 млрд. руб. ежегодно.

Анализ стоимости стационарных теплоаккумуляторов СТЭ и источников энергии

№	Вид источника электроэнергии (электростанции)	Время работы в год при полной нагрузке (час/год)	Величина капитальных вложений (\$/кВт)	Экономия от применения стационарных теплоаккумуляторов СТЭ (разы)
1	АЭС	8 000	2 300	10,0
2	ТЭС на угле	8 000	1 600	7,0
3	Газотурбинная установка	8 000	350	1,5
4	Парогазовая установка	8 000	720	3,1
5	ГЭС до 1 МВт	4 500	8 000	34,0
6	ГЭС 50 МВт	4 500	4 000	17,4
7	Ветроустановка	2 500	1 350	5,9
8	Установка на биомассе	8 000	1 700	7,4

Усреднённая стоимость 1 кВт мощности стационарного теплоаккумулятора СТЭ составляет 100 \$.

Стоимость гидроаккумулирующих станций, предназначенных для выравнивания суточной нагрузки электросистемы сопоставима со стоимостью ГЭС, и на порядок превышает затраты на строительство стационарных теплоаккумуляторов СТЭ.

Необходимость регулирования суточной нагрузки в энергосистеме заставляет Госкорпорацию «Росатом» искать потребителей ночной электрической нагрузки. Ими могут стать твердофазные теплоаккумуляторы-СТЭ-В мощностью от 0,1 до 200 МВт. Одновременно они повысят эффективность (2-3%) и безопасность работы АЭС. Ежегодная потребность в СТЭ-В 10-200 МВт на ближайшие 5 лет, по действующим АЭС, может составить 2,3 млрд. руб., по строящимся АЭС – 1,1 млрд. руб.

Эффективность применения теплоаккумуляторов СТЭ и СТЭ-В на АЭС

№	Наименование показателей (индикаторов)	Кол-во и единицы измерения показателей (индикаторов)	Эффективность применения СТЭ		Необходимое кол-во СТЭ(МВт)	Примечание
			%	Млрд. кВт час. в год		
1	Действующие АЭС (2007 г.) - мощность; - выработка электроэнергии	20 800 МВт 155,6 млрд.кВт.ч	- 1	- 1,56	4 160 -	- увеличение выработки электроэнергии за счёт повышения КПД и выравнивания графика нагрузки
2	Строящиеся АЭС (2015 г.) - мощность; - выработка электроэнергии	11 000 МВт 145 млрд. кВт.ч	- 1	- 1,45	2 200 -	

Твёрдотельные теплоаккумуляторы на основе талькового камня, установленной электрической мощности от 1 до 200 Мвт наиболее эффективны по сравнению с другими аккумуляторами энергии в системах аккумулирования тепловой энергии (САТЭ) на действующих и вновь проектируемых АЭС в режимах регулирования суточного графика электрических нагрузок.



Твёрдотельные теплоаккумуляторы незаменимы при эксплуатации плавучих атомных электростанций (ПАЭС), которые планируется использовать для энергообеспечения районов Дальнего Востока и Крайнего Севера. Используя теплоаккумуляторы СТЭ и СТЭ-В в качестве нагрузки (потребителя) ПАЭС, можно регулировать частоту в автономной электросети, а также обеспечивать устойчивость и

повысить эффективность работы ПАЭС. Жители всех, даже удалённых на сотни километров от ПАЭС населённых пунктов, получают недорогое и стабильное отопление.

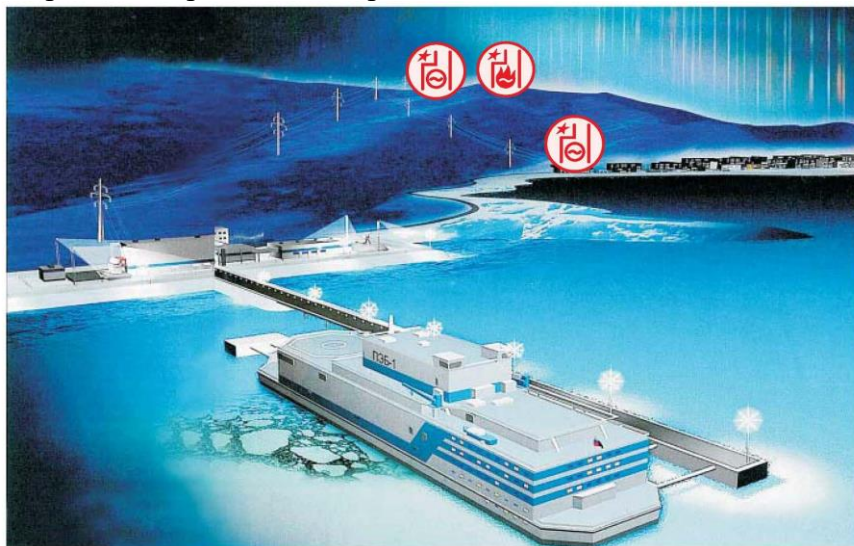
Рис.17 Плавающие атомные электростанции (ПАЭС) предназначенные для энергообеспечения районов Крайнего Севера и Дальнего Востока



**Отпуск электроэнергии
400 000 МВт.час**

**Установленная мощность
70 МВт**

**Ожидаемая мощность
стационарных
теплоаккумуляторов СТЭ
установленных
в удаленных
от ПАЭС местах до 20 МВт**



Удаленные от ПАЭС потребители тепла могут получать теплоэнергию за счет использования стационарных теплоаккумуляторов СТЭ. Кроме того применение стационарных теплоаккумуляторов СТЭ позволит повысить безопасность и эффективность (КПД) работы плавучих атомных электростанций.

СТЭ-В мощность до 200 МВт могут получить широкое применение в странах, где имеются или планируется строительство АЭС (Япония, Испания, Франция, Китай, США и т.д.). Наличие дополнительных систем, стабилизирующих работу АЭС, может быть еще одним аргументом для развития атомной энергетики.

Оценочный расчет потребности в теплоаккумуляторах мощностью
от 2 до 200 000 кВт

№	Наименование потребителя	Показатели эффективности		Средняя стоимость 1 кВт СТЭ (рубли)	Потребность			Средне-годовая на ближ. 5 лет (млрд.руб.)	Примечание
		млрд. кВт час	млрд. руб.		Всего		Период (лет)		
					Млн. кВт	Млрд. руб.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Жилищно-коммунальное хозяйство	10,46	15,7	5 000	15,700	78,5	15	5,2	-показатель эффективности по п. 4 рассчитывается при стоимости электроэнергии 1,5 рубля за1 кВт, п. 4 = п. 3 x 1,5 рубля -потребность в теплоаккумуляторах рассчитывается из расчёта окупаемости за 5 лет,т.е. в рублях п.7=п.4 x п.5; или в кВт п.6 = п.7 / п.5
2	Автономные энергоустановки	0,73	1,1	5 000	1,095	5,48	10	0,55	
3	Энергетика	10,38	15,57	4 000	19,500	77,85	5	7,8	
4	Атомные электростанции: - действующие -планируемые к 2015 г.	1,56	2,34	3 000	3,900	11,7	5	2,3	-среднегодовая потребность рассчиты-вается в рублях п.9 = п.7 / п.8
		1,45	2,18		3,63	10,88	10	1,1	

В 2012 году проекты по созданию и применению твердофазных теплоаккумуляторов СТЭ и СТЭ-В прошли экспертизу на применяемость в фонде

Сколково. Компания ООО «Энергоресурс-стэ» стала участником (резидентом) фонда Сколково.

Более подробную информацию можно получить в статьях по теплоаккумуляционным системам отопления на основе талькового камня опубликованных в периодических изданиях:

1. В.Н. Васильев, А.М. Анисимов. Перспективная система отопления малоэтажных зданий с использованием природных тальковых камней и автономных источников электроэнергии// Энергетик. 2014. №2.

2. О.С. Попель, А.М. Анисимов. Когенерационные автономные ветроустановки с теплоаккумуляторами// Академия Энергетики. Февраль 2009. №1[27].

3. К. Сопленков, В. Чаховский. Энергоэффективность теплоаккумулирующих систем в атомной энергетике// Росэнергоатом. Февраль 2010. №02.

4. К. Сопленков, В. Чаховский, А.М. Анисимов, В.Н. Васильев. Энергосбережение от применения эффективных систем отопления на основе твердофазных теплоаккумуляторов, использующих в качестве источника энергии низкий ночной тариф на электроэнергию// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology. 2012. №01 (105).

5. А.В. Спиридонов, И.Л. Шубин, А.М. Анисимов, К. Батерау, В.Н. Васильев, М.М. Кенесарин, О.С. Попель. Перспективная система отопления малоэтажных зданий// СтройПрофи. 2012. №5.

6. Все вышеперечисленные статьи и дополнительную информацию можно получить на сайте: www.steatit.ru