Александр Богданов
главный специалист отдела энергоресурсосбережения ОАО «МРСК Сибири»

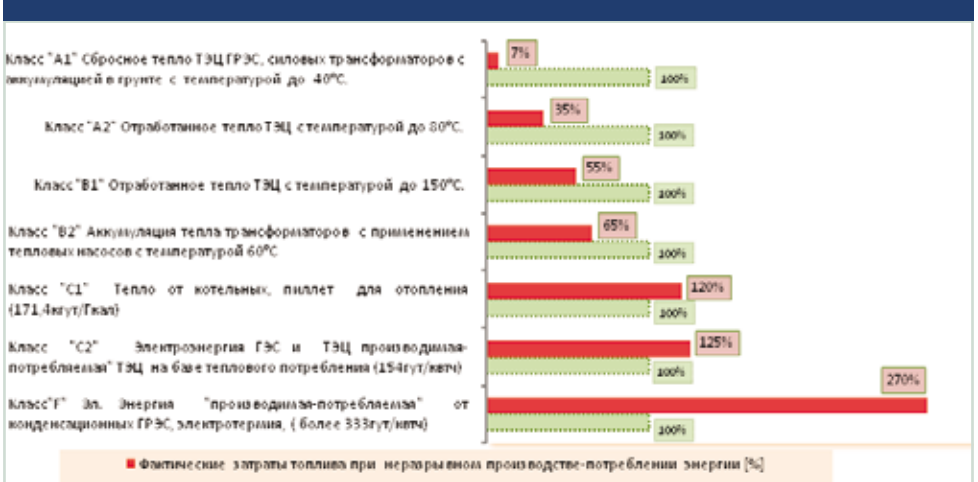
Шесть технологий энергоресурсосбережения

В продолжение актуальной темы энергоресурсосбережения в теплоэнергетическом секторе страны[1] рассмотрим альтернативные технологии вовлечения в оборот возобновляемых источников энергии, применяемые в чисто электроэнергетической сфере — магистральных распределительных сетевых комплексах (МРСК) России. Проблема энергосбережения в электросетевом хозяйстве состоит в том, что менеджеры и экономисты ограничиваются упрощенным анализом потерь электрической энергии, не рассчитывают затраты первичной энергии в виде топлива и в принципе не могут разработать адекватные технические и экономические решения, направленные на снижение энергоемкости внутреннего валового продукта (ВВП).

МРСК по своей сути являются крупнейшими потребителями самой затратной *конденсационной* электрической энергии класса *F* (рис. 1) для собственных нужд, уступая только предприятиям алюминиевой промышленности. Объем используемой сетевиками энергии составляет порядка 7—9% от общего количества пропускаемой, что сопоставимо с расходом электричества в пределах целых областей. Так, в ОАО «МРСК Сибири» уровень потребления электроэнергии для своих нужд достигает 8,1 млрд кВт ч/год, что эквивалентно заявленной электрической мощности более 1200—1400 МВт, из них:

- до 90—92% энергии (в сумме свыше 1100—1300 МВт) уходит на компенсацию технических потерь в процессе преобразования и транспортировки электрической энергии (на холостой ход трансформаторов, нагрузку силовых трансформаторов и реакторов, в линиях электропередачи, на корону и т. д.). Величина таких потерь определяется с учетом проектной и фактической мощности транспортных сетей, уровня напряжения, степени надежности и резервирования, протяженности сетей, топологии электрической схемы, суточного и сезонного графиков потребления активной и реактивной энергии, наличия компенсирующих устройств в сети и пр.;
- до 10—8% энергии (более 110—160 МВт) отнимают производственные, собственные и хозяйственные нужды; ~65% составляют потребности в тепле (обогрев блоков распределительных устройств, баков масляных выключателей, приводов выключателей и т. д.); ~20% расходуется на освещение помещений, территории; до 15% забирают лаборатории, механические мастерские, гаражи. Данные затраты

Рис. 1. Классификация (маркировка) энергетического товара — энергии, в зависимости от энергетической эффективности



[1] *Богданов А. Б.* «О принципах анализа маржинальных издержек» // ЭнергоРынок.; № 6, 10. 2009, , № 10 2009 год.

Потенциал снижения энергоемкости валового внутреннего продукта ОАО «МРСК Сибири»

	Затраты электроэнергии на транспорт	Энергоемкость транспорта электроэнергии в условном топливе	Потенциал снижения энергоемкости транспорта электроэнергии на 40%	Удельная энергоемкость ВВП ОАО «МРСК Сибири»	Потенциал высвобождения, реструктуризации*, мощности $N_{2007} - N_{2020} = N_{высв}$	
	млн кВт·ч	%	тыс. т у. т./год	тыс. т у. т./год	г. у. т/кВт·ч	МВт
Всего потерь энергии по МРСК Сибири В том числе на нужды:	8100	100	2835	1134	Снижение от 26,9 до 19,1	1235 - 815 = 420
хозяйственные	200	2.5	70	28		55 – 30 = 25
производственные — электрокотельные МРСК	270	3,3	95	38		75 – 5 = 70
собственные	200	2,5	70	28		55 – 30 = 25
технические	7430	91,7	2600	1040		1050 - 750* = 300

* Под реструктуризацией электрической мощности для технических нужд понимается: переоформление договоров на поставку электроэнергии класса *F* с затратами 270% на транспорт электроэнергии класса С с затратами топлива 125%; строительство собственных объектов генерации электрической энергии класса С по теплофикационному циклу с аналогичным расходом топлива.

являются «сопровождающими» и зависят только от вторичных и третичных технических показателей: а) температуры наружного воздуха, размера зданий и помещений, объемов сезонного суточного потребления и б) наличия автомобильного гаража, складских помещений, сервисных служб, количества постоянно или периодически оказываемых услуг и пр. С точки зрения энергоемкости внутреннего валового продукта МРСК такие потери могут быть замещены альтернативными продуктами. Самый затратный энергетический товар класса *F* — конденсационную электроэнергию ГРЭС для электрического обогрева, на получение которой необходимо более 270% первичного топлива, можно заменить эффективным продуктом класса *B1* — теплом от котельной либо от тепловых насосов; сбросным теплом от отборов турбин *A2* или сбросным теплом силовых трансформаторов *A1* с расходом первичного топлива 120, 65, 35 и 7% соответственно (см. рис.1)

К тому же положения нового Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении», а также Указа Президента РФ № 889 о снижении энергоемкости ВВП заставляют собственников и регуляторов совершенно иначе подходить к анализу потерь энергии и мощности в распределительном сетевом комплексе. Существующий показатель энергетической эффективности транспорта электроэнергии в виде процента «отчислений» на нужды сетевого хозяйства традиционно прост и понятен, однако для работы в конкурентной рыночной среде его одного недостаточно. Появление в упомянутых законодательных актах непривычного для чистой электроэнергетики понятия «энергоемкость валового внутреннего продукта» требует переосмысления принципов формирования технической политики распределительного комплекса.

Энергоемкость внутреннего валового продукта МРСК

В процессе постановки задач по энергоресурсосбережению выяснилось, что большинство специалистов не склонны оценивать величину затрат первичного топлива и ориентированы только на экономию электроэнергии без учета топливной эффективности в приобретаемой электрической и тепловой энергии. Согласно Закону № 261-ФЗ:

- энергосбережение — это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение расхода энергетических ресурсов *при сохранении соответствующего полезного эффекта* от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);
- энергетическая эффективность — это показатели, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к их затратам, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;
- класс энергетической эффективности — характеристика продукции, свидетельствующая о степени ее энергоемкости.

Как видно их текста документа, законодатель не дает четкого определения энергоемкости ВВП. Однако в Государственной программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 года сказано, что энергоемкость внутреннего валового продукта России зависит от затрат первичного источника энергии — суммарного расхода условного топлива, необходимого для производства ВВП. Подчеркнем: именно первичной энергии в виде топлива, а не вторичной в ви-

де электрической энергии, как считают многие специалисты, ведь только на основе такого подхода к проблеме возможны энергоэффективные мероприятия в электроэнергетике.

Например, энергоемкость ВВП ОАО «МРСК Сибири» при потребности в электроэнергии для компенсации потерь в 8100 млн кВт·ч/год, производимой/потребляемой по классу *F*, соответствует затратам первичного условного топлива в 2835 тыс. т. у. т./год (см. таблицу). Для выполнения Указа Президента РФ № 889 по снижению энергоемкости ВВП на 40% следует сократить удельную энергоемкость с 26,9 до 19,1г. у. т/кВт·ч.

Потенциал «солнечного» теплоснабжения в мире и России

1.	Солнечных коллекторов в мире, всего, млн м^2	140
	В том числе: Китай	82 (59%)
	Европа	19,6 (14%)
	Германия, 2006 г.	5,4 (3,9%)
	Япония, 2003 г. Прогноз на 2010 г.	7,35 (5,25%) 35,0
	Россия	~0,01—0,015 (0,02%)
2.	В 2006 г. смонтировано	7 млн м^2 мощностей на 5 тыс. МВт
	В том числе, млн м^2: Китай	1,95 (28,3%)
	Германия	1,35 (19,7%)
	Турция	0,7 (10,1%)
	Ежегодный ввод солнечных коллекторов	~10 млн м^2 на ~7тыс. МВт
3.	Потенциал России по площадям использования солнечных коллекторов	До ~10 млн м^2
4.	Производители солнечных коллекторов:	
	Ковровский механический завод (основной производитель до 2007 г., сейчас выпуск прекращен)	Панели из латунных трубок со стальным оребрением (5000 шт.)
	Реутов, Московская область	Плавниковые алюминиевые поглощающие панели с высокоэффективным селективным покрытием
	Улан-Удэ, Центр энергоэффективных технологий	Листотрубные медные панели с полипропиленом по 2 м^2 (за 9 лет изготовлено примерно 1800 шт.)
	Каменск-Уральский металлургический комбинат	Штампосварные алюминиевые поглощающие панели (опытная партия),
5.	Проектировщики гелиоустановок: Краснодар, Ростов-на-Дону, Улан-Удэ, Владивосток	поверхность 1—20 м^2 Десять солнечно-топливных котельных с применением: фотоэлектрических модулей тепловых насосов Коллекторы, встроенные в наружные стены энергоактивных зданий Вакуумные солнечные коллекторы —
6.	Регионы активного использования гелиоколлекторов: Краснодарский край	102 установки площадью 5000 м$^{2;}$ 9-этажная гостиница «Платан» (140 м^2); солнечно-топливная котельная станица Старовеличковская, 50 м^2
	Улан-Удэ, Республика Бурятия	86 гелиоустановок 3660 м$^{2;}$ гостиница «Байкал» (150 м^2)
	Владивосток	Плоские солнечные коллекторы; вакуумные солнечные коллекторы производства КНР
	Из указанной информации видно, что в России пока нет четко отлаженной системы «солнечного» теплоснабжения. Все работы выполняются по инициативе отдельных специалистов.	

Шесть передовых технологий снижения энергоемкости ВВП

1. Технологии класса А1 — суперэкономное энергопотребление с затратами первичного топлива до 7% (использование сбросного тепла)

В качестве примера рассмотрим технологию использования сбросного тепла силовых трансформаторов, отработанного пара паровых турбин, низкотемпературных скважин (до 40 °С) *с сезонной аккумуляцией* тепла в грунте (с *t* до 40 °С). В условиях резко континентального климата Сибири с колебаниями температур наружного воздуха от –40 до +36 °С (рис. 2), а также при круглогодичном поступлении сбросного тепла от силовых трансформаторов, компрессионных или абсорбционных тепловых насосов класса *В2* самым перспективным для ресурсосбережения является источник тепла класса *А1* с затратами первичного топлива не более 7%, которое идет только на перекачку низкопотенциального тепла от источника до места потребления или места промежуточной аккумуляции тепла.

***2.** Технология класса А1 — энергия солнца, возобновляемый источник энергии*

Солнечная энергетика — наиболее динамично развивающаяся отрасль. Лидером здесь является Китай — на его долю приходится 59% всех действующих мощностей. Специалисты ООО «Южгеотепло» подтвердили экономическую целесообразность установки солнечных термических батарей (для отопления) в двух регионах России — Якутии и Краснодарском крае, где мощность солнечного излучения, достигающего поверхности земли, максимальна.

Однако «солнечное» теплоснабжение, как и обогрев за счет сбросных источников тепла, не может быть надежным и бесперебойным в течение года. Одним из самых эффективных мероприятий по ресурсосбережению является использование энергии солнца с сезонным накапливанием тепла в грунте и тепла класса *В2* от компрессионных или абсорбционных насосов.

3. Технологии класса B2 — экономное потребление с затратами топлива 65% (тепловые насосы с возможностью сезонной аккумуляции сбросного тепла силовых трансформаторов в грунте)

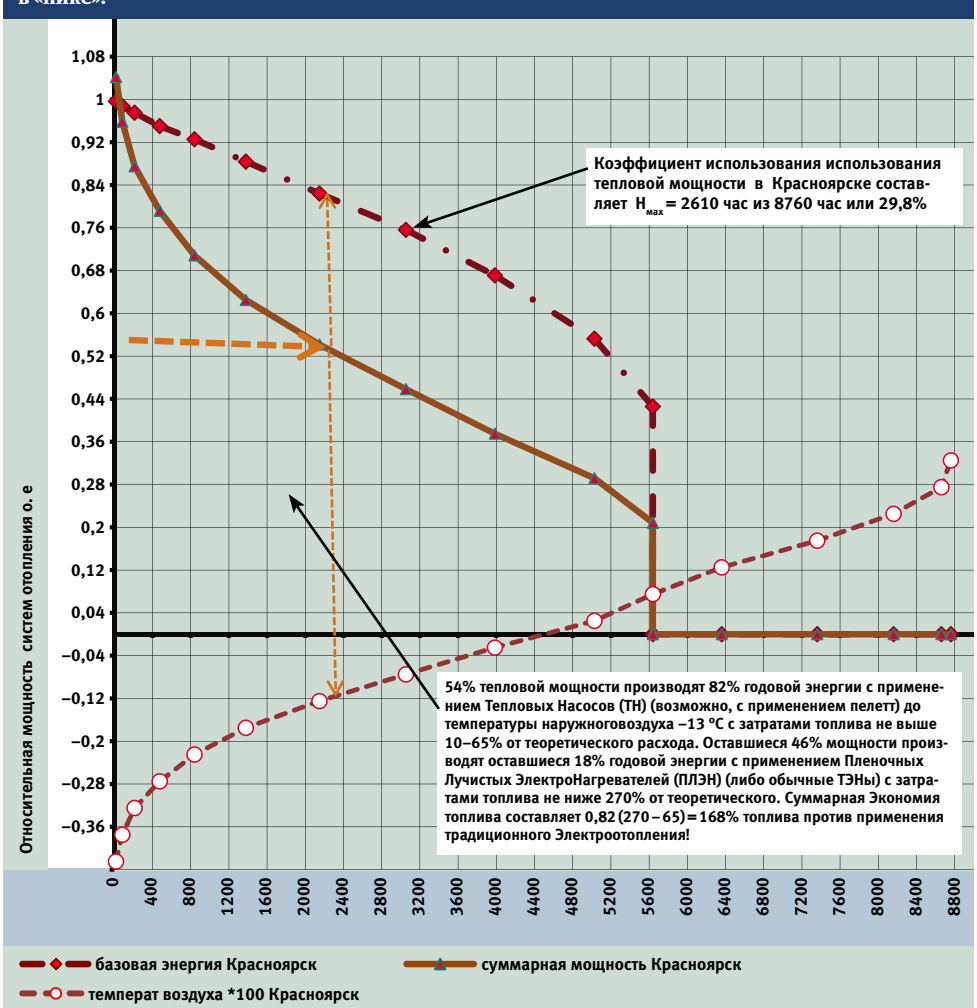
Теплоснабжение жилых и производственных помещений на основе энергетических технологий использования тепловых насосов (ТН) — одно из наиболее активно развивающихся направлений возобновляемой энергетики (рис. 2). Ежегодно количество таких систем почти в 30 странах мира возрастает на 10%, а общее число уже функционирующих ТН приближается к миллиону. Величина установленной тепловой мощности достигает 10 100 МВт, а ежегодный выход тепловой энергии — 59 000 ТДж (16 470 ГВт·ч)[2]. Наиболее распространены ТН, внешним источником тепловой энергии для которых служит низкопотенциальное рассеянное тепло наружного воздуха (цикл «воздух—воздух») или грунта на небольших глубинах (цикл «грунт—вода»).

Замещение традиционных схем отопления тепловыми насосами не требует ввода дополнительных мощностей, осуществляется за счет минимальных конструктивных решений и в итоге дает значительный энергетический и экономический эффект.

Как показывает опыт, при круглогодичном (моновалентном) режиме работы ТН можно рассчитывать на среднегодовое получение тепла (холодопроизводительность) в количестве E = 10—35 Вт на 1 кв. м площади грунта. При этом следует помнить, что в почве с большим содержанием песка отбираемого тепла меньше, а в сложных случаях рекомендуется обратиться к экспертам по состоянию грунта.

Рассмотрим схему отопления дома тепловым насосом фирмы *VIESSMANN*, забирающим низкопотенциальное тепло грунта (рис. 3). Внутри здания находится конденсатор рабочей среды теплового насоса (например, хладоны 134, 404, 407 и др.). Сконденсированный хладон через дроссельный клапан поступает в испаритель, который расположен в грунте под отапливаемым помещением. Температуру воздуха в доме определяет баланс между сезонным аккумулированным теплом почвы и отдачей тепла в окружающую среду. Исходя из схемы можно сделать вывод о том, что использование трансформаторов низкопотенциальной энергии поверхностных слоев почвы должно базироваться на термодинамическом и технико-экономическом анализе подобных установок и стоимостных характеристик эксплуатации оборудования зданий и сооружений и др. В первую очередь оценке подлежит энергетический потенциал грунта в месте нахождения отапливаемого помещения, который во многом зависит от геологии местности, типа почвы и глубины залегания грунтовых вод. Теоре-

Рис. 2 Энергетическая эффективность комбинированного теплоснабжения подстанций РЭС от тепловых насосов (ТН) в «базе» и пленочных лучистых электрических нагревателей (ПЛЭН) в «пике».



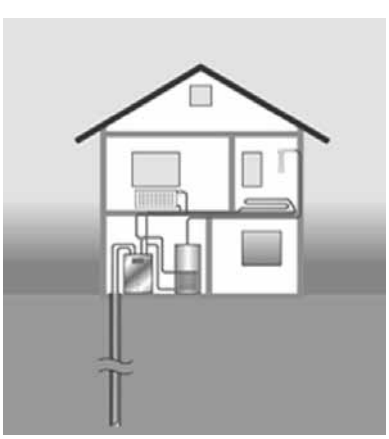
[2] *Curtis R., Lund J., Sanner B., Rybach L, Hollstrom G. Ground source heat pumps — geothermal energy for anyone, anywhere: current worldwide activity // Proceedings World Geothermal Congress 2005. — Antalya, Turkey. — 2005.*

Некоторые технико-экономические показатели тепловых насосов и силовых трансформаторов подстанций с возможностью аккумуляции тепла в почве

Зарубежные фирмы-производители: *Viessman*, Германия *Geopro GS*, Финляндия Olimp — представитель IVT, Швеция (входит в концерн BOSCH) Hitachi, Sanyo, Япония (до 2400 шт. в год) Carrier, Tran, York, Китай Отечественные производители: ЗАО «Энергия», Новосибирск (абсорбционные тепловые насосы)	6,4 — 106,8 кВт 4,8 — 8,8 ÷ 24,4 кВт 200 кВт и более					
Назначение — высокоэкономичные энергоресурсосберегающие тепловые аппараты, позволяющие снизить потребность в первичных топливных ресурсах в 4 раза — с 270 до 65%.						
Сезонная аккумуляция тепла трансформаторов — летом, осенью и весной можно отобрать избыточное тепло трансформатора и «закачать» его в грунт с температурой до 55 °С, а в период максимально низких температур — «выбирать» тепло грунта с температурой до -5 °С. Именно тепловой насос, работающий по такой схеме, позволяет накапливать тепловую энергию по сезонам.						
Показатели грунтовых тепловых насосов с «закачкой тепла из грунта» по низкотемпературному отоплению помещений:						
типоразмер		300BW280	300BW268	300BW232	300-GBW117	300-GBWC110
отапливаемая площадь, м2	кв. м	1300	1080	520	260	180
тепловая мощность	кВт	32	25,7	12	5,5	3.23
стоимость, включая монтаж	тыс. руб.	5476	4602	2367	1481	1161

Для справки: опыт применения тепловых насосов в электроэнергетике описан в книге В. Э. Воротницкий, А.С. Люблин. Использование потерь силовых трансформаторов для экономии электроэнергии на подстанциях. — М.: Энас, 1995.

тически тепло, которое можно снять со 100 м^2 грунта на глубине от 3 до 8 м параллельно поверхности земли, может в холодное время года обогревать 2—3 м^2 площади без дополнительного накапливания энергии. Если аккумулировать энергию в грунте летом (рис. 4), то без добавочных мер по предотвращению рассеивания тепла реально отапливать помещение в 30—50 м^2. Расчеты, которые выполнялись при температуре наружного воздуха –15 °С, показывают, что для обогрева 1 м^2 площади в течение всего отопительного сезона необходимо трансформировать тепло 45—50 м^3 грунта, лежащего под зданием. Если применять хладоны различных марок, то расход циркулирующего в этом количестве грунта рабочего тела составит около 25—28 кг/ч. Однако равномерное распределение такого объема рабочего тела по грунту является достаточно сложной инженерной задачей, и без концентрации низкопотенциального тепла весьма проблематично отапливать помещения с помощью трансформаторов.

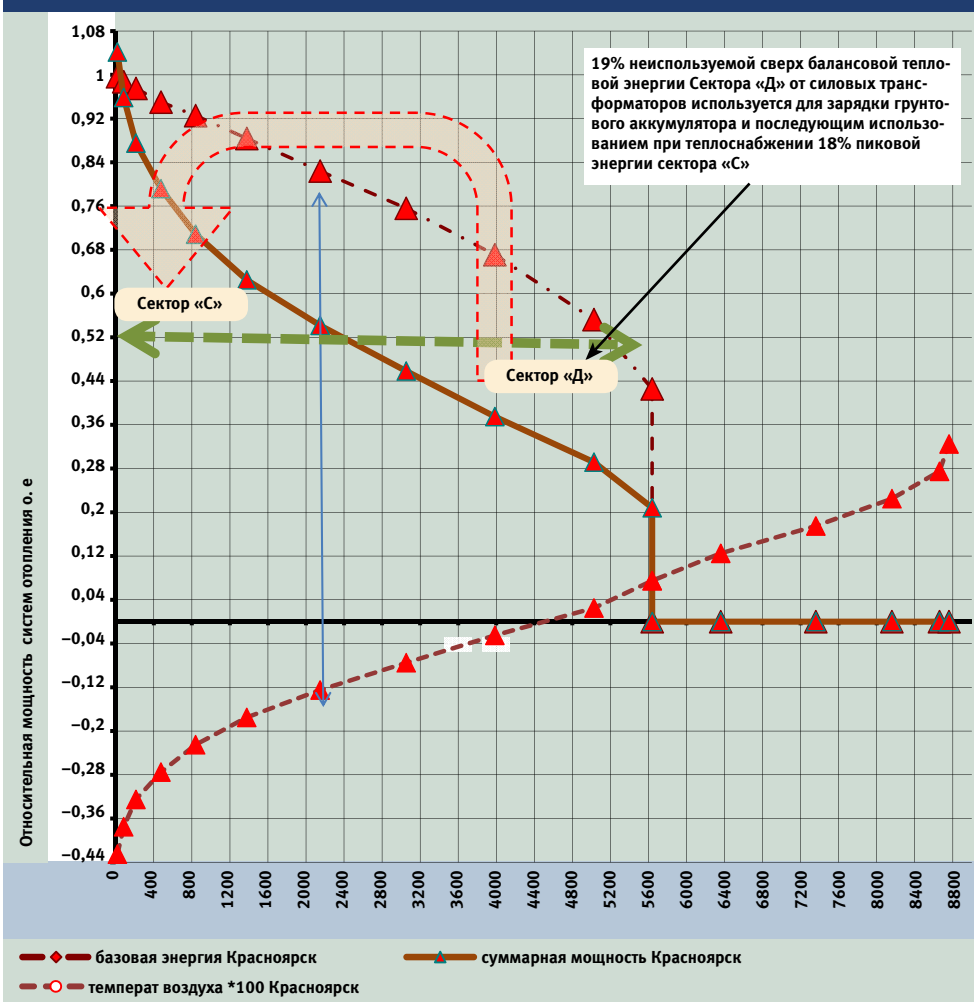


4. Технологии класса С1 — экономное потребление с затратами первичного топлива 120—125% (котельные — традиционные и работающие на пеллетах)

Во всем цивилизованном мире для отопления загородных домов все чаще используют возобновляемые источники энергии — древесину и материалы растительного происхождения, выпускаемые в виде брикетов или гранул. Однако традиционные березовые дрова постепенно уступают место биотопливу, которое получают при измельчении в однородную массу древесных отходов, лузги подсолнечника, торфа, соломы и даже водорослей с последующим прессованием сырья при очень высоком давлении в топливные гранулы — пеллеты. Экономическая эффективность и отдача энергии у этой технологии так велика, что ее можно использовать где угодно — в котельных, на электростанциях, для обогрева сельских домов. В условиях МРСК можно даже купить свой собственный мини-завод по производству биотоплива, чтобы иметь постоянную прибыль.

В Европе и Северной Америке топливные брикеты известны уже давно. Делают их и российские предприятия. Для автоматизированного производства капсул из древесных отходов необходимы пресс, сушилка (если влажность исходного сырья превышает 20%), оборудование для сортировки и измельчения древесины, бункеры и транспортные устройства. Готовые брикеты различной формы (в виде цилиндров, брусков или куби-

Рис. 4. Баланс аккумуляции тепла грунтовых аккумуляторов тепловой энергии на ТП РЭС.



ков с отверстием посередине) могут иметь разную плотность (750—1100 кг/м^3) и массу. Общими показателями качества для них являются ровное и продуктивное горение, хорошая теплотворная способность и практически полное сгорание (с образованием золы не более 0,5% от веса). Кроме того, при сжигании пеллет почти не образуется дыма. В отличие от обычных дров они не искрят, не «стреляют», да и горят примерно в 2 раза дольше. Брикеты являются экологически чистым топливом и не выделяют при сгорании вредных веществ, так как изготавливаются из перемолотых древесных отходов без каких-либо химических добавок и склеивающих компонентов. Как ни странно, гранулы дают в 1,5—2 раза больше тепла, чем обычная древесина, и это закономерно, поскольку при использовании дров большое количество тепла тратится на испарение содержащейся в них воды: влажность дров, как правило, составляет 18—20%, а у топливных брикетов она не превышает 7—8%. Пеллеты предназначены прежде всего для сжигания в каминах и изразцовых печах частных домов. Они годятся и для отопительных котлов, при этом брикеты цилиндрической формы удобны при автоматизированной подаче в топку транспортерами, бруски же в основном загружают вручную в небольшие установки.

Прошедшие термическую обработку брикеты и гранулы в отличие от свежих опилок и щепы уже не опасны для здоровья, и поэтому их можно хранить гораздо ближе к жилью. Отметим еще одно неоспоримое преимущество гранул: при эксплуатации твердотопливных котлов всегда существовала проблема автоматизации процесса загрузки топлива в присутствии оператора. Однако в случае гранул с данной технологической операцией легко справляются шнековые или пневматические загрузчики.

При покупке пеллетных котлов часто возникает вопрос, что делать, когда заканчиваются гранулы или отключают электричество. Для таких случаев предназначена универсальная установка, которая будет отапливать дом и при отсутствии пеллет, и при сбоях в электроснабжении. Речь идет об обычном твердотопливном котле (ТТ-котел) с пеллетной горелкой (см. фото): при необходимости она снимается (в течение 20 минут), и котел начинает работать в обычном режиме, правда, дрова нужно подкладывать гораздо чаще, чем засыпать пеллеты в бункер.

Такой котел достаточно компактен, что оптимально для небольших помещений. Благодаря гибкой системе подачи (шнека) бункер можно вынести в другое помещение на расстояние до 10 м.

К достоинствам данной технологии, помимо использования пеллет как альтернативного вида топлива (дешевое тепло, 1кВт = 60 коп., удобно в хранении и транспортировке, экологично), можно отнести:

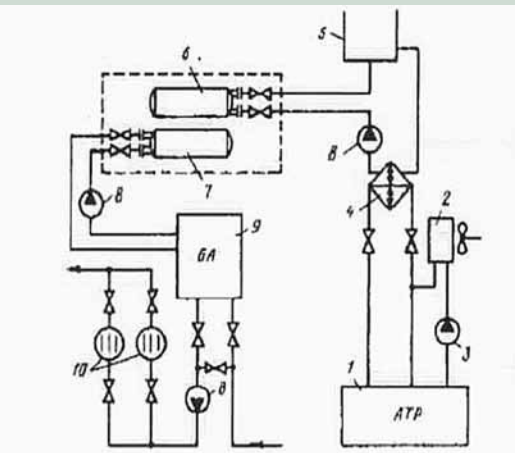
- надежность функционирования и быстрое устранение неисправностей (особенно в котлах известных брендов);
- ступенчатую регулировку мощности в диапазоне 12—20 кВт;
- невозможность перегрева (как бывает при остановке насоса или излишках топлива в топке);
- автоматическое управление процессом в соответствии с личными потребностями (поддержание заданной температуры, внешнее включение-выключение, работа системы оповещения и т. д.);

- подключение датчика кислорода (для герметично закрытых котлов) для улучшения процесса горения (опция);
- дистанционный контроль за состоянием котла и его управление с мобильного телефона (опция).

5. Технологии класса F — максимально энергозатратные с расходом первичного топлива более 270%

Пленочно-лучистые электронагреватели (ПЛЭН) используют как источник пиковой энергии в дополнение к котельной либо к тепловым насосам, «качающим» базовую энергию (см. рис. 5). Их устанавливают между покрытием потолка и дополнительной теплоизоляцией, занимая при этом около 70—80% площади поверхности. В основу работы нагревателя заложен известный принцип, в соответствии с которым при движении тока через проводник (резистивную греющую фольгу) выделяется теплота. Она контактно передается на алюминиевую фольгу, нагревая ее до температуры 43—44 °С. ПЛЭН начинает излучать невидимую тепловую составляющую солнечного света — инфракрасные лучи длиной волны 9—15 мкм, которые поглощаются поверхностью стен, пола и мебели. При этом создается комфортный температурный режим в помещении (разница между полом и потолком составляет 2—3 °С). КПД ПЛЭН *равен* 95%, что существенно отражается на теплозатратах для обогрева 1 кв. м. Систему отопления на основе ПЛЭН невозможно «разморозить». При перебоях в подаче электроэнергии она автоматически отключается и после восстановления энергоснабжения выходит на заданный уровень температур. Система способна повышать температуру в положительном диапазоне на 10 °С в течение 40 минут. Ее можно перевести в дежурный режим +10 °С, и тогда потребление снизится вдвое. Для возврата к комфортному режиму достаточно 40 минут. На обогрев 1 кв. м помещения с высотой потолка не более 3 м затрачивается около 10—20 Вт электроэнергии в час. Столь низкий расход обусловлен тем, что в поддерживающем режиме система «отдыхает» не более 10 минут в час.

Пример практического применения тепловых насосов на подстанции 330 «Алитус» Литовглавэнерго 1989г



Принципиальная тепловая схема использования сбросной теплоты автотрансформаторов на ПС-330 «Алитус»
1 — автотрансформатор АТДЦТН-125000/330; 2 — штатный тепловоздушный охладитель; 3 — масляный насос ЭЦТ-100-8; 4 — теплообменники «труба в трубе» ПВ-2П для теплообмена между трансформаторным маслом и водой; 5 — бак разрыва струи; 6 — испаритель ьеплового насоса; 7 — конденсатор теплового насоса; 8 — насосы подачи воды; 9 — бак-аккумулятор цилиндрический 6 м^3; 10 — резервный пиковый электрокотел

Мощность автотрансформатора	**125 мВА**
Тип теплового насоса	ИНТ-80-1-1
Фактическая мощность теплового насоса	123кВт
Потребление электроэнергии	39кВт
Коэффициент трансформации насоса	3,15
Температура охлаждающего масла	+21 °С
Температура воды для отопления зданий	+69 °С

Наглядно проследить экономию можно на примере отопления коттеджа: при тарифе 1,2 руб. за кВт·ч общие затраты электроэнергии на 100 м^2 отапливаемой площади при ее потреблении на 1 м^2 в среднем 12 Вт составят:

- 100 м^2 × 12 Вт × 24ч × 30 дн. = 864 кВт·ч за мес., или 1036,80 руб. Практически в такую же сумму обходится теплоснабжение квартиры в 54 м^2 в панельном доме.

Следует отметить, что здание, где установлен ПЛЭН, должно соответствовать СНиП98, в противном случае система будет функционировать, но расход электроэнергии увеличится.

Еще одно важное преимущество «лучистой» системы отопления — ее малая инертность. Осенью или весной, когда температура в течение суток колеблется от 20 до 25 °С, днем в помещении бывает жарко, а ночью, когда оно остывает, становится прохладно. ПЛЭН лишен этого недостатка, так как включается только при необходимости обогрева помещения и поддерживает в нем комфортный тепловой режим.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что «лучистую» систему, по многим параметрам превосходящую традиционную, можно использовать повсеместно, но она особенно актуальна в коттеджах и загородных домах, где есть электроснабжение.

С появлением ПЛЭН имеет смысл произвести подробные расчеты и оценить экономичность традиционной и «лучистой» систем. В большинстве случаев ПЛЭН выглядят привлекательнее. При анализе нужно помнить, что ПЛЭН не требует дополнительных средств на обслуживание. Минимальное сокращение затрат на отопление — в 2,5 раза.

Блоком нагрева управляет комнатный терморегулятор: с помощью встроенного датчика он измеряет температуру в помещении и подгоняет ее под заданные параметры.

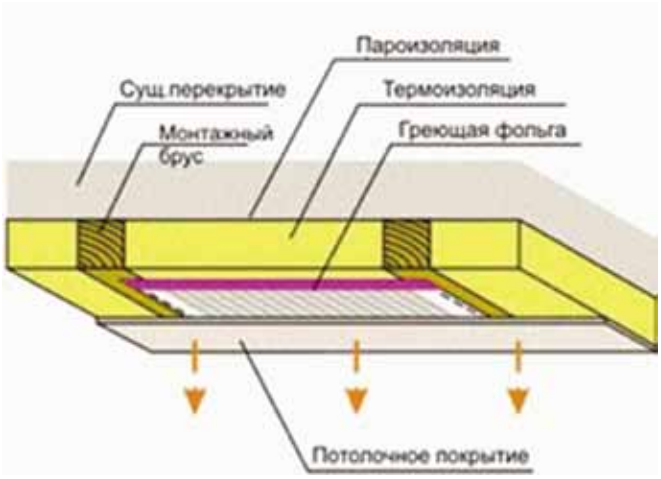
6. Энергоэкономичные технологии класса B2 (тепловые трубы и термосифоны) — альтернатива затратным технологиям класса F

Одними из наиболее затратных, но и самых ответственных потребителей

Некоторые характеристики древесных и топливных гранул (ДТГ, пеллеты)

1.	Размер изделий из древесины, мм	Диаметр 4—12; длина 20—50		
2.	Теплотворная способность гранул, кВт·ч/кг (равна теплотворной способности угля — 4,68 кВт·ч/кг и в 5 раз выше, чем у опилок, — 0,81кВт·ч/кг)	4,8		
3.	Цена высококачественных «белых опилочных» гранул в розницу для жилых домов, коттеджей, евро/т	140—250		
4.	Стоимость промышленных «темных корьевых» гранул для больших ТЭЦ и котельных, опт, евро/т	140—250		
5.	Сравнительная стоимость тепла, руб./кВт·ч, от: пеллет мазута угля опилок	 0,392 0,427 0,516 0,247		
6.	Производство гранул, тыс./год: Россия (~200 заводов) США и Канада Швеция Дания Италия Германия Финляндия	 50—100 1250 1240 748 230 140 47		
7.	Воздействие на окружающую среду	Нейтральное, количество углекислого газа при сжигании не превышает объемы выбросов при естественном разложении древесины		
8.	Сравнение отопительных установок на различных видах топлива мощностью 24 кВт:			
		Электричество	Дизельное топливо	Пелетты
	стоимость котла с бункером, тыс. руб.	25	50	130
	расход топлива	25 кВт	2,11л/ч	4,5 кг/касс.
	стоимость единицы топлива, руб.	1,25	12,5	3
	затраты на отопление, руб./сут	750	633	324
	затраты на отопление за сезон (190 сут), тыс. руб. при коэффициенте загрузки 50%	71,25	60,135	30,78
9.	Расчет срока окупаемости российской линии, Екатеринбург, 2005 г.	Производительность		
		500 кг/ч	1000 кг/ч	
	Объем выпуска гранул, т	в смену (8 ч)	3	6
		в сутки (24 ч)	9	18
		в месяц (30 дн.)	270	540
	2. Заработная плата одного рабочего, руб.		5000	5000
	Количество рабочих, чел.		8	12
	3. Затраты электроэнергии на 1 т гранул (1кВт·ч — 1,6 руб.)	198	163	
	4. Стоимость гранул, руб./т	2300	2300	
	5. Цена изнашиваемых деталей на 1 т гранул, руб.	72	72	
10.	Срок окупаемости инвестиций:			
	Объем инвестиций, тыс. руб.	1650	2950	
	Годовая процентная ставка за кредит, %	20	20	
	Выручка от продаж в месяц, тыс. руб.	621	1242	
	Затраты на производство в месяц, тыс. руб.	208,5	330,3	
	Срок окупаемости линии на заемные средства, мес.	5,8	4,6	
	Срок окупаемости линии на собственные средства, мес.	5,3	4,3	

Источник: Древесная топливная гранула \\ Справочник. — СПб, 2005.



энергии класса *F* являются ТЭНы, предназначенные для подогрева содержимого масляных выключателей, приводов и ячеек подобных аппаратов. Применение тепловых труб с использованием в качестве греющего элемента воды до 55—60 °С позволяет одновременно обеспечить высокую энергетическую эффективность и надежность обогрева труднодоступных элементов электротехнических устройств.

Тепловые трубы

Рассмотрим некоторые образцы тепловых труб, предложенные Киевским научно-техническим центром «Алюминиевые тепловые трубы» (см. фото).

Основные характеристики:

- тип — тепловые трубы постоянного термического сопротивления с продольными конструкционными канавками;
- материал — алюминиевый сплав АД-31-Т1 по ГОСТу 4784-74 (алюминиевый сплав 6060 по американскому стандарту *AMS* 4116);
- термическое сопротивление — от 0,01 до 0,12 К/Вт;
- длина корпуса — от 0,1 до 6 м (оговаривается при заказе);
- плотность подводимого теплового потока — от 0,01 до 20 Вт/см;
- диапазон рабочих температур — от -190 до +250 °С;
- рабочая жидкость — азот, аммиак, метан, пропилен, спирты, ацетон, вода.

Применение:

- Системы охлаждения, термостатирования или терморегулирования устройств космической техники.
- Системы обеспечения тепловых режимов радиоэлектронного оборудования в разных отраслях промышленности.
- Холодильные установки: бытовые холодильники, охладители напитков и др. на основе элементов Пельтье и абсорбционно-диффузионного эффекта.
- Медицинская техника: криоинструменты и тепловые раздражители живой ткани в дерматологии, косметологии, урологии, хирургии и др.
- Термическая бытовая техника: обогреватели, солнечные коллекторы, печи и т. п.

Термосифоны

Термосифоны функционируют подобно тепловой трубе, однако возврат рабочей жидкости в них осуществляется не за счет капиллярных сил, а посредством гравитации.

Основные характеристики (см. фото):

- тип — цилиндрический или плоский термосифон;
- материал — алюминий 6061Т5, медь Мб0 и М1, сталь 10, сталь 20, нержавеющая сталь, титан;
- длина корпуса — от 0,1 до 6 м (1 — на фото);
- эквивалентный диаметр — от 8 до 80 мм;
- внутренняя поверхность — гладкая труба, конструкционные продольные канавки (2 — на фото);
- теплоноситель — азот, аммиак, метан, пропилен, спирты, ацетон, вода;
- масса — от 0,07 до 1 кг/п. метр.
- Цифрами 3 и 4 на фото обозначены пар и кипящая жидкость.

Применение:

- для охлаждения интегральных микросхем, полупроводниковых приборов, блоков электропитания;
- для охлаждения трансформаторов и мощных осветительных устройств;
- для утилизации теплоты выбросных потоков газов и жидкостей;
- для обеспечения оптимальных тепловых режимов технологических процессов в химической, легкой и пищевой промышленности, сельском хозяйстве. Э Р