

УДК 621.577:628.84

О востребованности, работоспособности и окупаемости воздушных тепловых насосов* в условиях России

А.В. СУСЛОВ

Успех столь активно обсуждаемых сегодня на всех уровнях мер по энергосбережению во многом зависит от того, насколько они будут поняты и приняты непосредственным потребителем. Между тем на доходчивом для рядового потребителя уровне ничего, кроме обязательной замены обычных осветительных приборов энергосберегающими, кажется, не предлагается.

В то же время не менее значительный ресурс энергосбережения уже давно и буквально повсеместно в прямом и в переносном смысле просто «витает в воздухе». Парадоксально то, что, хотя многим уже и доводилось слышать об экономии и прочих выгодах этого ресурса, воспользоваться им не позволяет искаженное представление о его реальных технических возможностях в России.



С момента презентации в нашей стране в конце 2006 г. сплит-системы Altherma [3] фирмы Daikin – первой, официально позиционированной в качестве воздушного теплового насоса (ТН), предназначенного для круглогодичного теплоснабжения в условиях российского климата, прошло уже три года.

Опыта практического применения низкотемпературных воздушных ТН у нас тогда не было, желающих стать первопроходцами или опровергнуть реальность открывшейся перспективы, учитывая авторитет производителя, тогда не нашлось. Сама возможность существования подобного оборудования вызывала сомнения. Наиболее приемлемым казалось ограничиться осторожным суждением, что если эта техника вообще работоспособна на территории России, то для практического использования подходит разве что

для Сочи, а для прочих регионов, по-видимому, будет весьма малоэффективна. Кроме того, она, вероятнее всего, дороже традиционного теплового оборудования, а поэтому внятной коммерческой перспективы сама эта тема иметь у нас не может.

В дальнейшем такой подход приобрел статус официального, формирующего общественное отношение к теме, и отодвинул возможность освоения низкотемпературных воздушных ТН для нас до первого успешного практического опыта использования в период отопительного сезона 2008–2009 гг. суперобогревателя Zubadan [2]. С этого момента и берет начало в России практика использования воздушных тепловых насосов для теплоснабжения.

Европейский рынок ТН

Поскольку низкотемпературные воздушные ТН пришли к нам из Европы, где они появились чуть раньше, интересна ситуация на европейском рынке тепловых насосов с 2005 г. На втором форуме Европейской ассоциации

тепловых насосов – European Heat Pump Association (ЕНРА*), состоявшемся в мае 2009 г. в австрийском городе Линц, был представлен доклад об исследовании рынка за последние годы [7], основанный на статистике по семи странам: Австрии, Финляндии, Франции, Германии, Норвегии, Швеции и Швейцарии. Согласно этому исследованию динамика европейского рынка ТН в целом и по каждой из семи названных стран выглядит следующим образом (рис. 1).

За последние четыре года в Европе произошел 121%-ный прирост общего объема продаж ТН, обеспеченный в основном Францией, Германией и тремя Скандинавскими странами. Общий объем продаж тепловых насосов в семи европейских странах достиг в 2008 г. 547 000 единиц. И то, что наибольший прирост – 50 % – пришелся на год

* Воздушные тепловые насосы – Air Source Heat Pump (ASHP) – тепловые насосы, использующие воздух в качестве источника низкопотенциального тепла.

* Россия сегодня – одна из немногих европейских стран, не имеющих собственной национальной ассоциации по тепловым насосам и какого-либо представительства в ЕНРА.

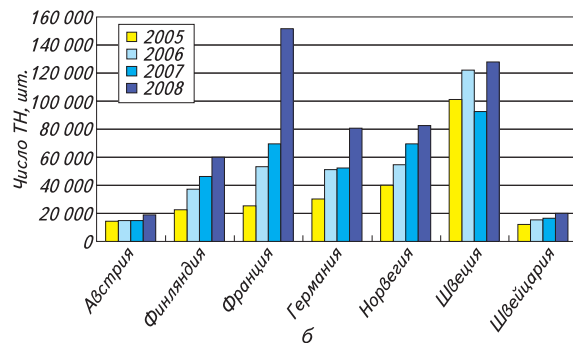
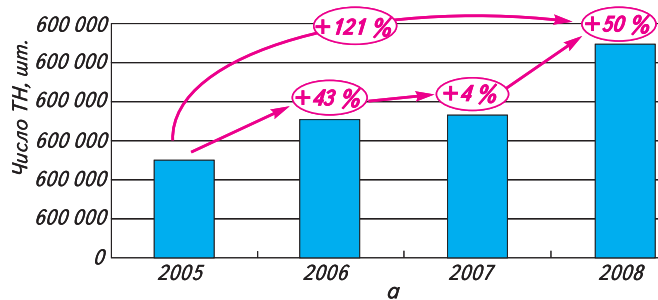


Рис. 1. Динамика европейского рынка тепловых насосов в 2005–2008 гг.: а – в целом в семи странах Европы; б – по каждой стране отдельно

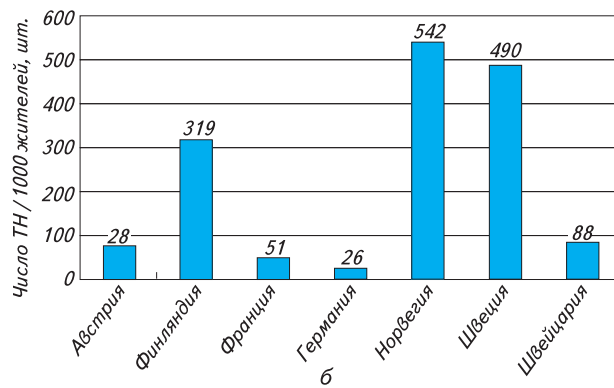
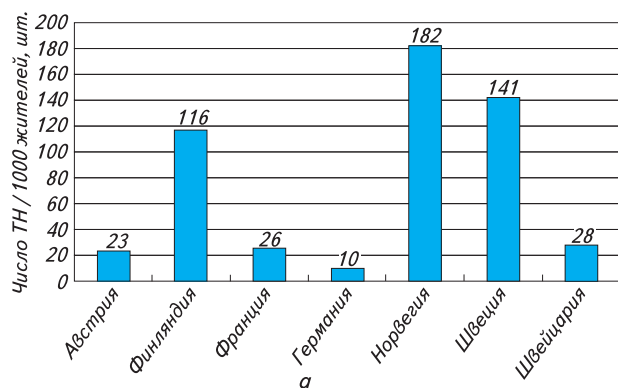


Рис. 2. Число проданных тепловых насосов на каждые 10 000 жителей: а – в 2008 г.; б – с 2005 по 2008 г.

начала кризиса, является, по-видимому, естественным общественным откликом на глобальный экономический вызов и показывает, что ТН – сугубо специфическая сфера, на которую повсеместный экономический спад действует положительным образом.

Кризис повышает актуальность использования ТН, а следовательно, и их востребованность.

На рис. 2 приведены диаграммы, демонстрирующие рост популярности ТН в рассматриваемых странах в 2005–2008 гг.

Наибольший спрос на тепловые насосы отмечен у жителей Скандинавских стран:

- ✓ самой обеспеченной углеводородными энергоносителями Норвегии;
- ✓ самой продвинутой в Европе в плане ТН Швеции;
- ✓ самой энергобережливой Финляндии.

Поэтому логичен и однозначен важный для нас вывод:

Использование ТН актуальнее там, где требуется и соответственно расходуются больше тепла, в первую очередь в странах с холодным климатом.

Россия же остается сегодня уже единственной страной, которая никак не участвует в этом процессе и не имеет к нему практически никакого отношения.

Рынок воздушных ТН в странах Северной Европы

До конца прошлого века считалось, что в странах с холодным климатом только ТН, использующие грунт как источник низкопотенциального тепла (далее – геотермальные ТН)*, подходят для круглогодичного теплоснабжения. Появление в начале 2000-х годов в Европе низкотем-

* Геотермальные тепловые насосы – Ground Source Heat Pump (GSHP).

пературных воздушных ТН в корне изменило это суждение, а соответственно и структуру рынка. В последние годы на европейском рынке воздушные ТН уверенно вытесняют гораздо более дорогие по первоначальному затратам геотермальные в логически более оправданную для них нишу, преимущественно в крупные теплонасосные установки.

В 2008 г. доля продажи воздушных ТН в Европе за счет соответствующего сокращения продаж геотермальных ТН выросла по сравнению с 2005 г. с 26 до 63 %.

Рассмотрим, как эта тенденция проявилась в Скандинавских странах.

4–5 июня 2009 г. в Осло прошла крупнейшая в Норвегии конференция в области возобновляемых источников энергии под примечательным для нас названием «Дни северного тепло-

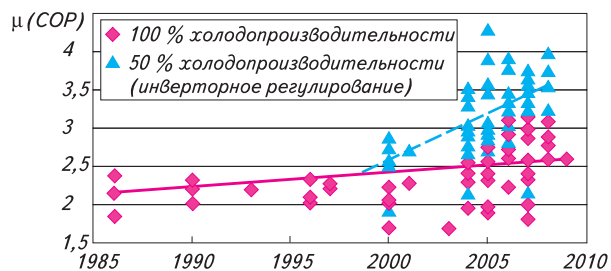


Рис. 3. Повышение энергоэффективности воздушных тепловых насосов

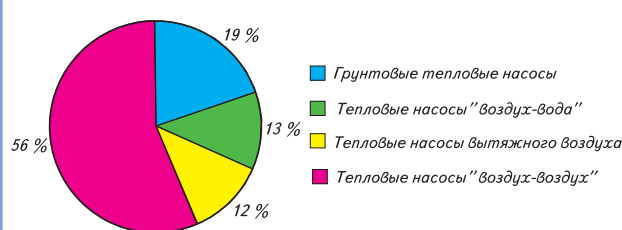


Рис. 4. Продажи тепловых насосов в Швеции в 2008 г.

вого насоса» (Nordiske Varmepumpedager). Центральной темой были соответствующие достижения и опыт Скандинавских стран.

Швеция

В презентации первой в Европе лаборатории, аккредитованной для испытаний ТН, Шведского технического исследовательского института (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) [4], приводится график, иллюстрирующий хронологию совершенствования воздушных ТН (рис. 3).

На графике показано, как с годами повышался показатель энергоэффективности воздушных ТН (коэффициент преобразования μ) при наиболее характерном для стран с холодным климатом перепаде наружной и внутренней температур (+2/+20 °С). Становится понятно, что столь поразительный рост популярности современных воздушных ТН достигнут потому, что μ удалось повысить чуть ли не вдвое – до уровня 3,5 и выше, а температуру эксплуатации, которую можно гарантировать европейским потребителям, довести до –25 и даже –30 °С.

По данным Шведской ассоциации тепловых насосов (SVER), из общего числа имеющихся в Швеции более 1 350 000 ТН более 700 000 было установлено после 2000 г. [8]. В 1998–1999 гг. доля ТН «воздух–воздух» вообще незаметна на фоне грунтовых, составлявших тогда основу швед-

ского рынка. Но уже в 2005 г. ТН «воздух–воздух» становится явно больше, чем грунтовых.

В 2008 г. (рис. 4) на 81 % воздушных ТН, проданных в Швеции, приходится только 19 % грунтовых (соотношение более чем 4:1 в пользу воздушных).

Финляндия

Если в 2001 г. из 30 000 ТН, проданных в Финляндии, всего лишь 5000 были ТН «воздух–воздух» [10], то к 2003 г. их становится явно больше. Статистика продаж за последние четыре года представлена в табл. 1.

Здесь в 2008 г. соотношение воздушные/грунтовые ТН становится уже 7:1, несмотря на бесчисленное множество озер – дешевого, легко мобилизуемого и надежного источника низкопотенциального тепла для ТН. Появление буквально в последние годы низкотемпературных воздушных ТН «воздух–вода» стало причиной бурного роста спроса на них, с одной стороны (прирост за 2008 г. 456 %!), и некоторого падения продаж ТН на вытяжном воздухе (–12 %) – с другой. Прирост продаж грунто-

вых ТН (42 %), по-видимому, инициирован благоприятным отношением в обществе к самой технологии в целом [9].

Норвегия

В тщательно и скрупулезно подготовленной презентации Норвежской ассоциации тепловых насосов NOVAP [5] была представлена буквально поштучная статистика продаж по каждому из типов тепловых насосов за 17 лет.

Помимо конкретных фактических данных указаны годы, в которые производились акции поддержки отрасли (1992, 2003, 2006). Следует заметить, что акции имели эпизодический характер и касались в основном наиболее дорогих в установке грунтовых ТН, доля которых на норвежском рынке всегда была весьма незначительна. Для воздушных ТН в настоящий момент поддержка заключается в расщелке до трех лет, в течение которых процент по расщелке компенсируется за счет полученной экономии.

Данные о продажах в последние 4 года сведены в табл. 2.

Таблица 1

Типы тепловых насосов	Число проданных тепловых насосов, шт.			
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Воздух–воздух	17 000	30 000	38 000	48 000
Воздух–вода	7	400	450	2500
На вытяжном воздухе	1900	2050	2500	2200
Грунтовые	3600	4500	5300	7500
Общее количество	22 507	36 950	46 250	60 200
Доля воздушных, %	84	88	88,5	87,5

Таблица 2

Типы тепловых насосов	Число проданных тепловых насосов, шт.			
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Воздух–воздух	32 754	73 301	65 210	76 832
Воздух–вода	388	2383	3318	3985
На вытяжном воздухе	771	521	921	673
Грунтовые	1494	2327	2492	3222
Общее количество	35 407	78 532	71 941	84 712
Доля воздушных, %	96	97	96,5	96

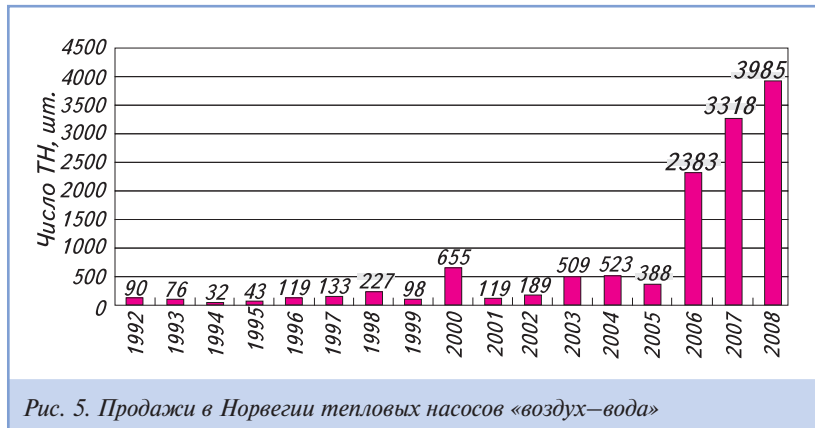


Рис. 5. Продажи в Норвегии тепловых насосов «воздух–вода»

Соотношение продаж воздушных и грунтовых ТН в Норвегии в 2008 г. дошло до рекордных 24:1.

Реакция рынка Норвегии на появление низкотемпературных воздушных ТН «воздух–вода» подтверждает тезис о том, что у этого типа ТН на рынке стран Северной Европы перспективы особенно обнадеживающие (рис. 5).

Эстония

Для полноты анализа рассмотрим ситуацию на рынке ТН еще одной северной страны – Эстонии, которая официально не участвовала в конференциях в Линце и Осло, но где также имеется

национальная ассоциация по тепловым насосам – ESPEL. Динамика и структура рынка ТН в Эстонии [12], отслеживаемые также крайне аккуратно, приведены в табл. 3.

По уровню продаж на 10 000 жителей Эстония занимает четвертое место в Европе. В структуре продаж очевидна та же тенденция – спад продаж ТН на вытяжном воздухе на фоне уверенного роста систем «воздух–вода». При том, что за последние четыре года продажи ТН «воздух–воздух» увеличились более чем в 8 раз, достигнув в процентном отношении шведского уровня, продажи грунтовых ТН выросли менее чем

Таблица 3

Типы тепловых насосов	Число проданных тепловых насосов, шт.			
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Воздух–воздух	461	1476	3867	3747
Воздух–вода	2	87	199	343
На вытяжном воздухе	57	107	109	43
Грунтовые	565	750	1100	970
Общее количество	1085	2420	5275	5073
На 10 000 жителей, %	1,03			
Доля воздушных ТН, %	48	69	79	81

вдвое, а в 2008 г. в этом сегменте наблюдался заметный спад продаж (–11,8 %).

Эстония, как мы видим, несколько не выпадает из общей статистики стран Северной Европы, окончательно подтверждая неочевидный ранее, но особенно важный для предстоящего российского опыта вывод:

Суровость климата не является ограничением для применения современных воздушных ТН, поскольку в странах Северной Европы они наиболее широко востребованы, а их доля в общем объеме рынка увеличивается наиболее быстрыми темпами.

Воздушные тепловые насосы в России

Однако при обсуждении темы часто приходится сталкиваться со скорее эмоциональным суждением о том, что по-настоящему холодная страна в Европе все же только одна – Россия, а остальные если и холодные, то лишь «умеренно». В официальном рейтинге самых холодных европейских стран Россия стоит на первом месте, так как в ней отмечена самая низкая температура (–55 °С, Коми, Усть-Щугер). Но, к счастью, климат у нас достаточно разнообразен, а в Коми проживает лишь незначительная часть населения. Поскольку работоспособность и целесообразность низкотемпературных воздушных ТН в условиях Подмосковья обоснованы теоретически и подтверждены практически [2], то и в других регионах РФ они тем более работоспособны и целесообразны, о чем свидетельствуют данные табл. 4.

Потенциальный рынок только этих регионов РФ примерно в полтора раза больше совместного рынка стран Северной Европы. Оценить потенциал такого рынка можно, исходя хотя бы из того, что, например, в Финляндии в 2008 г. одних только ТН «воздух–воздух» было продано на сумму около 75 млн евро [11].

Таблица 4

Город	$t_{\text{расч}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ч} (t < 16^\circ\text{C})$
Москва	-28	-42,2	7135
С.-Петербург	-26	-36	7285
Краснодар	-19	-	-
Новороссийск	-13	-30	-
Сочи	-3	-18	5006

Примечание. $t_{\text{расч}}$ — минимальная наружная температура, до которой должны поддерживаться комфортные условия в помещении, отапливаемом ТН; t_{min} — абсолютный температурный минимум для данного населенного пункта; τ — суммарная длительность периодов физиологической потребности в отоплении или проще — продолжительность комфортного отопительного периода в течение года.

Температура ожигения R410A, применяемого в низкотемпературных воздушных ТН, при атмосферном давлении около -52°C . И если при использовании воздушных ТН в Усть-Шугере еще можно вести речь о каких-то ограничениях, то в более обжитых районах вопрос об ограничениях исключен категорически даже на теоретическом уровне. Можно лишь заметить, что континентальному климату Евразии помимо более холодных зим присуще еще и более жаркое лето, что делает использование воздушных ТН для значительной части территории России еще целесообразнее из-за необходимости кондиционирования.

Вопреки широко почемужо распространеному у нас мнению при -20°C в воздухе оста-

ется еще более 85 % тепла, которое имеется в нем при $+20^\circ\text{C}$. При -20°C у большинства современных воздушных ТН холодопроизводительность снижается на 40 %, а у особо продвинутых — всего лишь на 15 %. Современные низкотемпературные воздушные ТН тестируются производителем в основном при наружных температурах до -15°C не потому, что это обоснованный предел их технических возможностей, а потому, что этот уровень оговорен международными стандартами. Серии, идущие из Азии на рынок северных стран, и, разумеется, воздушные ТН местного производства проходят тестирование при температурах до $-20, -25, -26, -28^\circ\text{C}$, а иногда и до -30°C .

Благодаря так долго затянувшемуся у нас периоду индифферентности к теме отечественный рынок сегодня является наиболее привлекательным потому, что, во-первых, до сих пор остается абсолютно нетронутым, а во-вторых, потому, что сегодня нам доступны самые последние, самые совершенные образцы этой техники.

Экономическое обоснование целесообразности применения воздушных ТН в России

Анализ тарифов на электроэнергию в европейских странах, где ТН применяются уже массово, и в тех, где пока еще нет, не позволяет установить какую-то очевидную связь между тарифами и уровнем продаж.

Средние тарифы на электроэнергию по состоянию на январь 2005 г. [6]

Страна	Стоимость электроэнергии, евро/100 кВт·ч
Финляндия	7,92
Эстония	5,76
Литва	6,09
Латвия	7,02

Поскольку уровень европейских тарифов близок к тарифам российских поставщиков, отечественного потребителя при эксплуатации ТН ожидает такая же примерно экономия, которая вполне устраивает жителей северных стран.

Но в России имеется и еще один существенный довод — это плата за приобретение дополнительной электрической мощности (стоимость подключения), которая сегодня очень высока.

Стоимость тепла при использовании низкотемпературных воздушных ТН, доступных на российском рынке, находится в пределах от 500 до 1000 евро за 1 кВт теплопроизводительности (в зависимости от типа, технических характеристик и бренда). А покупка дополнительной электрической мощности, необходимой для отопления обычными элект-



ронагревателями, во многих случаях обходится значительно дороже и для многих потребителей сегодня уже крайне труднодоступна, если доступна вообще. Поэтому, устанавливая низкотемпературный воздушный ТН, потребитель примерно втрое экономит на приобретении необходимой электрической мощности. Суммы, о которых идет речь, вычисляются на основании данных, аналогичных приведенным ниже для Москвы.

Размеры платы за присоединение к электрическим сетям менее 1 кВ ОАО «МОЭСК» на территории Москвы на 2009 г. [1]

Границы территориальных зон Москвы	Плата, руб/кВА (без НДС)
В пределах Садового кольца	102 338
Между Садовым и третьим транспортными кольцами	91 566
Между третьим транспортным кольцом и МКАД	78 978,92
За пределами МКАД	61 622,82

Говорить в России об окупаемости ТН как о достигнутом результате во многих случаях можно уже на момент принятия решения об их установке при условии, если речь идет о воздушных ТН.

Таким образом, современные воздушные ТН в климатических условиях европейской территории России пригодны для эксплуатации без каких-либо ограничений и их использование не менее выгодно, чем в любой из стран Северной Европы.

Применение воздушных ТН выгоднее покупки необходимой дополнительной электрической мощности, что оправдывает выбор ТН уже на момент принятия решения.

Наибольшая экономия ежегодных затрат на теплоснабжение будет там, где климат холоднее и где длиннее отопительный сезон.

Хотя освоение низкотемпературных воздушных ТН и началось без участия России, игнорировать их преимущества в дальнейшем недопустимо, особенно в условиях кризиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

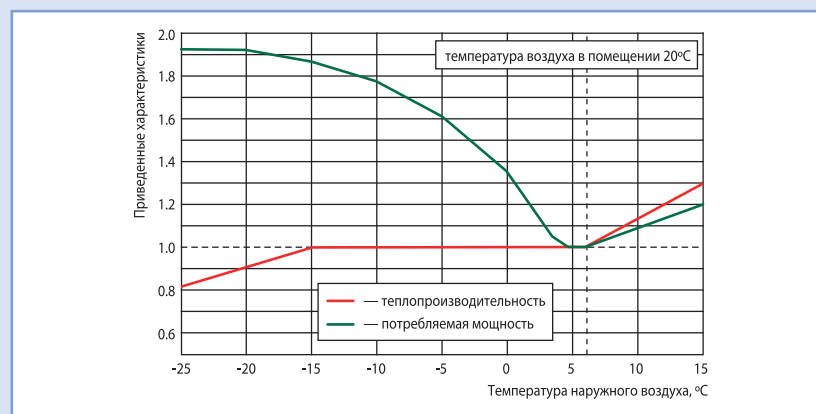
1. Постановление РЭК № 121 от 22 декабря 2008 г.
2. Сулов А.В. Применение воздушных тепловых насосов в условиях холодного климата// Аква-Терм. 2009. № 3.
3. Яценко С.Н. Altherma – энергосберегающая система отопления и кондиционирования коттеджей на базе высокоэффективного теплового насоса DAIKIN// XXIII Конференция «Москва – энергоэффективный город», 25–27 октября 2006 г.
4. Axell M. Vaermepumpar forsta valet for husagare i Sverige och Schweiz// Nordiske Varme pumpepader, Oslo, 4–5 juin, 2009.
5. Baardsen B. Status for varmepumper i Norge// Nordiske Varmepumpepader, Oslo, 4–5 juin, 2009.
6. Eesti elektrimajanduse arengukava 2005–2015, Tallinn, 2005.
7. Forson M. European Heat Pump Outlook 2009// 2nd EHPA Heat Pump Forum, Linz, Austria, may 2009.
8. Forson M. The Heat Pump Market in Sweden, status and outlook// Nordiske Varmepumpepader, Oslo, 4–5 juin, 2009.
9. Hirvonen J. Varmepumperi Finland// Nordiske Varmepumpepader, Oslo, 4–5 juin, 2009.
10. Hirvonen J. A rapidly growing heat pump market// 7th International Heat Pump Conference in Chaine, 2002.
11. http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=139&Itemid=123.
12. Soojuspumpade Kasutusele votu duenaamika Eestis. – Tallin: ESPEL, 2009.

От редакции

В пользу аргументации А.В. Сулова свидетельствуют данные, приведенные компанией «Мицубиси электрик Юроп» в буклете, посвященном выпускаемому на заводе в Шизуока ТН серии ZUBADAN Inverter (по-японски «зубадан» означает «суперобогрев»).

Используемый в них цикл с промежуточной инъекцией жидкого фреона во внутреннюю полость спирального компрессора позволяет обеспечить практически постоянную теплопроизводительность в диапазоне температур наружного воздуха +7...–15 °С (разумеется, с ростом энергопотребления). Причем фирма-производитель гарантирует работоспособность этих насосов в режиме обогрева вплоть до наружной температуры –25 °С.

Типичная характеристика ТН ZUBADAN с инвертором дана на графике в приведенных координатах. За единицу приняты паспортные значения теплопроизводи-



тельности и потребляемой мощности при температуре наружного воздуха +7 °С и температуре в помещении +20 °С.

В 2008–2009 гг. системы отопления на базе ТН ZUBADAN были смонтированы и опробованы на ряде объектов на территории стран бывшего Советского Союза, в том числе в сельской школе Фроловского района Волгоградской области. В подмосковной Ивантеевке тепловым насосом был оборудо-

ван коттедж постоянного проживания, лишенный централизованного газоснабжения. Задействовав менее 6 кВт выделенной электрической мощности, удалось получить более 23 кВт тепла для отопления 3-этажного дома.

По результатам испытаний было принято решение установить до конца 2009 г. только в Волгоградской области около трех десятков ТН для индивидуального децентрализованного отопления.